

Universidade de Évora - Instituto de Investigação e Formação Avançada

Programa de Doutoramento em Música e Musicologia

Área de especialização | Interpretação

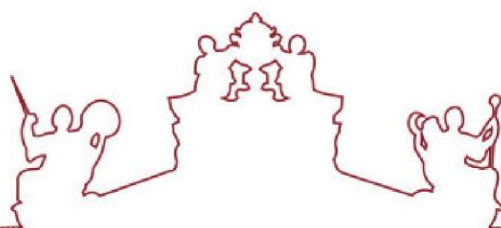
Tese de Doutoramento

**ANÁLISE BIOMECÂNICA DOS NÍVEIS DE ANGULAÇÃO
DA MÃO ESQUERDA DE UM VIOLINISTA: PROPOSTA
DE UM MODELO ANATÓMICO-FUNCIONAL DO
POSICIONAMENTO DA MÃO ESQUERDA**

Eliseu Antunes Pereira Gomes da Silva

Orientador(es) | Christopher Consitt Bochmann
Rui Manuel Garganta da Silva

Évora 2020



Universidade de Évora - Instituto de Investigação e Formação Avançada

Programa de Doutoramento em Música e Musicologia

Área de especialização | Interpretação

Tese de Doutoramento

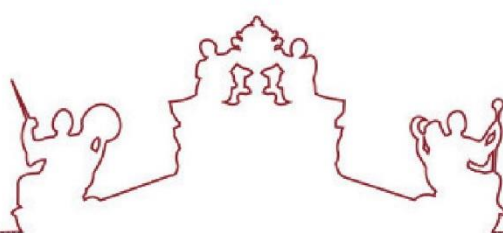
**ANÁLISE BIOMECÂNICA DOS NÍVEIS DE ANGULAÇÃO
DA MÃO ESQUERDA DE UM VIOLINISTA: PROPOSTA
DE UM MODELO ANATÓMICO-FUNCIONAL DO
POSICIONAMENTO DA MÃO ESQUERDA**

Eliseu Antunes Pereira Gomes da Silva

Orientador(es) | Christopher Consitt Bochmann
Rui Manuel Garganta da Silva

Évora 2020





A tese de doutoramento foi objeto de apreciação e discussão pública pelo seguinte júri nomeado pelo Diretor da Instituto de Investigação e Formação Avançada:

Presidente, por delegação do Diretor do Instituto de Investigação e Formação Avançada:

Doutor **Eduardo José Tavares Lopes** Professor Associado c/Agregação da Universidade de Évora.

Vogais:

Doutor **Christopher Consitt Bochmann**, Professor Catedrático, da Universidade de Évora,

Orientador:

Doutor **Armando Manuel Mendonça Raimundo**, Professor Associado c/Agregação, da Universidade de Évora;

Doutor **Eduardo José Tavares Lopes**, Professor Associado c/Agregação da Universidade de Évora;

Doutor **Tiago José Garcia Vieira Neto**, Professor Adjunto convidado, do Instituto Politécnico de Lisboa;

Doutor **André Cabral Fonseca**, Professor de Violino, da Universidade de Aveiro.

Dedicated to:

My loves

Marta e Miguel

Dedicado a:

Aos meus amores

Marta e Miguel

ACKNOWLEDGEMENTS

Without the help of many involved in this thesis, it would not have been terminated. The accompaniment and encouragement of my principal advisor Professor Cristopher Bochmann was very important as well as all the institutional support of the University of Évora. I would like to thank the support of my co-advisor Professor Rui Garganta, in terms of anatomy and kinesioanthropometry, the patience that Dr. Pedro Fonseca had in my lab requirements and the director of the LABIOMEPE Professor João Paulo Vilas-Boas for having allowed and for having opened the research to a musician.

I would like to warmly thank my friends Professor Alexandra Pinto for having accompanied me very closely in all this research and to my friend Professor Manuel Au-Yong Oliveira who motivated me in the final stages of my research. It was indeed friends who gave unforgettable contributions so that it could reach an end.

I would like to thank my pianist Marian Pivka for accompanying me in this performative project, to Roy Tang for assisting me in the CD release (linked to the project) at the Hong Kong International Music Festival, with some virtuous music studied here, and to Vladimir Bulzan for the CD release in Vienna - Musikverein, with Beethoven's sonatas.

I would like to thank the anonymous reviewers of: *RISTI-Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*; the 13th European Conference on Innovation and Entrepreneurship; the WorldCist 2019 Reviewers – 7th World Conference on Information Systems and Technologies; and, finally, the reviewers of the ECRM 2019-18th European Conference on Research Methods in Business and Management, for their valuable feedback and consequently for their contribution to this research.

I couldn't help but thank my cousin and friend André Misael for all the graphic support he gave me in the thesis and my mother for not letting me give up.

To my beloved wife a special thank you for being a wonderful source of inspiration and an example of persistence and beauty and to my prince Miguel, because, while writing and holding him, he made me meditate on the importance of leaving examples and future values. Lastly a greater appreciation to the source of creation and goodness, for, in the moments of prostration, having prepared the necessary conditions to finish this academic and musical project.

AGRADECIMENTOS

Sem a ajuda de vários intervenientes esta tese não teria sido seguramente terminada. O acompanhamento e estímulo do meu orientador Professor Doutor Cristopher Bochmann foi deveras importante assim como todo o apoio institucional da universidade de Évora. Gostaria de agradecer o apoio do meu co-orientador Professor Doutor Rui Garganta, nos termos respetivos à anatomia e cinesiantropometria, a paciência que o Dr. Pedro Fonseca teve nas minhas exigências laboratoriais e ao diretor do Labiomep, Professor Doutor João Paulo Vilas-Boas por ter permitido e aberto a investigação a um músico.

Gostaria de agradecer vivamente à minha amiga Professora Doutora Alexandra Pinto por me ter acompanhado de muito perto em toda esta investigação e ao meu amigo Professor Doutor Manuel Au-Yong Oliveira que me motivou na fase final do meu doutoramento. Foram deveras amigos que deram contributos inesquecíveis para que conseguisse terminar.

Gostaria de agradecer ao meu pianista Marian Pivka por me ter acompanhado nesta saga musical, ao Roy Tang pelo lançamento do CD (ligado ao projeto) com algumas peças virtuosas no festival internacional de musica de Hong Kong, e ao Vladimir Bulzan pelo lançamento do CD dedicado às sonatas de Beethoven, em Musikverein - Viena.

Gostava de agradecer aos revisores anónimos da: *RISTI – Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*; da 13th European Conference on Innovation and Entrepreneurship; da WorldCist 2019 – 7th World Conference on Information Systems and Technologies; e, finalmente, os revisores da ECRM 2019 - 18th European Conference on Research Methods in Business and Management pelos seus *feedbacks* valiosos e, consequentemente, pelos contributos para esta investigação;

Não poderia deixar de agradecer ao meu primo e amigo André Misael por todo o apoio gráfico que deu na elaboração da tese e à minha mãe por não me ter deixado desistir.

À minha amada esposa um especial obrigado por ser uma maravilhosa fonte de inspiração e um exemplo de persistência e beleza e ao meu príncipe Miguel, porque, enquanto escrevia e o embalava, me fazia meditar na importância de deixar exemplos e valores futuros. Por último um agradecimento maior à fonte da Criação e Bondade, por, nos momentos de prostração, me ter preparado as condições necessárias para terminar esta saga académica e musical.

COMUNICAÇÕES E PUBLICAÇÕES NO ÂMBITO DO DOUTORAMENTO

Objetivos das publicações (ver os anexos para cópias das publicações)

A equipa de investigação teve uma estratégia de comunicação e de publicação no sentido de submeter o projeto de investigação à revisão anónima pelos pares e em várias áreas de especialização - Música, Gestão, Empreendedorismo, Metodologias de investigação e Tecnologia. Dada a metodologia seguida no projeto de doutoramento - intimamente ligada à tecnologia - e dado que os processos descritos são também aplicáveis a outros domínios (nomeadamente ao desporto, e à gestão, por originarem também lesões músculo-esqueléticas), esta estratégia viu-se como tendo fundamento. A disseminação dos resultados do projeto, em cinco comunicações / publicações separadas e distintas, descritas em baixo, junto da comunidade científica, permitiu a obtenção de *feedback* pertinente e importante e com impacto positivo no desenrolar do mesmo. As comunicações / publicações incidem sobre diferentes domínios do projeto de investigação e foram feitas na língua inglesa (em quatro dos casos, e visando-se a comunidade académica internacional) assim como na língua portuguesa (num dos casos – nomeadamente a publicação na *RISTI – Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*) – igualmente de âmbito internacional.

Lista de comunicações e de publicações

- 1) Silva, E.A.P. (2015). Effects of playing on early and modern musical instruments, Wood MusICK PS COST Action FP1302, Annual Conference, London, Royal College of Music 9-10 September.
- 2) Silva, E., Au-Yong-Oliveira, M., Fonseca, P., Garganta, R., Bochmann, C. (2018). The musician as entrepreneur – multidisciplinary innovation with performing violinists – achieving a sustainable competitive advantage via the biomechanical enhancement of the left hand. Proceedings of the 13th European Conference on Innovation and

Entrepreneurship, ECIE 2018, University of Aveiro, 20-21 September. Costa, C., Au-Yong-Oliveira, M., Amorim, M. (Editors), pp.984-994. Artigo apresentado por Eliseu Silva. **Indexada na Scopus e na ISI Web of Knowledge.**

3) Silva, E., Au-Yong-Oliveira, M., Fonseca, P, Garganta, R., Bochmann, C. (2019). A tecnologia ao serviço da música – Um estudo no sentido de se evitar lesões e maximizando-se a performance. *RISTI – Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, N°E17, 01/2019, pp.349-362. ISSN: 1646-9895. **Indexada na Scopus e na ISI Web of Knowledge.**

4) Silva, E., Au-Yong-Oliveira, M., Fonseca, P, Garganta, R., Bochmann, C. (*forthcoming*, 2019). Process Innovation Supported by Technology – Making for Longer Injury-Free Careers in the Case of High-Performance Musicians. WorldCist'19, La Toja, Spain, 16-19 April, Á. Rocha et al. (Eds.), *New Knowledge in Information Systems and Technologies, Advances in Intelligent Systems and Computing* (Book of the AISC series), Vol. 932, pp.315–328, Springer Nature Switzerland AG. **Indexada na Scopus e na ISI Web of Knowledge.**

5) Au-Yong-Oliveira, M., Silva, E. (*forthcoming*, 2019). Observing from our own “cultural window” – Presenting autoethnographic narratives from tourism to music. 18th European Conference on Research Methods in Business and Management, ECRM 2019, 20-21 June 2019, Johannesburg, South Africa. **Indexada na Scopus e na ISI Web of Knowledge.**

ABSTRACT

BIOMECHANICAL ANALYSIS OF LEVELS AND ANGULATIONS OF THE LEFT HAND OF A VIOLINIST: PROPOSAL OF AN ANATOMICAL-FUNCTIONAL MODEL OF LEFT HAND POSITIONING

All violinists and violists face the difficulties of playing an instrument with great ergonomic risks which increases the odds of developing harmful techniques that lead to injuries and inhibit performance and have a negative impact on the artist's career. Scientific research involving the left hand is very scarce and many authors/violinists in their methods discuss different ways to work technical demands based on empirical opinions. However, these conventional approaches are not scientifically and anatomically based and do not suggest an ergonomic and biomechanical understanding of the issue.

A scientific methodology was developed, composed of some simple and repeatable note patterns, and this performance was analyzed in 3D by a MoCap system (Qualisys AB, Sweden) that operates at a sampling frequency of 200 Hz, capturing the positioning of retroreflective markers on the joints of the hand and fingers, wrist, left forearm, violin and bow.

The influence of the height and angulation of the hand relatively to the violin fingerboard in different interval amplitudes and strings was analyzed, at a regular and fast execution speed.

The resulting data were analyzed in Visual 3D software (C-Motion, USA) to extract relevant parameters and metrics such as flexion/extension and abduction/adduction angles of the wrist, index finger and little finger, as well as the speed during fast execution according to the relative position of the hand to the fingerboard.

A conscious anatomical-functional position of the left hand for each exercise, allows the violinist to play the same score with less tension in the hand, greater amplitude of the fingers, a more natural and relaxed position, allowing thus to play faster and with more precision.

Based on the results, an anatomical-functional model of the left hand positioning was developed. In the last chapter, the developed model is applied to a high-level programme in view of biomechanical functioning principles.

Keywords: Violinist Left-hand; biomechanics of the left limb; 3D motion analysis; MoCap Qualisys AB; angulation and level of the metacarpophalangeal joint; high-level violin program; anatomical functional model.

RESUMO

ANÁLISE BIOMECÂNICA DOS NÍVEIS E ANGULAÇÕES DA MÃO ESQUERDA DE UM VIOLINISTA: PROPOSTA DE UM MODELO ANATÓMICO-FUNCIONAL DO POSICIONAMENTO DA MÃO ESQUERDA

Todos os violinistas e violetistas enfrentam dificuldades ao tocar um instrumento que potencia grandes riscos ergonômicos, o que aumenta a probabilidade de desenvolver técnicas prejudiciais, que levam a lesões, inibem a *performance* e podem condicionar uma carreira. A investigação científica sobre a mão esquerda de um violinista/violetista é escassa e muitos autores/violinistas nos seus métodos discutem de forma empírica diferentes estratégias para trabalhar exigências técnicas de dificuldade elevada. Estas abordagens não são científica e anatomicamente fundamentadas e não sugerem uma compreensão ergonômica e biomecânica do funcionamento da mão esquerda.

Neste trabalho, desenvolveu-se uma metodologia científica, composta pela execução de exercícios com alguns padrões de notas simples e repetíveis, e analisada a *performance* em 3D, por um sistema MoCap (Qualisys AB, Suécia) que opera a uma frequência de amostragem de 200 Hz, captando o posicionamento de marcadores retrorrefletores nas articulações da mão e dedos, punho, antebraço esquerdo, violino e arco.

Analisou-se a influência da altura e angulação da mão em relação ao braço do violino em diferentes cordas e aberturas intervalares, numa velocidade regular e elevada.

Os dados resultantes foram analisados no software Visual 3D (C-Motion, EUA) para determinar parâmetros relevantes para a caracterização do funcionamento biomecânico da mão tais como ângulos de flexão/extensão, abdução/adução sobre as várias secções anatómicas do braço e mão, e a posição relativa desta em relação ao braço do violino.

A colocação anatómica-funcionalmente consciente da mão em relação ao braço do violino para cada um dos exercícios, permite que o violinista toque com menos tensão na mão, maior amplitude articular, uma posição mais natural e relaxada e permite maior velocidade e precisão na *performance*. Com base nos resultados obtidos desenvolveu-se um modelo anatómico-funcional do posicionamento da mão esquerda. No último capítulo aplica-se o modelo desenvolvido a um programa de elevada dificuldade à luz dos princípios do funcionamento biomecânico.

Palavras-chave: mão esquerda de violinista; biomecânica do membro superior esquerdo; análise do movimento em 3D; MoCap Qualisys AB; angulação e nível da articulação metacarpofalângica; programa violinístico de elevada dificuldade; modelo anatómico-funcional.

INDÍCE

Acknowledgements	iii
Agradecimentos	iv
Comunicações e publicações no âmbito do doutoramento .v	
Abstract	vii
Resumo	viii
Índice.....	ix
Lista de Figuras.....	xv
Lista de Tabelas	xxix
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Motivação.....	1
1.2 Objetivos	6
1.3 Organização da tese e projeto de investigação	7
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	9
2.1 Doenças músculo-esqueléticas dos músicos de orquestra em especial de violinistas e violetistas.....	9
2.1.1 LMERT	10
2.1.2 Prevalência de LMERT em músicos de orquestra.....	10
2.1.3 Doenças músculo-esqueléticas em violinistas e violetistas	14
2.2 Métodos de violino	16
2.2.1 Enquadramento histórico-cultural	18
2.2.2 Análise de alguns métodos historicamente mais importantes.	25
2.2.3 Padrões de dedos.....	57
2.3 Tecnologia científica na performance violinística.....	64

2.4	Planos, movimentos e “zeros” de referência.....	75
2.4.1	Posições de referência	75
2.4.2	Planos e eixos de movimento	76
2.4.3	Tipos de movimento	81
2.4.4	Movimentos básicos	82
2.5	Noções de anatomia e mecânica funcional da mão.....	83
2.5.1	Ângulos articulares e goniometria do membro superior.....	87
2.6	Capacidade proprioceptiva	92
2.6.1	Proprioceptores	92
2.6.2	Homúnculo sensorial	94
2.7	Considerações finais	95
3.	TÉCNICAS EXPERIMENTAIS	97
3.1	LABIOMEPEP	97
3.2	Objetivos da biomecânica	98
3.3	Métodos de medição e equipamento adequado	99
3.3.1	Dinamometria (forças, momentos e pressões de avaliação)	100
3.3.2	Eletromiografia (registo da atividade elétrica muscular).	103
3.3.3	Termografia (gravação de variação da temperatura do corpo)... ..	105
3.3.4	Antropometria (avaliação da dimensão segmentar e de corpo inteiro características inerciais).	107
3.3.5	Cinemática (determinação de posição, orientação, velocidade e aceleração).	108
4.	METODOLOGIA	115
4.1	Estratégia científica	115
4.2	Objetivos principais dos exercícios propostos	116
4.3	Exercícios adotados	117
4.4	Tipos de exercícios	117
4.4.1	Exercícios A1 mi e A2 mi.....	118

4.4.2	Exercícios A1 sol e A2 sol	118
4.4.3	Exercícios B1 e B2	119
4.4.4	Exercícios C1 e C2	119
4.5	Normas de execução	120
4.6	Secções anatómicas em análise	120
4.6.1	Dedo mínimo	120
4.6.2	Dedo indicador.....	123
4.6.3	Punho	126
4.6.4	Altura da mão em relação ao braço do violino.....	131
4.6.5	Angulação da mão com o braço do violino	131
4.7	Público-alvo;.....	132
5.	APRESENTAÇÃO ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	134
5.1	Exercícios A	135
5.1.1	Exercícios A1 mi e A2 mi.....	136
5.1.1.1	Dedo mínimo flexão / extensão	141
5.1.1.2	Dedo mínimo adução / abdução.....	145
5.1.1.3	Dedo indicador adução / abdução.....	147
5.1.1.4	Movimentação do punho	149
5.1.2	Exercícios A1 sol e A2sol	153
5.1.2.1	Dedo mínimo flexão / extensão	158
5.1.2.2	Dedo mínimo adução / abdução.....	162
5.1.2.3	Dedo indicador adução / abdução.....	165
5.1.2.4	Movimentação do punho	168
5.2	Exercícios B: B1 e B2.....	171
5.2.1	Dedo mínimo flexão / extensão	176
5.2.2	Dedo mínimo adução / abdução.....	178

5.2.3	Movimento do punho	182
5.2.4	Dedo indicador.....	187
5.3	Exercícios C: C1 e C2	191
5.3.1	Dedo mínimo flexão / extensão	197
5.3.2	Dedo mínimo adução / abdução.....	202
5.3.3	Movimentação do punho	205
5.3.4	Dedo indicador adução / abdução	208
5.4	Discussão dos resultados.....	213
5.5	Conclusões	218
6.	MODELO ANATÓMICO-FUNCIONAL DO POSICIONAMENTO DA MÃO ESQUERDA.....	221
6.1	Diferentes cordas	222
6.2	Diferentes aberturas intervalares.....	225
6.3	Diferentes posições.....	228
6.4	Considerações gerais.....	235
7.	APLICAÇÃO DO MODELO A UM PROGRAMA VIOLINÍSTICO.....	236
7.1	Apresentação das obras.....	237
7.1.1	Ludwig Van Beethoven - 1ª sonata para violino e piano op.12 n.1;	237
7.1.2	Henryk Wieniavski - Scherzo e Tarantela op.18.....	240
7.1.3	Henryk Wieniavski - Mazurka Obertass op.19 nº1.....	244
7.1.4	Pablo de Sarasate - Zapateado op.23.....	247
7.1.5	Fritz Kreisler - Prelúdio e Allegro - in the style of Pugnani.....	251
7.1.6	Fritz Kreisler - Tambourin Chinois op.3	254
7.1.7	Heinrich Wilhelm Ernst - Last Rose of Summer.....	256
7.1.8	Piotr I. Tchaikovsky - Valse-scherzo op.34.....	279
7.1.9	Camille Saint-Saëns - Introdução e Rondo Caprichoso op.28....	285

7.1.10	Fernando Lopes-Graça - Prelúdio e Fuga para violino solo ...	291
7.1.11	Eurico Carrapatoso - Fantasia em sol para violino solo	296
7.1.12	Óscar da Silva - Divertimento.....	299
8.	CONCLUSÕES.....	301
	BIBLIOGRAFIA	305
	ANEXO 1.....	319
	Leves and angulations of the left hand. A contribute to violinistic technique.....	319
	ANEXO 2.....	321
	The musician as entrepreneur – multidisciplinary innovation with performing violinists – achieving a sustainable competitive advantage via the biomechanical enhancement of the left hand	321
	ANEXO 3.....	334
	A tecnologia ao serviço da música – Um estudo no sentido de se evitar lesões maximizando-se a performance.....	334
	ANEXO 4.....	349
	Process innovation supported by technology – Making for longer injury-free careers in the case of high performance musicians..	349
	ANEXO 5.....	365
	Observing from our own “cultural window” – Presenting autoethnographic narratives from tourism to music.....	365
	Anexo 6	378
	Links de gravações áudio e vídeo.....	378

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Representação das regiões do corpo com presença de desconfortos do foro músculo-esquelético (Sousa, 2010)	12
Figura 2.2 - Imagem da capa do manuscrito original (Prinner, Musicalischer Schlissel , 1677).....	26
Figura 2.3 - Imagem tirada do manuscrito original (Montclair, 1711).....	28
Figura 2.4 - Imagem tirada do manuscrito original (Montclair, 1711).....	29
Figura 2.5 - Imagem reproduzida do manuscrito original L'école d'Orphée, méthode pour apprendre facilement à jouer du violon (Corette, L'école d'Orphée méthode, 1738).....	30
Figura 2.6 - Imagem da capa original (Geminiani, The art of playing on the violin, 1751)	32
Figura 2.7 - Imagem da capa original The Art of Playing on the Violin (Prelleur, 1731)	34
Figura 2.8 - Representação da sequência evolutiva dos arcos de violino (Adaptação de The Art of Playing on the Violin, (Prelleur, 1731, p. 5).....	39
Figura 2.9 - Imagem da capa original do método oficial do conservatório de Paris, Méthode de violon (Baillot, Kreutzer, & Rode, 1803).....	40
Figura 2.10 - Imagem da capa original do método de Bériot - Méthode de violon 1858 (Bériot, 1858)	42
Figura 2.11 – Representação das várias posições da mão esquerda segundo (Bériot, 1858, p. 4).....	44
Figura 2.12 - Imagens da mão e braço esquerdo em diversas posições (Joaquim & Moser, 1905, p. 16).....	47
Figura 2.13 - Indicação de alguns exercícios de mão esquerda (Flesch, The art of violin playing. Artistic realization & instruction, 1930).....	51
Figura 2.14 - Galamian, Várias imagens sobre a colocação da mão esquerda na escala do violino (Galamian, 1962).....	54
Figura 2.15 – Imagens de posições da mão esquerda na escala do violino. (Fischer S. , 1997, pp. 93,98).....	56
Figura 2.16 - “Diagrama do fingerboard do violino” (Bang, 1919, p. 54).....	58
Figura 2.17 - Representação dos 12 padrões de dedos usados por Barbara Barber (Barber, 2008).....	60

Figura 2.18 – Representação das indicações visuais que Primrose usava em tons e meios tons.	61
Figura 2.19 - Representação dos vários tipos de padrões de dedos divididos em 3 categorias segundo Gerle. (1983)	63
Figura 2.20 - Imagem do arco montado com sensores de pressão.	66
Figura 2.21 - Disposição das câmaras e refletores MacReflex 3-D analysis system nos violoncelistas. (Stokes & Reid, 1999)	67
Figura 2.22 - Ilustração da disposição das 12 câmaras de reconstrução a 3D e marcadores na mão esquerda.	68
Figura 2.23 - Primeiros 6 compassos do Estudo 11 de Kreutzer (1796). As setas indicam a direção das mudanças de posição. (Visentin P L. S., 2015, p. 6)	68
Figura 2.24 - Imagem dos sensores de pressão montados no violino, e evolução da intensidade da força.	71
Figura 2.25 - Registos relativos à posição, velocidade e intensidade da força de pressão e atividade muscular do dedo anelar.	71
Figura 2.26 - MusicJacket em funcionamento. A posição dos sete motores vibratórios. (Linden, Johnson, & Rodgers, 2010).....	72
Figura 2.27 - Sensor de violino Filizzola/Tramma.....	74
Figura 2.28 - Posição anatómica e posição fundamental.....	76
Figura 2.29 - Planos e eixos no corpo humano	77
Figura 2.30 - Plano sagital.....	78
Figura 2.31 - Plano frontal.....	79
Figura 2.32 - Plano transversal	80
Figura 2.33 - Representação esquemática do movimento linear e movimento angular .	81
Figura 2.34 - Representação do movimento de flexão e extensão em vários membros.	82
Figura 2.35 - Representação do movimento de adução e abdução no braço e mão	82
Figura 2.36 - Representação do movimento de supinação e pronação do antebraço.	83
Figura 2.37 - Representação dos ossos da mão (Netter, 2000, p. 442)	84
Figura 2.38 - Representação dos músculos interósseos na mão (Netter, 2000, p. 434) .	84
Figura 2.39 - Representação dos músculos lumbricais na mão (Netter, 2000, p. 432) .	85
Figura 2.40 - Representação da rotação falângica no momento da flexão na preensão de uma bola	86

Figura 2.41- Representação esquemática da diferença na direccionalidade dos eixos na extensão e flexão dos dedos devido à forma condilóide da articulação metacarpofalângica, resultando num ponto comum na flexão total dos mesmos.....	86
Figura 2.42 - Goniometria do metacarpo e falange proximal (Marques, 2003).....	88
Figura 2.43 - Goniometria do metacarpo e falange proximal na flexão. (Marques, 2003)	89
Figura 2.44 - Goniometria do metacarpo e falange proximal na adução e abdução. (Marques, 2003)	89
Figura 2.45 - Goniometria da zona articular o punho em flexão.....	90
Figura 2.46 - Goniometria da zona articular do punho em extensão. (Marques, 2003) .	90
Figura 2.47 - Goniometria da zona articular do punho e desvio radial (Marques, 2003)	91
Figura 2.48 - Goniometria da zona articular do punho e desvio ulnar. (Marques, 2003)	91
Figura 2.49 - Demonstra a relação entre o cérebro o sistema nervoso central e os sensores proprioceptivos.	93
Figura 2.50 - Homúnculo sensorial (14Ma)	94
Figura 3.1 - Sensores FlexiForce	101
Figura 3.2 - Violino com sensores de pressão acoplados à sua escala e refletores para análise tridimensional	101
Figura 3.3 - Sistema de deteção de pressão Tekscan F-SCAN - Palmilhas transdutoras de pressão e dispositivo de transdução de informação via digital acoplado nas costas do violino.....	102
Figura 3.4 - Sistema eletromiográfico Delsys Trigno Wireless	104
Figura 3.5 - Imagem dos marcadores para análise do movimento a 3D e dos centros inerciais para análise da atividade muscular em EMG, no braço e mão esquerda	105
Figura 3.6 - Câmara termográfica para medições em Biomecânica.....	105
Figura 3.7 - Imagem resultante da termografia da performance da mão esquerda.	107
Figura 3.8 - Sistema de captação de movimentos a três dimensões Qualisys.....	109
Figura 3.9 - Câmara de infravermelhos Oqus	109
Figura 3.10 - Disposição das câmaras Qualisys no Labiomep	111
Figura 3.11 - Imagem computadorizada dos marcadores.....	112
Figura 3.12 - Visualização dos marcadores no violino e braço esquerdo no LABIOMEPE	112
Figura 3.13 - Visualização dos marcadores na mão e punho esquerdo.....	113

Figura 3.14 - Visualização dos marcadores no braço, na mão e no violino	114
Figura 3.15 - Visualização dos marcadores na mão num intervalo digital de sexta menor	114
Figura 4.1 - Marcadores e sistema vetorial no eixo dos X, Y, Z.....	116
Figura 4.2 - Exercício musical usado para a execução de A1 mi e A2 mi	118
Figura 4.3 - Exercício musical usado para a execução de A1 sol e A2sol	118
Figura 4.4 - Exercício musical usado para a execução de B1 e B2.....	119
Figura 4.5 - Exercício musical usado para a execução de C1 e C2.....	119
Figura 4.6 - Adução do dedo mínimo na <i>performance</i> violinística.....	121
Figura 4.7 - Adução do dedo mínimo na <i>performance</i> violinística em imagem computadorizada	122
Figura 4.8 - Abdução do dedo mínimo na <i>performance</i> violinística.....	122
Figura 4.9 - Abdução do dedo mínimo na <i>performance</i> violinística em imagem computadorizada	123
Figura 4.10 - Adução do dedo indicador na <i>performance</i> violinística	124
Figura 4.11 - Imagem computadorizada da adução do dedo indicador na <i>performance</i> violinística	125
Figura 4.12 - Abdução do dedo indicador na <i>performance</i> violinística	125
Figura 4.13 - Imagem computadorizada da abdução do dedo indicador na <i>performance</i> violinística	126
Figura 4.14 - Imagem de hiperflexão do punho na <i>performance</i> violinística	127
Figura 4.15 - Imagem computadorizada da hiperflexão do punho na <i>performance</i> violinística	127
Figura 4.16 - Imagem da extensão do punho na <i>performance</i> violinística.....	128
Figura 4.17 - Imagem computadorizada da extensão do punho na <i>performance</i> violinística	128
Figura 4.18 - Imagem do desvio ulnar do punho na <i>performance</i> violinística.....	129
Figura 4.19 - Imagem computadorizada do desvio ulnar do punho na <i>performance</i> violinística	129
Figura 4.20 - Imagem do desvio radial do punho na <i>performance</i> violinística.....	130
Figura 4.21 - Imagem computadorizada do desvio ulnar do punho na <i>performance</i> violinística	130
Figura 4.22 - Angulação da articulação metacarpofalângica em relação à aresta do ponto do violino.....	131

Figura 5.1 - Refletores colocados nas articulações ossiculares da mão, e nas quatro extremidades do ponto do violino.	134
Figura 5.2 - Colocação dos dedos e intervalos entre os dedos, nos exercícios A.....	135
Figura 5.3 - Representação esquemática do ponto de intersecção da falange proximal do indicador com a aresta da escala do violino em A1 mi	136
Figura 5.4 - Imagem computadorizada da colocação da mão em A1 mi	137
Figura 5.5 - Representação esquemática do ponto de intersecção da falange proximal do indicador com a aresta da escala do violino em A2 mi	137
Figura 5.6 - Imagem computadorizada tridimensional da posição relativa da mão em relação ao violino em A2 mi	138
Figura 5.7 - Imagem computadorizada da posição da mão: A1 mi (à esquerda) VS A2 mi (à direita).....	138
Figura 5.8 - Distância da articulação metacarpofalângica do dedo indicador em A1 mi e A2 mi no exercício realizado à velocidade de referência (à esquerda) e à velocidade elevada (à direita).	139
Figura 5.9 - Distância da articulação metacarpofalângica do dedo indicador à aresta do ponto do violino ou altura média do dedo indicador em A1 mi e A2 mi	139
Figura 5.10 - Valores da angulação da mão face ao braço do violino durante a execução à velocidade de referência e rápida. A linha vertical divide a fase mais lenta da mais rápida.	140
Figura 5.11 - Flexão e extensão do dedo mínimo nos exercícios A1 mi e A2 mi. Os gráficos do lado esquerdo são relativos à velocidade de referência e os do lado direito são relativos à velocidade mais elevada. A linha inferior é relativa à média em apenas um ciclo do movimento	141
Figura 5.12 - Ângulo de flexão média do dedo mínimo em A1 mi e A2 mi medido à velocidade de referência e elevada	142
Figura 5.13 - Velocidade média do ciclo rápido em A1 mi e A2 mi	143
Figura 5.14 - Extensão média do dedo mínimo em A1 mi e A2 mi.....	143
Figura 5.15 - Flexão e extensão média do dedo mínimo.....	144
Figura 5.16 - Adução e abdução do dedo mínimo. Os gráficos do lado esquerdo são relativos à velocidade de referência e os do lado direito são relativos à velocidade elevada.	145
Figura 5.17 - Média angular da abdução/abdução do dedo mínimo em A1 mi e A2 mi	146

Figura 5.18 - Adução e abdução do dedo indicador em A1 mi e A2 mi. O gráfico da esquerda é relativo à velocidade de referência, e o da direita à velocidade elevada. ... 148

Figura 5.19 - Amplitude articular de adução/abdução do dedo indicador em A1 mi e A2 mi 149

Figura 5.20 - Ângulo do punho durante a execução na velocidade de referência e rápida. O gráfico da esquerda descreve o movimento angular no plano da flexão/extensão e o gráfico da direita descreve o movimento no plano do desvio ulnar e radial. Alinha vertical a meio de cada uma das figuras separa a velocidade de referência e a elevada. 150

Figura 5.21 - Média da flexão e extensão do punho em A1 mi e A2 mi na velocidade elevada 151

Figura 5.22 - Média angular da adução/abdução do punho nas velocidades de referência e elevada à frente. A linha de trás traduz as médias gerais da adução e abdução do punho em A1 mi e A2mi da velocidade de referência e velocidade elevada. 152

Figura 5.23 - Imagem computadorizada a 3D da posição da mão em relação ao violino, durante a execução dos exercícios Asol 153

Figura 5.24 - Fotografia com indicação do ponto de contacto da falange proximal do dedo indicador com o braço do violino em A1 sol..... 154

Figura 5.25 - Imagem computadorizada mostrando o ponto de contacto da falange do dedo indicador com o braço do violino em A1 sol..... 154

Figura 5.26 - Ponto de contacto da falange com o braço do violino em A2sol..... 155

Figura 5.27 - Imagem computadorizada mostrando o ponto de contacto da falange do dedo indicador com o braço do violino em A2sol..... 155

Figura 5.28 - Distância da falange do dedo indicador ao braço do violino em A1 sol (preto) e A2sol (vermelho) 156

Figura 5.29 - Média da distância da falange do dedo indicador à aresta do ponto do violino em A1 sol e A2sol 157

Figura 5.30 - Distância da articulação metacarpofalângica do dedo indicador à aresta do ponto do violino altura média do dedo indicador ao braço do violino em A1 mi, A2 mi, A1 sol, A2sol 158

Figura 5.31 - Adução e abdução do dedo mínimo. Lado esquerdo velocidade de referência e lado direito velocidade elevada. Linha superior ao longo do exercício e linha inferior média de apenas um ciclo. 159

Figura 5.32 - Valores médios da flexão e extensão do dedo mínimo em A1 sol e A2sol 160

Figura 5.33 - Adução e abdução do dedo mínimo em A1 sol e A2sol. Lado esquerdo - velocidade normal; lado direito - velocidade rápida. Linha superior ao longo do exercício e linha inferior apenas um ciclo.....	162
Figura 5.34 - Valores da adução e abdução do dedo mínimo em A1 sol e A2sol.....	163
Figura 5.35 - Amplitude do dedo mínimo em termos da adução e abdução	164
Figura 5.36 - Adução (+) e abdução (-) do dedo indicador em A1 sol e A2sol na velocidade de referência (à esquerda) e na velocidade elevada à direita.	165
Figura 5.37 - Angulação média e amplitude média do dedo indicador em A1 sol e A2sol	167
Figura 5.38 - Movimentação do punho em termos de flexão extensão (em cima) e da adução e abdução (em baixo), e na velocidade de referência (à esquerda da linha vertical) e na velocidade elevada (à direita da linha vertical).....	168
Figura 5.39 - Comparação dos valores médios de angulação do movimento do punho no plano transversal e sagital.....	169
Figura 5.40 - Intervalos e notas correspondentes em B1 e B2	171
Figura 5.41 - Imagem computadorizada a 3D da posição da mão relativamente ao violino em B1.....	172
Figura 5.42 - Ângulo entre a articulação metacarpofalângica e a aresta do ponto do violino em B1 e B2 durante a execução à velocidade de referência (secção à esquerda da linha vertical) e elevada (secção à direita da linha vertical).....	173
Figura 5.43 - Angulação da articulação metacarpofalângica e a aresta do ponto do violino em B1.....	173
Figura 5.44 - Posição da mão em B1	174
Figura 5.45 – Angulação entre a articulação metacarpofalângica e a aresta do ponto do violino em B2.	174
Figura 5.46 - Posição da mão em B2.....	175
Figura 5.47 - Angulação entre braço do violino e articulação metacarpofalângica. Os dois valores na linha inferior representam as médias da angulação para as duas velocidades nos dois exercícios.....	175
Figura 5.48 - Flexão e extensão do dedo mínimo. Lado esquerdo - velocidade de referência; lado direito - velocidade elevada. Linha superior ao longo do exercício e linha inferior apenas um ciclo.	177
Figura 5.49 - Velocidade média de um ciclo na velocidade elevada	178

Figura 5.50 - Adução e abdução do dedo mínimo. Lado esquerdo - velocidade de referência; lado direito - velocidade elevada. Linha superior ao longo do exercício e linha inferior apenas um ciclo.	179
Figura 5.51 - Valores da adução e da abdução do dedo mínimo em B1 e B2 nas velocidades de referência e elevada.....	181
Figura 5.52 – Valores médios de angulação do dedo mínimo no plano frontal em B1 e B2	182
Figura 5.53 - Movimentação gráfica do punho no plano da flexão e extensão do punho em B1 e B2 na velocidade normal (à esquerda da linha vertical) e na velocidade rápida (à direita da linha vertical).....	183
Figura 5.54 - Valores médios da flexão e extensão do punho em B1 e B2 em movimentos executados à velocidade de referência e à velocidade elevada	184
Figura 5.55 - Movimentação do punho no plano sagital, aduções e flexões em B1 e B2 na velocidade normal, antes da linha vertical e na velocidade rápida, depois da linha. ...	185
Figura 5.56 - Adução e Abdução do punho em B1 e B2 nas velocidades de referência e elevada.....	186
Figura 5.57 - Angulação da articulação metacarpofalângica com a aresta do ponto do violino em B1 e B2 na velocidade de referência, à esquerda e na velocidade elevada à direita.....	187
Figura 5.58 - Valores médios da adução e abdução do dedo indicador em B1 e B2 à velocidade de referência e elevada	189
Figura 5.59 - Valores médios da adução, abdução, e adução/abdução do dedo indicador em B1 e B2.....	190
Figura 5.60 - Relação intervalar e notas respectivas para os exercícios C1 e C2.	192
Figura 5.61 - Angulação entre a articulação metacarpofalângica e a aresta do ponto do violino em C1.....	193
Figura 5.62 - Imagem computadorizada da posição da mão em relação ao ponto do violino em C1.....	193
Figura 5.63 - Angulação entre a articulação metacarpofalângica e a aresta do ponto do violino em C2.....	194
Figura 5.64 - Imagem computadorizada da posição da mão em relação ao ponto do violino em C2.....	194

Figura 5.65 - Relação angular entre a articulação metacarpofalângica e a aresta do violino ao longo do exercício, em C1 e C2, durante a execução à velocidade de referência (secção à esquerda da linha vertical) e elevada (secção à direita da linha vertical).	195
Figura 5.66 - Angulação entre braço do violino e articulação metacarpofalângica para os exercícios C1 e C2. Os dois valores na linha inferior representam as médias da angulação para as duas velocidades nos dois exercícios	196
Figura 5.67 - Flexão e extensão do dedo mínimo. Lado esquerdo - velocidade de referencial; lado direito - velocidade elevada. Linha superior ao longo do exercício e linha inferior apenas um ciclo.	197
Figura 5.68 - Angulação do dedo mínimo no plano sagital em C1 e C2 nas velocidades de referência e elevada.	199
Figura 5.69 - Amplitude do dedo mínimo no plano sagital nas várias velocidades e média geral em C1 e C2.	200
Figura 5.70 - Adução e abdução do dedo mínimo em C1 e C2. Lado esquerdo - velocidade de referência; lado direito - velocidade elevada. Gráficos na linha superior ao longo do exercício e linha inferior apenas um ciclo.	202
Figura 5.71 - Comparação entre os valores da adução e da abdução tanto na velocidade de referência como na velocidade elevada em C1 e C2.	203
Figura 5.72 - Movimento do punho em C1 e C2 no plano transversal, respeitante à flexão e extensão ao longo do exercício, na velocidade de referência, à esquerda da linha vertical e na velocidade elevada, à direita da linha vertical.	205
Figura 5.73 - Movimento do punho em C1 e C2 no plano frontal, respeitante à adução e abdução ao longo do exercício, na velocidade de referência, à esquerda da linha vertical e na velocidade elevada, à direita da linha vertical.	206
Figura 5.74 - Comparação entre os valores da adução e abdução do punho em C1 e C2 para a velocidade de referência e elevada e médias gerais.	207
Figura 5.75 - Comparação do movimento do dedo indicador no plano frontal, adução e abdução nos exercícios C1 e C2 na velocidade de referência, à esquerda e na velocidade elevada, à direita.	208
Figura 5.76 - Comparação gráfica dos valores de angulação do dedo indicador no plano frontal, adução e abdução nos exercícios C1 e C2 para a velocidade de referência, velocidade elevada e médias gerais.	210
Figura 5.77 - Comparação visual da amplitude do movimento do dedo indicador no plano sagital em C1 e C2 para velocidades de referência e elevada	211

Figura 6.1 - Posição da mão em quarta perfeita na corda sol.....	223
Figura 6.2 - Posição da mão em quarta perfeita na corda ré.	223
Figura 6.3 - Posição da mão em quarta perfeita na corda lá.....	224
Figura 6.4 - Posição da mão em quarta perfeita na corda mi.	224
Figura 6.5 - Ângulo de 4ª perfeita na corda sol e na primeira posição.....	226
Figura 6.6 - Ângulo de 5ª perfeita na corda sol e na primeira posição.....	226
Figura 6.7 - Ângulo de 6ª menor na corda sol e na primeira posição.....	226
Figura 6.8 - Articulação metacarpofalângica: tipo condilóide.	227
Figura 6.9 - Diferença de angulação e sua relação com a distância intervalar entre dedo indicador e dedo mínimo.	229
Figura 6.10 – Diferentes angulações da articulação metacarpofalângica com a aresta do ponto nas diferentes posições: 1º posição 36,0º ; 2ª 20,9º	232
Figura 6.11 - Angulação da articulação metacarpofalângica na 3ª posição e na corda sol no intervalo de quarta perfeita entre 1º e 4º dedo.	232
Figura 6.12 - Angulação da articulação metacarpofalângica na 4ª posição e na corda sol no intervalo de quarta perfeita entre 1º e 4º dedo.	233
Figura 6.13 - Angulação e distância da articulação metacarpofalângica na 5ª posição e na corda sol no intervalo de quarta perfeita entre 1º e 4º dedo.	233
Figura 6.14 - Angulação e distância da articulação metacarpofalângica na 6ª posição e na corda sol no intervalo de quarta perfeita entre 1º e 4º dedo.	234
Figura 6.15 - Angulação e distância da articulação metacarpofalângica na 7ª posição e na corda sol no intervalo de quarta perfeita entre 1º e 4º dedo.	234
Figura 7.1 – Secção A) L. V. Beethoven: Sonata para violino nº1, I. Allegro con brio, compassos 1-4	238
Figura 7.2 - Secção B) L. V. Beethoven: Sonata para violino n.1, I. Allegro con brio, compassos 59-60	238
Figura 7.3 - Secção C) L. V. Beethoven: Sonata para violino nº1, II Tema com Variazioni Andante, Var.1, compassos	239
Figura 7.4 - Secção D) L. V. Beethoven: Sonata para violino nº1, III Rondo, Allegro, compasso 40	239
Figura 7.5 - Secção E) L. V. Beethoven: Sonata para violino nº1, III Rondo, Allegro, compassos 113-118	240
Figura 7.6 - secção A) H. Wieniavski, Scherzo e Tarantella, Presto, compasso 5-10 .	241

Figura 7.7 - Fotografia da mão na execução do compasso 5 no 1º tempo A)(imagem da esquerda) e no segundo tempo B) (imagem da direita).	242
Figura 7.8 - Secção B) H. Wieniavski, Scherzo e Tarantella, Presto, compassos 240-252	243
Figura 7.9 - Secção C) H. Wieniavski, Scherzo e Tarantella, Presto, compassos 303-327	244
Figura 7.10 - Secção D). H. Wieniavski, Scherzo e Tarantella, Presto, compassos 343-347	244
Figura 7.11 - Secção A) H. Wieniavski, Mazurka Obertass Op.19; Nº 1, compassos 1-5	245
Figura 7.12 - Secção B) e C) H. Wieniavski, Mazurka Obertass Op.18; Nº 1, compasso 61-71	245
Figura 7.13 - Secção D) H. Wieniavski, Mazurka Obertass Op.19; Nº 1, compassos 91-96	246
Figura 7.14 - Secção A) P. Sarasate, Zapateado op.23, compassos 30-39	248
Figura 7.15 - Secção B) P. Sarasate, Zapateado op.23; compassos 45-54	248
Figura 7.16 - Flexor e abdutor do dedo mínimo e músculos interósseos palmares 1 , 2 e 3.	249
Figura 7.17 - Secção C) P. Sarasate, Zapateado op.23 compassos 78-80	250
Figura 7.18 – Fotografia da mão na execução da secção C) sem movimentação do braço. Na imagem do lado esquerdo o punho flete 30º (180-150) o que origina uma diminuição da angulação da articulação metacarpofalângica para 17º. Imagem do lado direito, mão e braço no mesmo alinhamento.	250
Figura 7.19 - Secção A) F. Kreisler, Prelúdio e Allegro, Allegro, compasso 17-23....	251
Figura 7.20 - Secção B) F. Kreisler, Prelúdio e Allegro, Allegro, compasso 24-27	252
Figura 7.21 - Secção C) F. Kreisler, Prelúdio e Allegro, Allegro, compassos 64-71...	253
Figura 7.22 - Secções A) e B) F. Kreisler; Tambourin Chinois, op.3, compassos 25-39	255
Figura 7.23 - Secção C) F. Kreisler; Tambourin Chinois, op.3, compassos 76-86.....	256
Figura 7.24 - Secção A) W. Ernst; Last rose of summer, introdução, compassos 14-15	257
Figura 7.25 – Imagem mostrando os músculos interósseos adutores a abdutores da mão.	258

Figura 7.26 - Duas imagens fotográficas relativas à secção A) a imagem da esquerda a) refere-se ao intervalo de 6ª maior onde a articulação metacarpofalângica realiza uma angulação de 45,4°. A imagem da direita b) demonstra a forte abdução do segundo dedo (ângulo de ataque na corda 33,7°).....	258
Figura 7.27 - Secção B) W. Ernst; Last rose of summer, Var.1 compassos 1 e 2.....	259
Figura 7.28 - Secções C) e D) W. Ernst; Last rose of summer, Var.1, compassos 16-17	260
Figura 7.29 – Imagem fotográfica relativa á 4ª colcheia do compasso 16, em que a mão tem de adquirir uma angulação de 37.8° para uma amplitude entre indicador e dedo mínimo de 4ª aumentada na segunda posição.	261
Figura 7.30 - Secção E) W. Ernst; Last rose of summer, Var.2, compassos 8-9.....	262
Figura 7.31 - Secção F) W. Ernst; Last rose of summer, Var.2, compassos 11-12.....	264
Figura 7.32 - Secção G) W. Ernst; Last rose of summer, Var.2, compasso 17.....	264
Figura 7.33 - Secção I) W. Ernst; Last rose of summer, Var.3, compassos 3-4.....	265
Figura 7.34 - Secção J) W. Ernst; Last rose of summer, Var.3, compassos 6-7	266
Figura 7.35 - Secção L) W. Ernst; Last rose of summer, Var.3, compassos 7-8.....	266
Figura 7.36 - Secção M) W. Ernst; Last rose of Summer,Var.3, compassos 10-11.....	267
Figura 7.37 - Secção N) W. Ernst; Last rose of summer, Var.3, compassos 12-14... ..	268
Figura 7.38 - Secção O) W. Ernst; Last rose of summer, Var.4, compassos 2	269
Figura 7.39 – Posição da mão na 1ª posição numa amplitude de 6ª menor entre indicador e dedo mínimo: 25,6° em relação ao braço do violino.	269
Figura 7.40 - Secção P) W. Ernst; Last rose of summer, Var.4, compassos 7-8.....	270
Figura 7.41– Posição da mão para a secção P) na 1ª posição numa amplitude de 5ª perfeita entre indicador e dedo mínimo: 41,1 graus em relação ao braço do violino.	270
Figura 7.42 - Secção Q) e R) W. Ernst; Last rose of summer, coda, compasso 1.....	271
Figura 7.43 - Secção S) W. Ernst; Last rose of summer, coda , compasso 7	272
Figura 7.44 - Secção T) W. Ernst; Last rose of summer, coda , compasso 12.....	273
Figura 7.45 – Posição da mão na Secção T) Angulação da mão em 18.9 graus em relação à escala do violino	274
Figura 7.46 - Secção U) W. Ernst; Last rose of summer, coda , compasso 20	275
Figura 7.47 - Secção V) e X) W. Ernst; Last rose of summer, coda , compasso 24 ..	276
Figura 7.48 - Secção Z) W. Ernst; Last rose of summer, coda , compasso 32.....	277
Figura 7.49 - Secção A) P. I.Tchaikovsky, Valse Scherzo op.34 compassos 47-59.....	280
Figura 7.50 - Secção B) P. I. Tchaikovsky, Valse Scherzo op.34 compasso 47	281

Figura 7.51 - Imagem fotográfica da posição da mão na secção B), em que a extensão entre dedo mínimo e indicador é de 6ª menor	281
Figura 7.52 - Secção C) P. I. Tchaikovsky, Valse Scherzo op.34	282
Figura 7.53 - Secção D) P. I. Tchaikovsky, Valse Scherzo op.34.....	283
Figura 7.54 - Secção E) P. I. Tchaikovsky, Valse Scherzo op.34, compasso 563	284
Figura 7.55 - Posicionamento da mão na execução da secção E).	284
Figura 7.56 - Secção A) C. Saint-Saëns, Introdução e Rondo Caprichoso op.34, compassos 47-59	285
Figura 7.57 - Secção B) C.Saint-Saëns, Introdução e Rondo Caprichoso op.34, compassos 22-23.....	286
Figura 7.58 - Secção C) C. Saint-Saëns, Introdução e Rondo Caprichoso op.34, compasso 27	287
Figura 7.59 - Secção D) C. Saint-Saëns, Introdução e Rondo Caprichoso op.34, compasso 29	287
Figura 7.60 - Secção F) C. Saint-Saëns, Introdução e Rondo Caprichoso op.34, compassos 274-276.....	288
Figura 7.61 - Imagem do músculo do oponente do dedo mínimo.....	288
Figura 7.62 - Secção G) C. Saint-Saëns, Introdução e Rondo Caprichoso op.34, compassos 280-286	289
Figura 7.63 - Secção H) C. Saint-Saëns, Introdução e Rondo Caprichoso op.34, compassos 302-305	289
Figura 7.64 - Secção I) C. Saint-Saëns, Introdução e Rondo Caprichoso op.34, compassos 302-305.....	290
Figura 7.65 - Secção A) e B) F.Lopes Graça, Prelúdio e fuga para violino solo, prelúdio, compassos 1-10	291
Figura 7.66 - Posicionamento da mão na secção A) distância de 6ª menor entre dedo mínimo e indicador na 2ª posição a: 26,3° de angulação entre articulação metacarpofalângica e escala do violino	293
Figura 7.67 - Secção C) e D) F.Lopes Graça, Prelúdio e fuga para violino solo, Fuga, compassos 1-22	294
Figura 7.68 – Posicionamento da mão no início da Fuga na Secção C). Intervalo de 5° perfeita entre 1° e 4° dedo na corda sol.....	294
Figura 7.69 - Secção E) F. Lopes Graça, Prelúdio e fuga para violino solo, Fuga	295
Figura 7.70 - Secção F) e G) F. Lopes Graça, Prelúdio e fuga para violino solo, Fuga.....	296

Figura 7.71 - Secção A) E. Carrapatoso, Fantasia em Sol para violino solo, compassos 1-5	297
Figura 7.72 – Secção B) E. Carrapatoso, Fantasia em Sol para violino solo, compassos 32-36.....	298
Figura 7.73 – Secção C) E. Carrapatoso, Fantasia em Sol para violino solo, compassos 50-52.....	298
Figura 7.74 – Secção A) Óscar da Silva, divertimento compassos 39-40.....	300
Figura 7.75 – Secção B) Óscar da Silva, divertimento; compassos 136-139;143-144	300

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 - Várias técnicas/competências da mão esquerda.....	17
Tabela 2.2 - Tabela comparativa dos padrões de dedos nos diferentes 3 autores: Gerle, Primrose e Barber.....	63
Tabela 2.3 – Tabela com a posição das unidades inerciais-vibratórias, tipo de movimento em análise e indicações de correção (projeto de investigação MusicJacket)	73
Tabela 2.4 - Movimentos nos três planos e respectivos eixos.....	80
Tabela 2.5 - Gama de angulações articulares do membro superior (Marques, 2003)	87
Tabela 4.1 - Informações sobre os participantes iniciais no projeto de investigação...	132
Tabela 5.1 - Valores da angulação de adução e abdução do dedo mínimo em A1 mi e A2 mi.....	146
Tabela 5.2 - Adução e abdução do dedo indicador em A1 mi e A2 mi.....	149
Tabela 5.3 - Ângulo de flexão/extensão média do dedo mínimo	159
Tabela 5.4 - Valores médios da amplitude de movimentos do dedo mínimo	161
Tabela 5.5 - Duração média de um ciclo em A1 sol e A2sol na velocidade rápida	161
Tabela 5.6 - Valores médios da flexão e extensão do dedo mínimo em A1 sol e A2sol	163
Tabela 5.7 - Amplitude de adução/abdução do dedo mínimo.....	164
Tabela 5.8 - Valores médios da adução, abdução, angulação e amplitude do dedo indicador para A1 sol e A2sol.....	166
Tabela 5.9 - Valores médios no plano da extensão/flexão (transversal) e no plano da adução/abdução (sagital) em A1 sol e A2sol.....	169
Tabela 5.10 - Ângulos de adução e da abdução do dedo mínimo em B1 e B2	181
Tabela 5.11 - Valores da adução e abdução do punho em B1 e B2 nas velocidades de referência e elevadas.....	186
Tabela 5.12 – Valores do desvio padrão em B1 e B2 no plano sagital do dedo indicador.....	188
Tabela 5.13 - Valores médios da adução, abdução, e adução/abdução do dedo indicador em B1 e B2	190
Tabela 5.14 - Valores de angulação entre articulação metacarpofalângica e o braço do violino em C1 e C2 para as diferentes velocidades	196

Tabela 5.15 - Angulação no plano sagital do dedo mínimo. Flexão, extensão e amplitude em C1 e C2, na velocidade de referência e na velocidade elevada.	198
Tabela 5.16 - Velocidade média de um ciclo, e velocidade máxima conseguida em C1 e C2.	201
Tabela 5.17 - Valores da adução e da abdução tanto na velocidade de referência como na velocidade elevada em C1 e C2.....	203
Tabela 5.18 - Amplitude de movimento no plano frontal do dedo mínimo, na velocidade de referência, na velocidade elevada e a média das duas.	204
Tabela 5.19 - Valores angulares da adução e abdução do punho em C1 e C2 nas várias velocidades e médias gerais.....	207
Tabela 5.20 - Valores angulares do dedo indicador no plano frontal, adução e abdução nos exercícios C1 e C2 na velocidade de referência e elevada, incluindo as médias das aduções e abduções e as médias gerais.....	209
Tabela 5.21 - Amplitude do movimento do dedo indicador no plano frontal em C1 e C2 nas velocidades de referência e elevada.	210
Tabela 5.22 - Resumo dos resultados obtidos experimentalmente.....	218

1. INTRODUÇÃO

1.1 MOTIVAÇÃO

Este é um projeto de investigação dedicado primordialmente à mão e braço esquerdo dos violinistas e violetistas, já que os princípios biomecânicos e instrumentais são semelhantes. Reconhecendo que a viola de arco é um instrumento mecanicamente semelhante ao violino, apenas de maior dimensão¹, deve-se acrescentar que sempre que se refere ao violino e ao violinista, comentários semelhantes se aplicam à violeta e ao violetista. Com base na literatura existente, na crescente dificuldade técnica do repertório, nas características mecânicas do instrumento e na experiência do autor, salienta-se de antemão que estes instrumentos apresentam um enorme desafio para o membro superior esquerdo.

Este projeto de investigação desenvolveu-se por necessidades de diversos tipos.

A ergonomia foi, sem dúvida, um dos assuntos motores deste projeto, aliado às várias doenças por trabalho repetitivo, que na ausência de consciência ergonómica e na incorreção postural e técnica incorreta na *performance* violinística, originam problemas de várias ordens.

O violino, assim como a viola de arco, instrumento semelhante de maiores dimensões, são instrumentos que apelam a uma motricidade extremamente fina e o trabalho da mão esquerda exige uma precisão que alguns especialistas classificam como uma das tarefas mais exigentes que o ser humano é capaz de realizar. Depois, o facto de não ter afinação fixa e de a posição requerida para o tocar ser necessariamente assimétrica, torna a sua aprendizagem e prática uma tarefa quase “desconcertante”. De todos os instrumentos, o violino é um dos mais anti ergonómicos, pois exige a rotação axial de praticamente todo o corpo: da cabeça, da coluna, da anca e dos joelhos (Frank & Muhlen, 2007). Como consequência, há um deslocamento do peso do corpo para o lado esquerdo, e o membro superior, que ataca a escala do violino, está sujeito a movimentos intensos e rápidos de pró-supinação, ao mesmo tempo, que se exige uma elevada precisão e força de preensão

¹ A viola de arco tem as cordas lá, ré, sol e dó; o violino tem as cordas mi, lá, ré, sol.

dos dedos da mão que, na maioria dos casos, não é a dominante. Se tal não chegasse, é absolutamente fundamental a suspensão dos dois membros superiores que suportam em parte o peso do instrumento e força do arco exercida na corda, ao mesmo tempo que se realizam mudanças de posição, o que provoca uma sobrecarga tensional enorme na cintura escapular e na parte superior da coluna vertebral.

Daqui se subentende a importância da ergonomia que, proveniente do grego, da junção de *ergon* “trabalho” com “*nomos*“ leis ou normas”. Sabe-se que pouca consciência ergonómica, traduzida numa técnica menos cuidada, aumenta a probabilidade de ocorrer um conjunto de lesões por sobrecarga, sendo um elevado fator de risco para as LMERT².

Deste facto, pretendeu-se com este estudo, criar uma maior consciência ergonómica assim como enunciar princípios básicos da ergonomia funcional do braço e mão esquerda, por forma a tornar todo o desempenho técnico mais eficiente e que poderá ser um fator de prevenção essencial, e que se espera que valorize a criação musical.

Quanto às lesões por repetição, LMERT, estão descritas na literatura ao nível dos músicos de orquestra, alunos dos vários níveis de aprendizagem, em especial do ensino superior, uma percentagem elevada de indivíduos com dor ou desconforto na *performance*, em especial nos violinistas e violetistas que levam muitas das vezes a lesões irreversíveis, afetando de forma profunda a vida e carreira destes músicos.

Tanto pela experiência do autor, como pela revisão bibliográfica sobre a exigência performativa no nível profissional, considera-se que a *performance* de um instrumento se equipara à *performance* de um atleta de alta competição, e isto também direcionou este estudo para uma análise científica, semelhante à que se aplica à análise do movimento realizado em desportos olímpicos.

Da revisão da literatura percebeu-se que uma das maiores fontes de tensão ao nível da *performance* resulta essencialmente de um funcionamento “pouco eficiente” e biomecanicamente pouco consciente da mão esquerda sendo que, por tal razão, a maioria dos violinistas acumula grande tensão física e psicológica, o que se reflete seguramente na criação artística e carreira profissional (Winspur & Wynn Parry, *The musician’s hand*, 1997). Acrescentando o facto de o repertório ser cada vez mais exigente ao longo da

²²LMERT - Lesões Músculo-Esqueléticas Relacionadas com o Trabalho

história, com técnicas cada vez mais complexas, levadas ao limite da capacidade humana podem, se houver pouca consciência ergonómica, levar a tensões de limites insuportáveis. O corpo humano é uma máquina complexa e interligada por um conjunto complexo e sofisticado de fáscias. Por isso, qualquer tensão, tanto psicológica como funcional é transferida para o corpo, como o indicam alguns estudos. Uma técnica mais evoluída poderá levar a uma *performance* mais eficiente, mais natural, respeitando as regras de funcionamento biomecânico deste sistema tão complexo que é a mão performativa. (Andrade & Fonseca, 2000)

A principal motivação científica deste estudo foi procurar soluções para problemas generalizados dos violinistas nas diversas exigências técnicas, fundamentadas nas propriedades e capacidades anatómicas e mecânicas do sistema ossicular e muscular.

Outro aspeto relevante para este estudo relaciona-se com as características mecânico-funcionais do próprio violino. Uma das características que torna o estudo e a *performance* do violino tão exigente, é a diminuição progressiva intervalar ao longo da sua escala. É o mesmo fenómeno que se passa com a guitarra, e que é visível na diminuição das distâncias entre os trastes, ao longo do braço da mesma.

No violino, acrescenta-se o facto de o braço não estar dividido por trastes e, portanto, apresentar uma afinação livre. Esta dificuldade acentua-se também pelo facto de a distância do primeiro - quarto dedo, na primeira posição, próxima da pestana, ser cerca do dobro da distância entre os mesmos dedos, com a mão nas posições mais agudas. A isto acresce ainda o facto de a mão a partir da quarta posição ter de ladear o corpo do violino e de o antebraço ser obrigado a fazer uma supinação até ao limite da amplitude articular, assim como uma flexão de cerca de 90° do punho, também perto do limite das suas amplitudes goniométricas limítrofes.

Outro aspeto particular da construção e mecânica sonora deste instrumento, é o facto de as cordas estarem suspensas a alguns milímetros do ponto onde são premidas, estando tensas com vários quilos de pressão, (pode atingir cerca de 23 kg de força nas 4 cordas sobre o cavalete). Todo o complexo formado pela mão e dedos tem, por conseguinte, de exercer uma força considerável para poder encostar a corda à sua zona de prensão – o ponto do violino.

Assim, no violino ao contrário da maioria dos outros instrumentos que apresentam afinação rígida ou semirrígida, a variação de um micrómetro na colocação do dedo na corda é perceptível na frequência sonora, mais vulgarmente designada por afinação.

Por estas particularidades mecânico-funcionais, depreende-se que um dos maiores obstáculos no trabalho artístico de um violinista, se prende com o facto de a afinação deste instrumento representar uma tarefa de extrema exigência para a mão esquerda.

Adicionando a esta dificuldade de natureza instrumental, existe outra problemática que é a evolução e desenvolvimento das exigências técnicas propostas pelos compositores, sobretudo nos séculos XIX e XX, como o uso recorrente de cordas dobradas, de décimas, oitavas dedilhadas, pizzicatos de mão esquerda, e harmónicos duplos.

Como Alfredo Casella e Virgilio Mortari afirmam no seu livro «La Tecnica dell'Orchestra Contemporanea», escrito entre 1945-1946, (Casella, 1965), no capítulo referente à apresentação das possibilidades e exigências técnicas do violino: “Eis agora alguns fragmentos que teriam feito tremer um violinista de há meio século atrás”, onde se reproduzem alguns fragmentos relevantes, dos Concertos para Violino de Alban Berg, Carol Szymanowsky e Igor Stravinsky.

Este aspeto motivou igualmente a realização deste estudo, pois é exigido ao intérprete cada vez maior precisão, agilidade e velocidade.

Verificou-se após revisão bibliográfica alargada (capítulo 2), que os métodos e livros de técnica violinística/violetística são bastante vastos, mas as referências relativas ao funcionamento interdigital e posicional da mão esquerda são limitadas. Vários autores, desde os primeiros tratados para violino como o de John Lenton (Lenton, 1693) ou o de Geminiani no séc.XVIII (Geminiani, The art of playing on the violin, 1751) e outros incontornáveis e recentes, como o de Leopold Auer (Auer L. , 1923), Simon Fisher (Fischer S. , 1997), Carl Flesch (Flesch C. , 1930), Ivan Galamian (Geminiani, The art of playing on the violin, 1751) entre outros, abordam o funcionamento técnico da mão esquerda, questões sobre o vibrato, mudanças de posição, etc., baseados nas suas experiências pessoais como intérpretes e professores. Outros abordam o funcionamento dos dedos através de uma padronização organizada e esquemática dos mesmos, que facilita o funcionamento interdigital numa determinada posição da mão, como é o caso de William Primrose, (1970) Robert Gerle (1983) e Barbara Barber (2008).

Uma análise destes trabalhos com diferentes abordagens técnicas e metodológicas sobre a mão esquerda (incluindo assuntos diversos como a colocação do polegar ou como a colocação do violino) revelou uma ausência de relação objetiva com o seu funcionamento biomecânico e anatómico-funcional. Na maioria das vezes, as abordagens são muito subjetivas, baseadas na experiência pessoal dos mestres, mediante as suas crenças

pedagógicas, gostos pessoais e *backgrounds* culturais até, embora fundamentadas de uma forma prática com a apresentação de alguns exercícios.

Relativamente aos estudos científicos na área da *performance* violinística, é um domínio bastante recente e em expansão, contudo numericamente bastante inferior aos métodos. No que respeita exclusivamente à mão esquerda, são ainda mais parcos.

Por fim, o percurso artístico e pessoal do autor motivou também a realização do presente trabalho. No tempo que lecionou no ensino superior a alunos que estudavam várias horas por dia e que tinham escolhido a carreira de violinistas, percebeu que a maioria destes comportavam lesões músculo-esqueléticas mais ou menos graves, associadas muitas das vezes a uma técnica pouco cuidada e/ou consciente, e em especial sobre o membro superior esquerdo, e que se repercutia em outras partes do corpo na liberdade de realização musical, inevitavelmente na felicidade e grau de satisfação dos mesmos e diretamente no seu aproveitamento. Muitos destes alunos lidavam com grandes níveis de frustração pelo desconforto, dor e até incapacidade de resolução de técnicas mais exigentes da mão esquerda. Por outro lado, numa das aulas que teve com o pedagogo Zakhar Bron, professor de violinistas solistas de renome, como Vadim Repin e Maxim Vengerov, foram abordados aspetos bastante particulares sobre a colocação da mão esquerda, com indicações muito precisas sobre angulação e altura da mão em relação à escala do violino que contribuíram para resolver questões de grande dificuldade técnica. Por outro lado, depois da análise cuidadosa de vídeos de violinistas famosos como Jascha Heifetz ou Leonid Kogan ou mesmo David Oistrakh, o autor percebeu que a colocação da mão esquerda em várias posições mostrava angulações muito específicas e uma posição da mão bastante cuidada e organizada. Pensou-se que o posicionamento da mão, nas diferentes cordas e nas diversas amplitudes possíveis, não seria fruto da casualidade, ou de tentativa e erro, ou de forma mais imediata e automática. A experiência do autor demonstrou que o posicionamento da mão de uma forma consciente e estruturada em relação à escala do violino, tinha uma relação preponderante no resultado da *performance*. Encontraram-se, ainda que de uma forma subjetiva, algumas soluções que auxiliaram no árduo e exigente trabalho de afinação e que deram mais liberdade expressiva e mais disponibilidade de comunicação e expressão musical. O facto de se terem encontrado soluções muito específicas ao nível da angulação e altura da mão em relação ao braço do violino, levou à ideia de se tentar fundamentar cientificamente as vantagens desta abordagem.

Pelas razões referidas, este estudo pretende incidir sobre o funcionamento mecânico-funcional da mão esquerda, estruturado nas suas particularidades articulares, musculares, e propriocetivas do membro superior esquerdo. Pretende-se encontrar um mecanismo funcional, baseado na posição relativa da mão com o ponto do violino, e desta forma criar uma estrutura mecânica e ergonómica capaz de controlar mais facilmente a afinação, a queda dos dedos no lugar pretendido, com o mínimo de esforço possível e com a maior eficiência mecânica e performativa.

Pretendeu-se, pois, compreender o funcionamento anatómico-funcional da mão esquerda, assente essencialmente na angulação da mão, e a altura ou ponto de contacto da falange proximal do dedo indicador, relativas ao braço do violino. A maior diminuição possível das tensões ao nível da mão esquerda (Costa, 2003), aliviará grande parte da tensão física e psicológica, dando mais espaço e prazer na realização daquilo que é o mais importante na *performance* instrumental: todas as questões de expressão emocional e musical.

O desenvolvimento do presente trabalho vem da necessidade de colmatar uma carência de conhecimento violinístico, que represente a simbiose entre a prática pessoal e a comprovação laboratorial, entre o conhecimento empírico e a fundamentação científica, entre o que se percebe pela prática como mais eficiente, e o que se estuda e se comprova à luz do funcionamento biomecânico e das particularidades anatómico-funcionais, como o mais ergonómico e eficiente.

Com este estudo pretendeu-se aliar a arte da *performance*, à ciência do movimento e daí poder ter uma consciência mais aprofundada do funcionamento da mão esquerda na *performance* violinística e criação musical.

1.2 OBJETIVOS

Como foi já referido, o conhecimento empírico adquirido pelo autor baseado na observação de grandes músicos, que faziam uma abordagem bastante cuidada da posição da mão e braço em relação ao braço do violino, a constatação após detalhada revisão bibliográfica das lacunas existentes nesta área, e depois de perceber que poderia trazer vantagens na saúde, conforto e *performance* geral dos violinistas e violetistas, colocaram-se quatro questões centrais:

1 - Como controlar a posição da mão nas diferentes cordas, de modo a obter uma relação intervalar idêntica, com o mínimo de tensão muscular e máxima eficiência?

2 - Existirá algum modo mecânico-funcional da mão capaz de controlar a abertura dos dedos, nos intervalos de grande extensão, que diminua a tensão muscular palmar e aumente a eficácia performativa?

3 - Existirá algum modo estrutural e posicional para controlar a diminuição progressiva da relação intervalar, ao longo da escala do violino?

4 - Será exequível propor e desenvolver uma metodologia com base nas respostas às questões anteriores, capaz de ser aplicável a passagens de dificuldade elevada do repertório violinístico?

1.3 ORGANIZAÇÃO DA TESE E PROJETO DE INVESTIGAÇÃO

Tendo em vista apresentar como resultado final deste trabalho um modelo anatómico-funcional para a mão esquerda do violinista, baseado na angulação e na altura da mão relativa ao violino, e adaptá-lo a um programa de dificuldade elevada, estruturou-se a tese da seguinte forma:

No primeiro capítulo, após a secção inicial, descrevendo a motivação deste estudo, apresentam-se as questões centrais cuja resposta é um dos objetivos principais do estudo.

No segundo capítulo apresenta-se uma revisão do estado da arte, incluindo a abordagem de conceitos que se revelaram importantes no desenvolvimento do trabalho. O capítulo aborda as LMERT em violinistas e violetistas, com enfoque sobre a mão e braço esquerdos, os métodos mais importantes de ensino-aprendizagem do violino, inclusivamente o que já foi realizado ao nível científico e laboratorial sobre a *performance* do violino. Serão abordados temas relativos à cinesiologia, como planos, movimentos, e terminologia específica acompanhadas de algumas noções sobre a funcionalidade mecânica e goniométrica do membro superior e sobre a capacidade proprioceptiva.

No terceiro capítulo descrevem-se experiências preliminares de diferentes metodologias testadas para alcançar os objetivos do trabalho, que incluíram a dinamometria, a eletromiografia, a termografia, a antropometria e cinemática.

Mediante os resultados obtidos nesta experiência desenvolve-se, no capítulo 4, uma metodologia baseada na análise biomecânica mais favorável. Aplica-se este método a alguns exercícios musicais delineados especificamente para alcançar os objetivos propostos.

No capítulo 5 reportam-se e discutem-se os resultados deste trabalho.

No sexto capítulo, apresenta-se, à luz dos resultados obtidos, um modelo anatómico-funcional do posicionamento da mão esquerda nas diferentes cordas, aberturas intervalares e posições, baseada na anatomia e funcionalidade do braço e mão esquerda. Organiza-se a informação obtida da análise efetuada em princípios biomecânicos do funcionamento da mão, relacionados com os vários desafios técnicos e especificidades mecânicas do violino.

Finalmente, no capítulo 7, aplica-se o modelo desenvolvido a um programa de dificuldade superior. Explica-se o funcionamento da mão esquerda à luz do modelo mecânico funcional nas passagens mais exigentes das peças propostas. As peças selecionadas são do corpo central do repertório violinístico, tendo sido incluídas peças de compositores portugueses.

Dado que a tese tem uma componente performativa e este projeto de investigação visa também melhorar a eficiência da *performance*, é fundamental apresentar as peças que foram analisadas, em formato de áudio ou vídeo (em anexo) para se avaliarem mais facilmente as vantagens que este projeto trouxe à vertente performativa.

No oitavo capítulo apresentam-se as conclusões do trabalho e apresentam-se novos caminhos de investigação.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 DOENÇAS MÚSCULO-ESQUELÉTICAS DOS MÚSICOS DE ORQUESTRA EM ESPECIAL DE VIOLINISTAS E VIOLETISTAS

Neste capítulo salienta-se a importância do desenvolvimento técnico e performativo da mão esquerda de um violinista e violetista para melhor justificar a pertinência do presente estudo.

Annemarie Frank e Carlos Alberto von Mühlen no seu trabalho *Queixas Musculoesqueléticas em Músicos: Prevalência e Fatores de Risco* (Frank & Muhlen, 2007) defendem que, independentemente dos instrumentos praticados, a zona corporal que mais é afetada por problemas músculo-esqueléticos, é o punho esquerdo.

Estes resultados talvez se relacionem com o facto de que, dos vários grupos de músicos estudados, a maior parte dos estudos apontam os instrumentistas de cordas como aqueles que apresentam uma maior prevalência de problemas músculo-esqueléticos.

Demonstram ainda que, comparando os dois braços de violinistas e violetistas, estes apresentam o dobro da predominância de desordens musculares no membro superior esquerdo em comparação com o membro superior direito. Isto porque os flexores da mão direita não têm grande mobilidade, apenas a tarefa de segurar e controlar os movimentos do arco.

Os autores Geraldo Moraes e Adriana Papini (2012) defendem que a grande maioria dos problemas músculo-esqueléticos em violinistas e violetistas advêm de incorreções técnicas, posturas anti ergonómicas e pouco conscientes ou de tensões musculares que os violinistas desenvolvem na *performance* do seu instrumento numa determinada passagem ou de uma forma generalizada.

Os autores de ambos os trabalhos referem que a intensidade da força, coordenação, velocidade e motricidade fina exigida na *performance* diária do instrumento durante horas a fio, adicionada a uma técnica pouco consciente ou até mesmo incorreta, pode originar problemas músculo-esqueléticos bastante graves que podem resultar, em última instância, na cessação da atividade profissional.

2.1.1 LMERT

Para abordar este tema tão importante na vida dos instrumentistas de cordas é importante referir as lesões músculo-esqueléticas relacionadas com o trabalho - LMERT - que podem também ser denominadas por LER – lesões por esforço repetitivo - ou DORT - distúrbios Osteomusculares relacionados ao trabalho (Serranheira, Sousa, & Lopes, 2008). No seu catálogo enumera-se um conjunto de doenças inflamatórias e degenerativas, associadas aos movimentos repetitivos, de sobrecarga muscular e postura corporal incorreta que resultam em fatores de risco profissionais. (Zaza C. , 1998)

As LMERT são preponderantes nos membros superiores e na coluna vertebral associadas às várias profissões em que os movimentos físicos são muito repetitivos, como no caso do estudo e da *performance* dos instrumentos de corda (Sousa, 2010)

As lesões podem ser musculares, tendinosas e/ou nervosas.

As lesões musculares resultam essencialmente da dilaceração da junção do músculo com o tendão proveniente de excesso de carga no mesmo, ou até fadiga muscular, traduzindo-se em doenças inflamatórias degenerativas. (Caldron & Calabrese, 1986). As lesões tendinosas traduzem-se em tendinites, que são microrroturas resultantes de grande carga. As tenossinovites³ são também problemas tendinosos resultantes de fricção entre os mesmos que cria um espessamento sinovial. (Hoppmann & Patrone, 1989)

As lesões nervosas são resultantes da compressão dos vasos circundantes do músculo ativo responsável pela irrigação sanguínea dos mesmos, denominadas por Hipóxia.

2.1.2 PREVALÊNCIA DE LMERT EM MÚSICOS DE ORQUESTRA

Segundo Lederman, os diferentes problemas músculo-esqueléticos, que podem estar associados à prática de um instrumento musical orquestral, são mais comuns no membro superior. (Lederman R. J., 2003)

Para Tubiana (Tubiana & Amadio, 2000), mãos, antebraços, punhos e ombros, são as partes mais sujeitas à ocorrência de uso excessivo, refletindo-se em lesões inflamatórias dos tendões, particularmente na bainha sinovial, instabilidade nas articulações e distúrbios osteoarticulares, com alta incidência em guitarristas pelo uso constante do

³ Tenossinovite é um processo inflamatório ou infeccioso da bainha que recobre o tendão (bainha tendínea).

polegar, em instrumentistas de sopro que suportam o peso do instrumento também no polegar, e em instrumentistas de cordas friccionadas pelo trabalho excessivo da mão e braço esquerdo e pela suspensão do violino e da viola com o braço e a cabeça. (Heming, 2004)

A prevalência de doenças músculo-esqueléticas em músicos de orquestra varia entre os 55% e os 86%, uma percentagem bastante alta quando comparada com outras profissões de grande incidência de lesões de trabalho (Frank & Mühlen, 2007). Tanto um estudo de investigação levado a cabo por Fishbein e Middlestadt com 2122 instrumentistas (Fishbein, Martin, Middlestadt, Ottati, Straus, & Alan, 1988) e Joubrel com 141 (Joubrel, Robineau, Pétrilli, & Gallien, 2001), revelaram a mesma percentagem de 76% de problemas músculo-esqueléticos, tendo sido sub-divididos neste último caso, em 58,1% do foro músculo-esquelético, 17% compressões nervosas e 5,7% distonias focais.

Em Portugal, realizou-se um estudo epidemiológico (Sousa, 2010) em várias instituições do ensino superior, com 81 instrumentistas de cordas friccionadas, que revelou uma elevada prevalência de desconfortos músculo-esqueléticos. Dos 81 participantes inquiridos através de um questionário (adaptado do Nordic Questionnaire), focando-se em questões sobre a catividade instrumental, práticas instrumentais e hábitos de estudo, informação demográfica, e hábitos e estilos de vida, 46,6% afirmaram terem sentido desconforto relacionado com a *performance* musical. Os violonistas apresentaram-se como os mais afetados por sintomas associados às lesões por esforço repetitivo.

No mesmo estudo, de todas as partes do corpo analisadas, a mão esquerda foi a que apresentou maior percentagem de desconforto músculo-esquelético. (Figura 2.1)

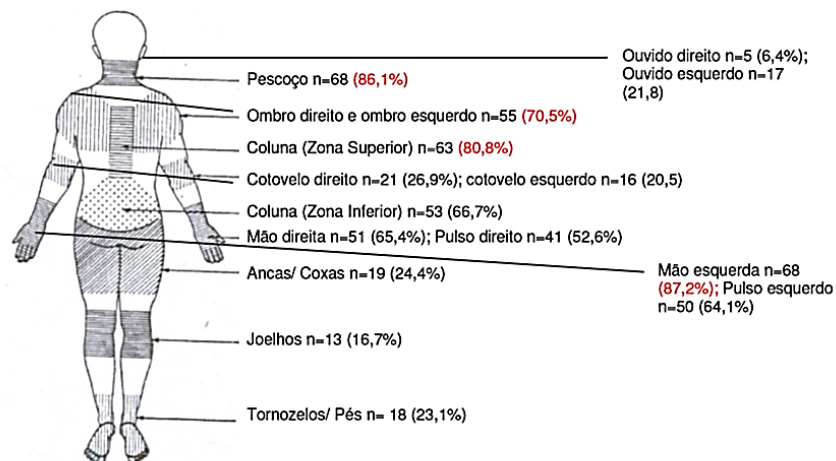


Figura 2.1 - Representação das regiões do corpo com presença de desconfortos do foro músculo-esquelético (Sousa, 2010)

Um estudo que englobou 39 músicos de orquestras de Hong Kong por Yeung & Chan (Yeung & Chan, 1990) reportou a prevalência de lesões músculo-esqueléticas em 64%.

No Reino Unido (Heming, 2004), 59 instrumentistas de idades compreendidas entre os 16 e os 72 anos, foram inquiridos sobre estilos de vida e hábitos musicais. Do total de participantes, 70% respondeu que tinha tido lesões relacionadas com a *performance* do instrumento, e um terço destes foi obrigado a parar de tocar por algum tempo. As mulheres demonstraram um maior número de casos de incidência (72%), os professores foram afetados em 57% e não houve lesões em amadores. Uma parte significativa dos instrumentistas de cordas (77%) apresentou problemas músculo-esqueléticos.

Num estudo idêntico realizado em 1986, nos Estados Unidos, numa amostra 2122 músicos, 76% dos músicos evidenciaram pelo menos uma lesão músculo-esquelética grave como Tendinite, e/ou Lombalgia (Tubiana & Amadio, 2000).

Os autores Yumi Kaneko, Sergio Lianza, William Dawson (2005) numa amostra de 241 músicos de Orquestras em São Paulo, encontraram 68% de relatos de dor na *performance*, sendo o sexo feminino o mais afetado. Outro estudo feito com orquestras da região ABCD Paulista, concluiu que 65 dos 69 participantes apresentavam problemas músculo-esqueléticos relacionados com a execução de obras musicais. Este estudo realizado por (Oliveira & Vezza, 2010 pp.33-40) demonstrou que as patologias mais complicadas se situavam no punho, pescoço e na região lombar e dorsal da coluna, em alguns dos casos chegou mesmo a conduzir a estados de baixa médica. Um outro estudo realizado a 45

músicos da Orquestra Sinfónica da Universidade Estadual de Londrina, revelou que 77,8% dos músicos tiveram desconforto e/ou dor a nível músculo-esquelético, 71,1% tinham tido esse problema nos últimos sete dias da investigação, mas apenas 33,3% reportaram a perda de dias de trabalho (Trelha, 2004).

Uma investigação em orquestras alemãs realizada por um médico e pianista brasileiro Marco António de Almeida, radicado na Alemanha, revelou que em 1780 instrumentistas de orquestras compreendidos entre os 20 e os 60 anos 75% destes possuíam problemas relacionados com o esforço repetitivo LMERT (Médico, 1996).

Na Austrália, em Melbourn, foi realizado um estudo pelo cirurgião plástico Dr. J. Hunter Fry, que avaliou músicos de sete orquestras australianas, num total de 485 músicos, e observou que 64% apresentavam patologias músculo-esqueléticas, com maior distribuição no sexo feminino, numa relação de 3 para 1. (Fry H. , 1986). O trabalho refere também que o grupo mais afetado foi o dos violinistas de ambos os sexos.

Este estudo revela também que a região anatómica que mais sofre de lesões músculo-esqueléticas é a mão e o pulso que afeta 41% dos inquiridos. O cotovelo, antebraço, ombro, pescoço e região lombar são também zonas de grande prevalência de lesões.

Concluiu-se que, de uma forma geral, os músicos profissionais, em especial os instrumentistas de cordas (violino e viola) e sobretudo as mulheres, têm um elevado risco de afetarem as suas carreiras por lesões e problemas músculo-esqueléticos causados por movimentos repetitivos, em especial nos membros superiores.

2.1.3 DOENÇAS MÚSCULO-ESQUELÉTICAS EM VIOLINISTAS E VIOLETISTAS

“Os instrumentos de cordas friccionadas possuem peculiaridades estruturais que favorecem de sobremaneira o excesso de tensão durante sua execução, particularmente entre violinistas e violetistas.” - Citação no livro *Artista-atleta: reflexões sobre a utilização do corpo na performance* dos instrumentos de cordas. (Andrade & Fonseca, 2000)

O violino é dos instrumentos mais assimétricos, de grandes riscos ergonômicos, pois todo o corpo está rodado para a esquerda, os braços fazem movimentos completamente diferentes, para além de estarem em total suspensão, tanto o violino como o arco.

Uma vez que violinistas se revelaram os instrumentistas com mais desordens músculo-esqueléticas, procuraram-se referências que elucidassem sobre a causa destes problemas físicos.

Para C. J. Caus (2000) os músicos devem ter redobrada atenção pela forma como a atividade físico-instrumental é exercida, resguardando-se dos limites físicos, facilitando o respeito à musculatura frente às solicitações de resistência, de velocidade e de manutenção de posições não-fisiológicas, que podem provocar condições patológicas e afetar o seu funcionamento que podem aumentar seriamente os riscos de inatividade e desemprego.

Também para Frank & Mühlen no seu livro “*Queixas músculo-esqueléticas em músicos: prevalência e fatores de risco*” defende que os instrumentistas de cordas friccionadas, em particular os violinistas e violetistas, apresentam mais queixas e desconforto no membro superior esquerdo relacionado com um grande trabalho de preensão e de flexão dos dedos, que cria uma sobrecarga forte nos tendões dos dedos e no nervo ulnar, resultando em tendinopatias e lesões nervosas, relacionado também com a posição extrema de rotação externa do ombro e de supinação máxima do antebraço esquerdo juntamente com um esforço constante para suportar numa altura específica o instrumento, resultando numa sobrecarga no deltóide e no tendão supra-espinhoso. (Frank & Muhlen, 2007)

Ainda sobre a importância da ergonomia na técnica, um artigo de Winspur e Wynn Parry presente numa compilação de temas dedicados à cirurgia da mão, defende que o facto da técnica está relacionado com cerca de 40% dos problemas da dor, e o desconforto músculo-esquelético está relacionado com a *performance* ou a qualidade da técnica

instrumental (Winspur & Wynn Parry, 1997). Outros 40% estão relacionados com distúrbios reumatológicos e ortopédicos e os 20% restantes relacionam-se com distúrbios emocionais e psicológicos. Os autores consideram, portanto, que uma boa técnica, aliada a um estilo de vida adequado e a um baixo nível de ansiedade, dificilmente trará ao músico problemas de dor ao longo de sua carreira.

Outros estudos demonstram que a disfunção temporomandibular e na coluna cervical são também problemas derivados de LMERT bastante incidente em instrumentistas de cordas friccionadas e em especial no violino.

Stechman Neto e coautores (Stechman, Almeida, & Bradasch, 2009) desenvolveram um estudo que investigou a disfunção temporomandibular em 92 músicos, sendo 22 violonistas e violinistas. 25% dos músicos tinham histórico de dor temporomandibular, sendo 18, instrumentistas de cordas. Estalidos na mandíbula foram encontrados em 55% dos músicos de corda devido ao posicionamento do pescoço, da cabeça e da mandíbula no instrumento, e conseqüentemente derivado da pressão excessiva sobre o *montonier* para segurar o instrumento. (Steinmetz, Ridder, & Reichelt, 2006)

Contudo foram encontrados mais problemas nos violonistas por ser em geral um instrumento mais pesado e maior do que o violino. (Costa, 2003)

Este estudo também é confirmado pelos resultados da pesquisa de Ostwald et al. (Performing arts medicine., 1994), S.Lyu e G.Hayden (Maladies in musicians., 2002) que constataram que 62% dos violonistas e violinistas sofrem de lesões submandibulares causados pela forma como eles apoiam os instrumentos. O autor sugere que, alterando a sua técnica para reduzir a força causada pelo instrumento na mandíbula e poder sustentar melhor o peso do instrumento na mão esquerda, aliada a uma destreza e técnica da mesma para que não perca as suas funções e agilidade, é uma resposta plausível para reduzir a dor e a disfunção temporo-mandibular.

O estudo desenvolvido por Nyman et al (2007), demonstrou uma prevalência de dor no pescoço e ombro de 35,3% no grupo contendo violonistas e violinistas.

Os problemas na coluna cervical podem ser derivados da rotação axial da mesma e da posição prolongada da cabeça alinhada para o lado esquerdo, essencial para segurar o instrumento. Esta posição pode causar espasmos musculares e compressão nervosa. Concluiu-se da revisão bibliográfica que, na maioria das vezes, o fator responsável pela distúrbio músculo-esquelético, em violinistas e violonistas é relacionado com técnicas e posturas pouco conscientes que criam grande tensão física e mental.

2.2 MÉTODOS DE VIOLINO

Neste capítulo faz-se um enquadramento bibliográfico de grande parte da literatura violinística que possa, de alguma forma, ser referente aos vários aspetos técnicos da mão esquerda, para se perceber como evoluiu e como tem sido tratada.

O termo método advém do grego antigo *methodos* (*μέθοδος*) formado por *metá*, *met* (*μετά*, *μέτ*) que significa 'depois' ou 'que segue' juntamente com a sílaba *hodós* (*οδός*) que significa *caminho*. A palavra total define-se como 'seguir um caminho' (para chegar a um fim).

Em filosofia, mais precisamente em epistemologia, o método delimita assim o *modus* de obtenção do conhecimento.

Toda a bibliografia que inclui métodos e outros documentos como teses e literatura sobre a *performance* do violino e sua técnica é bastante diversa e baseia-se essencialmente em três abordagens distintas. A primeira trata aspetos meramente técnicos através de um esclarecimento teórico sobre as várias competências e como as desenvolver: colocação do violino, colocação da mão no arco, funcionamento de alguns tipos de golpes de arco, o vibrato e o seu desenvolvimento, melhoramento da afinação e coordenação, e questões como a do funcionamento da mão esquerda, trilos, cordas dobradas, colocação dos dedos, polegar e etc. como o retrata exemplarmente o manual de Simon Fischer (Fischer S. , 1997) a título de exemplo.

O segundo tipo de documento trata questões mais meta-teóricas e generalistas, relativas à vida de um violinista, à sua carreira quer como recitalista, músico de orquestra ou solista, questões psicológicas sobre a *performance* e atitude em palco, como estudar, etc, como são a título de exemplo os manuais escritos por Yehudi Menuhin, (Menuhin, 1973) Joseph Szigety (Szigeti, 1979) e Carl Flesch (Flesch C. , 1930) entre outros.

O terceiro tipo de abordagem inclui essencialmente exercícios técnicos e pequenos trechos musicais. Estes exemplos e exercícios diversos, na maioria das vezes, são acompanhados por curtas explicações técnicas, sobre pontos essenciais a serem antecipados e cuidados, e visam o desenvolvimento faseado e demorado de uma determinada competência ou dificuldade técnica. Como exemplo evidente desta corrente bibliográfica referem-se os manuais de O. Sevcik (1901) de H. Schradieck (1939), J.

Hrimaly (1905), P. Rode (1822), R. Kreutzer (1796) entre outros, que ainda são usados frequentemente nos programas de pedagogia do violino atual.

Na tabela 2.1 apresentam-se os aspectos técnicos mais recorrentes nas abordagens destes manuais instrumentais, distribuídos maioritariamente, nas diferentes tarefas e competências da mão esquerda.

Tabela 2.1 - Várias técnicas/competências da mão esquerda.

Lista de técnicas/competências da mão esquerda

- Afinação
- Mudança de posição
- Posição e a ação dos dedos sobre a corda (pressão e velocidade)
- Escalas e harpejos
- Dedilhação
- Acordes
- Cordas dobradas
- Padrões de dedos
- Ornamentos, trilos, pizzicatos
- Harmônicos
- Vibrato
- Independência e velocidade de dedos

Na literatura existente, propõem-se muitos exercícios de desenvolvimento de aspetos específicos da mão esquerda do violinista, desde os mais simples aos mais complexos, tais como a velocidade das mudanças de posição e formas de execução de harmônicos duplos. Algumas referências abordam questões relacionadas com estratégias de estudo para melhoria da afinação por antecipação dos dedos, para melhoria da velocidade, mas não referem nenhuma teoria biomecânica capaz de explicar o funcionamento da mão e do braço esquerdo.

Há, no entanto, diferenças e particularidades na apresentação e na descrição elementar destas técnicas, tanto nos seus princípios como nas suas estratégias de desenvolvimento e progressão na automatização dos mesmos. Na maioria das referências dedicadas à mão esquerda, são emitidas opiniões pessoais, empíricas e sensoriais, mais especificamente sobre a pressão dos dedos nas cordas, a posição relativa do polegar que varia bastante de

autor para autor, e até sobre a proximidade da palma da mão ao braço do violino, como documenta este excerto de Spohr:

"...já foi mencionado que a parte da mão onde está o dedo mínimo, deve ficar o mais próximo possível da escala do violino." (tradução livre) (Spohr L. , 1852)⁴

2.2.1 ENQUADRAMENTO HISTÓRICO-CULTURAL

Apresentam-se nesta subsecção, num contexto histórico, os métodos e as escolas de referência da história do violino, afetos naturalmente aos países e às culturas onde se inseriram. Pretende-se transmitir uma perspetiva histórica da evolução da *performance* e técnica violinística e do imenso corpo teórico que a incorpora. Os métodos apresentados, marcaram, de alguma forma, épocas e estéticas de ensino e de *performance*.

Um exemplo demonstrativo desta evolução é o contraste entre algumas indicações generalistas datadas do final do séc. XVIII dedicadas aos amadores de música e amantes do violino, que indicavam que a postura do violino deveria ser ao nível da cintura, (L'Abbe Le Fils, 1761) até aos métodos puramente teóricos do séc. XX de descrição detalhada e exaustiva de aspetos técnicos muito particulares da *performance* violinística, de aspetos pedagógicos e até psicológicos relacionadas com o medo do palco.

Como Boyden explica: (Boyden, The History of Violin Playing From its Origins to 1761 and its Relationship to the Violin and Violin Music, 1990, p. 357)

"...cerca de 1750, pela primeira vez, os tratados dedicaram-se à instrução de violinistas de nível avançado. Tinham o objetivo de serem usados com o auxílio de um professor, e ajudar tanto o aluno como o professor, dando instruções, mais uniformes e introduzindo as ideias das melhores práticas correntes em Itália e Alemanha, alargando-se a um círculo bem mais vasto do que havia sido possível anteriormente." ⁵(tradução livre)

⁴"It has already been stated that the part of the hand where the little finger is, should be near as possible to the finger board"

⁵ "For the first time, however, treatises devoted to the instruction of advanced players appeared about 1750. These were intended to be used with a teacher and they had the effect of helping both the teacher and the pupil, making instruction more uniform, and introducing ideas of the best current practice in Italy and Germany to a far wider circle than had been possible previously" (p.357).

Estes primeiros métodos apareceram durante o final do séc. XVII e inícios do séc. XVIII nos maiores centros culturais da Europa e em geral disputavam entre si, abordagens técnicas muito díspares como a colocação do violino ou a pega no arco.

A Alemanha foi um dos centros mais produtivos para o aparecimento de alguns escritos dedicados aos violinistas como Michael Pretorius (Schultheiss, 1614), Johann Jacob Prinner, (Musicalischer Schlüssel, 1677) Georg Falck, (Idea Boni Cantoris, 1688) ou Daniel Merck (Compendium Musicae Instrumentalis Chelicae, 1695).

Já em Inglaterra, apareceu um dos primeiros livros mais bem-humorados, ilustrados e generalistas dedicados ao violinista amador escrito por John Lenton (The Gentleman's Diversion, 1693). Outros duas personalidades relevantes desse período foram John Playford, que escreveu *A Breefe Introduction to the Skill of Musick* foi inicialmente publicado em Londres em 1654, e o violinista italiano Nicola Matteis que chegara recentemente a Londres em 1670, que foi apreciado e comentado por um escritor comentador e músico amador Roger North, que o descreveu como sendo tão importante como Corelli. (Jones, 2003)

Em Londres, publicou-se o primeiro método dedicado a alunos avançados e profissionais do violino escrito por Francesco Geminianni, um violinista e compositor italiano. Foi à época um método revolucionário, abordando e favorecendo a aplicação livre do vibrato e expressando o movimento da emancipação da música instrumental, escrito no seu livro *The Art of Playing on the Violin* (1751).

Em França, Lyon, publicou-se o primeiro livro dedicado especialmente ao violino escrito por *Jambe de Fer*, (Epitome Musciale, 1556). Discute o violino propriamente dito com quatro cordas afinadas em quintas e que distinguiu o Violino da *Viol* ou viola da Gamba, em que o primeiro era usado para a dança, pois era mais fácil de afinar e de transportar e a *Viol* era o que os *gentlemens* e as pessoas das elites sociais tocavam.

Seguiu-se em 1711 em Paris, a publicação de um método escrito por um tutor desconhecido na altura Michel Pignolet, (Méthode facile pour apprendre à jouer du violon avec un abregé des principes de musique necessaires pour cet instrument [Método fácil para aprender a tocar violino com uma introdução dos princípios musicais necessários para este instrumento], 1711). Mais de vinte anos depois, apareceu um outro tratado mais elaborado escrito por Michel Corette, um conjunto de 7 livros denominado “*L'école*

*d'Orphée méthode pour apprendre facilement à jouer du violon*⁶ escrito também em Paris (1738). Cada um destes 7 livros é dedicado a vários instrumentos de cordas como o violino, o violoncelo, a viola da gamba, a guitarra, o baixo ou viola e a *musette*.

É a partir do séc.XIX que acontece uma revolução na *performance* violinística liderada por Viotti com inovações ao nível da construção do arco e do violino que resultaram em técnicas e resultados sonoros impressionantes. Estes resultados foram fruto da aplicação de um método inovador encomendado pelo conservatório de Paris, e levado a cabo por três professores eminentes Baillot, Rode e Kreutzer publicado, o *Méthode de Violon* (1803), que circulou por toda a Europa. Bailott que era um *performer*, compositor e pedagogo eminente em Paris, reescreveu uma extensão ao *Méthode de violon*, com um tratado denominado de *L'art du violon* (Baillot P. , 1834) que salientava, entre outros aspetos, a importância de segurar o violino do lado esquerdo do estandarte.

Dois anos antes desta publicação, apareceu em 1832, Ludwig Spohr, um violinista e compositor alemão, com uma inovação violinística que iria dominar todas as escolas do séc.XX, a queixeira, que inventou em 1820 cuja descrição mais detalhada aparece no seu tratado *Violinschule* (Spohr L. , 1852).

Tanto Baillot no apogeu violinístico da escola francesa como Spohr que retratava o epitomo da escola alemã, tinham uma abordagem relativamente conservadora na técnica e no repertório utilizado e foram completamente excedidos por um dos violinistas mais icónicos de sempre, Niccolò Paganini.

Niccolò Paganini⁷, quer pela sua extraordinária capacidade técnica, quer pela sua capacidade expressiva, inspirou muitos outros músicos como foi o caso de Franz Liszt. Em todas as apreciações, em cartas e vários outros registos, aparecem os testemunhos de como as plateias e os críticos reagiam à execução deste "violinista diabólico". Provavelmente devido a esta personagem plenamente invulgar e à sua aparência mefistofélica, com dedos particularmente compridos e magros (sugestivo do Síndrome de Marfan), despoletaram histórias em que o seu virtuosismo se devia a um pacto demoníaco. Este músico não escreveu nenhum tratado ou método escrito sobre a sua técnica avançada para a época, contudo deixou um conjunto de concertos, sonatas, mas especialmente os seus 24 caprichos que são bem reveladores das suas capacidades técnicas.

⁶ “Escola d’Orfeu Método para aprender facilmente a tocar violino” (tradução livre)

⁷ Niccolò Paganini (Génova, 27 de Outubro de 1782 – Nice, 27 de Maio de 1840)

Uma outra referência, foi publicada em meados do séc. XIX em Paris por um violinista e pedagogo François Anton Habeneck (*Méthode Théorique et pratique de violon*, 1842).

Charles-Auguste de Bériot, um pedagogo belga, apresentou um método invulgar em que tentou aproximar a capacidade virtuosística de Paganini juntamente com os elementos técnicos e expressivos que pretendiam imitar o *bel canto* e a voz humana, tão exemplarmente retratados pela escola Francesa de Baillot. Bériot com o seu *Méthode de violon op.102* (1858) publicado em Paris firmava assim uma escola Franco-Belga. (Goldberg, 1993)

É importante notar que nesta abordagem bibliográfica, se optou por referirmos violinistas e pedagogos que de uma forma ou de outra escreveram métodos que descrevem a evolução técnica em geral e abordaram de forma detalhada a *performance* do violino inserida num contexto cultural e histórico.

De forma a complementar a pesquisa do estado da arte é importante referir a importância de alguns violinistas do séc. XVII, que apesar de não terem escrito nenhum método teórico para violino, também marcaram o panorama violinístico do Barroco, em geral com composições que ficariam para sempre no repertório central do instrumento como é o caso de Johann Sebastian Bach⁸ talvez o mais incontornável de todos com as suas sonatas e partitas para violino solo. Outros nomes relevantes são Claudio Monteverdi, Tomaso Antonio Vitalli, Giuseppe Tartini, Antonio Vivaldi, Carlo Farina, Arcangelo Corelli, Pietro Locatelli entre outros.

De Arcangelo Corelli (1692-1770), destacam-se as 12 Sonatas para Violino e Basso Continuo, op. 5, publicadas em 1700 e que na altura se tornaram um marco amplamente divulgado no mundo musical europeu. De António Vivaldi (1678–1741) temos uma quantidade assinalável de concertos grosso⁹ para um e vários violinos solistas. Uma obra que ainda hoje se apresenta canónica pela sua sugestividade musical e brilhantismo técnico, é “*As Quatro Estações*”. Um outro violinista desta geração, que causou um grande impacto na audiência e nos seus pares pelo seu virtuosismo foi Giuseppe Tartini (1692–1770). Atualmente, a obra mais famigerada de Tartini é o “*Trilo do Diabo*” com trilos de elevada dificuldade de execução.

⁸ Johann Sebastian Bach (Eisenach, 21 de março de 1685 – Leipzig, 28 de julho de 1750)

⁹ Concerto grosso é uma forma musical do barroco em que um grupo de solistas dialoga com o resto da orquestra integrando-a algumas vezes em *tutti*.

Um dos violinistas que muito provavelmente terá influenciado Paganini foi Pietro Locatelli (1693–1746) também com 24 caprichos intitulados de “*A arte do Violino*”. O seu virtuosismo era inegável nas suas composições plenas de registos muito agudos, cordas dobradas, acordes, harpejos, harmónicos, extensões dos dedos da mão esquerda e variados tipos de golpe de arco inovadores para a altura. Estes caprichos não foram pensados para serem tocados em público, mas foram descobertos por Paganini talvez através de uma escola francesa.

Na Europa Central foi publicado um dos tratados para violino mais conceituados ainda nos dias de hoje, uma fonte de enorme interesse histórico, descrevendo as práticas performativas do séc. XVIII, como a escola italiana tão em voga naqueles tempos, e abordando detalhadamente questões relacionadas com a teoria e escrita musical e a execução violinística do barroco. Este tratado foi escrito por Leopold Mozart, pai de Wolfgang Amadeus Mozart, em 1756 em Augsburg e denomina-se *Violinschule*. (Mozart, 1756)

Outros violinistas marcaram o panorama violinístico da Europa Central, mais especificamente na Alemanha, como o violinista vienense Johann Heinrich Schmelzter (1630-1680), Nikolaus Adam Strungk (1640-1700) Heinrich Ignaz Franz von Biber (1644-1704), e de Johann Jakob Walther (1650-1717) que se basearam mais no desenvolvimento do violino como instrumento polifónico como denominador exponencial de virtuosismo, com o uso de cordas dobradas e de percursos harmónicos rebuscados, com o auxílio até de acordes em três e quatro cordas. Schmelzter nas suas “*Sonatae unarum Fidium*”, utiliza passagens rápidas, subidas até à VIª posição, figurações em arpejos e frequentes cordas duplas. J. Walther por sua vez, nas suas peças da coleção *Hortulus Chelicus* (Walther, 1688) utiliza procedimentos virtuosísticos, como passagens com notas muito rápidas, numa única arcada ou em arcadas separadas – ou até, em *staccato* de arcada única – saltos de cordas, extensões ditadas pelas notas constituintes dos acordes, cordas duplas, etc. As cordas dobradas foram aprofundadas e complexificadas por Biber nas *Mysterium Sonaten*, ou Sonatas do Rosário 1676, onde utiliza varias *scordaturas* e intervalos bastante alargados como décimas. Muitos defendem que pelas partituras existentes Strungk e Walther são considerados as figuras pré-paganinistas mais relevantes da Europa central pelo virtuosismo e exigência técnica demonstrada nas suas composições. (Ungureanu, 2010, p. 54)

Heinrich Wilhelm Ernst (1812-1865) considerado o maior sucessor de Paganini, demonstrou de uma forma muito vívida, a espetacularidade que o virtuosismo resultava na audiência da altura e a inevitabilidade da rivalidade entre os pares.

Ernst para além de ter contribuído para um maior desenvolvimento de uma técnica instrumental polifónica, também contribui para uma nova escrita polifónica idiomática muito particular. Uma das peças mais emblemáticas de Ernst é o “Carnaval de Veneza”, obra com o mesmo título de uma obra de Paganini, e que de igual modo também usava *scordatura*¹⁰, e que se tornou a sua assinatura musical. Este violinista para além dos seus seis estudos polifónicos de dificuldades extremas, destacou-se pelo facto de atribuir à música de câmara um papel preponderante, tendo tocado com Joseph Joachim e Henryk Wieniawski.

Na União Soviética, a evolução violinística deu-se consideravelmente mais tarde, por se ter vivido uma cultura política muito intransigente talvez porque a maioria dos grandes violinistas foram para a Rússia depois de terem estudado com grandes mestres no Ocidente.

Um dos pedagogos russos mais emblemáticos foi Leopold Auer que sucedeu ao grande violinista Henryk Wieniawski em S.Petesburgo e que deixou discípulos absolutamente incontornáveis dos tempos modernos, como Jascha Heifetz, Toscha Seidel, Mischa Elman, Nathan Milstein, Myron Polyakin, Oskar Shumsky e Efrehem Zimbalist (Auer L. , 1921).

Outro exemplo a destacar foi Piotr Stoliarski que teve como discípulos os renomados violinistas do séc. XX, Leonid Kogan, Igor Oistrakh e o seu pai David Oistrakh, Boris Goldstein, Mikhail Vaiman. (Molkhou, 2011)

Já os famosos violinistas Viktor Tretiakov, Boris Belkin, Dimitri Sitkovetsky, Vladimir Spivakov, e Leonid Kogan, foram discípulos de outro grande violinista em Moscovo, Youri Yankelevitch.

Já no séc. XX um dos pedagogos mais importantes na Europa foi Carl Flesh, (Arney, 2006) tendo ensinado um violinista ímpar e considerado por alguns como o melhor

¹⁰*Scordatura*- palavra de origem italiana que denomina uma técnica muito específica que consistia em afinar uma ou mais cordas do instrumento noutra tonalidade ou noutra nota.

violinista de todos os tempos, muito semelhante a Paganini, mas que infelizmente teve uma morte muito prematura, deixando apenas umas pequenas gravações como testemunho da sua genialidade, Joseph Hassid. Carl Flesh teve, contudo, outros discípulos assinaláveis como Max Rostal, Szymon Goldberg, Ida Haendel, Yfrah Neaman e Henryk Szering, entre outros.

Flesch escreveu dois livros que são considerados essenciais e de amplo uso atualmente nos currículos da maioria das escolas de música em especial de ensino avançado:

The Art of Violin Playing: Book One (Flesch, 1939) e *The Art of Violin Playing: Artistic Realization and Instruction* (Flesch C. , 1930).

Um outro pedagogo de renome foi Joseph Hellmesberger, filho. Foi solista da Orquestra Filarmónica de Viena e professor do conservatório da mesma cidade onde ensinou violinistas como George Enescu, Fritz Kreisler, Franz Kneisel e Franz Dradla (Pincherle, 1922, p. 115)

George Enescu, violinista romeno, ensinou a violinistas famosos da geração moderna, como Yehudi Menuhin, Christian Ferras, e Ivry Gitlis.

Seria absolutamente injusto não mencionar Eugène Ysaÿe, um dos violinistas e compositores virtuosos para o instrumento que residiu na Europa, fruto das mais representativas escolas violinísticas, considerado como filho espiritual de Henri Vieuxtemps e aluno na mesma escola de Henryk Wieniawski. (Molkhou, 2011)

Um dos pedagogos e violinistas mais marcantes na Europa foi Joseph Joachim que conviveu de perto com compositores emblemáticos da musica erudita, como Johannes Brahms e Robert Schumann, tendo escrito algumas composições e cadências suas e tendo sido o dedicatário e o pioneiro na apresentação de obras canónicas.

O seu método é uma obra de referência na história da pedagogia e *performance* violinística pois aborda várias questões com um detalhe e uma descrição notável: *Violinschule*, que foi escrito em 1905, em Berlim.

Na América do Norte os grandes pedagogos e os grandes solistas apareceram essencialmente durante o séc. XX fugidos dos sistemas políticos ditatoriais de grande rigidez social e escassez económica que se vivia na Rússia e em alguns países da Europa de leste. Também devido às duas grandes guerras mundiais, grande parte dos grandes

artistas e pedagogos viram-se na necessidade de emigrar para um país mais próspero e de grandes oportunidades.

Um exemplo a destacar é Ivan Galamian nascido na Arménia em 1903 e emigrado nos EUA. Foi considerado por muitos um dos maiores pedagogos do séc. XX, desenvolvendo grande parte da sua carreira na Julliard School em Nova York, com Dorothy DeLay como sua assistente e que ensinou os violinistas mais célebres e bem sucedidos das últimas gerações, como Michael Rabin, Erick Friedman, Itzhak Perlman, Pinchas Zukerman, Eugene Fodor entre outros. (Molkhou, 2011)

2.2.2 ANÁLISE DE ALGUNS MÉTODOS HISTORICAMENTE MAIS IMPORTANTES

Nesta secção descrevem-se detalhadamente os métodos para violino mais relevantes que foram aparecendo ao longo da história, analisando-se sobretudo aspetos da técnica da mão esquerda, da postura e colocação do violino, e algumas questões performativas diretamente relacionadas com o objetivo central deste trabalho.

Uma vez que se pretende compreender a mão esquerda sob o prisma anatómico e biomecânico, procurou-se através de uma revisão bibliográfica mais aprofundada, perceber como evoluiu a explicação do funcionamento da mão esquerda sobre as várias vertentes incluindo estudos ou métodos que se aproximassem de uma abordagem mecânico-funcional.

Os primeiros métodos para violino foram escritos na Europa Central principalmente na Alemanha, França e Inglaterra, os três meios culturais mais desenvolvidos no final do séc. XVII princípios do séc. XVIII altura em que se editaram os primeiros escritos organizados sobre o violino e a sua *performance*.

Johann Jacob Prinner - Musicalischer Schlissel (1677)

Na Alemanha um dos primeiros métodos com alguma descrição estruturada sobre a família do violino e algumas sugestões técnicas performativas dos mesmos foi escrito por Johann Jacob Prinner (Musicalischer Schlissel [Método para cordas], 1677). (Figura 2.2)



Figura 2.2 - Imagem da capa do manuscrito original (Prinner, *Musicalischer Schlüssel*, 1677)

Johann Jacob Prinner escreve no seu tratado, *Musicalischer Schlüssel*, (Figura 2.2) que a postura correta do violino deve ser seguro debaixo do queixo, com o braço e mão fletidas, com o braço do violino apoiado entre o polegar e o dedo indicador, para que não haja necessidade de o segurar com a mão e assim a mesma possa estar o mais livre possível para correr rapidamente nas várias posições, e tocar afinado:

"Se alguém quer dominar bem o violino então deve segurar o violino debaixo do queixo para que o braço esquerdo possa estar curvo como um aro. Também com a mão curva deve colocar o braço do violino na ponta próxima das cravelhas entre o polegar, e o violino deve ser seguro firmemente com o queixo para que não haja necessidade de o segurar com a mão esquerda, porque de outra forma seria impossível correr a mão rapidamente das posições altas para as mais baixas ou até tocar afinado, a não ser que se segure o violino com a mão direita para que este não caia, e assim falhar-se-iam várias notas. Isto em desprestígio de alguns respeitosos virtuosos que eu tenho conhecido, que não têm isto em consideração e apoiam simplesmente o violino no peito, achando que é simpático e encantador, porque tiraram esta ideia das pinturas, onde um anjo toca violino

para S. Francisco, desenhado por um pintor. Mas eles deviam saber que o pintor é deveras um artista com o seu pincel, mas não com o violino.” – (Prinner,1677) (tradução livre)¹¹

Daniel Merck - Compendium Musicae Instrumentalis Chelicae 1695

Outro autor alemão relevante Daniel Merck, no seu *Compendium Musicae Instrumentalis Chelicae*, (1695) escrito também para alunos e amadores, denota, preocupações sobre a correção postural e possíveis problemas para aqueles que têm posturas incorretas, maus hábitos, escolhas desinformadas e erradas nos tamanhos dos instrumentos, inibidores em casos extremos de um futuro a tocar violino.

"Aquele que tem braços pequenos (ex. uma criança) deve antes tocar num violino 1/2, porque se toca num violino de tamanho inteiro, debaixo do queixo (um mau hábito) mantém-se para toda a vida, e é um obstáculo para muitos." (tradução livre)¹²

Michel Pignolet de Monteeclair 1711 e Michel Corette 1738.

Em França os dois primeiros tratados mais relevantes remontam somente ao século XVIII.

¹¹“If you want to master the violin, then you must hold it under the chin so that the left arm is curved like a hoop, and also with a curved hand you should lay the neck at the top near the pegs between the thumb, and the violin must be held firmly with the chin so that you have no reason to hold it with the left hand, because it would otherwise be impossible that I could run quickly from high to low, or to play in tune, unless one held the violin with the right hand so that it didn't fall, and thereby several notes would be missed out, disregarding respected Virtuosi that I have known, who didn't observe this, and just set the violin on the breast, being of the opinion that it be nice and charming, because they took it from a painting, where the Angel plays the violin to St. Francis, created by a painter, but they should have known that this same painter might have been very artistic with his paintbrush, but not with the violin”

¹² “He who still has short arms [i.e. a child] should rather have a half-violin made, for if one takes a large violin under the chin it [i.e. a bad habit] hangs on lifelong and is a hindrance to many” (Merck, *Compendium Musicae Instrumentalis Chelicae*, 1695)

O primeiro é de Michel Pignolet de Monteclair denominado Método fácil para aprender a tocar violino – “*Methode facile pour apprendre a jouer du violon*” publicado em dezembro de 1711. (Monteclair, 1711) – Figura 2.3

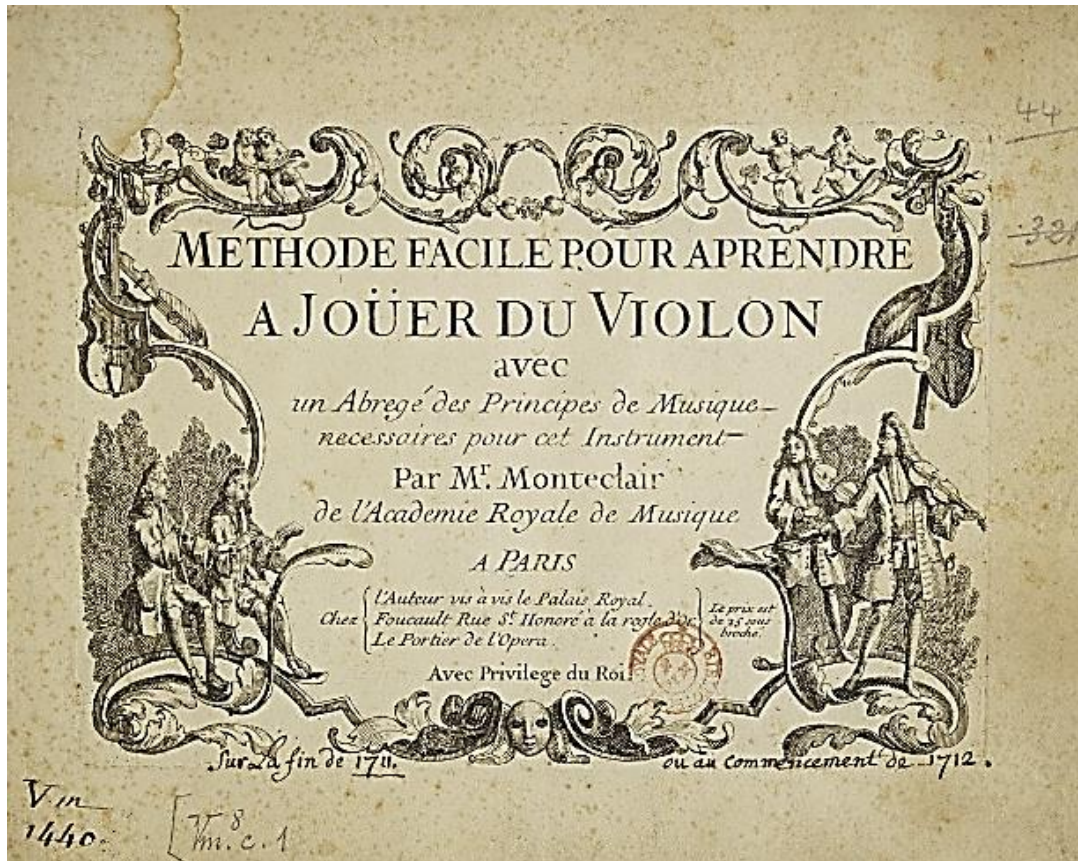


Figura 2.3 - Imagem tirada do manuscrito original (Monteclair, 1711)

Este documento não é um método revolucionário, mas sim uma compilação de peças antecidas de um prefácio de teoria musical generalizada de forma permitir decifrar as notações musicais apresentadas no repertório na parte final. Deve salientar-se neste método a descrição básica do encordoamento e afinação das cordas no violino, assim como as diferenças de notação escritas para este instrumento.

A única descrição sobre a mão esquerda neste método é a seguinte, apresentada na página digitalizada que constitui a Figura 2.4.

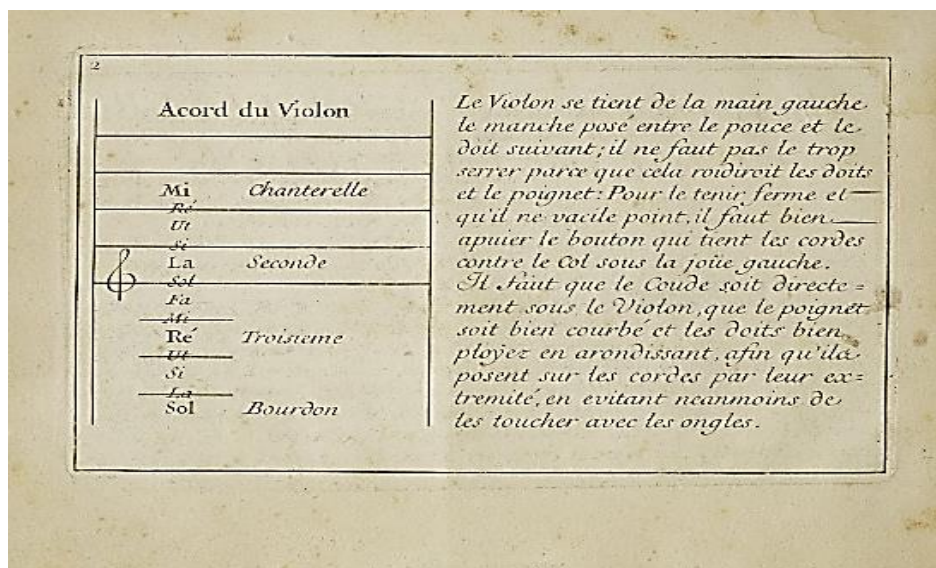


Figura 2.4 - Imagem tirada do manuscrito original (Montclair, 1711)

“O violino segura-se com a mão esquerda, o braço do violino colocado entre o polegar e o dedo seguinte. Não é necessário apertar com muita força, pois isto enrijecerá os dedos e o punho. Para segurar firme e de forma a não vacilar, é importante apoiar o botão que tem as cordas contra o colarinho debaixo da bochecha esquerda. É importante que o cotovelo esteja diretamente abaixo do violino e que o pulso esteja bem curvo, e os dedos devem cair pesados e redondos, de modo a que estes toquem nas cordas nas suas pontas, evitando, de todo o modo que toquem com as unhas.”

O segundo método relevante escrito em França por Michel Corette em 1738, é um documento bastante mais completo, composto por sete métodos para sete instrumentos de cordas, que incluem o violino, o violoncelo a viola da gamba, a guitarra, a viola e a musette. Este método intitula-se *A Escola de Orfeu*, método para aprender facilmente a tocar violino - (Corette, *L'école d'Orphée, Méthode pour apprendre facilement à jouer du violon*, 1738). Começa com cinco capítulos dedicados à teoria musical e princípios gerais da música, seguidos do método para aprender violino. Apesar da extensão deste método, a forma como descreve a colocação da mão esquerda é muito semelhante ao método de Montclair. Descreve apenas a colocação da mão esquerda de uma forma geral, sem grande detalhe fazendo adicionalmente uma pequena alusão às mudanças de posição relativamente ao método anterior.

Chapitre I.

Maniere de tenir le Violon .

Il faut prendre le Manche du Violon de la main gauche, le tenir avec le pouce et le premier doigt sans trop serrer la main, arrondir le premier, deuxième, troisième doigt, et tenir le petit plus allongé.

Il faut nécessairement poser le menton sur le Violon quand on veut démancher, cela donne toute liberté à la main gauche, principalement quand il faut revenir à la position ordinaire Voyez la Figure cy - devant.

Figura 2.5 - Imagem reproduzida do manuscrito original L'école d'Orphée, méthode pour apprendre facilement à jouer du violon (Corette, 1738).

Como segurar o violino: (Figura 2.5)

“Deve-se segurar o braço do violino na mão esquerda entre o polegar e o primeiro dedo, sem agarrar demasiado e colocando os dedos primeiro, segundo e terceiro da mão esquerda redondos e o mindinho deverá estar esticado. É necessário pôr o queixo no violino quando se quer executar uma mudança de posição de forma a ter plena liberdade da mão esquerda especialmente quando se pretende voltar à primeira posição.” (tradução livre)

John Lenton - The Gentleman's Diversion 1693

Em Inglaterra, um dos primeiros métodos mais relevantes escritos especificamente para o violino, foi, como já foi referido no capítulo 2.2.1, “The Gentleman's Diversion John Lenton and the first violin tutor” de John Lenton, (Lenton, 1693).

Uma das características que distingue este autor de outros da mesma época é o facto de se saber que era efetivamente um bom violinista, tendo sido nomeado músico real da corte do rei Charles II, fazendo parte dos 24 violinistas do rei. Tocou na coroação de James II, William II e da Rainha Mary II.

Segundo R. Stowell (1990) este foi o primeiro método específico para violino escrito de uma forma lúdica e bastante generalista, mas direcionada tanto para amadores como para especialistas. Este manual, aborda as questões mais básicas da técnica instrumental

violinística, como se pode constatar no exemplo seguinte, transcrito da sua obra e que revela uma opinião contrária às abordagens italianas sobre a postura:

“Como eu não tenho o hábito de segurar o violino debaixo do queixo, nem tão pouco de o segurar tão em baixo na cintura, que é uma forma vulgar de imitar os italianos, que não consideram a natureza da música que tocam; mas as composições inglesas que geralmente são imbuídas de um ar feliz e leve, a melhor forma de se segurar o instrumento será algures um pouco mais alto que o peito.” (Lenton, 1693) - (tradução livre)¹³.

Para além de uma introdução de 13 páginas de texto, o documento contém 28 peças para violino e baixo contínuo e para dois violinos de alguma simplicidade.

Uma cópia deste manual foi encontrada na biblioteca pública de Cardiff em 1982.

Francesco Geminiani¹⁴ vs Peter Prellieur - The art of playing on the violin

Também em Londres e alguns anos mais tarde foi escrito um dos métodos por diversos motivos considerado dos mais revolucionários e inovadores para a época em questão, por um violinista italiano Francesco Geminiani intitulado de *The art of playing on the violin em 1751*. (Figura 2.6)

¹³“As I would have none get a habit of holding an Instrument under the chin, so I would have them avoid placing it as low as the Girdle, which is a mongrel sort of way us'd by some in imitation of the Italians, never considering the Nature of the Musick they are to perform; but certainly for English Compositions, which generally carry a gay lively Air with them, the best way of commanding the Instrument will be to place it something higher than your Breast” (Lenton, 1693)

¹⁴ Geminiani nascido em Lucca, Itália, em 1687, foi discípulo de Alessandro Scarlatti e de Arcangelo Corelli em Roma e foi amplamente reconhecido como um violinista solista, virtuoso compositor, e professor de mérito, para além do método para violino que foi o seu terceiro trabalho e considerado até aos dias de hoje como a sua obra principal. É o documento mais completo sobre a execução ao violino ao estilo italiano e conferiu ao autor prestígio imediato, tendo sido reimpresso e traduzido para diversas línguas ainda no séc. XVIII. Escreveu ainda mais cinco tratados musicais diferentes: (Geminiani, *Rules for Playing in a True Taste*, 1748), (Geminiani, *A Treatise of Good Taste in the Art of Musick*, 1749), (Geminiani, *Guida Armonica*, 1752), (Geminiani, *The Art of Accompaniment*, 1754)e (Geminiani, *The Art of Playing the Guitar or Citra*, 1760)

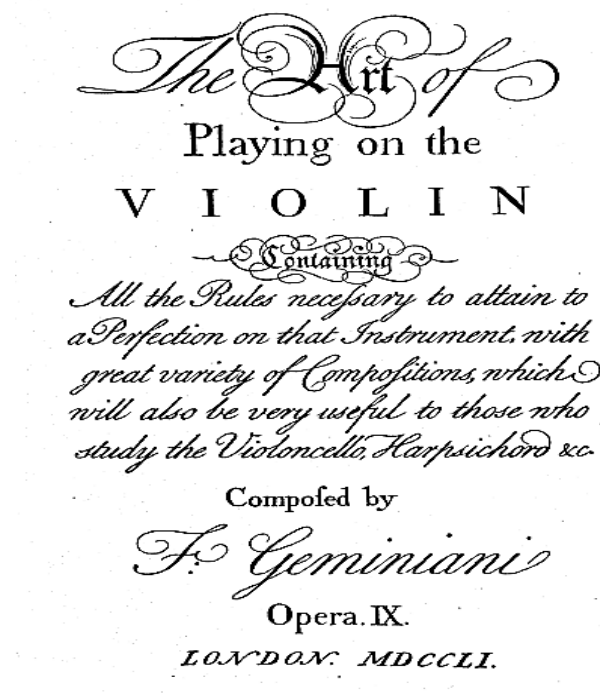


Figura 2.6 - Imagem da capa original (Geminiani, The art of playing on the violin, 1751)

O método do violino, *the Art of Playing the Violin*, foi em vários aspectos inovador, o que fez deste tratado violinístico uma obra de referência na história da música. O primeiro aspecto de grande relevância, foi o valor que Geminiani atribuiu à música instrumental, em particular ao violino. Acrescentou inovação ao nível da *performance* artística, tendo sido o primeiro autor que abordou aspectos de notação e aspectos técnicos sempre com o intuito musical de facilitar e de melhor conduzir as expressões das emoções e comunicá-las ao público. Para Boyden (Boyden, Introduction to Geminiani's *The Art of Playing on the Violin*, 1952, p. vii), o trabalho de Geminiani é especialmente importante pela insistência no papel da expressão das emoções.

No prefácio, comenta:

“A intenção da Música é não apenas agradar aos ouvidos, mas também expressar sentimentos, atingir a imaginação, afetar a mente e comandar as paixões. A arte de tocar violino consiste em proporcionar ao instrumento um tom que deve, de certo modo, igualar-se à mais perfeita voz humana, executando cada peça com exatidão, propriedade e elegância de expressão, de acordo com a verdadeira intenção da Música” (Geminiani, 1751, p. 1) - (tradução livre)

Nesta obra, propõe-se pela primeira vez o uso específico contínuo do vibrato, para o embelezamento da linha melódica. Geminiani condensou, adicionalmente, várias abordagens da escola de violino e de composição italiana consolidada por Corelli, facto que contribuiu para que o seu método se tenha tornado tão importante, sobretudo para a interpretação da música de estilo italiano, dominante na Europa no séc. XVIII. Segundo opinião de outros autores, este documento destaca-se pela descrição da técnica violinística em Itália e em Inglaterra na primeira metade do séc. XVIII (Careri, 1995, p. 178) e pela estruturação e desenvoltura do texto (Boyden, Introduction to Geminiani's The Art of Playing on the Violin, 1952, p. ix). De facto, apesar das poucas páginas dedicadas à teoria, Geminiani cobre, quase que completamente, a base técnica necessária para a solução de qualquer problema violinístico sendo a primeira obra do género deliberadamente destinada ao músico de nível avançado (Boyden, The History of Violin Playing From its Origins to 1761 and its Relationship to the Violin and Violin Music, 1990)

Na primeira edição desta obra, as primeiras nove páginas consistem em instruções para os exemplos musicais que se seguem e referem bastantes questões técnicas como a posição do violino, mudanças de posição, vibrato, ornamentação, arcadas bastante diversas, dedilhações inusitadas, o trabalho de afinação mais precisa, cordas dobradas e outros assuntos técnico-interpretativos. Seguidamente, expõe 12 composições para violino e baixo contínuo cifrado. Estas peças finais, de grande exigência técnica, abrangem uma variada gama de afetos discutida ao longo da obra, sempre relacionando artifícios técnicos com o efeito desejável no ouvinte.

Prelleur Peter

Outro método a referir foi escrito também em Londres em 1731 exatamente com o mesmo título do de Geminiani¹⁵. A autoria deste método (Figura 2.7) foi atribuída a Peter Prelleur¹⁶



Figura 2.7 - Imagem da capa original *The Art of Playing on the Violin* (Prelleur, 1731)

O seu método para violino, *The Art of Playing on the Violin* é o quinto capítulo de uma obra intitulada *The Modern Musick-Master or The Universal Musician*. Esta obra começa com indicações mais teóricas sobre técnica violinística e teoria musical e contém uma segunda parte plena de peças musicais dedicadas às diversas abordagens técnicas apresentadas de forma generalista como se pode constatar no exemplo seguinte.

“Deve-se segurar o violino com a mão esquerda a cerca de um centímetro da cabeça do violino e deixá-lo pousar entre a base do polegar e o indicador...” (Prelleur, 1731, p. 4)

¹⁵ É importante esclarecer uma curiosidade que é o facto de estes dois métodos terem o mesmo título, contudo o método de Geminiani foi escrito ou publicado 20 anos mais tarde do que o de Prelleur. Estas duas obras têm muito pouco em comum tanto na dimensão como no tratamento dos temas e na perspetiva dos diferentes assuntos.

¹⁶ Peter Prelleur, de origem francesa, nasceu em Londres em Dezembro de 1705 e faleceu na mesma cidade a 25 de junho de 1741. Era cravista, organista, escritor musical e compositor. Foi nomeado organista na Christ Church, na Spitalfields e foi um dos escritores fundadores da Real Sociedade de Músicos em 28 de Agosto de 1739

As primeiras nove páginas (da primeira edição) apresentam instruções para os exemplos musicais que se seguem e referem numerosas questões técnicas, como posição do violino, mudanças de posição, vibrato, ornamentação, arcadas e outros assuntos técnico-interpretativos. Seguidamente, expõe 12 composições para violino e baixo contínuo cifrado.

Leopold Mozart¹⁷ - Violinschule 1755

Cronologicamente, aparece uma outra obra importante, escrita por Leopold Mozart na Alemanha durante o ano de 1755 e impresso no ano seguinte.

A obra intitulada na sua versão original de “Versuch einer gründlichen Violinschule¹⁸” (Mozart, 1756) é muito provavelmente o tratado mais importante para a compreensão dos termos e diversas notações técnico-interpretativas do repertório e estilo performativo violinístico do séc. XVIII. Leopold Mozart abordou questões técnicas de uma forma bastante precisa com detalhes próprios de um discurso dedicado a um público mais avançado. Fez algumas abordagens inovadoras e de certa forma controversas. Enquanto muitas outras escolas defendiam a colocação do violino no peito, outras no ombro, mas sem colocar a cabeça sobre o violino, Leopold Mozart defendia que sem a colocação do queixo no violino era necessário maior esforço para dominar certos aspetos técnicos, mostrando claramente uma preferência pelo auxílio da cabeça no suporte da posição do violino.

Apesar do texto não ser extenso, apoia-se em inúmeros exemplos de exercícios e peças. Uma outra inovação que trouxe, foi o facto de descrever a colocação da mão direita no arco baseada no novo modelo de Tourte¹⁹ mas também aborda relativamente à mão esquerda a meia-posição com versões de dedilhações avançadas para a época.

É também o primeiro trabalho com uma explicação mais ou menos detalhada sobre a montagem do violino, colocação do cavalete, da alma e das cordas de diferentes grossuras para além de expor os diferentes cordofones friccionados mais usuais da época como o

¹⁷ Leopold foi um eminente compositor e pai de Wolfgang Amadeus Mozart, para além de notável violinista, organista, regente e um pedagogo reconhecido, tendo-lhe sido atribuído um bacharelato em Filosofia

¹⁸ Tratado sobre os princípios fundamentais para tocar violino

¹⁹ François Xavier Tourte (1747 – 1835) foi um archetier francês que realizou inúmeras contribuições para o desenvolvimento do arco de instrumentos de corda friccionado e é considerado uma das personalidades mais importantes no desenvolvimento do arco moderno.

Violino, *Pochetes*, Violino piccolo, Viola da gamba, Violoncelo de 5 cordas, contrabaixo, Violeta inglesa, Viola d'amor, *Bassel ou Basete*.

Um outro aspeto relevante é a grande sensibilidade, experiência e vocação pedagógica demonstrada, tal como refere Ruth Halliwell:

“O trabalho juntamente com a correspondência (de Leopold com Lotter o impressor da obra) mostra que Leopold sabia exatamente o que queria e que tinha fortes opiniões em como os alunos deveriam ser ensinados a tocar violino, e que ele tinha pensado como apresentar as temáticas da forma mais clara possível... e que ele estava preparado para colocar todo o trabalho e esforço necessário para que os detalhes fossem conseguidos na perfeição.” (Halliwell, 1998, p. 23) - (tradução livre²⁰)

Um pouco à semelhança de Geminiani, Leopold defende que os aspetos técnicos devem estar intimamente relacionados com o *Affekt*, ou a emoção, dando particular atenção à escolha da dedilhação e do arco, de forma a facilitar da maneira mais eficiente possível a demonstração de uma dada emoção. O autor vai até mais longe ainda defendendo que a literatura, e em especial a poesia eram absolutamente indispensáveis para um estilo mais cantabile e a chave para um bom fraseamento em música.

Em resumo, este método de Leopold Mozart *Violinschule* (Mozart, 1756) é um tratado histórico na perspetiva da história da música e da *performance* violinística do séc. XVIII pois é um guia extremamente elucidativo das práticas performativas e dos vários contextos culturais europeus e é o método mais representativo antes de Wolfgang Amadeus Mozart, o que o torna num guia interpretativo, técnico, composicional, estético e pedagógico muito valioso. (Halliwell, 1998, p. 23)

²⁰ "The work, together with [Leopold's] correspondence about it [with printer Lotter], shows that Leopold knew exactly what he wanted to do, that he had strong opinions on how pupils should be taught to play the violin, that he had thought out how to present his material in the clearest possible way, ... and that he was prepared to put in all the necessary work to get the details just right " (Halliwell, 1998, p. 23)

Bailot, Rode²¹, Kreutzer²² sobre Viotti – Méthode de violon 1803

Um outro método de referência é o *Méthode de violon*, escrito por Rodolphe Kreutzer (1766 - 1831), Pierre Rode (1774 - 1830), e Pierre Marie François de Sales Baillot (1771 - 1842), (Baillot, Kreutzer, & Rode, 1803), fortemente inspirado em Giovanni Battista Viotti. Foi a materialização de uma energia profundamente revolucionária patente em França entre 1789 – 1799, época em que se despoletou uma intensa agitação social política e cultural e que também se estendeu à música e neste caso particular, ao violino. Este método marca uma viragem em quase todos os aspetos performativos e pedagógicos, mostrando uma mudança e inovação no próprio arco e violino, que se traduziu naturalmente numa *performance* diferente, e na liberalização e homogeneização do ensino.

Esta radicalização personificou-se num violinista italiano excepcional que foi Giovanni Battista Viotti, discípulo de Gaetano Pugnani (1731 – 1798) especialmente num momento da história que terá marcado Paris e o mundo num *debut* de Viotti nos *Concert spiritueles*²³ a 17 de março de 1783, considerado por vários autores como um momento de viragem na história do violino.

²¹ Pierre Rode (1774-1830)

Este violinista distinguiu-se dos outros dois por ser o único professor do Conservatório de Paris, que foi aluno direto de Viotti. Viajou intensamente, percorrendo a Europa e a Rússia, tendo sido o violinista do Czar em S.Petesburgo de 1804 a 1808, o que lhe deu uma segurança financeira para o resto da vida. Tocou essencialmente concertos do seu professor Viotti e as suas próprias composições. Foi professor do Conservatório de Paris com apenas 22 anos e amigo próximo de Pierre Baillot.

Contudo foi amplamente criticado por Louis Spohr (1784 - 1859), que o considerava “frio e cheio de maneirismos”. (Spohr L. , 1852)

²² Rodolphe Kreutzer (1766-1831)

Foi músico, compositor e violinista nascido Versailles, considerado um virtuoso, realizou várias tournées por toda a Europa. Depois de problemas médicos consecutivos com o seu braço, ficou impedido de se dedicar à *performance* e à pedagogia, tendo-se dedicado à direção orquestral, tanto como Mestre Capela do Rei, como na direção da Ópera onde se tornou diretor em 1824.

Um dos momentos de viragem da sua atividade performativa foi quando conheceu Viotti, tendo mudado a sua abordagem técnico-violínica e tendo a partir de então interpretado as suas composições ao seu estilo.

²³ *Concert spiritueles* - concertos durante o período festivo da Páscoa ou outros feriados sagrados

Viotti destacou-se de forma extraordinária, por ter apresentado uma *performance* nunca assistida até então, descrita como, plena de fogo e audácia.²⁴ (Baillot, Kreutzer, & Rode, 1803)

As características da sua *performance* deveram-se não só ao arco que usava e à técnica inovadora do mesmo, ou até mesmo às modificações significativas do seu *Stradivarius*, mas também à técnica evoluída que para além de grande virtuosismo revelava uma sonoridade muito vocal e melodiosa, imitando as inflexões vocais do canto que preconizavam a sensibilidade romântica.

O impacto violinístico foi de tal ordem marcante, que o Conservatório de Paris decidiu materializar esta nova abordagem performativa num método que foi compilado por grandes admiradores e seguidores de Viotti, professores do conservatório, tais como Pierre Rode. Este método foi, por várias décadas, o livro pedagógico oficial usado pelo conservatório e pode considerar-se que Viotti foi a pedra basilar da escola francesa de violino e o pai da escola moderna deste instrumento.

O objetivo do conservatório era produzir músicos de orquestra que fossem capazes de tocar de uma forma o mais homogênea possível usando todos o mesmo arco, o modelo Tourte e os modelos de violino remodelados ao estilo de Viotti. Isto levou a orquestra do conservatório a um nível de grande excelência, tendo feito a primeira apresentação da sinfonia nº1 de Beethoven em 1807, aliás a primeira apresentação em Paris de uma obra orquestral de Beethoven.

Este novo método, compilou as técnicas performativas num violino remodelado, com um braço maior, uma corda vibrante de maior comprimento, e uma angulação do braço mais acentuado de forma a ter mais potência e projeção sonora. O arco sofreu uma revolução considerável e Viotti desenvolveu este novo modelo de arco juntamente com o *archetier* François Xavier Tourte. Estes arcos ainda hoje são arcos de enorme procura e do mais alto valor comercial. Relativamente ao arco anterior convencional usado antes de Viotti, a curvatura da vara era no sentido oposto, portanto virado para as cerdas, levava mais crinas, tinha um anel para dispersar as crinas por uma largura maior e era um arco mais longo.

²⁴ “His playing style was described as “plein de feu, plein d’audace pathétique [et] sublime.” (Baillot, Kreutzer, & Rode, 1803)

Apresenta-se em seguida a sequência da evolução dos arcos desde a origem do violino, como o de Corelli muito arqueado, seguido do arco de Tartini sucessor de Corelli, que é um pouco mais longo e com a cabeça ligeiramente mais alta, seguido do arco de Cramer de Manheim que foi adotado pela maioria dos artistas e amadores, e a última evolução, ainda em uso nos dias de hoje, o arco de Viotti. (Figura 2.8)

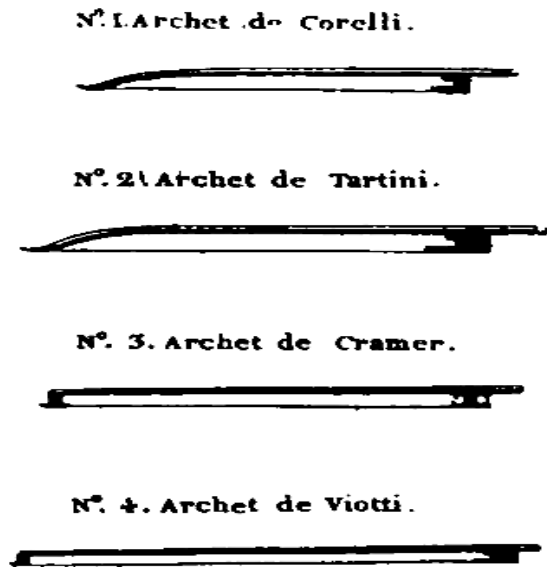


Figura 2.8 - Representação da sequência evolutiva dos arcos de violino (Adaptação de The Art of Playing on the Violin, (Prellieur, 1731, p. 5)

Baillot escreveu o seu próprio método intitulado de “*L’art du Violon. Nouvelle méthode dédiée à ses élèves*” (Baillot P. , 1834), baseado em grande parte no método encomendado pelo conservatório de Paris escrito quase trinta anos depois.

Relativamente ao método de violino compilado pelos três eminentes professores do conservatório de Paris, *Méthode de Violon*, este veio implementar uma nova escola violinística por dois grandes motivos: i) teve um carácter profundamente inovador, tanto nas técnicas como no equipamento usado e ii) trouxe uma nova abordagem estética com uma nova forma e estilo interpretativo, corrigindo práticas antigas. Estas profundas mudanças de paradigmas influenciarão fortemente a pedagogia e a *performance* violinística nas décadas seguintes. (Goldberg, 1993)

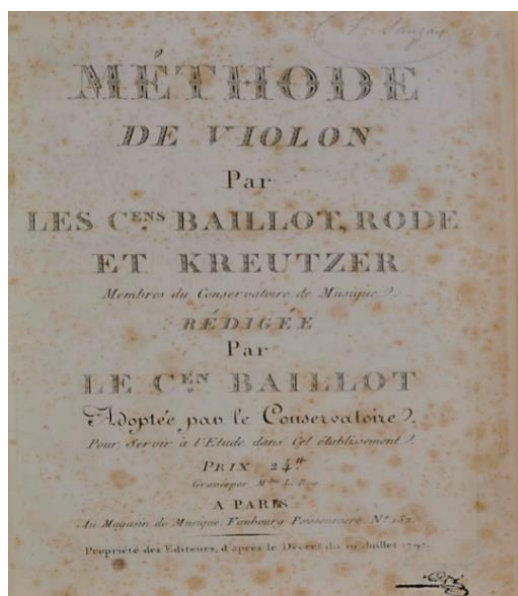


Figura 2.9 - Imagem da capa original do método oficial do conservatório de Paris, Méthode de violon (Baillot, Kreutzer, & Rode, 1803)

Começa com uma introdução bastante inspiradora, elevando o violino aos píncaros da expressividade e potencialidade sonora:

“A qualidade do som do violino, que combina doçura e brilho, dá-lhe poder e proeminência sobre todos os outros instrumentos, e da sua misteriosa capacidade de suster o som, de infletir, de modificar o som, de expressar a paixão e de acompanhar as várias emoções da alma, obtém a honra de rivalizar com a voz humana” (Baillot, Kreutzer, & Rode, 1803, p. 7) – (tradução livre)

Este método tem duas grandes secções: i) a primeira é relativa à técnica, onde se dá indicações muito precisas sobre questões de execução e realização técnica acompanhado de excertos musicais e de diagramas; ii) a segunda parte é mais curta e relativa a questões de expressão e de interpretação, dando exemplos de várias obras centrais do repertório da altura.

Relativamente ao tema mais específico da mão e do braço esquerdo, central no presente trabalho, a descrição é detalhada e abordada no artigo II da obra.

“A parte inferior do polegar e a terceira articulação do indicador, devem segurar o violino, e não se deve apertar com muita força, e somente de forma a prevenir de tocar com a parte da mão que une o polegar ao indicador.

É importante (esta parte) estar longe do braço, mas sem endurecer o pulso e a palma da mão, para que os dedos possam cair a prumo sobre as cordas.

O braço deve estar numa posição natural de maneira a que o cotovelo esteja verticalmente debaixo do meio do violino.” (Baillot P. , 1834 , p. 10) (tradução livre)

Como se pode constatar, existe uma referência às posições anatómicas, não abordando, porém, as questões das dinâmicas do funcionamento mecânico do braço e mão esquerda, em execuções mais complexas, como diferentes posições ou intervalos mais alargados. Não aborda a posição da mão nas diferentes cordas, nem analisa diferentes angulações e alturas possíveis.

C. A. Bériot²⁵ - Méthode de violon 1858

Foi um violinista influente, pois desenvolveu uma nova corrente técnica e estilística denominada de escola franco-belga. Esta escola é conhecida por um estilo performativo mais elegante e leve com recorrência a arcadas mais *staccato*, e *staccatos* volantes, em oposição com uma preferência por arcos mais pesantes e uma exposição sonora mais massiva da escola alemã.

²⁵ Charles-Auguste de Bériot foi um pedagogo e violinista belga que nasceu em Leuven no início do séc. XVIII, em 1802. Foi aluno de Giovanni Viotti e foi encorajado por este a estudar com Baillot, apesar de não ter seguido os seus ensinamentos. Foi, no entanto, muito influenciado por Paganini. Foi músico da corte de Charles X de França e do rei William I da Holanda, e professor do Conservatório Superior de Bruxelas de 1843 até 1852.

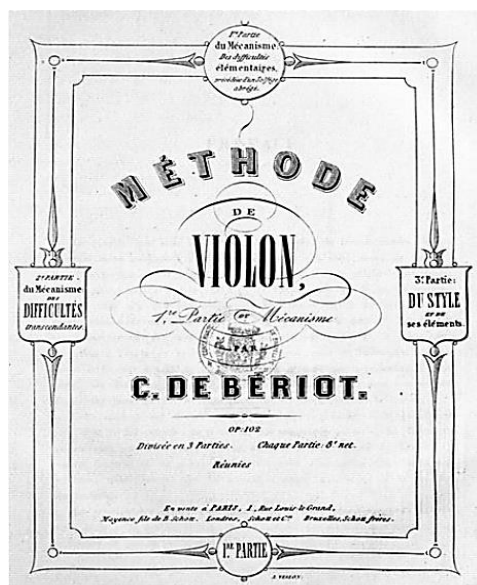


Figura 2.10 - Imagem da capa original do método de Bériot - *Méthode de violon* 1858 (Bériot, 1858)

O seu método de violino. *Méthode de Violon* op.102, foi publicado em Paris. (Bériot, 1858) Foi um método verdadeiramente inovador num aspeto bastante particular e que iria mudar a forma como se percecionava a sonoridade e técnica interpretativa violinística.

O seu método focou-se em imitar o *bel canto*, talvez por influência da sua esposa, a mezzo-soprano Maria Malibran, imitando os acentos da voz humana. Expôs uma técnica bastante avançada digna de um virtuoso. O seu método apresenta exercícios e abordagens muito específicas para a mão esquerda e mão direita, bastante reveladoras e ousadas para a época.

Relativamente à mão direita, referiu que “ordem, luz e sombra, a pronuncia do arco, a sua pontuação, a appoggiatura, os sons vibrantes, acentos e gradações” (Bériot, 1858, p. i)(tradução livre)²⁶ são, segundo Bériot os elementos mais importantes deste novo estilo.

Bériot defendeu que, para imitar a voz humana o violinista deve ter diferentes formas de pontuação, de forma a salientar as consoantes, as palavras e as sílabas de acordo com um determinado texto e expressão específica da música. Estabelece consistentemente uma analogia entre a respiração de uma cantora e o arco de um violinista, usando maioritariamente os arcos para baixo de forma a marcar as sílabas fortes e os arcos para cima as sílabas mais fracas.

²⁶ ‘Order, light and shade, the pronunciation of the bow, its punctuation, its phrasing, the appoggiatura, the vibrating sounds, accent, and gradation’.

Bériot, logo no início do método, escreve uma frase que de certa forma resume o seu trabalho:

“O prestigiante resultado de tocar com uma técnica prodigiosa é, quase sempre adquirida por uma sonoridade bonita, afinação perfeita, precisão rítmica e pureza de estilo. Contudo o trabalho excessivo que exige para ultrapassar tais dificuldades é o suficiente para desencorajar muitos iniciantes.” (Bériot, 1858, p. ii)

Bériot discute frequentemente estes tópicos com exemplos musicais de arranjos de árias de ópera, complementados com os seus textos e elaborando comparações com diferentes interpretações de cantores.

Relativamente ao trabalho da mão esquerda, ele advoga dois princípios revolucionários que se prendem com o uso de diversos *portamentos*²⁷ e diferentes formas de vibrato. Bériot considera que o portamento é um elemento essencial para se realizar o efeito de *cantabile*. Distingue, três tipos de *portamentos*: um *portamento* leve e rápido para passagens cheias de vivacidade e energia que aporta um carácter gracioso e subtil; um *portamento* doce e gentil para passagens com um carácter mais generoso e terno; e por fim um portamento mais arrastado e lento para passagens mais lamentosas e sofridas.

Relativamente ao vibrato, encoraja o violinista a usar o *vibrato* em passagens em que a carga dramática o exige “*When the dramatic action compels it*”, pois o vibrato é o indicador das emoções da alma “*Indicates the emotion of the soul*” (Bériot, 1858).

Em relação ao uso do *vibrato* refere também três tipos de *vibrato*, como suave, médio e forte, que o demonstra pelo uso de indicações dinâmicas, contudo sem se referir tanto à velocidade ou amplitude do *vibrato*.

Tecnicamente Bériot também introduz novas abordagens bastante avançadas no seu método, como *pizzicatos* de mão esquerda, harmónicos artificiais e naturais tanto com notas simples como em cordas dobradas, escalas cromáticas com dedilhações de dedos repetidos, mas também introduz o “*preluding*” que é uma espécie de improvisação que antecede as peças, e desta forma valoriza a importância da composição e da improvisação num violinista.

²⁷ Portamento – Palavra de origem italiana que significa um deslizamento de uma nota para outra no canto ou num instrumento de cordas friccionadas.

Estes princípios técnico-interpretativos foram perpetuados por vários dos seus alunos, como Ferdinand David e Joseph Joachim que usou muitos dos seus preceitos no seu próprio método co-escrito com o seu discípulo Andreas Moser, em *Violinschule* (1905).

Bériot apresenta algumas questões de dificuldade técnica através de alguns esquiços desenhados manualmente e de uma pequena descrição sobre os mesmos.

Relativamente à mão esquerda e a sua posição em relação ao braço do violino adianta umas imagens com algumas indicações como se pode ver na Figura 2.11.

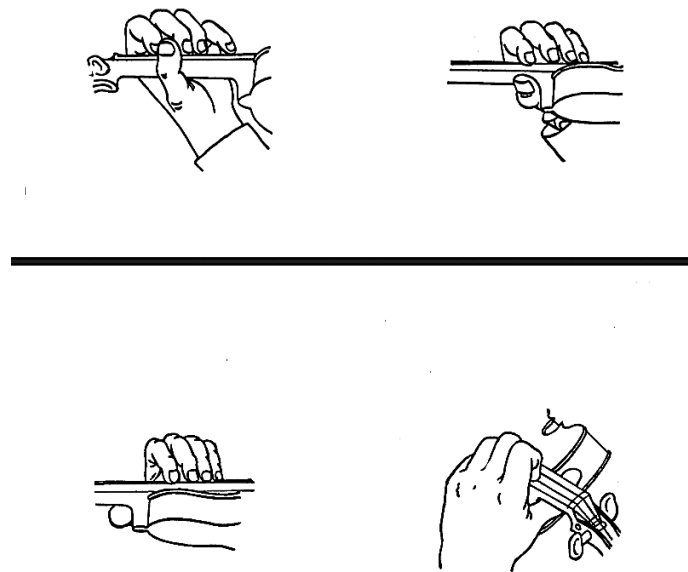


Figura 2.11 – representação das várias posições da mão esquerda segundo (Bériot, 1858, p. 4)

Contudo não dá indicações muito precisas sobre como trabalhar a afinação e como fazer deste tema tão importante um trabalho mais consistente, organizado e fundamentado no funcionamento biomecânico.

Joseph Joachim²⁸ and J. Moser - violinschule1905

Foi reconhecido como um dos maiores intérpretes dos 3 Bês, Bach, Beethoven e Brahms e também de outros compositores como Mozart, Mendelssohn, Schumann, Spohr, Viotti e Bruch.

Joaquim subordinou a técnica aos valores estéticos, e trouxe uma reforma no repertório desviando-o do espetacular e dos efeitos fáceis. Entendia a música como uma religião, capaz de expressar e enaltecer o mais nobre da alma do homem. No seu próprio método Joaquim e Moser elaboraram um compêndio de abordagens técnico-interpretativas por forma a melhor servir a música genuína. Ambos defendiam que a arte deveria ser “para a Bondade, para a Verdade e para a Beleza” (Joaquim & Moser, 1905, p. 4)(tradução livre)²⁹.

Isto é perfeitamente demonstrado no prólogo escrito por estes mesmo dois autores.

“Não é o nosso objetivo atingir os patamares de um virtuoso, mas antes conseguir o patamar de um músico, que faz com que o seu conhecimento técnico seja subserviente de meios artísticos.

Passo a passo iremos conduzir o aluno ao ponto em que o trabalho mecânico da *performance* termina e começa o trabalho artístico” (Joaquim & Moser, 1905, p. 3).

No seu método *Violinschule*, Joaquim e o seu assistente rejeitam a proposta de Geminiani de colocar a mão esquerda no violino chamada de ‘*Geminiani grip*’. Também atribuem importância significativa às escalas no desenvolvimento da técnica da mão esquerda e da mão direita. Destacam o estudo das escalas menores melódicas, defendem uma economia de movimentos da mão esquerda, em especial das mudanças de posição, de forma a conseguir uma afinação mais perfeita e pura, dando preferência à terceira posição em desfavor da segunda e das meias posições e uma grande importância ao polegar que controla com maior destreza as mudanças de posição. Aconselham o uso dos *portamentos*

²⁸ Joseph Joachim, nasceu a 28 de junho de 1831 em Kitsee no império austro-Húngaro e morreu a 15 de agosto de 1907 em Berlim na Alemanha. Em 1868 tornou-se diretor da escola superior Hochschule für Ausübende Tonkunst em Berlim, onde obteve reputação de excelente professor o que atraiu alunos de toda a Europa. Foi dedicatário do concerto de violino de Brahms de quem foi amigo íntimo e da Fantasia para violino e orquestra de Schumann.

²⁹“In the second he achieved the great Central European trifecta as artist in a culture that chiseled “To the Good, True and Beautiful” on public buildings”.

que começavam a ser bastante comuns na altura para imitar a voz humana num canto expressivo (Courvoisier, 2006).

Uma das abordagens mais interessantes foi a introdução de músicas populares para despertar no iniciante a sensibilidade para a música.

Transcrevem-se em seguida (na língua original e traduzida) algumas indicações teóricas mais específicas do funcionamento da mão esquerda e prescritas pelos autores, mas descritas de forma vaga e sem qualquer justificação científica ou mecânica.

As imagens que complementam e dão apoio a este tipo de indicações técnicas são apresentadas na Figura 2.12.

The left hand and the function of the fingers on the fingerboard.

1. The necessary horizontal position of the violin having been attained by the use of a pad or a chin-rest, the neck of the instrument should be lightly placed between the first finger and thumb of the left hand. Under no condition, however, must the neck be allowed to touch the loose skin which connects the first finger and the thumb; on the contrary, a space must remain through which a pencil can be quite comfortably passed

6. A cramped position of the hand, in which the fingers are drawn in towards the ball of the palm, is to be strictly avoided; in fact, the fingers should be held like little hammers ready to fall over the strings.

7. The hand must be held absolutely still, the finger-action proceeding only from the roots and joints of the fingers. The falling of the fingers in correct position on the strings must not be accompanied by a convulsive pressure of the hand, or by the pressing of

*9. As a result of the correct position of the left arm, and of the fingers when on the board, the back of the hand should be in a straight line with the forearm; the wrist, therefore, when in the first position, must be turned neither in nor out. The rest may be learned from the illustrations.**

A mão esquerda e o funcionamento dos dedos no ponto

1. A necessária posição horizontal do violino tendo como suporte uma almofada ou uma queixeira, o braço do instrumento deve ser colocado entre o primeiro dedo e o polegar da mão esquerda. Sob nenhuma condição o braço do violino deverá tocar na pele solta que liga o primeiro dedo e o polegar. Muito pelo contrário um espaço deve ser mantido em que um lápis possa passar confortavelmente.

6. A posição apertada da mão na qual os dedos são direcionados para o centro da palma, é importante ser evitada a todo o custo; de facto, os dedos devem ser mantidos como pequenos martelos prontos a cair sobre a corda.

7. A mão deve ser mantida absolutamente quieta, e a acómodos dedos deve proceder da raiz e da articulação dos dedos. A queda dos dedos na posição correta na corda não deve ser acompanhada por uma pressão convulsiva da mão, ou pressionando o polegar no sentido oposto do braço do violino.

9. Como resultado de uma posição correta do braço esquerdo, e dos dedos quando estão no braço do violino, a parte de trás da mão deve estar numa linha reta com o antebraço. O pulso, portanto, quando na primeira posição, não deve estar virado nem para dentro nem para fora, o resto pode ser aprendido através das ilustrações.

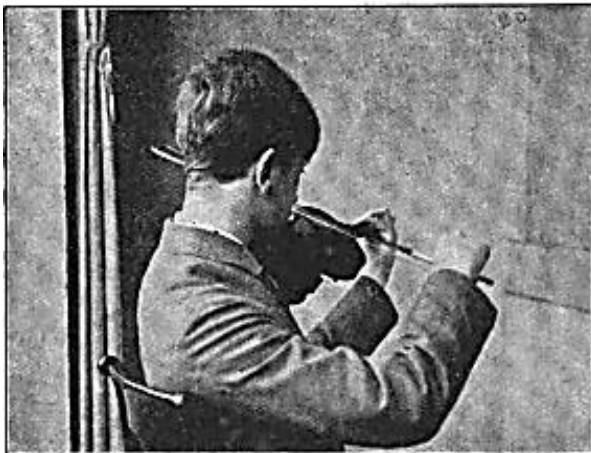
tradução livre (Joaquim & Moser, 1905, p. 15)



An den Körper geschmiegtter Oberarm beim Spiel auf der E-Saite.
The upper-arm gently touching the body in playing on the E-string.
Le bras appuyé contre le corps en jouant la corde de mi.



Normalstellung der linken Hand in der ersten Lage.
Normal position of the left hand in the first position.
Pose normale de la main gauche en 1^{re} position.



Stellung des Oberarms beim Spiel auf der G-Saite.
Position of the upper-arm in playing on the G-string.
Pose du bras en jouant la corde de sol.



Stellung des Daumens als Vorbereitung zum Lagenwechsel.
Attitude of the thumb; preparatory to changing position.
Pose du pouce dans la préparation du changement de position.

Figura 2.12 - Imagens da mão e braço esquerdo em diversas posições (Joaquim & Moser, 1905, p. 16)

Leopold Auer³⁰ - Violin playing as I teach it 1921

A importância indiscutível de Auer no ensino da música foi demonstrada num estudo doutoral realizado por Koloski (*The teaching and influence of Leopold Auer, 1977*)

O seu livro - *Violin Playing as I Teach It* (Auer L. , 1921) foi publicado durante as últimas décadas da sua carreira como pedagogo que juntou a 49 anos no conservatório Imperial de Moscovo onde substituiu Henri Wieniawski, 3 anos na Julliard School em Nova York. Depois da publicação do seu livro, Auer foi para o Curtis Institute of Music em Filadélfia onde passou os seus últimos anos de vida.

No seu livro, Auer não quis fazer uma abordagem exaustiva sobre a técnica e questões relacionadas com a anatomia do movimento para explicar algumas questões de ordem mecânica. Tal como enuncia no seu livro “Eles (os vários métodos existentes) estenderam a teoria da *performance* violinística para incluir a análise cuidada do elemento físico da arte, tratando o tema de um ponto de vista físico, e apoiando as suas deduções com tabelas anatómicas mostrando, ao mais ínfimo detalhe, a estrutura da mão e do braço...Que mais poderia ser feito para guiar os alunos e facilitar a sua tarefa?” (tradução livre) (Auer L. , 1921, p. 9).³¹

Um pouco à semelhança do seu professor Joseph Joaquim, pretendeu explicar a arte de tocar violino com base na sua experiência, de 60 anos de carreira como intérprete e como

³⁰ Leopold Auer foi, juntamente com Flesch e Galamian, considerado um dos grandes pedagogos do séc. XX (Arney, 2006). Auer nasceu na Hungria a 7 de junho de 1845, estudou com Ridley Kohné e com Jacob Dont em Viena onde também frequentou as aulas de quarteto com Joseph Hillmesberger. (Kosloski, 1977). Auer passou alguns anos (1863-1865) em Berlim como aluno de Joseph Joaquim, marcantes no seu percurso artístico “Joaquim foi uma inspiração para mim e abriu-me os horizontes de uma arte maior para a qual até então eu vivia em ignorância. Com ele eu trabalhei não somente com as minhas mãos, mas com a minha cabeça também, estudando as partituras dos grandes mestres, esforçando-me por penetrar no mais íntimo de cada obra... Eu (também) tocava muita música de câmara com os meus colegas de então.” (Auer L. , 1921, p. 5). (tradução livre)³⁰

Em 1868 e até 1917, Leopold Auer tornou-se professor em S. Petersburgo seguindo-se Vieuxtemps e de Wieniawski e com uma admiração grande por parte do compositor Piotr Ilich Tchaikovsky. Foi aqui que preparou grandes solistas a nível internacional como Jacha Heifetz, Misha, Elman, Efrehem, Zimbalist, Nathan, Milstein, Georges, Boulanger, Benno, Rabinof, Kathleen Parlow, Julia Klumke e até Clara Rockmore, uma figura eminente no teremin.

³¹“They have extended this theory of violin playing to include a careful analysis of the physical elements of the art, treating their subject from the physical point of view, and supporting their deductions by anatomical tables showing, to the very least detail, structure of the hand and arm... What more could be done to guide the pupil and facilitate his task?” (Auer, 1921:9).

professor. “os resultados da minha experiência... foram verificados por anos de experimentação e de observação” (tradução livre) (Auer L. , 1921, p. 7)³²

Um dos capítulos que melhor traduz esta observação não técnica e profundamente empírica, refere-se à produção sonora, defendendo que a produção de um bom som nada tem a ver com o violino, ou arco ou cerdas ou o tipo de resina ou mudança de posição ou dedos, “tudo isto significa nada, absolutamente nada” (Auer L. , 1923)³³. Para se obter um bom som, é necessário despender o tempo necessário envolvendo inteligência e sensibilidade em todos os aspetos relacionados, e uma grande concentração mental e espiritual.

No documento, os aspetos técnicos são escassos e bastante generalizados. O autor, em relação à posição do violino, refere apenas como segurá-lo o mais alto possível sem tocar no ombro e sem recorrer sequer ao uso da almofada, pois qualquer contacto com a parte inferior do violino servirá de surdina e amortecerá o som. Quanto à colocação do polegar, sugere que deve estar ligeiramente á frente do segundo dedo na nota fá natural, na corda ré e seguidamente recomenda exercícios para fortalecimento dos dedos da mão esquerda. (Auer L. , 1921, p. 10)

A secção mais extensa do livro descreve uma técnica de mão esquerda que inclui mudanças de posição, a pressão dos dedos na corda, portamentos, vibrato, dedilhações, várias escalas e arpejos, cordas dobradas, harmónicos, mas, de uma forma ligeira e não demasiadamente detalhada. Os capítulos seguintes abordam a experiência do mestre Auer sobre a frase e o estilo e os problemas psicológicos e físicos que afetam o *performer* tal como o medo do palco. Auer termina o seu livro com dois capítulos relativos ao repertório dedicado a violinistas artistas e outro a professores e a alunos.

Para Auer, o sucesso violinístico resulta de fatores como a capacidade para um trabalho de concentração prolongado, uma grande sensibilidade auditiva, uma capacidade adaptativa dos músculos dos dedos, mãos e braços, elasticidade e força digital, um bom sentido rítmico, boa saúde física e mental. (Auer L. , 1921)

³²“all the outcome of my experience... have all been verified by years of experiment and observation” (Auer, 1921:7).

³³“All this really signify nothing, absolutely nothing”

Carl Flesch:³⁴ The art of violin playing 1937

Carl Flesch escreveu dois livros ou métodos de grande relevo no panorama violinístico: o primeiro - *The Art of Violin Playing: Book One* (Flesch C. , 1930) e o segundo *The Art of Violin Playing: Book Two* (Flesch, 1939).

O primeiro documento é relativo à técnica violinística em geral e dedicado a todo o violinista e pedagogo interessado em compreender detalhadamente aspetos técnicos básicos.

Tal como o próprio autor introduz, numa primeira parte, abordam-se aspetos anatómicos do braço esquerdo, a afinação, movimentação básica da mão esquerda, mudanças de corda, mudanças de posição, vibrato e as formas básicas da mão esquerda. Referem-se igualmente questões da mão direita que incluem posição da mão no arco, o uso do arco, mudanças de corda, divisão e distribuição do arco, várias técnicas de arco como *spiccato*, *detaché*, *martellé*, etc., e uma discussão sobre a produção do som com especial enfoque no ponto de contacto, dinâmicas, estudo sobre tonalidades sonoras e o som como meio de expressão.

Na segunda parte deste método explica a aplicação da técnica em quatro segmentos:

- i) estudo da técnica com pequenos exemplos e escalas, estudos diários e material de estudo para melhorar a técnica de uma forma específica;
- ii) a aplicação desta técnica no estudo de obras, em que se abordam questões de dedilhação sobre o prisma técnico como meio de expressão e produção de cores sonoras com indicações sobre possíveis arcadas;
- iii e iv) discussão sobre a prática diária como forma de aprendizagem e um pequeno apontamento sobre memória musical.

³⁴ Carl Flesch (1873-1944) nasceu na Hungria e teve um percurso académico que passou pelos conservatórios de Viena e de Paris tendo obtido a sua graduação neste último. Trabalhou vários anos em Berlim como professor (considerado de mérito), no Curtis Institute em Filadelfia e novamente em Berlim lecionando na *Musikhochschule* Berlim. São indiscutíveis os resultados que teve como pedagogo, especialmente com os solistas e músicos que formou como Henryk Szerying, Eric Rosenblith, Ida Haendel, Ginette Neveu, Max Rostal, Boris Swartz, and Roman Totenberg, Joseph Hassid.

Sobre o seu primeiro método de violino dedicado à técnica, Flesh escreve o seguinte, resumindo o objetivo central deste método:

“...uma técnica completa significa produzir todas as notas de uma forma limpa, com boa qualidade sonora, com as dinâmicas pretendidas, e com o ritmo correto. Qualquer atalho será, sem qualquer exceção, um infringimento desta lei fundamental. Este é o objetivo que tentamos alcançar com este estudo da técnica violinística” (Flesch C. , 1930). (tradução livre) ³⁵

O segundo livro (Flesch, 1939) foi essencialmente o resultado da sua intensa atividade como concertista e como professor. Carl Flesh dá maior ênfase ao lado psicológico explicando o violinista como intérprete da música com a responsabilidade de agradar à audiência, mas também de se manter fiel às intenções do compositor.

No primeiro livro, aborda a mobilidade do polegar da mão esquerda apresentando alguns exercícios específicos. Refere igualmente a extensão do primeiro dedo com exercícios e recomendações de como descansar para restabelecer a corrente sanguínea sem repetir demasiado os exercícios, devido à grande tensão muscular com que são executados. O texto descreve igualmente o movimento do pulso e do cotovelo na mudança de posição da primeira para a oitava posição com indicação de alguns exercícios exemplificados na Fig. 2.13:

and (without leaving the strings) slide to: | *gleite (ohne die Finger von den Saiten zu haben) bis zu folgendem Accord:* | glissez (sans quitter les cordes) jusqu'à

Figura 2.13 - Indicação de alguns exercícios de mão esquerda (Flesch, The art of violin playing. Artistic realization & instruction, 1930)

³⁵ “... a complete technique would mean the ability to produce all musical notes cleanly, with beautiful tone quality, with required dynamic, and in the correct rhythm. Any technical short coming will, without exception, be an infringement of this fundamental rule. This is the ideal which we are pursuing by our study of violinist technique” (Flesch, 2000, p. 1).

O autor descreve ainda a independência de movimentos laterais dos dedos da mão esquerda nas diferentes cordas, como ficar com três dos dedos na corda mi e o dedo restante mover-se da corda mi para a sol e retornar rapidamente. Não se aborda, no entanto, a mecânica funcional da mão, relacionando-a com as mudanças de posição, ou com os intervalos alargados.

Ivan Galamian:³⁶ Principles of violin: playing & teaching 1962

O seu método *Principles of violin: playing & teaching* (1962) demorou cerca de dez anos a ser escrito e inclui uma análise de sete anos de aulas intensivas. Na sua segunda edição, a primeira parte é dividida em quatro secções: técnica e interpretação, a mão esquerda, a mão direita e o estudo diário. No final, tem uma pequena secção dedicada aos professores. No capítulo da técnica e interpretação aborda três subtemas: o fator físico que inclui o aspeto anatómico e o fisiológico, o facto mental e o facto estético-emocional.

Relativamente à mão esquerda, aborda o vibrato e os vários tipos de dedilhações, a postura corporal na *performance*, a melhor forma de segurar o violino, o funcionamento do braço e do punho, a posição da mão e do braço esquerdo em geral, com especial enfoque na afinação. No capítulo dedicado à mão direita faz uma discussão dos princípios fundamentais do funcionamento do braço direito que incluem o modo de segurar o arco, os dedos, mão e o pulso, o funcionamento em *spiccato* e em *legatto*. O autor acrescenta ainda uma discussão sobre a produção do som, padrões de arcadas específicas e problemas específicos em arcadas.

Na secção dedicada ao estudo diário, trata tópicos como a consciência mental durante o estudo, objetivos bem delineados, audição, crítica, e exercícios básicos. O autor consagra ainda uma pequena secção final aos pedagogos descrevendo como lidar com dificuldades técnicas, como analisar a personalidade de um aluno de forma a fazer a abordagem mais eficiente, como deve ser feito o encorajamento e a construção de confiança do aluno,

³⁶ Ivan Galamian foi um dos pedagogos mais notáveis do séc. XX tendo sido professor de grandes solistas de renome mundial como Michael Rabin, Erick Friedman, Itzhak Perlman, Eugene Fodor, David Cerone e Pinchas Zuckerman. (Arney, 2006) Nasceu na Arménia em 1903 e emigrou para Nova York em 1937, formou a *Meadowmount Summer Violin School* e leccionou no Curtis institute. Foi a partir de 1946 e em grande parte da sua carreira, professor na Julliard School. (Wagner, 2015)

material a ser usado no ensino, necessidades específicas de conhecimento de um professor e características de um bom professor.

Relativamente à mão esquerda, foco principal do presente trabalho, Galamian defende que esta tem dois problemas básicos, são as dedilhações e o vibrato sendo todas as outras dificuldades técnicas relacionadas com a mão direita e a coordenação das duas mãos.

Sobre a posição do braço esquerdo e a colocação dos dedos o autor refere que algumas escolas de violino requerem que o aluno puxe o cotovelo bastante para a direita. Contudo, violinistas de grande estatura e dedos compridos que seguem esta regra, adotam uma curvatura de dedos antinatural, ficando inclinados fortemente para o lado da corda sol e prendendo a corda com o lado errado do dedo muito na ponta, frequentemente até com a unha, sem grande contacto com o lado mais esponjoso do dedo. Um dos grandes problemas de trazer o cotovelo para a direita é o vibrato.

Tal como diz Galamian :

“O princípio que se aplica corretamente a este assunto designa os dedos como o factor determinante. Eles devem ser colocados de uma forma que possa permitir as condições mais favoráveis para as suas várias ações. Assim que isto é realizado, tudo o resto - polegar, mão e braço - terá conseqüentemente a sua correspondente posição mais natural.”
(tradução livre) (Galamian, 1962)

O autor aconselha uma mobilidade natural do cotovelo, mediante a estatura e tamanho dos dedos, as cordas em que se toca e as posições em que se encontram na escala do violino. É um dos primeiros autores a mencionar também o funcionamento do pulso, e a influência deste na colocação dos dedos na corda. Afirma algo importante, que a mão deve estar numa linha reta com o braço e que não se deve inclinar nem para a direita nem para a esquerda. Relativamente à mão, debate a posição da mesma na aproximação da articulação do metacarpo e da falange do dedo mínimo à escala do violino, defendendo que, a colocação da mão o mais paralela possível ao braço do violino, como advogam algumas escolas, implica um grande esforço e uma grande tensão muscular. Refere também a importância da altura da mão em relação ao braço do violino, afirma que se se colocar a mão muito alta, os dedos estarão mais angulados em relação à corda e quanto mais baixa se posicionar, os dedos atacam a corda com pouca angulação. A qualidade da afinação e o timbre do violino dependem deste parâmetro. Menciona também alguns

problemas, como a colocação da mão para trás perto da pestana com uma flexão acentuada da primeira falange, dificultando a colocação do dedo mínimo.

A Figura 2.14 (Galamian, 1962) ilustra alguns padrões nas distâncias entre os dedos, e a colocação e angulação dos dedos em relação à corda.



Figura 2.14 - Galamian, Várias imagens sobre a colocação da mão esquerda na escala do violino (Galamian, 1962)

Acerca da afinação, Galamian explica que, de forma semelhante ao que fazem os invisuais usando outros sentidos, uma boa afinação é uma combinação de audição e do tato, conseguida através de uma sensação confortável com o braço do violino complementada pelo ouvido orientando os dedos para a sua colocação precisa.

Este autor refere ainda que para se conseguir uma boa afinação numa posição é importante que a mão esquerda adote a estrutura definida de oitava nessa mesma posição, mantendo dois pontos de contacto em todo o tempo de execução.

Este autor foi um dos primeiros a atribuir uma importância significativa à posição da mão esquerda, não tendo, contudo, mencionado a angulação da articulação metacarpofalângica com a escala do violino e a forma como pode afetar a abertura dos dedos, a afinação e os intervalos de maior extensão.

Simon Fisher³⁷: Basics 1997

Escreveu em 1997 “*Basics 300 exercices and practices routines for the violin*” (Fischer S. , 1997), um dos métodos mais completos para violino do séc. XX, onde abordou todos os aspetos básicos da técnica violinística. Em cada técnica apresentada, recorre à explicação básica do movimento que lhe dá origem, com exercícios específicos para desenvolver com sucesso cada um desses movimentos e respetivas competências mecânicas. Ao longo do texto, o autor utiliza imagens bastante elucidativas sobre cada um dos assuntos tratados e no final do documento apresenta exemplos do repertório violinístico central.

Tal como o autor indica, *Basics* é um livro para ser consultado mediante as necessidades de cada violinista, e não para ser tocado integralmente. (Fischer S. , 1997).

Sobre a mão esquerda, aborda vários aspetos tais como a redução da pressão oposta do polegar, velocidade de dedos, posição do quarto dedo, coordenação entre dedos, trilos, extensões e contrações, prender alguns dedos, posição da mão, extensão através das

³⁷ Simon Fisher foi um importante pedagogo em Londres na *Guildhall School of Music and Drama*, e professor na *Royal Scottish Academy of Music and Drama* in Glasgow. Estudou com Yfrah Neaman em Londres e com Dorothy Delay em Nova York. Trabalhou como solista e concertino de grandes orquestras e gravou *covers* de músicas para filmes.

articulações dos dedos. Um dos temas mais relevantes no âmbito deste estudo é a abertura na base articular dos dedos - acerca da colocação da ponta dos dedos e a base articular dos mesmos.

O autor escreve: "...a parte do dedo que toca a corda afeta o ângulo da base articular digital em relação à escala do violino. Se apoiarmos os dedos muito na ponta do lado esquerdo ou do lado direito o cotovelo será obrigado a deslocar-se demasiadamente para a direita ou esquerda respetivamente, e que isto causará uma grande tensão no braço e na mão. Se apoiarmos o primeiro dedo na ponta do lado esquerdo e o segundo na ponta do lado direito, existirá um espaço entre estes, mas se ambos forem apoiados no mesmo lado eles estarão colados um ao outro." (Fischer S. , 1997, p. 93) (tradução livre)

Esta descrição é feita com imagens elucidativas reproduzidas na Figura 2.15:

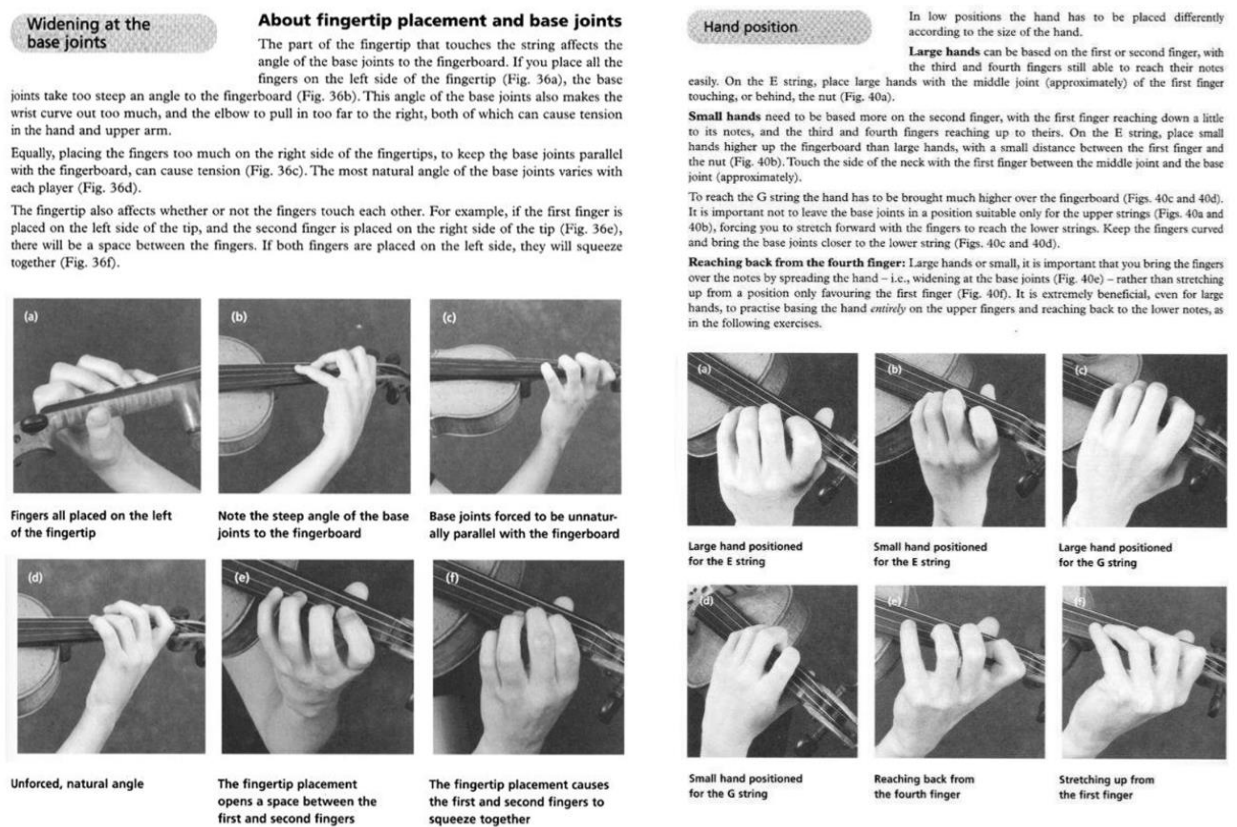


Figura 2.15 – Imagens de posições da mão esquerda na escala do violino. (Fischer S. , 1997, pp. 93,98)

O autor escreve num dos exercícios relativos ao quarto dedo, o dedo mínimo:

“Para abrir de uma forma mais ampla a base dos dedos, deve tocar-se o terceiro dedo ligeiramente mais sobre a ponta do lado esquerdo e o quarto dedo mais sobre o lado

direito.” (Fischer S. , 1997, p. 98)(tradução livre) Como se pode constatar a abordagem não é fundamentada numa perspectiva mecânico-funcional da mão, e não refere objetivamente a angulação geral da mão ou a altura da mesma em relação ao braço do violino. O autor aborda no texto, várias vezes, o facto de o movimento de esticar e estender os dedos implicar uma grande tensão palmar nos músculos intrínsecos da mão. Como se percebe na última indicação que sugere, uma abdução forte do dedo mínimo, cria uma tensão considerável no interior da mão com a agravante de haver uma maior probabilidade de uma abdução do punho desalinhando o antebraço com a mão.

Outro aspeto relevante é que, em relação às várias técnicas da mão esquerda, Fisher não refere uma abordagem anatómico-funcional sobre a colocação e comportamento da mão, tal como descreve nas posições regulares, de modo a trabalhar os intervalos de grande abertura intervalar como as décimas dando apenas uma sugestão de como estender o quarto dedo, que tem amplitude articular limitada.

É importante concluir que os métodos selecionados e revistos, representando as escolas e as correntes mais influentes ao nível violinístico, não abordam particularidades específicas sobre a anatomia funcional digital, sobre o facto de os dedos fletirem a um ponto comum³⁸. Não referem a angulação e a altura da mão em relação ao braço do violino como fatores importantes para avaliar uma posição correta dos dedos, que varia conforme as cordas e aberturas intervalares e até com a anatomia e dimensão pessoal de cada mão. Os documentos também não reportam a relação do alinhamento metacarpofalângico do primeiro dedo, com a angulação da mão e desta com a angulação dos outros dedos.

2.2.3 PADRÕES DE DEDOS

Algumas referências sobre técnica violinística, tratam de uma forma mais detalhada e aprofundada o funcionamento da mão esquerda, através de um sistema de Padrões de Dedos, diretamente relacionado com a afinação no instrumento e posicionamento interdigital. Muitos pedagogos escreveram sobre afinação, mas poucos são os que abordam este tema de uma forma mais organizada e conceptual. Nesta subsecção é

³⁸ Assunto tratado mais à frente, no capítulo referente à anatomia, capítulo 2.5

apresentado o sistema de Padrões de Dedos através da sua definição conceptual, origem e referência a alguns documentos disponíveis na literatura.

Por definição, o sistema de padrões de dedos esquematiza, na mão esquerda, um jogo de relações entre as distâncias dos dedos em toda a escala do violino - *fingerboard* - fornecendo uma localização organizada de um modo visual, mental, e cinestésico, antes do som ser, ser produzido. A implementação deste sistema teve a sua origem a partir da “*tablatura*” do sistema de notação Europeu, surgida inicialmente com os instrumentos de tecla no séc. XIV e posteriormente com o alaúde na segunda metade do séc. XV.

No que respeita à posição e relação entre os dedos da mão esquerda do violinista ou violetista, alguns autores fizeram uma subtil e breve abordagem sobre distâncias entre os dedos. Descrevem sistematicamente a colocação dos dedos na escala do violino, como uma referência ainda muito embrionária dos *padrões de dedos* propriamente ditos.

Maia Bang (Bang, 1919) nos exercícios elaborados no diagrama do *fingerboard* do violino, introduziu progressivamente os dedos no *fingerboard*, resultando no diagrama com todos os dedos na corda apresentado na Figura 2.16. A autora refere-se no seu padrão a tons e semitons, e sempre tratando uma corda de cada vez.

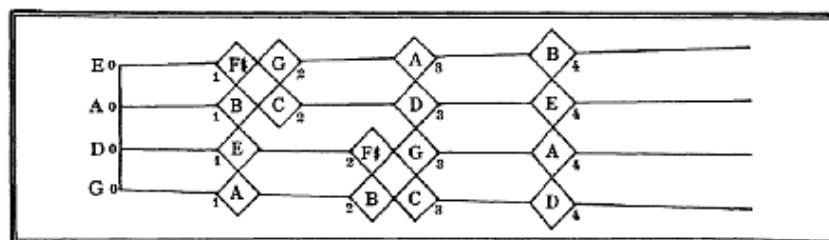


Figura 2.16 - “Diagrama do fingerboard do violino” (Fonte: in (Bang, 1919, p. 54)

De forma semelhante, Tom Gilland “*Fingerpositions for the violin*” (Gilland, 2001) elabora um diagrama de tons e meios tons entre os vários dedos. Esta abordagem diferencia-se da anterior pois este autor classifica o diagrama por tonalidades. Ele apresenta os intervalos e os nomes das notas nas quatro cordas e em cada tonalidade diferente.

Um outro autor, George Bornoff, fez uma contribuição na área da pedagogia com uma metodologia para iniciantes. O seu livro *Finger Patterns* começa com a prática de cordas soltas com vários ritmos. No capítulo dedicado aos padrões de dedos, Bornoff descreve

cinco tipos de padrões que executa em diversas cordas e com os ritmos que inicialmente propôs para execução com cordas soltas. Uma vez dominados, os padrões devem ser aplicados em diversas músicas com diferentes níveis de dificuldade. (Bornoff, 1948)

Outros autores procuraram novos paradigmas, novos limites e graus de profundidade para os padrões de dedos, que organizaram de forma mais sistematizada. Seleccionaram-se três autores com trabalhos mais recentes e importantes neste domínio e que servem de referência de *per si* para suporte deste modelo preliminar sobre o funcionamento da mão esquerda: Barbara Barber, William Primrose e Robert Gerle.

BARBARA BARBER (1954-)³⁹

O seu método Princípios da Geografia do *Fingerboard* - (Barber, 2008) tem uma componente essencialmente pedagógica e de suporte ao método Suzuki. Realiza uma compilação de padrões e de sistematizações de algumas combinações de dedos de modo a preparar uma execução mais acessível e esquemática do repertório do método Suzuki, do volume I ao IV.

Na sua definição pessoal de padrões de dedos (*Finger Patterns*), refere-se à relação intervalar entre os mesmos com inúmeras combinações de tons inteiros e meios-tons na escala do violino. No método proposto afirma a importância de, em todos os exercícios, se usar dedos em blocos, sugerindo que todos os dedos permaneçam pousados sempre que possível. Isto permite ao instrumentista ouvir, ver e sentir os padrões de dedos.

³⁹ Barbara Barber é violinista e violista e internacionalmente conhecida pela sua atividade concertística, pelas gravações realizadas, como pedagoga, editora, consultora, e autora de métodos instrumentais pedagógicos.

Tem ensinado e dado muitas conferências, seminários e workshops em toda América do Norte, Central e América do Sul, Europa, Ásia, Austrália e Nova Zelândia. É membro activo do “The American String Teachers Association (ASTA)” e na “The Suzuki Association of the Americas (SAA)”. Barbara foi reconhecida pela excelência de muitos dos seus artigos e apresentações, e pelos seus desempenhos em conselhos consultivos e editoriais. É presidente da ASTA 2003 Syllabus Violin (Revisão e Comissão) e é uma professora formadora do sistema pedagógico do Método Suzuki. Foi editora do American String Teacher “Private Teachers Forum” e obteve o título de Master Music degree em Performance violinística no Texas Tech University tendo lecionado a disciplina de pedagogia do violino e viola no Texas Christian University, Texas Tech University, e na Universidade do Colorado em Boulder. Atualmente mantém um estúdio particular em East Park e Longmont.

Descreve doze padrões diferenciados por cores e cada padrão reflete uma tonalidade própria com se percebe na Fig. 2.17.



Figura 2.17 - Representação dos 12 padrões de dedos usados por Barbara Barber (Barber, 2008)

*WILLIAM PRIMROSE (1904-1982)*⁴⁰

No seu método instrumental *Technique is Memory* (Primrose, 1970), o autor faz uma descrição dos padrões de dedos através de uma topografia digital que consiste na memorização da relação intervalar dos dedos por tonalidades na escala do instrumento. Defende no seu método que a precisão não depende da força nem da agilidade, mas sim da representação mental que o executante tem da topografia dos dedos nas escalas do violino, e mediante as várias escalas maiores e menores com os seus intervalos relativos.

⁴⁰Primrose nasceu em Glasgow onde iniciou os seus estudos inicialmente em violino. Em 1919 mudou-se para estudar na *Guildhall School of Music* em Londres. De lá mudou-se para a Bélgica para estudar com Eugene Ysaÿe que o encorajou a retomar a viola. A sua carreira como solista emergiu quando começou a fazer concertos com Richard Crooks, tendo na altura já tocado na NBC Symphony sob a regência de Arturo Toscanini e ocupando o cargo de solista principal, e tendo sido membro do LSQ – London String Quartet. Em 1946, foi solista na primeira gravação de Haroldo na Itália de Berlioz e em 1949 na estreia mundial do Concerto para Viola de Béla Bartók dedicado a ele. Primrose escreveu muitas transcrições e arranjos de viola, incluindo "*La Campanella*". Foi internacionalmente reconhecido pela sua atividade como pedagogo.

A seguinte citação sintetiza esta ideia: “Se técnica é a memória, a visão desempenha um papel importante em tal prática. O percurso é: visão para o cérebro, o cérebro para o dedo, o dedo (ou o som produzido por ele) à audição, ao cérebro” (Primrose, 1970, p. 3).

No seu método explora os padrões nas escalas em todas as tonalidades nas primeiras sete posições do violino e da viola. A fórmula das tonalidades começa com supertónica, medianta, subdominante, dominante, submediante, sensível e tónica, um pouco à semelhança de Gilland, mencionado anteriormente.

As escalas estão divididas em dois exercícios: preparatório I e II. No preparatório I, a utilização de cores e formas geométricas é feita para determinar intervalos. Segundo Primrose estes sinais eram ponteados e preenchidos pelos alunos com as devidas cores, para se notar mais na sua execução. (Fig 2.18)

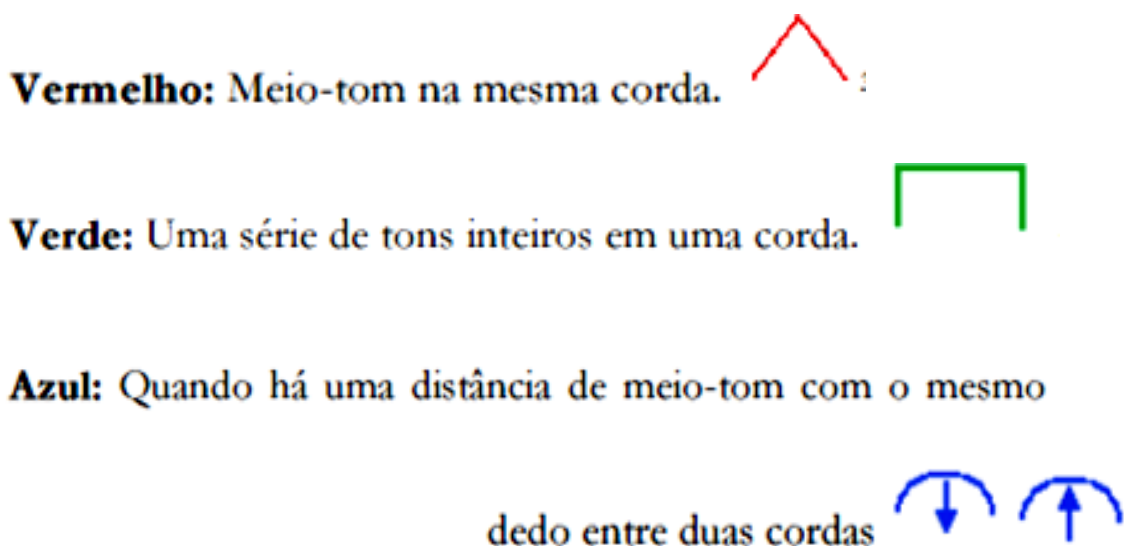


Figura 2.18 – Representação das indicações visuais que Primrose usava em tons e meios tons. (Fonte in: Foletto 2010)

No preparatório II é feita a identificação somente dos meios-tons em cada corda na tonalidade em questão.

ROBERT GERLE (1924-2005)⁴¹

No seu livro *The Art of practising the Violin*, o autor aborda o que define como *A Nova Tablatura* (Gerle, 1983, p. 25), um sistema de orientação mental e representação visual das notas na escala do violino em que não refere apenas os dedos, mas as distâncias entre eles. Está organizado de forma sistemática incluindo todas as possíveis combinações de notas.

No seu método, estabeleceu vinte e um padrões, divididos em três categorias, nomeados de forma numérica: a primeira categoria compreende intervalos até quarta aumentada (Padrões 1 ao 7), a segunda categoria compreende intervalos de quinta perfeita a sexta menor (Padrões 8 ao 14) e a terceira categoria compreende intervalos de quinta perfeita a sexta maior, sendo uma categoria mais rara, de grande extensão (Padrões 15 ao 21)

Para Gerle a prática dos padrões é executada a partir da seleção de uma passagem do repertório, circunscrita a um padrão e adicionado à combinação resultante dos exercícios de aprofundamento elaborados pelo autor. Delineou também alguns aspetos teóricos relacionados com a delimitação e execução dos padrões como se vê na Figura 2.19

⁴¹ Estudou na *Liszt Academy* em Budapeste na classe de *Geza de Kresz*. Logo depois da Segunda Guerra Mundial começou a primeira série de muitos concertos na Europa incluindo aparições com a *Berlin Philharmonic* e a *Royal Philharmonic Orchestra*. Foi convidado por Paul Rolland para trabalhar na *University of Illinois*. Desde então desenvolveu trabalhos também como maestro e professor, associando-se a conservatórios Americanos, incluindo *Manhattan, Peabody and Mannes*, e Universidades como *Southern California, Oklahoma* e *Ohio*. Deu aulas duas décadas na *University of Maryland, Baltimore* e na *Catholic University*. Possui muitas gravações incluindo concertos de Barber, Berg, Delius, Hindemith and Weill, as Sonatas de Beethoven e o segundo Concerto para Violino de Vieuxtemps. Escreveu dois livros *The Art of Practising the Violin* e *The Art of Bowing Practice* fruto de dedicação de uma vida de realização e ensino.

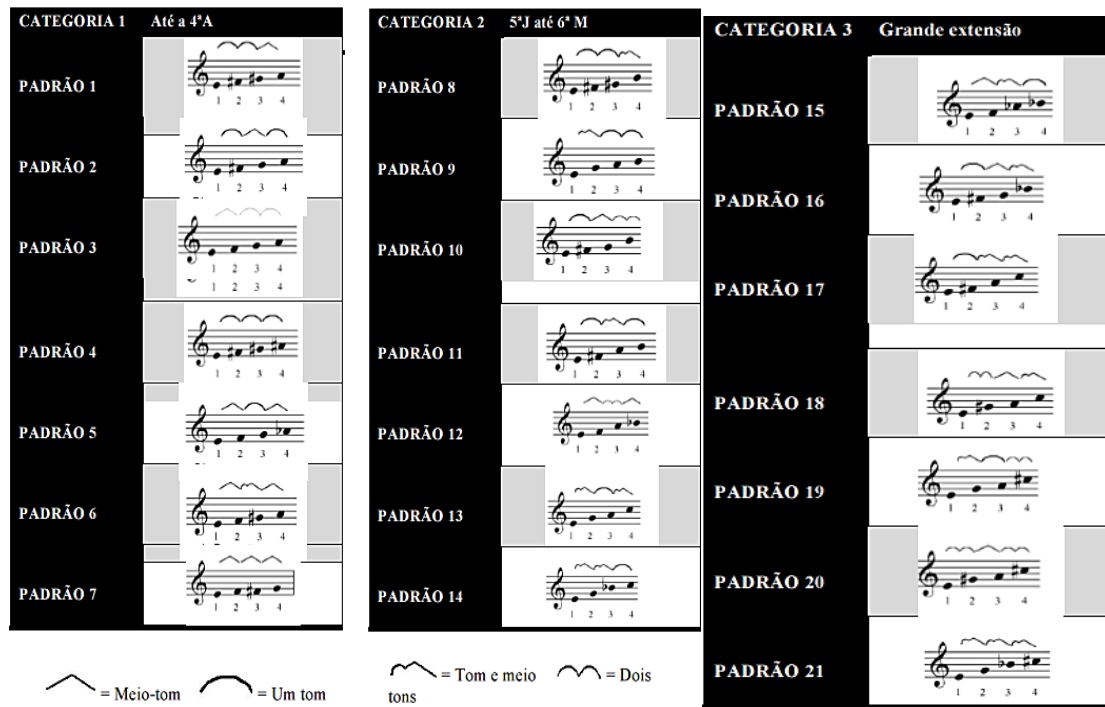


Figura 2.19 - Representação dos vários tipos de padrões de dedos divididos em 3 categorias segundo Gerle. (Gerle, 1983) (Fonte in: Foletto 2010)

Sistematização dos pontos mais relevantes das teorias e dos autores apresentados anteriormente sobre os padrões de dedos.

Tabela 2.2 - Tabela comparativa dos padrões de dedos nos diferentes 3 autores: Gerle, Primrose e Barber.

Termos comparativos	Primrose	Barber	Gerle
Estabelecem padrões pré-definidos	Sim	Sim	sim
Definem-se pela relação entre meios tons	Sim	sim	sim
Número de padrões	três cores diferentes	12	21
Amplitude de quarta	Não especificado	sim	sim
Amplitude quarta aumentada	Não especificado	sim	sim
Amplitude de quinta	Não especificado	não	sim
Amplitude sexta	Não especificado	não	sim

Os sistemas de Padrões de Dedos deram ao músico instrumentista uma forma mais precisa, estruturada e menos empírica de colocação dos dedos na busca de uma afinação perfeita e da sua relação com o posicionamento e funcionamento interdigital. Contudo, estas abordagens estruturam-se a partir de uma posição da mão esquerda e não abordam questões como a diminuição métrica interdigital nas várias posições, e como controlar anatómica e posicionalmente esta variação métrica. Não se abordam questões sobre o funcionamento e posição da mão nas várias aberturas desde a distância convencional de oitava entre primeiro e quarto dedos e o intervalo de maior amplitude de décima maior. Há, pois, alguma limitação na descrição da execução funcional e na compreensão dos mecanismos físicos e articulares.

Achou-se, pois, imprescindível complementar a pesquisa bibliográfica com a procura de referências sobre o funcionamento muscular e articular da mão esquerda e sobre a capacidade proprioceptiva do organismo humano, que se apresenta nas secções seguintes.

2.3 TECNOLOGIA CIENTÍFICA NA PERFORMANCE VIOLINÍSTICA

Nesta secção apresentam-se os resultados de uma revisão bibliográfica sobre as várias análises que se fizeram à *performance* violinística conjugando-a com a tecnologia científica. Encontraram-se algumas referências a trabalhos realizados ao nível da *performance* violinística, recorrendo a diversos dispositivos e tecnologias científicas.

Matt McCrary et al. (2015) realizou um trabalho em Sidney, Austrália em que usou essencialmente a eletromiografia na análise de *performances* de violinistas profissionais, de forma a perceber as vantagens do aquecimento na *performance*. Neste trabalho, *Acute Warm-up Effects in Submaximal Athletes: An EMG Study of Skilled Violinists*, o autor analisou através da EMG⁴² o trabalho muscular, o trabalho cardiovascular e o aquecimento, medindo os seus resultados na *performance* violinística e na opinião de violinistas dotados. Foi pedido a 55 violinistas desde licenciados a profissionais, que

⁴² EMG – equivaente a Eletromiografia

tocassem 45 segundos de excertos musicais antes e depois de 15 minutos de aquecimentos gerais, muscular, cardiovascular e técnico. Os elétrodos para medição eletromiográfica foram colocados em 16 músculos diferentes. O som das atuações foi registado. Os resultados mostraram que nenhum dos três protocolos de aquecimento teve impacto significativo na atividade muscular e na qualidade da *performance*. Concluiu-se que o aquecimento traz benefícios somente no limiar da força máxima.

Um outro estudo biomecânico na *performance* violinística foi levado a cabo por Diana Young. (2003). Os seus trabalhos apresentados em 2002 (The Hyperbow: A Precision Violin Interface., Jan 2002a) (The Hyperbow Controller: Real-Time Dynamics Measurement of Violin Performance., May 2002b) basearam-se essencialmente numa interface denominada de Hyperbow. O objetivo foi criar um arco de violino capaz de medir de forma rigorosa os gestos musicais que têm impacto direto no som do instrumento. Para observar e analisar com precisão a articulação do arco, foi desenvolvido um sistema de sensores, que usam o campo eletromagnético e acelerómetros comerciais MEMS e medidores de tensão.

A publicação de 2007 (Young & Deshmane, Bowstroke database: a web-accessible archive of violin bowing data.) é um desenvolvimento do trabalho anterior focou-se essencialmente sobre o braço direito do violinista, tentando relacionar as características dos gestos (amplitude e velocidade do arco) com a qualidade e intensidade do som. Assim, através de uma tecnologia avançada, foi colocado um sistema de pequenos e leves sensores num arco de fibra de carbono. Estes sensores eram essencialmente inerciais e de posição e permitiram caracterizar o movimento (posição angular, velocidade e aceleração). As medições foram efetuadas em unidades SI⁴³. Este sistema denominado de *Hyperstring*, permite além da recolha das medições dadas pelos sensores, a gravação do resultado sonoro em áudio, e em cenários reais de *performance*. Este sistema de medida e análise de movimento foi usado para o estudo de técnicas básicas de arco como a realização de *détaché*, de *martelé* e até *pizzicato*. Este sistema de recolha de dados permitiu uma abordagem mais científica no ensino e *performance* de alguns movimentos de arco.

⁴³ SI – Sistema Internacional

Outro estudo bastante semelhante é o de Tobias Großhauser et al.: *New Sensors and Pattern Recognition Techniques for String Instruments* (2010). Neste trabalho estudou-se a influência da pressão exercida sobre o arco na *performance* do violinista. Para isto, o autor usou um complexo sistema de sensores acoplados ao arco e ao violino, juntamente com giroscópios e acelerômetros, e outros sensores transmitidos por rádio frequência e integrados numa pequena caixa colocada no talão do arco do violino. Foi usado também um sistema de captação e análise do movimento em 3D e gravado o resultado musical. Desta forma, detetou-se e interpretou-se as características das forças, por vezes impercetíveis, tanto no arco como no violino que atuam durante a *performance* instrumental. Analisou o trabalho da mão direita em consonância com a mão esquerda e a coordenação de ambas. Estudou, através de sensores de pressão, a relação entre a da força exercida pelo queixo durante as mudanças de posição de forma a suportar o instrumento, quando a mão esquerda exerce menos pressão para se movimentar na escala do violino.

Este trabalho foi, pois, uma combinação de captações de vídeo, áudio e aquisição de dados de pressão e movimento com potencial para uso no ensino e na melhoria do estudo diário.



Figura 2.20 - Imagem do arco montado com sensores de pressão.

Um outro trabalho semelhante foi desenvolvido no Reino Unido, pela unidade de reabilitação de Northwick Park e St Mark's Hospital Trust e dirigido pelas investigadoras Lynne Turner-Stokes e Keith Reid (*Three-dimensional motion analysis of upper limb movement in the bowing arm of string-playing musicians*, 1999). Pretendeu-se estudar o papel de cada articulação do braço direito na *performance* de um instrumentista de cordas, de forma a usar este conhecimento, ao nível da reabilitação clínica de problemas músculo-esqueléticos. Utilizou-se um dispositivo de análise biomecânica tridimensional *MacReflex 3-D analysis system*, com colocação de marcadores calibrados no espaço, ao longo do braço direito, para analisar sequências de arcadas pré-estabelecidas. Este estudo abrangeu 39 instrumentistas de violino, viola e violoncelo.

Os resultados demonstraram diferenças claras entre os vários instrumentos e os vários instrumentistas. A amplitude do movimento do ombro diminuiu desde o violoncelo ao violino, e a máxima elevação do ombro teve registos máximos no violoncelo, enquanto os maiores registos de flexão no cotovelo foram obtidos nos violinistas. Os resultados demonstraram diferenças consideráveis mesmo entre instrumentistas do mesmo instrumento.

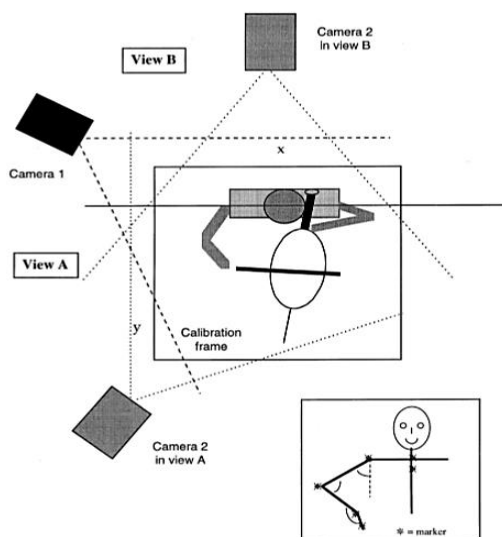


Figura 2.21 - Disposição das câmeras e refletores MacReflex 3-D analysis system nos violoncelistas. (Stokes & Reid, 1999)

Um outro autor relevante no estudo da *performance* do violino aliado às técnicas científicas e laboratoriais é Peter Visentin.

O projeto desenvolvido pelo autor em 2008 (Visentin P S. G., 2008) em colaboração com Shan Gongbing e Edwin B. Wasiak, na Universidade de Lethbridge no Canadá explorou a utilidade da análise do movimento como contribuição para a pedagogia do instrumento. Duas questões foram levantadas:

- 1- Poderão as capacidades biomecânicas na *performance* do violino, ser caracterizadas de uma forma objetiva e precisa de forma a serem generalizadas?
- 2 – Poderão estes dados obtidos ser úteis ao ensino de forma a maximizar a eficiência performativa e minimizar as lesões?

Para se encontrar a resposta a estas questões, usaram-se métodos experimentais para analisar os fenómenos biomecânicos relacionados com o arco, mais especificamente, o *legato* com EMG e tecnologia de análise do movimento em 3D. Colocaram-se marcadores no ombro e no cotovelo direito. Os resultados obtidos em violinistas profissionais

mostraram a importância de relacionar de forma mais sistematizada a análise da *performance* e o ensino, e o perigo do trabalho excessivo, que aumenta significativamente o risco de lesão.

Um dos poucos estudos sobre o funcionamento da mão esquerda denominado *Unravelling mysteries of personal performance style; biomechanics of left-hand position changes (shifting) in violin performance* foi desenvolvido pelo mesmo autor em 2015 em colaboração com Shiming Li, Guillaume Tardif e Gangbin Shan (2015). Efetuou-se a captura de movimento em 3D durante as mudanças de posição na mão esquerda que constituem um dos movimentos essenciais na *performance* do violino. (Figura 2.23)

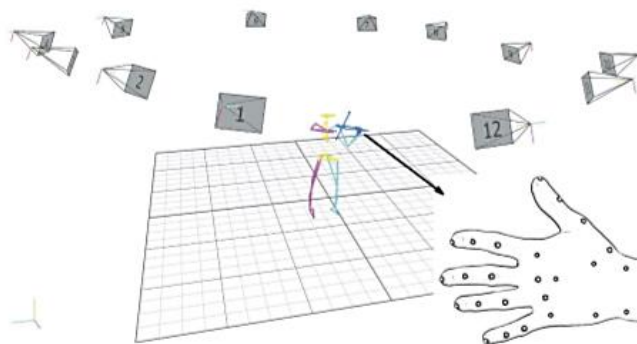


Figura 2.22 - Ilustração da disposição das 12 câmaras de reconstrução a 3D e marcadores na mão esquerda.

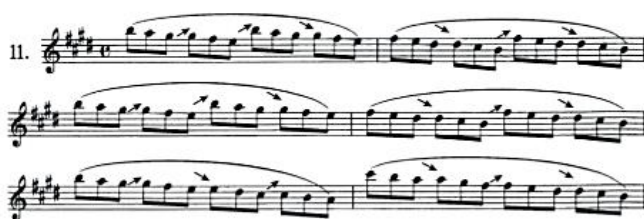


Figura 2.23 - Primeiros 6 compassos do estudo 11 de Kreutzer (1796). As setas indicam a direção das mudanças de posição. (Visentin P L. S., 2015, p. 6)

Foram analisadas 540 mudanças de posição em *performances* de 6 violinistas profissionais, sobre o estudo número 11 de Kreutzer, com 12 câmaras VICON MX40 de captura de movimento em 3D (VICON Motion Systems, Oxford Metrics Ltd., Oxford, England) e que seguiram os marcadores a uma velocidade de 200 frames/s como ilustrado na Figura 2.22. Demonstrou-se que algumas secções destes movimentos se podiam caracterizar de forma antropométrica e ergonómica, mas também tinham uma componente individualizada e pessoal, do domínio da interpretação. Demonstraram,

portanto, que cada violinista tinha o seu próprio estilo na mudança de posição, que afetava o início do movimento, o tempo do mesmo, e por vezes, o resultado estético durante a *performance*.

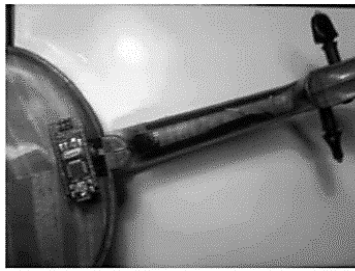
Num outro estudo feito por A. Baader, O.Kazennikov, M. Wiesendanger, (Coordination of bowing and fingering in violin playing., 2005) focado na coordenação entre a mão esquerda e a mão direita, mediu-se a coordenação entre as duas mãos em violinistas, tocando repetidamente uma escala simples. Foi usado um sistema de análise do movimento, com gravação em imagem da trajetória dos dedos e do arco, de forma a medir o tempo necessário para premir e levantar o dedo da corda e o tempo necessário para a mudança de arcadas. Os resultados demonstraram alguma antecipação tanto em série, na mesma corda, como em paralelo, em cordas adjacentes. Determinou-se que a sincronização entre o arco e os dedos variava entre 12 ms a 60 ms e que estes desfasamentos não eram perceptíveis. Este estudo foi realizado em profissionais e amadores.

Ann Cristine Fjellman-Wiklung estudou a atividade do músculo trapezoide em músicos de cordas friccionadas. Em colaboração com Helena Grip, Jan Stefan Karlsson e Gunnevi Sundelin (2004) aborda o problema músculo-esquelético (lesões no ombro e pescoço) nos instrumentistas de cordas friccionadas. Analisou o trapézio de 12 músicos a tocarem a mesma peça em duas sessões diferentes separadas por dez semanas. Nove destes tocavam violino, dois viola de arco e um violoncelo e foi usada a eletromiografia na análise da atividade muscular. As atividades do trapézio foram muito semelhantes em cada um dos músicos nas duas sessões, contudo apresentaram variações consideráveis entre os vários instrumentos. O estudo defende que uma técnica mais relaxada com maior variação da atividade muscular, como, por exemplo, usar sequências mais curtas e outras com grande amplitude de movimentos, pode prevenir a dor.

Um estudo bastante semelhante é o de Charles Levy em colaboração com Alice Brandfonbrener e Joel Press, *Electromyographic analysis of muscular activity in the upper extremity generated by supporting a violin with and without a shoulder rest*, (1992) em que se pretendeu investigar sobre um tema polémico entre os violinistas: se há ou não vantagens no uso da almofada de forma a atenuar os problemas músculo-esqueléticos na região do pescoço e do ombro. Analisaram-se *performances* de 15 violinistas avançados,

através de eletromiografia retificada (REMG), de forma a medir a atividade muscular dos bíceps braquiais, do deltoide anterior do trapézio e do esternocleidomastóideo direito, enquanto tocavam duas peças musicais previamente selecionadas. Foram também adquiridas as medidas morfométricas de cada indivíduo, relativamente ao pescoço e ombro, para se obter uma melhor relação com o uso da almofada. Os resultados demonstraram, durante o uso da almofada, uma diminuição significativa do REMG no trapézio esquerdo, e no esternocleidomastóideo; por outro lado obteve-se um aumento significativo da atividade muscular no deltoide anterior. Não se observaram grandes variações na REMG do bicípites braquial. Os resultados mostraram também que, para aqueles indivíduos com dimensões maiores do comprimento do pescoço, o uso da almofada foi mais vantajoso, pois diminuiu a incidência de uma lesão no pescoço e ombro.

Um outro trabalho de investigação, *An electromyographic study of the left hand in violin playing*, liderado por H. Kinoshita e S.Obata (2009) centrou-se no estudo da atividade muscular durante a produção de som simples e com vibrato. Foram obtidos eletromiogramas da superfície muscular do flexor superficial dos dedos da mão esquerda, no extensor digital comum, no quarto interósseo dorsal, no oponente do polegar, no bicípites braquial, no tricípites braquial e no braquial anticus. Analisou-se o movimento do terceiro dedo, o anelar de seis violinistas de nível avançado, variando o tempo e a dinâmica, com e sem vibrato. (Figura 2.25) Foram usados sensores de movimento 3D, e uma plataforma de sensores de pressão na escala do violino. Os resultados mostraram claramente que a força exercida dependeu do andamento e da dinâmica com que se tocou, num andamento lento a força caracterizou-se por um impulso inicial seguido de um período de força de intensidade constante com o dedo na corda. Este pico excedeu os 4,5 Newtons de intensidade em cerca de 1 e 2 Hz e diminuiu para 1,7 Newtons aos 16 Hz. Todas as forças e impulsos eram menores na ausência de dinâmicas e no geral também de menor intensidade quando se usaram o terceiro e quarto dedos. (Figura 2.24)



Picture of the violin mounted pressure

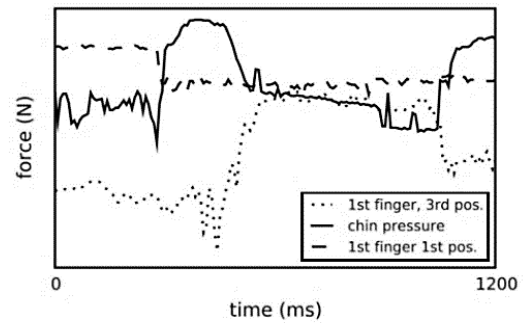


Figura 2.24 - Imagem dos sensores de pressão montados no violino, e evolução da intensidade da força.

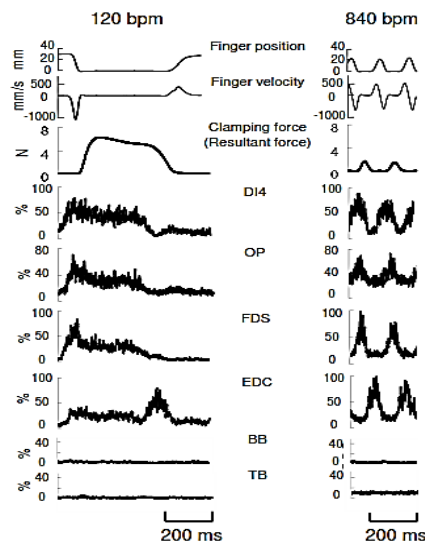


Figura 2.25 - Registos relativos à posição, velocidade e intensidade da força de pressão e atividade muscular do dedo anelar

É de especial relevo o projeto de investigação *MusicJacket: The efficacy of real-time vibrotactile feedback for learning to play the violin*, levado a cabo por Janet van der Linden, Rose Johnson e Yvonne Rogers (2010) para o qual foi concebido um vestuário próprio, com sensores para permitir a caracterização da *performance* do indivíduo. Desenvolveu-se um casaco (ver Figura 2.26) no qual se incorporou um sistema inercial de captura do movimento em tempo real. Este sistema permitiu perceber se a postura na colocação do violino era correta e se a trajetória do arco era a mais aconselhável.

O sistema *MusicJacket* reagia através de um sistema vibro-táctil e após análise dos dados adquiridos, fornecia *feedback* ao instrumentista sobre como deveria corrigir posturas ou

movimentos. Colocaram-se sete unidades inerciais vibratórias no dorso, braço esquerdo e braço direito nos pontos ilustrados na Figura 2.26. Quando o indivíduo executava incorretamente um movimento, as unidades de medida inerciais davam através de vibrações o *feedback* de correção aos violinistas.

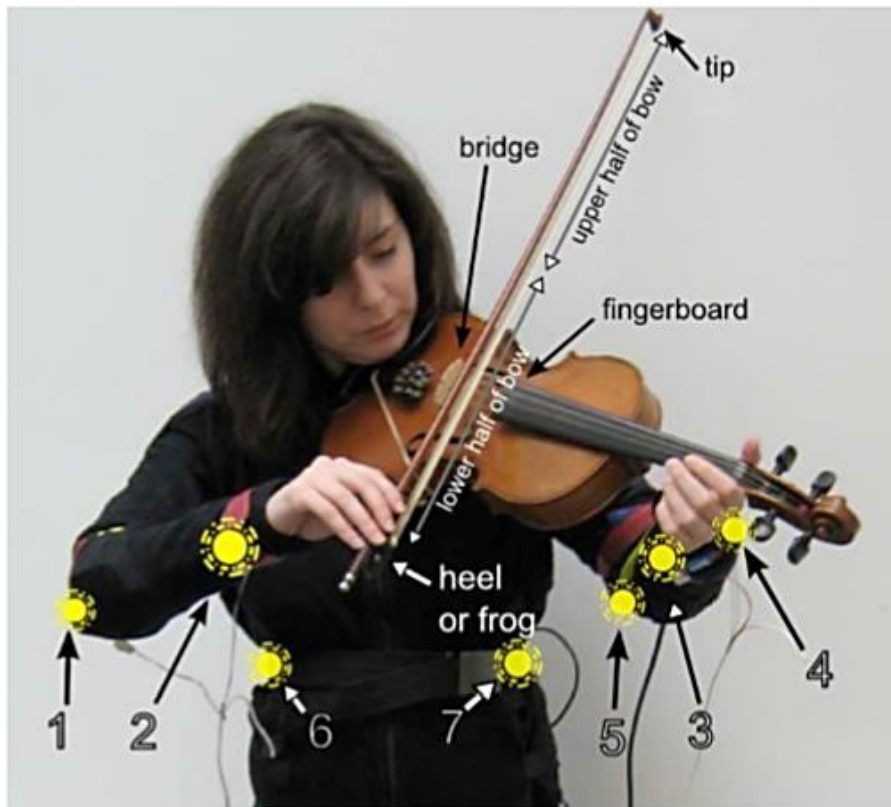


Figura 2.26 - MusicJacket em funcionamento. A posição dos sete motores vibratórios. (Linden, Johnson, & Rodgers, 2010)

Os motores 1 e 2 são responsáveis pelo arco, o 3 e o 4 responsáveis pela mão e braço esquerdo e os restantes 5, 6 e 7 responsáveis pela postura geral, mais especificamente: o motor 1 fica atrás do cotovelo e que empurra o braço para a frente; o motor 2 no pulso empurra a mão para trás; o motor 3 no lado direito do pulso empurra o punho para o lado esquerdo; o motor 4 colocado no lado direito empurra o punho no sentido oposto de forma a endireita-lo; o motor 5 fica por trás do cotovelo esquerdo e avisa o músico que necessita de levantar o braço de maneira a posicionar corretamente o violino; os motores 6 e 7 são colocados nas costelas para estimular a postura corporal ereta. Isto é resumido na tabela 2.3 retirado deste estudo.

Tabela 2.3 – Tabela com a posição das unidades inerciais-vibratórias, tipo de movimento em análise e indicações de correção (projeto de investigação MusicJacket)

Direção	Motor	Motivação
Braço do arco (direito) Proxima e distal	1 e 2	O motor 1 colocado atrás do cotovelo empurra o braço para a frente e o motor 2 no punho empurra a mão para trás
Mão do violino (esquerda) Direito e esquerdo	3 e 4	O motor 3 do lado direito do punho empurra para o lado esquerdo e o motor 4 colocado do lado esquerdo empurra o punho para a direita
Mão do violino. Cima e baixo	5, 6 e 7	O motor 5 por trás do cotovelo esquerdo dá a consciência ao violinista que o seu braço deve-se mover para a frente. O motor 6 e 7 são colocados nas costelas e estimulam o levantamento do violino e o endireitamento do corpo. Repare-se que nenhum <i>feedback</i> é dado para o movimento para baixo, pois não costuma ser problema.

A resposta do sistema baseia-se na determinação do desvio da leitura de cada sensor relativamente a uma leitura ideal gravada no início de cada experiência e dada sob a instrução de uma professora ou violinista.

É importante referir que neste estudo foram envolvidos essencialmente estudantes de graus iniciais de aprendizagem no violino. Foi usado um grupo de controlo e outro ao qual foi submetida a intervenção do *MusicJacket*. Os resultados mostraram que a aquisição de uma nova motricidade e de novos gestos, que é tantas vezes morosa e exigente, se tornava visivelmente mais rápida com a ajuda desta tecnologia. Também se concluiu que alguns dos envolvidos, evoluíam melhor à *posteriori*, mesmo quando já não estavam a estudar sob a influência do *MusicJacket*. Uma das vantagens deste processo de aprendizagem e auxílio da *performance* é utilizar menos peso cognitivo, pois durante o seu desempenho musical o aluno na sua evolução está sobrecarregado com muita informação visual e auditiva.

Por último refere-se um trabalho de investigação recente, desenvolvido em Itália, numa tese defendida em Aveiro/Portugal por Ludovico Tramma em 2016 intitulada:

Sfilio's method and the awareness of the violinist's left hand. (Tramma, 2016)

Este investigador e violinista fez um trabalho de investigação sobre a força e relaxamento da mão esquerda no violino, defendendo a importância do método escrito por Francesco Sfilio (violinista italiano e professor do século XIX) que desenvolveu 7 exercícios para a consciencialização da força e relaxamento dos dedos da mão esquerda na corda. O método apresenta também exercícios mudos executados sem o arco. Ludovico Tramma pretendeu perceber se o método Sfilio melhorava efetivamente a perceção do próprio violinista em relação à tensão da mão esquerda e a diminuição da mesma. Pretendeu igualmente verificar a relação entre a ansiedade, analisada através de testes psicológicos e a tensão muscular. Para este estudo o autor desenvolveu dois dispositivos acoplados ao violino para medir a força de prensão dos dedos na corda. O primeiro, denominado de sensor para violino Filizzolla/Tramma, consiste em três camadas; 1. Fita adesiva com cola condutora de grossura 30 μm (1/10 mm); 2. velostat38 da 3M de grossura de 4 milésimas de uma polegada; 3. Fita adesiva com cola condutora de 30 μm de espessura. (Figura 2.27).



Figura 2.27 - Sensor de violino Filizzolla/Tramma (Tramma, 2016)

O segundo dispositivo foi denominado sensor de violino Gala/Tramma desenvolvido pelo autor e pelo Prof. Francesco La Gala, Professor no CNR (*National Research Center*) em Roma (Italia).

Os resultados mostraram que 86% dos participantes envolvidos beneficiaram da aplicação do Método Sfilio, e encorajaram futuras investigações sobre este método. (Tramma, 2016)

A pesquisa bibliográfica sobre a aplicação de tecnologias científicas (análise muscular e do movimento) à *performance* violinística revelou um número relativamente limitado de referências, sendo a grande maioria dedicada ao estudo da mão e braço direito do violinista e centrada sobretudo em temas relacionados com a força e coordenação.

2.4 PLANOS, MOVIMENTOS E “ZEROS” DE REFERÊNCIA

Para este projeto, em que um dos propósitos centrais é a análise do movimento da mão e do braço esquerdo do violinista, é fundamental abordar alguns conceitos importantes relacionados com a sua anatomia, o seu funcionamento mecânico e respetiva análise.

Serão, pois, abordados neste capítulo os planos de movimentos e o tipo de articulações que permitem determinados movimentos nos seus respetivos planos, as posições de referência sobre as quais se posicionam os pontos “zero” para futuras contagens e análise métrica do movimento e a terminologia específica ligada a este tema da anatomia funcional.

2.4.1 POSIÇÕES DE REFERÊNCIA

Antes da apresentação dos planos de movimento, é importante identificar as posições de referência ou posições zero, inúmeras vezes referidas ao longo deste estudo, para uma melhor perceção dos eixos e tipos de movimentos.

Existem essencialmente duas posições de referência, anatómica e fundamental, diferindo num aspeto diretamente relacionado com o foco deste trabalho: a posição dos membros superiores. As duas posições correspondem a uma postura ereta e vertical do corpo e com os pés ligeiramente separados. Contudo, enquanto na posição anatómica as palmas da mão ficam voltadas para a frente do corpo, na posição fundamental ou fundamental antropométrica os membros superiores também estão relaxados, mas com a palma das mãos viradas para o próprio corpo, tal como em marcha, sendo esta a posição mais relaxada do antebraço e da mão.

É através destas posições que se estabelece a referência para medições de posições e de movimentos. Estabelecendo esta posição como zero ou referencial (Figura 2.28), qualquer deslocamento pode ser medido, nos seus diferentes eixos e nas suas diferentes dimensões.

POSIÇÕES DE REFERÊNCIA (Posição Zero)

Terminologia Básica do Movimento

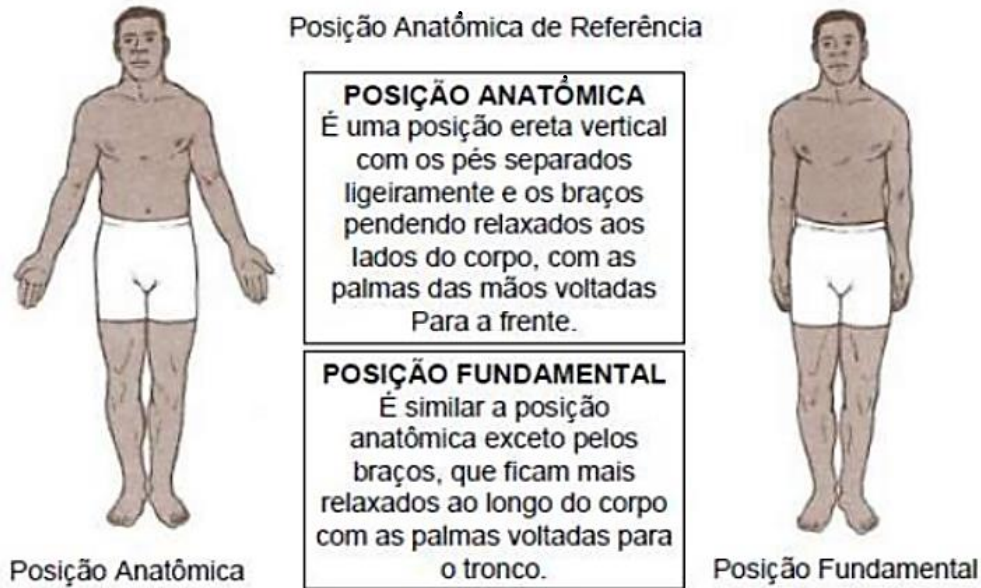


Figura 2.28 - Posição anatômica e posição fundamental (Amadio & Duarte, 1996)

2.4.2 PLANOS E EIXOS DE MOVIMENTO

Para uma compreensão dos vários tipos de movimentos, vão descrever-se os diferentes planos existentes sobre os quais os movimentos se estabelecem. É importante lembrar que nos planos, a posição de referência é a posição anatômica. Os planos e eixos de movimento são três, para uma representação tridimensional adequada. (Figura 2.29)

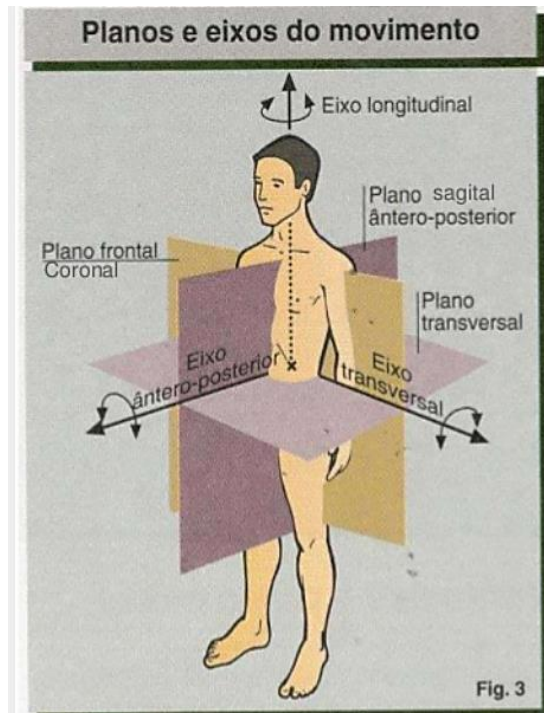


Figura 2.29 - Planos e eixos no corpo humano (Amadio & Duarte, 1996)

Plano sagital

O plano sagital é uma superfície plana que divide o corpo verticalmente em duas metades, metade direita e esquerda. Os movimentos respetivos deste plano são, portanto, executados de trás para a frente. Ao nível da rotação sobre este eixo, o movimento é o latero-lateral (Figura 2.30). Ao nível da mão, atravessa o braço e divide a mão em duas metades, contendo os primeiros metacarpos de um lado e o terceiro e quarto metacarpo do outro. Os movimentos base são a flexão e a extensão.

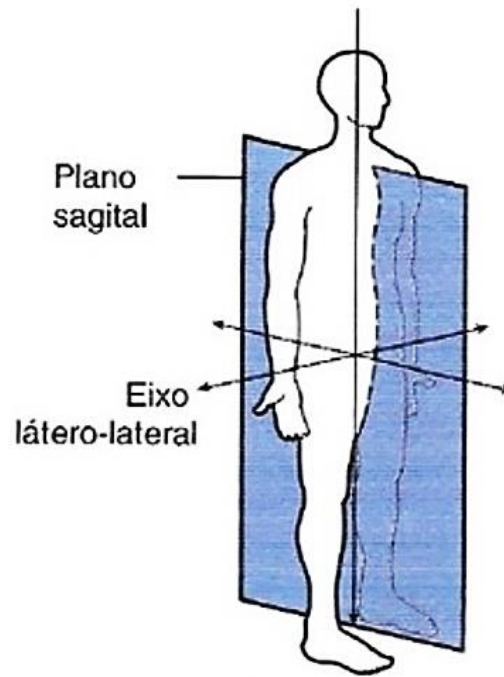


Figura 2.30 - Plano sagital

Plano frontal

O plano frontal divide o corpo em duas metades, numa metade anterior e numa metade posterior. O rosto está virado para uma dessas metades e oposta à outra. Na mão, o plano frontal ocorre perpendicularmente ao sagital dividindo a mão em palma e dorso. Assim, os movimentos executam-se com *axis* na sua articulação, mas nas suas extremidades de deslocação ao longo deste plano. Tanto na mão como no corpo estes movimentos ocorrem lateralmente e são essencialmente definidos com aduções, quando se aproximam, ou abduções quando se afastam. O seu eixo de rotação é o antero-posterior (Figura 2.31).

Quando o dedo mínimo se aproxima do dedo anelar, faz um movimento de adução, pois aproxima-se da linha média da mão. Se, pelo contrário, o dedo mínimo se afasta desta linha e se afasta lateralmente do dedo anelar, então o movimento é a abdução. No caso do punho, se este se deslocar medianamente na direção do dedo mínimo, faz uma adução, pois aproxima-se da linha média do corpo, considerando a posição anatómica de referência, mas o mais correto será descrevê-lo como desvio ulnar, pois a mão desloca-se lateralmente na direção da ulna. Pelo contrário, se a mão se deslocar lateralmente no sentido do polegar, afastando-se da linha média do corpo, então faz um movimento de abdução ou desvio radial.

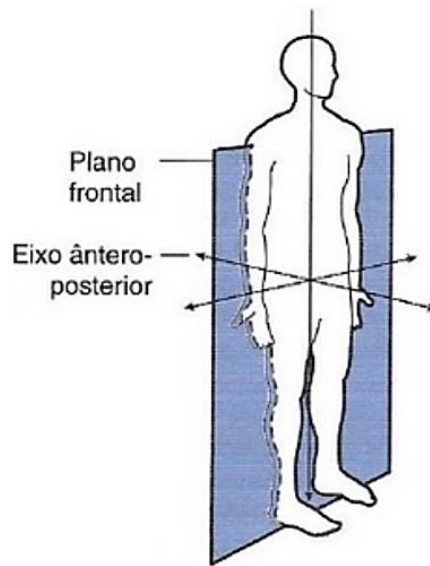


Figura 2.31 - Plano frontal

Plano transversal

O terceiro plano é denominado de transversal, e relativamente ao corpo, divide o corpo em duas metades horizontalmente, numa metade inferior e numa metade superior.

Corporalmente, este descreve os movimentos paralelos ao solo quando este se encontra na posição ereta, como rotação interna e externa.

Neste plano, o braço é dividido transversalmente, como se se cortasse o antebraço e os seus ossos, o rádio e a ulna. Os movimentos do braço neste plano são a pronação e a supinação. Este plano roda sobre o eixo longitudinal (Figura 2.32).

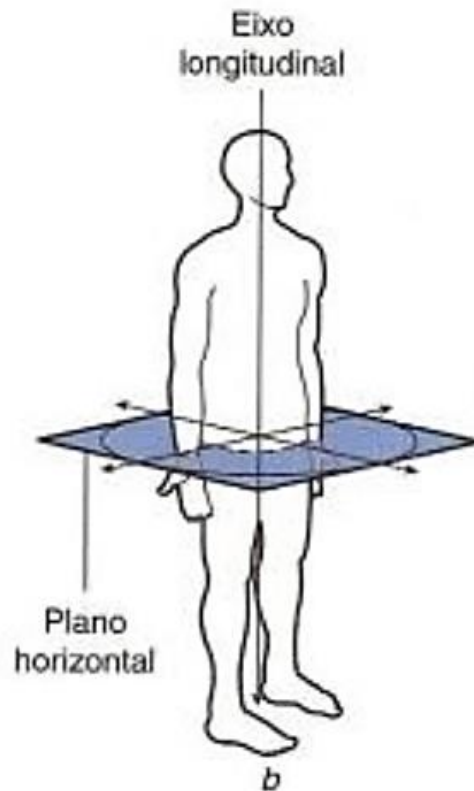


Figura 2.32 - Plano transversal

Tabela 2.4 - Movimentos nos três planos e respectivos eixos

PLANO	EIXO	MOVIMENTO ART.
SAGITAL	TRANSVERSAL (Z)	Flexão e Extensão
FRONTAL	ANTERO-POSTERIOR (X)	Adução e Abdução Flexão Lateral (cabeça e tronco) Inversão e Eversão (pés)
TRANSVERSAL	LONGITUDINAL (Y)	Rotações Medial e Lateral Pronação e Supinação Rotações Direita e Esquerda Adução e Abdução Horizontal

2.4.3 TIPOS DE MOVIMENTO

Nesta secção descrevem-se os mais importantes movimentos do corpo humano, com o auxílio de referências visuais.

Um movimento pode ser linear ou angular. O movimento linear refere-se à deslocação de um determinado corpo ou massa ao longo de um segmento de reta. Portanto este corpo em deslocação não tem um axis ou um ponto sobre o qual ele se prende. Pelo contrário, todos os pontos do corpo descrevem a mesma trajetória durante o movimento.

O movimento angular implica a consideração de um eixo sobre o qual o corpo em deslocação se move. Assim uma das extremidades do corpo tem a deslocação máxima, numa trajetória circular, enquanto que a outra extremidade, numa posição interior, tem como fulcro uma articulação, movendo-se menos, ou não se movendo de todo, presa à articulação sobre a qual o movimento se processa (Figura 2.33).

MOVIMENTO LINEAR e MOVIMENTO ANGULAR

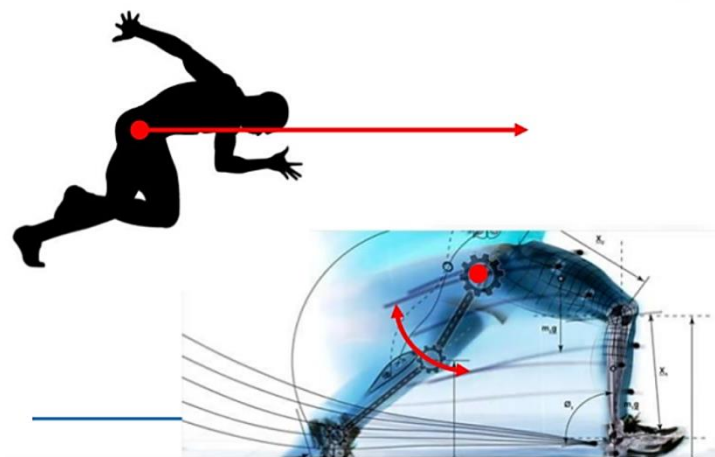


Figura 2.33 - Representação esquemática do movimento linear (em cima) e movimento angular (em baixo)

Pode, portanto, afirmar-se que todos os segmentos no corpo humano realizam um movimento angular, pois em observação pontual e direta de algum segmento, está intrinsecamente ligado a uma articulação. Só se realiza um movimento puramente linear se se observar a resultante de mais do que um segmento, e que os diversos segmentos analisados se possam contrabalançar de forma a realizar um movimento linear.

2.4.4 MOVIMENTOS BÁSICOS

Os movimentos básicos do corpo humano (representados esquematicamente nas Figuras 2.34, 2.35 e 2.36 são três: 1) a flexão e extensão, 2) a adução e a abdução e 3) a rotação que no caso do antebraço se denomina de pronação e supinação.

Flexão extensão

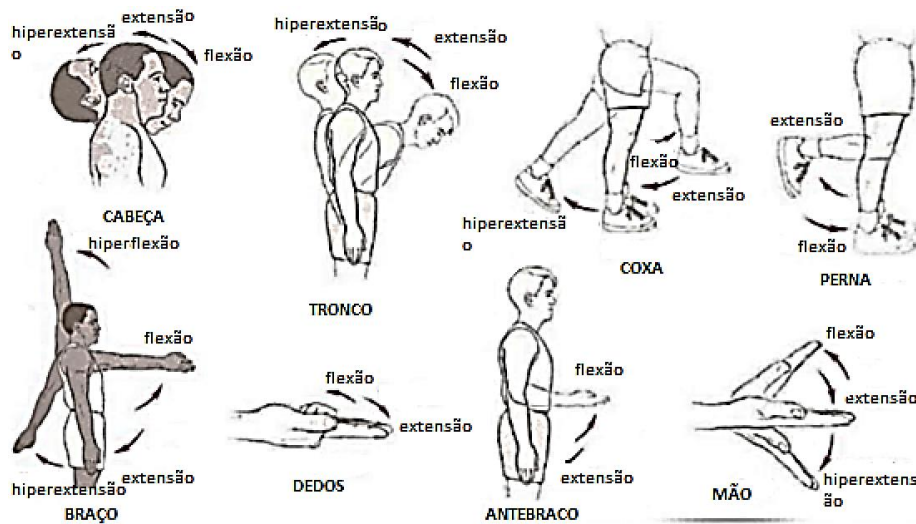


Figura 2.34 - Representação do movimento de flexão e extensão em vários membros

Adução e abdução

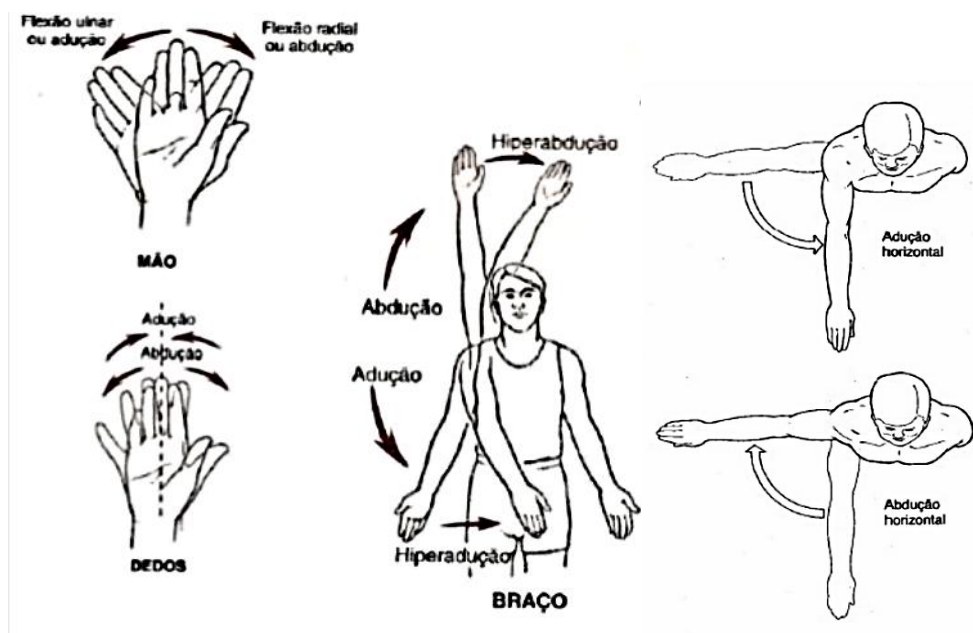


Figura 2.35 - Representação do movimento de adução e abdução no braço e mão (Amadio & Duarte, 1996)

Rotação – pronação e supinação

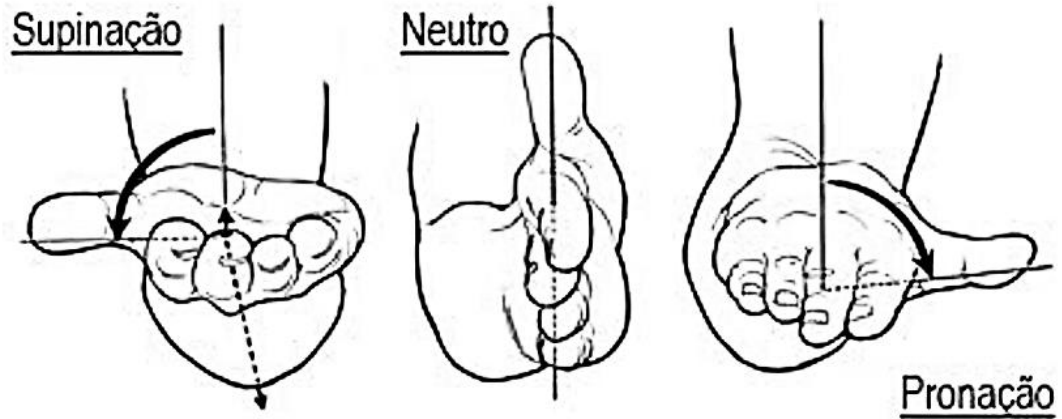


Figura 2.36 - Representação do movimento de supinação e pronação do antebraço.

2.5 NOÇÕES DE ANATOMIA E MECÂNICA FUNCIONAL DA MÃO

Para fundamentar as hipóteses apresentadas na análise dos resultados obtidos neste trabalho, apresenta-se uma breve descrição sobre a funcionalidade mecânica do membro superior recorrendo a algumas referências bibliográficas e esquemas elucidativos.

Nas Figuras 2.37 a 2.39 apresentam-se imagens dos ossos e dos músculos da mão envolvidos no funcionamento digital e palmar retiradas de *Atlas de Anatomia Humana* (Netter, 2000).

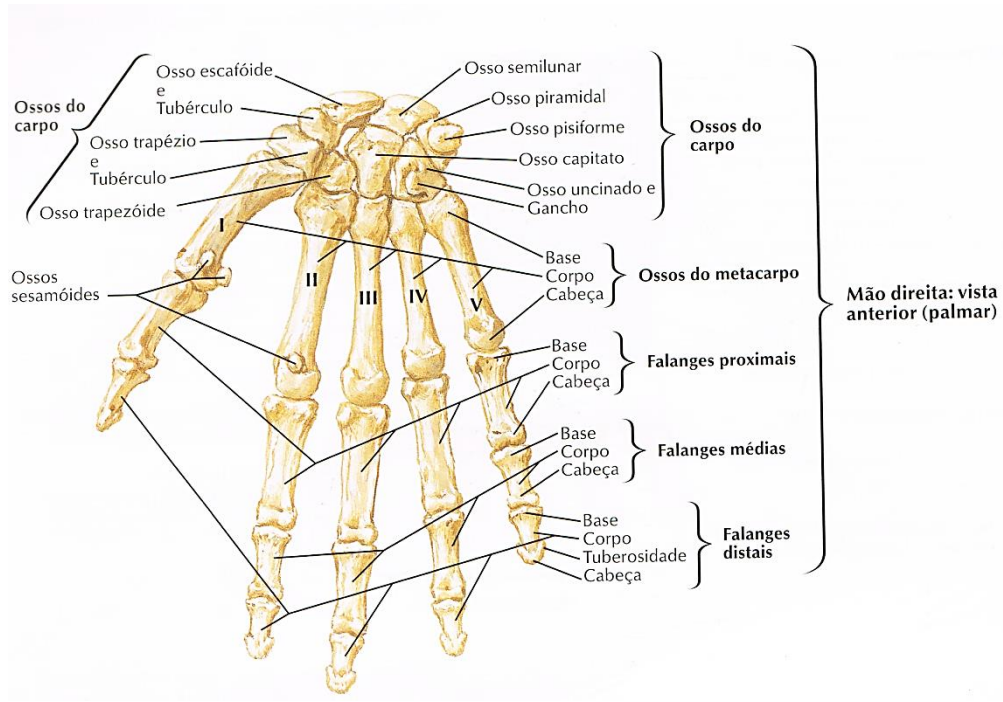


Figura 2.37 – Representação dos ossos da mão (Netter, 2000, p. 442)

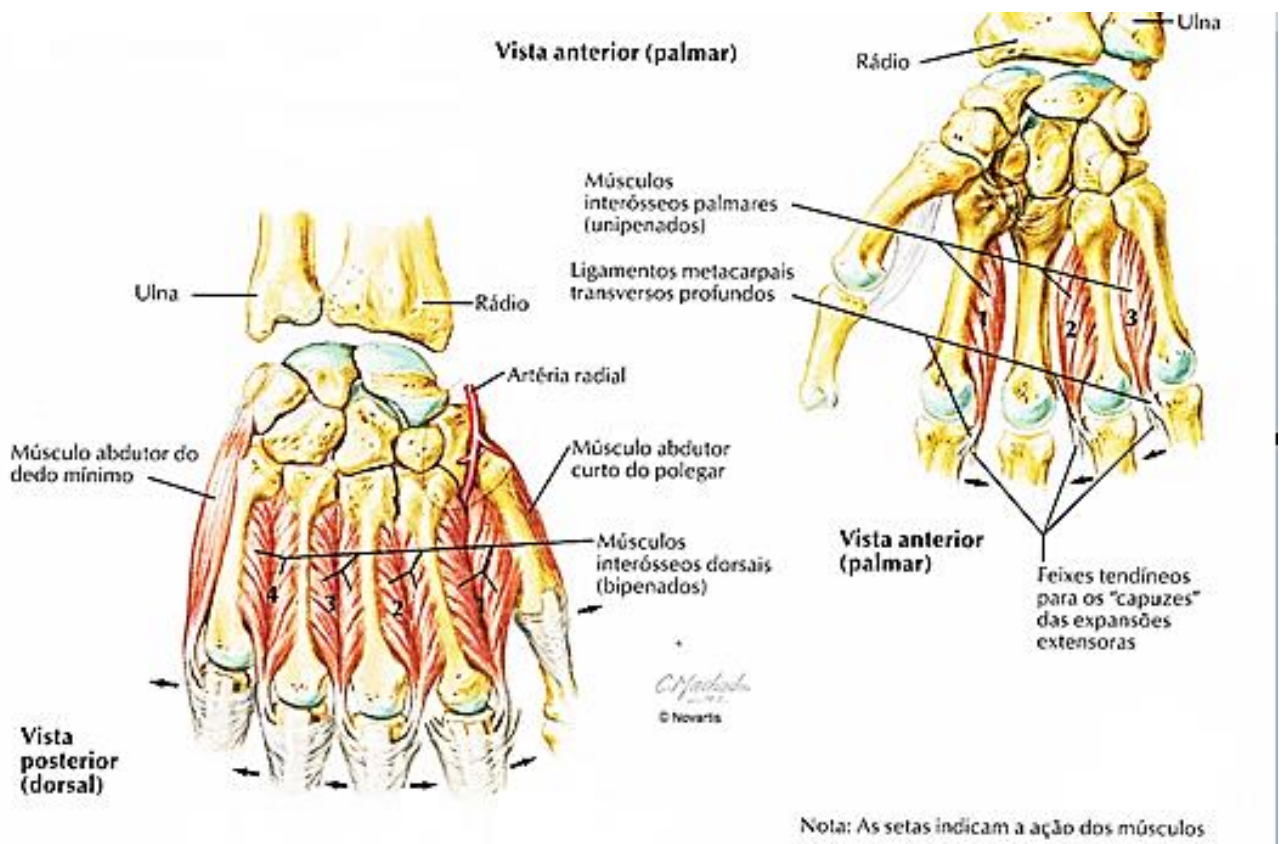


Figura 2.38 - Representação dos músculos interósseos na mão (Netter, 2000, p. 434)

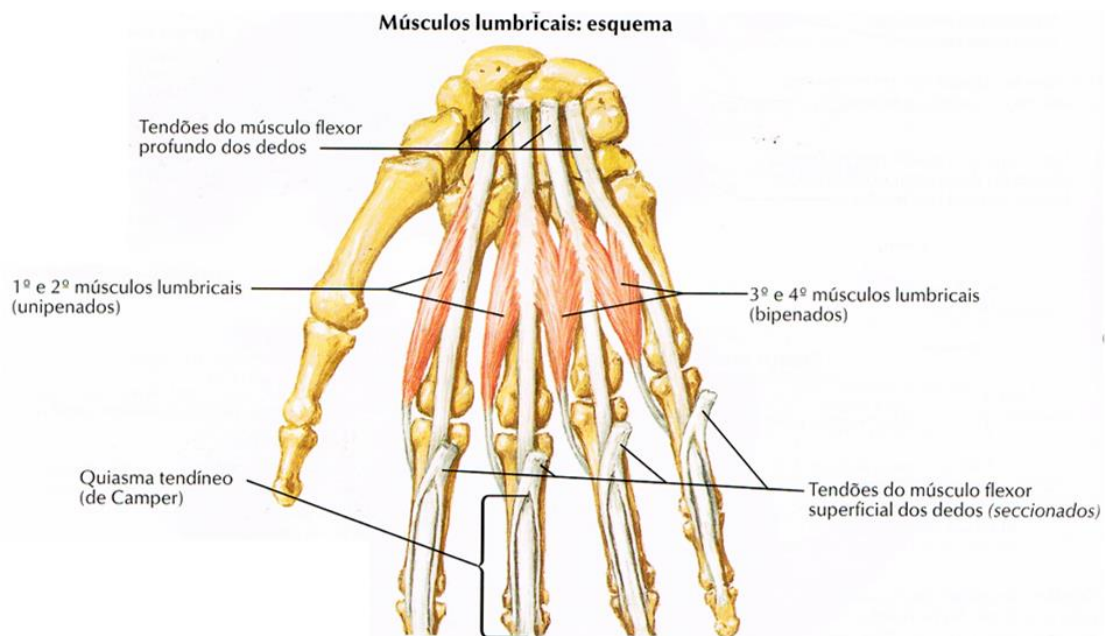


Figura 2.39 - Representação dos músculos lumbricais na mão. (Netter, 2000, p. 432)

Como se pode perceber nas imagens pela origem e inserção dos músculos, (Figuras 2.38, 2.39) os músculos intrínsecos da mão são maioritariamente responsáveis pela adução e abdução dos dedos. Neste movimento, que permite apertar os dedos segurando uma folha de papel entre eles ou separando-os plenamente, intervêm os músculos interósseos os lumbricais e o músculo abductor do dedo mínimo.

Os músculos responsáveis pela flexão e extensão das falanges dos dedos têm a sua origem no antebraço e na mão (Magee, 2002).

A definição dos movimentos motricionais, articulares e digitais, do manual *Músculos, Provas e Funções* de Florence Kendall e Elizabeth Kendall, terceira Edição (Kendall & McCreary, 1987), Figuras 2.40 e 2.41, será útil em capítulos posteriores.

Apresenta-se de seguida o ponto de interseção dos metacarpos e das falanges, que resulta da rotação dos dedos no movimento de flexão, devido às articulações condilóides, (Gardner, Gray, & Rahilly, 1978, p. 154).

Como se percebe na Figura 2.40, no momento da preensão neste caso de uma bola para ser mais perceptível, existe a rotação nas articulações metacarpofalângicas. Os dedos envolvem no seu contorno a bola. A imagem mostra também as inserções falângicas dos interósseos dorsais e do abductor do dedo mínimo.

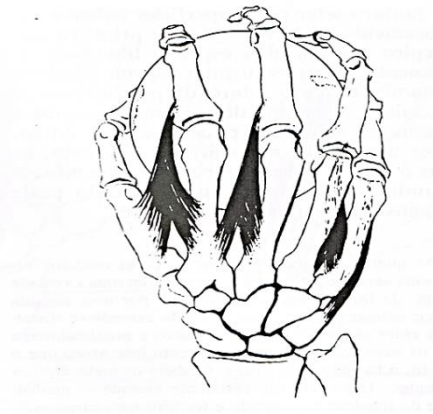


Figura 2.40 - Representação da rotação falângica no momento da flexão na preensão de uma bola (Kendall & McCreary , 1987)

A representação da Figura 2.41 mostra que os dedos, quando totalmente fletidos, se encontram num ponto comum na zona de interseção do carpo e do metacarpo. Os dedos na sua flexão exercem um movimento de rotação para o meio da palma da mão. Como se pode ver na imagem existe uma diferença na direção dos eixos longitudinais do dedo mínimo quando está estendido e quando está fletido.

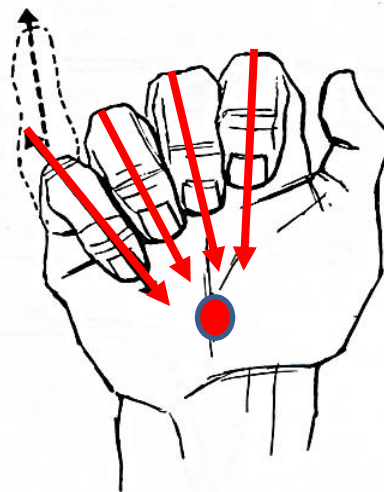


Figura 2.41- Representação esquemática da diferença na direcionalidade dos eixos na extensão e flexão dos dedos devido à forma condilóide da articulação metacarpofalângica, resultando num ponto comum na flexão total dos mesmos. (Kendall & McCreary , 1987)

2.5.1 ÂNGULOS ARTICULARES E GONIOMETRIA DO MEMBRO SUPERIOR

Considerou-se importante incluir este subcapítulo sobre a angulação das articulações do membro superior pois, ao longo da apresentação e discussão dos resultados, este será um tema abordado com frequência. Para tal recorreu-se aos estudos de goniometria e ao manual de goniometria - medição de ângulos articulares⁴⁴, escrito por Amélia Pasqual Marques (2003). A Tabela 2.5 apresenta a amplitude em graus de execução dos vários movimentos por cada uma das articulações do membro superior.

Tabela 2.5 - Gama de angulações articulares do membro superior (Marques, 2003)

Articulação	Movimento	Grau de movimento
Ombro	Flexão	0-180
	Extensão	0-45
	Adução	0-40
	Abdução	0-180
	Rotação interna	0-90
	Rotação externa	0-90
Cotovelo	Flexão	0-145
	Extensão	145-0
Radioulnar	Pronação	0-90
	Supinação	0-90
Punho	Flexão	0-90
	Extensão	0-70
	Adução (desvio ulnar)	0-45
	Abdução (desvio radial)	0-20
Carpometacárpica do polegar	Flexão	0-15
	Abdução	0-70
	Extensão	0-70
Metacarpofalangianas	Flexão	0-90
	Extensão	0-30
	Abdução	0-20
	Adução	0-20
Interfalângicas Proximais	Flexão	0-110
	Extensão	0-10
Interfalângicas Distais	Flexão	0-90
	Flexão Int. do polegar	0-80
	Extensão Int. do polegar	0-20
	Extensão Int. 2 ao 5 dedo	0-10

⁴⁴ A goniometria é muitas das vezes usada para esclarecer e orientar os médicos avaliadores, durante o exame físico das vítimas de acidente de trânsito. Os valores obtidos com a goniometria podem determinar a presença ou não de disfunções, quantificar as limitações dos ângulos articulares e realizar comparações da avaliação inicial com as reavaliações caso ocorram.

É importante referir que a amplitude articular é diferente de indivíduo para indivíduo, dependendo de fatores genéticos, do treino das articulações em causa, que diferem de um atleta para um indivíduo sedentário, portanto os dados da tabela 2.5 são uma média geral.

Mostram-se em seguida algumas imagens com representações da amplitude articular das articulações que estarão no foco deste estudo.

Apresenta-se em relação aos dedos (excluindo o polegar) a amplitude sobre o plano sagital e sobre o plano frontal.

No plano sagital, mostra-se na Figura 2.42 a goniometria da amplitude articular da articulação do metacarpo e a falange proximal na extensão em que o máximo da amplitude articular é de 30°. (Marques, 2003)



Figura 2.42 - Goniometria do metacarpo e falange proximal (Marques, 2003)

A Figura 2.43 trata da goniometria da amplitude articular da articulação metacarpo e a falange proximal na flexão dos dedos, excetuando o polegar, em que o máximo da amplitude articular é de 90°. (Marques, 2003)

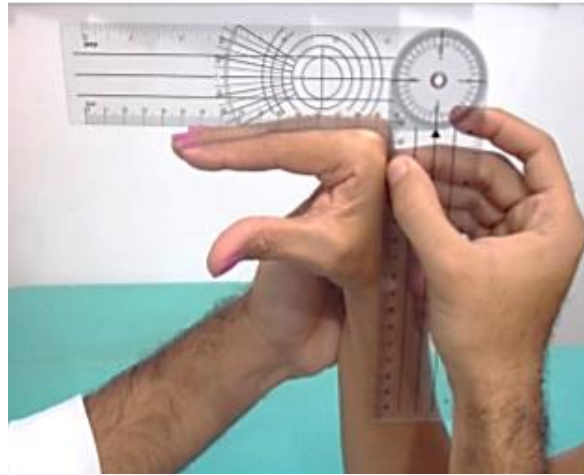


Figura 2.43 - Goniometria do metacarpo e falange proximal na flexão. (Marques, 2003)

A Figura 2.44 é relativa à goniometria da amplitude articular da articulação do metacarpo e a falange proximal dos dedos, excetuando o polegar, no plano frontal na adução e na abdução em que o máximo da amplitude articular é de 20°. (Marques, 2003)

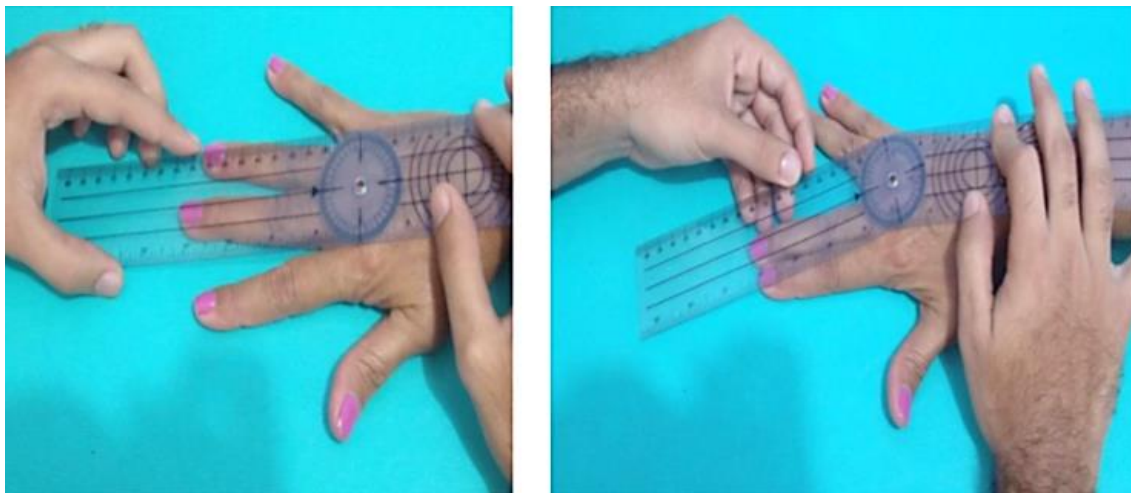


Figura 2.44 - Goniometria do metacarpo e falange proximal na adução e abdução. (Marques, 2003)

As imagens representadas nas Figuras 2.45 e 2.46 mostram a goniometria da amplitude articular do punho, mais especificamente na articulação radiocárpica e intercárpica, e no plano sagital.

Na flexão, o máximo da amplitude articular é de 90° na extensão o máximo é de 70° (Marques, 2003).



Figura 2.45 - Goniometria da zona articular do punho em flexão



Figura 2.46 - Goniometria da zona articular do punho em extensão. (Marques, 2003)

As Figuras 2.47 e 2.48 representam a goniometria da amplitude articular do punho, mais especificamente no plano frontal. No desvio radial a amplitude articular é de 20° e no desvio ulnar a amplitude é de 45° (Marques, 2003).



Figura 2.47 - Goniometria da zona articular do punho em desvio radial (Marques, 2003)



Figura 2.48 - Goniometria da zona articular do punho em desvio ulnar. (Marques, 2003)

2.6 CAPACIDADE PROPRIOCETIVA

Faz-se nesta secção um breve apanhado da neurofisiologia da proprioceptividade. A propriocepção é uma sensibilidade e capacidade inerente ao organismo humano para a percepção do próprio corpo, à consciência postural do movimento, das várias partes do corpo e das mudanças de equilíbrio, para além da posição das articulações e sensações de movimentos e força muscular (Mendelsohn, Overend, & Petrela, 2004, p. 112).

Neste sistema de percepção consciente do corpo intervêm recetores sensoriais que “informam” o sistema nervoso central da posição relativa de cada articulação e estado de contração muscular.

Os recetores sensoriais são os responsáveis pelos denominados “sentidos”, como a visão, a audição, o paladar, o olfato e a sensibilidade cutânea, que fazem parte do sistema sensorial somático, responsável por captar as sensações do exterior e do estado interno do organismo enviando estas informações preciosas para o cérebro.

Existem vários tipos de recetores sensoriais com diferentes características que podem ser classificados quer de acordo com a sua função (mecanocetores, termocetores, fotocetores, quimicetores e nocicetores), quer de acordo com a sua localização anatómica (exterocetores, interocetores e proprioctores). Os proprioctores são os recetores mais importantes para o presente estudo (Mendelsohn, Overend, & Petrela, 2004, p. 113).

2.6.1 PROPRIOCETORES

Os proprioctores são recetores que se localizam nos músculos e que podem gerar impulsos nervosos, conscientes ou inconscientes. Estes situam-se em ligamentos, aponeuroses, tendões, articulações e no labirinto cuja função reflexa é locomotora ou postural. Estes ligam-se ao córtex cerebral e permitem que, mesmo de olhos fechados, se tenha a percepção do próprio corpo, dos seus segmentos, da atividade muscular e do movimento das articulações. (Kendall & McCreary, 1987)

Estes recetores são, pois, responsáveis pelo sentido de posição e de movimento ou cinestesia. Estas informações são utilizadas pelo sistema nervoso central de uma forma

consciente e até inconsciente e reflexiva, como pelo cerebelo⁴⁵ e pelo reflexo miotático⁴⁶, de modo a controlar a atividade motora de um modo eficiente.

Existem vários estudos que comprovam que os benefícios da propriocepção como forma terapêutica, no controlo da mobilidade, equilíbrio, precisão dos movimentos e agilidade, como demonstram os estudos realizados na reabilitação de fraturas (Mendelsohn, Overend, & Petrela, 2004) ou no treino de idosos com o intuito de melhorar a sua mobilidade geral (Nascimento & Oliveira, 2012).

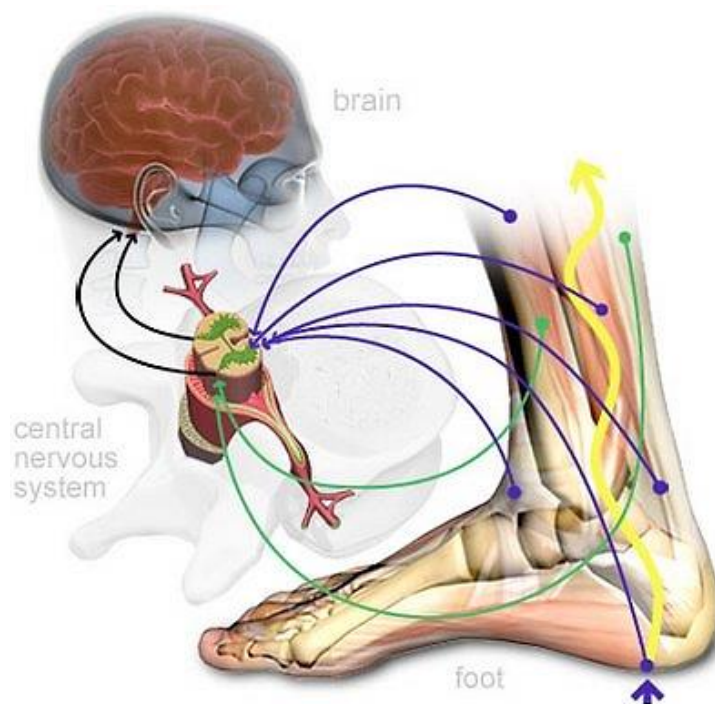


Figura 2.49 - Demonstra a relação entre o cérebro o sistema nervoso central e os sensores proprioceptivos.

Os proprioceptores estão localizados nos músculos (fusos musculares), tendões (órgãos tendinosos de Golgi) e nas cápsulas articulares (corpúsculos de Ruffini e Pacini).

A energia mecânica é transformada em ação nervosa que é transmitida ao sistema nervoso central e deste ao cérebro.

⁴⁵Cerebelo – parte do cérebro, localizado na fossa craniana posterior e responsável pelo equilíbrio, tónus muscular, movimentos voluntários e aprendizagem motora.

⁴⁶ O melhor exemplo de reflexo miotático é o reflexo patelar, quando o martelo atinge o tendão patelar causa o estiramento passivo da perna.

2.6.2 HOMÚNCULO SENSORIAL

No cérebro, mais especificamente no córtex somestésico primário, há um mapa corporal completo chamado *homúnculo sensorial*. (Figura 2.50) Essa representação não é proporcional: a face e os dedos das mãos possuem uma representação exponencial em detrimento de outras partes do corpo. Tal indica a quantidade de recetores que lhes estão afetas. Assim determinadas regiões do corpo apresentam maior resolução espacial, ou seja, maior sensibilidade e maior precisão para identificar o estímulo. Sendo a sensibilidade táctil nas pontas dos dedos, uma das áreas mais sensíveis e com maior número de recetores atribuídos, foi aproveitada por Braille para que os invisuais pudessem compensar a incapacidade de leitura.

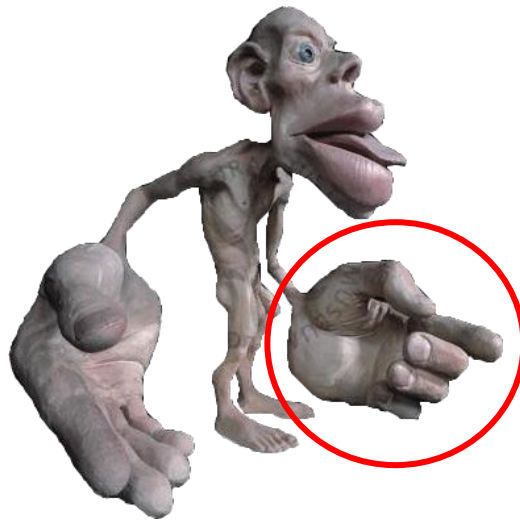


Figura 2.50 - Homúnculo sensorial
(14Ma)

Contudo esta capacidade pode ser treinada, resultando num homúnculo sensorial diferente de pessoa para pessoa.

Na verdade, o mais correto seria dizer-se que podemos treinar em qualquer idade o nosso SNC⁴⁷ de modo a otimizar as reações motoras em resposta a alterações bruscas do posicionamento corporal. Por outras palavras: tornar o cérebro mais atento às informações proprioceptivas e ensiná-lo a responder rapidamente a elas. (Nascimento & Oliveira, 2012, p. 330).

⁴⁷ SNC – Sistema Nervoso Central

2.7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em consideração que este é um trabalho de investigação na área da *performance* violinística foi importante efetuar uma detalhada revisão bibliográfica pretendendo-se cumprir três objetivos:

1 - Demonstrar a grande preponderância de riscos ergonómicos ao nível das lesões músculo-esqueléticas com elevada prevalência em violinistas e a influência de uma técnica evoluída e consciente sobre a diminuição das mesmas;

2 - Abranger e atualizar um conjunto de temáticas relacionadas com a matéria que se pretendeu estudar, mais propriamente sobre os aspetos técnicos da mão esquerda: a evolução deste domínio ao longo da história e o que é que os métodos e as pesquisas científicas mais recentes referiram sobre este assunto.

3 - Abordar um conjunto de temáticas muito específicas do domínio da anatomia da biomecânica e das particularidades mecânico-funcionais do membro superior, importantes no âmbito do trabalho e consultadas em detalhe ao longo da pesquisa laboratorial e da análise e discussão dos resultados, sendo consideradas decisivas para a melhor compreensão da investigação.

Quanto ao primeiro objetivo, concluiu-se que efetivamente os violinistas e violetistas, são dos instrumentistas de orquestra mais propensos a lesões músculo-esqueléticas e em especial, no membro superior esquerdo. Esta maior incidência deve-se à especificidade funcional pouco ergonómica do instrumento, e como defendem vários autores, repercute-se de uma forma mais aguda, quando a técnica não é evoluída, correta e consciente.

Quanto ao segundo ponto, constatou-se que nos vários métodos de violino escritos ao longo da história, a evolução técnica e consciência da mesma foi aumentando. Isto permitiu a escrita e execução de repertório de elevada dificuldade com questões técnicas cada vez exigentes. A par desta evolução, aumentou também a capacidade de descrever essa questões, como se percebe pelos tratados mais exaustivos neste domínio como o método de Simon Fischer e Carl Flesch, entre outros, também emblemáticos e

incontornáveis do séc. XX. Sobre o funcionamento pormenorizado da mão esquerda, existem alguns autores que abordaram o tema dos “padrões de dedos” como Gerle, Primrose e Bang que explicaram de uma forma esquemática e racional diferentes combinações entre as distâncias intervalares entre dedos o que facilita o funcionamento mecânico da mão esquerda.

No entanto, nenhum destes métodos aborda a mão sobre o prisma da biomecânica e funcionalidade anatômico-funcional do membro superior esquerdo, adaptando-o às propriedades mecânicas do violino e dos diferentes desafios técnicos.

Em termos científicos, foram realizadas pesquisas em laboratório sobre a *performance* instrumental e no domínio da biomecânica, apesar de ser uma área de estudo bastante recente. Contudo, os estudos existentes incidem essencialmente sobre a eletromiografia e sobre o membro superior direito. Os estudos realizados sobre o membro superior esquerdo, que na *performance* violinística é de elevada exigência sobre o prisma da força, precisão e resistência, são bastante escassos.

Relativamente ao terceiro objetivo da revisão bibliográfica, abordaram-se conceitos bastante específicos, que foram amplamente usados durante toda a investigação científica. Estes assuntos reportam-se essencialmente aos domínios da anatomia, de propriedades específicas do membro superior esquerdo ao nível articular e da goniometria; da propriocepção; da biomecânica, como planos, movimentos, zeros referenciais e definições de outros conceitos específicos e importantes para este estudo. Um dos pontos mecânico-funcionais da zona articular metacarpofalângica da mão que se considerou mais importantes para esta investigação foi o ponto comum de flexão digital na zona média palmar.

Face a estas conclusões, elaborou-se uma proposta de investigação e de metodologias possíveis para cumprir os objetivos delineados no capítulo inicial da tese.

3. TÉCNICAS EXPERIMENTAIS

O plano metodológico foi realizado numa parceria entre a Universidade de Évora - Departamento de Música e a Universidade do Porto mais especificamente pela Faculdade de Desporto FADEUP e o Laboratório de Biomecânica da mesma universidade - LABIOMEPE, para obter resultados com respaldo científico, já que este laboratório disponibilizava as últimas inovações tecnológicas e laboratoriais na área da biomecânica, na altura da investigação científica.

A problemática central desta investigação é a seguinte:

Qual a influência da posição da mão esquerda, nomeadamente a angulação e altura da mesma em relação ao braço do violino, na *performance* ou eficiência mecânico-funcional?

Uma questão essencial para responder a esta questão central era a escolha das técnicas experimentais para estudar o movimento. Foi fundamental conhecer melhor o laboratório e suas valências para identificar os dispositivos mais adequados.

3.1 LABIOMEPE

Este laboratório de biomecânico é uma referência na Europa para a análise do movimento. Para se perceber do que trata a ciência da Biomecânica, começa-se por analisar morfológicamente o termo. Dividindo o termo em duas partes, vem em primeiro lugar o prefixo “bio”, de biologia, ou seja, relativo aos seres vivos, e a segunda parte com a palavra mecânica. É, portanto, o estudo da mecânica dos organismos vivos ou melhor o estudo da estrutura e da função dos sistemas biológicos utilizando métodos de mecânica. A biomecânica pode definir-se como a ciência que estuda as forças internas e externas que atuam no corpo humano e, os efeitos produzidos por essas forças.

3.2 OBJETIVOS DA BIOMECÂNICA

O primeiro objetivo desta ciência é perceber como todo o sistema locomotor opera, quais são os princípios básicos de funcionamento mecânico do organismo.

O segundo objetivo será aumentar a eficiência técnica dos sujeitos, analisando e comparando os desempenhos de indivíduos à luz de princípios mecânicos, utilizando simulações computadorizadas. Como terceiro e grande objetivo, visa diminuir a probabilidade de se verificarem lesões, do tipo crônico ou agudo, decorrentes da atividade física/exercício físico.

A Biomecânica, como é uma ciência multidisciplinar, composta por várias outras disciplinas que analisam e investigam o movimento, também tem afeto a esta ciência diferentes métodos e dispositivos de medição.

De acordo com Amadio (Amadio & Duarte, 1996) e Baumman (1995), os métodos de medição utilizados pela Biomecânica para abordar as diversas formas de movimento são a Cinemetria, a Dinamometria, a Electromiografia, a Termografia e a Antropometria.

Segundo as diversas forças que atuam sobre os corpos, a Biomecânica pode ser dividida em interna e externa. Desta forma a biomecânica interna estuda as forças articulares e musculares dentro do próprio organismo, que têm a sua ação e propulsão internamente no corpo de estudo. A Biomecânica externa estuda as forças e grandezas externas a esse corpo, passíveis de serem observadas.

Sendo uma ciência que analisa as forças que originam movimentos, está sujeita às leis de Força de Newton.⁴⁸

É importante recordar que o peso e a massa são grandezas distintas. A massa é uma grandeza constante, isto é, não depende do local onde é medida, o peso do corpo depende do local da sua medição.

O peso é a força de atração exercida pela Terra sobre os corpos e pode ser igualmente denominada de força gravitacional ou gravítica.

⁴⁸A 1ª lei diz que “todo o corpo permanece em seu estado de repouso, ou de movimento uniforme e linha reta, a menos que seja obrigado a mudar seu estado por forças impressas nele”. A 2ª lei diz que “a mudança do movimento é proporcional à força motriz impressa e se faz segundo a linha reta pela qual se imprime essa força”. Por fim a 3ª lei de Newton diz que “ numa ação sempre se opõe uma reacção igual, ou seja, as acções de dois corpos, um sobre o outro, são sempre iguais e se dirigem a partes contrárias.

O peso em Newtons (N) pode ser determinado a partir da expressão $P=m.g$.

Quando um corpo está em movimento sob ação exclusiva de seu peso P , ele adquire uma aceleração denominada “aceleração de gravidade g ”. Sendo m a massa do corpo, a equação fundamental de Newton $F.g = m.a$ toma a forma $P = m.g$, pois a resultante $F.g$ é o Peso P ⁴⁹ e a aceleração é a aceleração da gravidade.

Relativamente às forças musculares, estas são produzidas pelos músculos que têm a função de controlar a postura, o posicionamento das articulações e os movimentos dos animais. Os músculos são constituídos por um grande número de fibras, cujas células são capazes de contraírem, quando estimuladas por impulsos nervosos.

Normalmente são ligados a dois tipos diferentes de ossos por meio de tendões, de forma a poder mover a posição relativa entre eles, como alavancas, e que têm um eixo comum, a articulação.

3.3 MÉTODOS DE MEDIÇÃO E EQUIPAMENTO ADEQUADO

Tendo em consideração as várias perspetivas de análise do movimento juntamente com o técnico de laboratório o Engenheiro Pedro Fonseca e o Professor Doutor Rui Garganta do laboratório de Cineantropometria, foi elaborado um conjunto de metodologias baseadas nos dispositivos disponíveis no laboratório consideradas mais adequadas.

Apresentam-se em seguida, resumidamente, os diferentes métodos de análise do movimento, as diferentes abordagens que tivemos em concordância com o sistema proposto, suas vantagens e inconvenientes, e a razão de termos adotado, no final, uma abordagem unilateral e mais simplificada.

⁴⁹ O Peso é, portanto, uma grandeza vetorial e tem direcção sempre vertical (orientada para o centro da Terra e sentido de cima para baixo).

3.3.1 DINAMOMETRIA (FORÇAS, MOMENTOS E PRESSÕES DE AVALIAÇÃO)

A dinamometria refere-se a todo o tipo de metodologia científica que tem em vista a medição de forças e a medição da distribuição de pressões (Adrian, 1995).

Uma das técnicas consiste na utilização de plataformas de força, dispositivos que registam a força de reação do solo, nas suas diversas componentes (vertical, lateral e, ântero-posterior) em relação à plataforma.

Uma outra técnica consiste na utilização de plataformas de pressão. Estes são dispositivos que fornecem mapas das pressões. Os equipamentos mais frequentes são os sistemas de medição das pressões plantares. Não são mais do que palmilhas que contêm transdutores, para medir a pressão nas diversas regiões da planta do pé.

Como um dos objetivos centrais era perceber a eficiência do funcionamento biomecânico da mão esquerda, achou-se, com base no estudo de (Großhauser T. G., 2010) elaborado com sensores de pressão na escala do violino, que a avaliação da força exercida pelos dedos sobre a escala, poderia fornecer resultados importantes. Decidiu-se avaliar a pressão dos dedos através de palmilhas transdutoras de pressão, as mesmas usadas na análise da marcha, órteses, próteses, cadeiras e posicionamento etc. Os sensores são usados normalmente para detetar e medir uma mudança relativa em vigor ou carga aplicada, detetar e medir a taxa de variação dessa força, identificar limites de força e desencadear medidas adequadas para detetar contato e / ou toque (Figura 3.1).

Tekscan F-SCAN⁵⁰- Palmilhas transdutoras de pressão.



Para a análise do mapeamento de pressão usaram-se sensores FlexiForce

⁵⁰ Tekscan é o principal fabricante de sensores de pressão tácteis e sistemas de medição. Cada sistema de medição de pressão inclui eletrônica de *scanning*, *software* e sensores de pressão ultra-finas, criando sistemas de mapeamento de pressão.



Figura 3.1 - Sensores FlexiForce

São circuitos impressos ultrafinos e flexíveis, que podem ser facilmente integradas em aplicações de medição de força. Com a sua capacidade inerente da sua construção, de flexibilidade e força de papel fino, o FSR Sensor FlexiForce pode medir a força entre duas superfícies e é durável o suficiente para resistir à maioria dos ambientes.

Uma das aplicações efetuadas neste projeto foi a utilização do dispositivo flexiforce numa banda adaptada à largura da escala do violino. (Figura 3.2)

Esta banda, com sensores multipontuais, foi recortada na medida da escala e colocada debaixo das cordas, ajustada ao ponto do violino. Um conjunto de fios foi ligado a uma estrutura, presa às costas do violino. (Figura 3.3)

A sensibilidade da pressão é ajustada de modo a poder perceber-se as diferenças de pressão dos dedos na corda e nos vários exercícios propostos.

Os resultados foram posteriormente analisados para se avaliar a força muscular com exercícios prolongados nas diferentes abordagens técnicas e várias posturas da mão em relação à escala do violino.



Figura 3.2 - Violino com sensores de pressão acoplados à sua escala e refletores para análise tridimensional

Apesar de teoricamente esta abordagem ter parecido inicialmente adequada para analisar a força dos dedos na escala do violino e até o nível de cansaço do movimento digital, após alguns exercícios, percebeu-se mais tarde que os resultados não foram suficientemente precisos. Avançaram-se várias explicações para a insuficiente qualidade dos resultados.

A banda flexiforce que tem a largura e o formato de um pé foi adaptada à escala do violino, contudo os sensores incorporados nesta palmilha estão dispostos ao longo de linhas paralelas, e como se sabe a distância entre as cordas do violino vai aumentando da pestana para o cavalete, o que levou a que os dados fossem pouco representativos da pressão exercida.

Outro aspeto relaciona-se com o facto destes sensores estarem a uma distância de cerca de 5mm entre eles, e a afinação e colocação dos dedos serem mais precisos do que a escala em milímetros.

Outra questão para que esta abordagem se mostrasse pouco útil foi o facto de que a distância máxima compreendida pela palmilha adaptada à escala do violino, não ser suficiente para medir o intervalo de maior dimensão, isto é, os intervalos de sexta entre os dedos indicador e mínimo.



Figura 3.3 - Sistema de deteção de pressão Tekscan F-SCAN - Palmilhas transdutoras de pressão e dispositivo de transdução de informação via digital acoplado nas costas do violino.

3.3.2 ELETROMIOGRAFIA (REGISTO DA ATIVIDADE ELÉTRICA MUSCULAR).

A eletromiografia refere-se ao estudo da atividade neuromuscular, através da representação gráfica da atividade elétrica do músculo (Pezzarat, 1993).

Caracteriza-se pela detecção e recolha de uma corrente elétrica, com origem nas fibras musculares. Essas correntes têm origem nas alterações eletroquímicas das fibras musculares que ao serem excitadas geram potenciais de ação.

São atualmente utilizadas duas formas de recolher os sinais eletromiográficos: através da colocação de elétrodos sobre a pele (eletromiografia de superfície) ou no interior do músculo (eletromiografia de profundidade). O sinal depois de recolhido, é processado e tratado.

Segundo De Luca (1993) e Pezzarat et al. (1993) existem três aplicações possíveis para a eletromiografia. Uma primeira consiste em determinar o tempo para a ativação da atividade muscular de um determinado músculo, isto é, quando a excitação começa e quando ela acaba. A segunda aplicação estima principalmente a força produzida pelo músculo. A terceira aplicação é para medir o índice da taxa de fadiga muscular através da análise do espectro da frequência de sinal.

Para este estudo foi utilizado o sistema eletromiográfico Delsys Trigno Wireless (Figura 3.4)

O sistema laboratorial Delsys Trigno é um dispositivo sem fios, desenhado para ser usado em qualquer lugar. O dispositivo portátil, cabe na palma da uma mão o que facilita aos pesquisadores nos vários contextos onde podem fazer as suas experiências.



Figura 3.4 - Sistema eletromiográfico Delsys Trigno Wireless

Como era objetivo deste trabalho avaliar a eficiência da *performance* do braço esquerdo no violino, era importante medir a ativação, tensão, intensidade e o cansaço muscular.

Colocaram-se, sensores no antebraço e na mão para analisar a atividade muscular. No entanto, os resultados não foram os mais interessantes devido a vários fatores. Por um lado, estes dispositivos apesar de serem de dimensões reduzidas avaliam a atividade muscular, mas a um nível superficial, apenas em relação aos músculos, e não tendões, com os quais têm um contacto direto. Acresce que a mão é composta por inúmeros tendões, ossos, articulações e inúmeros músculos pequenos que se entrecruzam e interpenetram. Foi, por isso, difícil encontrar um local na mão em que fosse possível medir a atividade de músculos mais profundos, do interior da mão, como os lumbricais ou os interósseos que têm uma função fundamental e preponderante, que não puderam ser monitorizados.

Por outro lado, também se tornou bastante complicado executar alguns exercícios pelo facto da aderência à pele destes sensores ser reduzida, muito limitada pelo local onde é acoplada e pela hipersolicitação da mão durante a realização dos exercícios. A mão por si só e numa perspetiva da *performance* requer bastante mobilidade, e é em geral uma zona plena de glândulas sudoríparas e, por conseguinte, bastante húmida, principalmente no interior. Neste caso, era importante fazer permanecer estes sensores durante algum tempo sem se deslocarem ou perderem a aderência durante a *performance*, o que não se mostrou viável.



Figura 3.5 - Imagem dos marcadores para análise do movimento a 3D e dos centros inerciais para análise da atividade muscular em EMG⁵¹, no braço e mão esquerda

3.3.3 TERMOGRAFIA (GRAVAÇÃO DE VARIAÇÃO DA TEMPERATURA DO CORPO)

A termografia analisa a atividade biomecânica através da distribuição e variação do calor no organismo analisado, perante o movimento do mesmo.

Os seres humanos, na realização de atividades mais ou menos intensas, libertam uma quantidade de energia maior. Esta energia, é traduzida na variação da temperatura corporal, que pode ser analisada de uma forma mais precisa, tanto na dimensão como na variação dessa mesma energia com dispositivos ultra-desenvolvidos na deteção do calor.

Um dos dispositivos com potencial para caracterizar a tensão, cansaço e esforço dos músculos dos dedos da mão e do braço seria o FLIR SC7000. (Figura 3.6)



Figura 3.6 - Câmara termográfica para medições em Biomecânica.

⁵¹ EMG – iniciais para Eletromiografia.

Esta é uma câmara termográfica de infravermelhos, um dispositivo que mede o calor de um corpo sem contato direto, e que deteta energia infravermelha (calor) convertendo-a num sinal eletrónico, que é então processado para produzir uma imagem térmica num monitor. Esta imagem permite fazer uma estimativa da temperatura do corpo.

O calor detetado por esta câmara de infravermelhos pode ser medido com bastante precisão, o que lhe permite monitorizar não só o desempenho térmico, mas também identificar e avaliar a gravidade relativa dos problemas relacionados com o calor. Em relação às mais recentes inovações referentes à tecnologia de deteção, a incorporação de um sistema de imagiologia, funcionalidades automáticas e o desenvolvimento de *software* infravermelho, oferece mais soluções de análise térmica e de custo-benefício do que nunca.

Após um estudo sobre as vantagens da utilização deste dispositivo chegou-se à conclusão que a termografia seria uma forma de avaliar o cansaço muscular.

Em relação a este método, tentou-se analisar a variação do calor no dorso da mão na altura da *performance*.

Executou-se um exercício bastante simples, mas repetido para se perceber a fadiga muscular e as variações de cor na imagem. (Figura 3.7)

Contudo, a variação da radiação no dorso da mão, ao longo da *performance*, não foi significativamente perceptível.

Na análise biomecânica do movimento da posição em relação ao braço do violino, e porque a maior parte do sobreaquecimento e tensão muscular se encontra na zona palmar da mão esquerda, considerou-se que a utilização deste método não iria diretamente ao encontro da problemática central, e iria limitar a qualidade dos resultados.

Também porque seria difícil medir uma zona que está bastante escondida, pois a mão está em geral semicerrada, escondida em parte pelo braço do violino e tendo a falange distal do polegar em primeiro plano, onde é inexistente a presença de músculo.

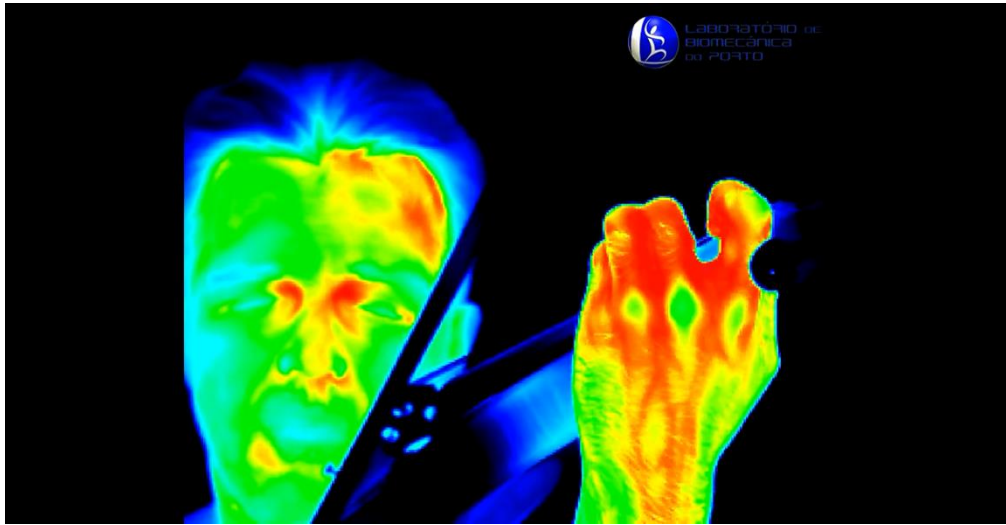


Figura 3.7 - Imagem resultante da termografia da *performance* da mão esquerda.

3.3.4 ANTROPOMETRIA (AVALIAÇÃO DA DIMENSÃO SEGMENTAR E DE CORPO INTEIRO CARACTERÍSTICAS INERCIAIS).

A Antropometria tem em vista determinar as características e as propriedades do aparelho locomotor. Ou seja, consiste na caracterização e determinação das propriedades da massa corporal.

O estudo do centro de massa de um corpo é um dos elementos fundamentais na análise dos movimentos.

Segundo Amadio (Amadio, 1996), a Antropometria, no âmbito biomecânico dedica-se, fundamentalmente ao estudo de:

- a) a geometria da massa corporal;
- b) o centro de massa do corpo;
- c) o momento de inércia de cada segmento corporal;
- d) o centro de massa de cada segmento;
- e) as dimensões e as proporções corporais.

Esta área auxilia na descrição e análise do movimento, apoiando-se na construção de modelos antropométricos do corpo humano, tendo por base leis matemáticas e físicas, procurando a otimização do rendimento (Amadio, 1989).

Em termos antropométricos foram recolhidos os seguintes parâmetros:

Altura, peso, idade, força máxima de preensão de ambas as mãos, foi desenhada a mão, e medido o comprimento da mão e de cada dedo.

Estes dados foram importantes para reconstruir tridimensionalmente a geometria de cada segmento corporal analisado, o centro de massa do corpo e de cada segmento e as dimensões e as proporções corporais.

3.3.5 CINEMÁTICA (DETERMINAÇÃO DE POSIÇÃO, ORIENTAÇÃO, VELOCIDADE E ACELERAÇÃO).

A cinematria consiste na análise de parâmetros cinemáticos, tendo por base a recolha de imagens do movimento.

Este método permite, fundamentalmente, a caracterização cinemática das técnicas em estudo. Por exemplo, a análise da distância, do tempo, da velocidade e da aceleração obtida por um dado segmento corporal ou pelo centro de massa do sujeito ao realizar um determinado gesto.

Existem diversos processos de análise cinemática, como a cinematografia, a cronociclografia, cineradiografia e a estroboscopia.

Atualmente, o processo mais frequente na análise cinemática é a videografia. Existem dois tipos distintos de análises cinemáticas: as análises bidimensionais e as tridimensionais. Para este projeto decidiu-se usar o dispositivo Qualisys Oqus Camera series que analisa o movimento tridimensionalmente (Figura 3.8).



Figura 3.8 - Sistema de captação de movimentos a três dimensões Qualisys

Este sistema também é utilizado amplamente por outras áreas científicas e industriais como no desenvolvimento de automóveis. O design de interiores pode ser melhorado com o uso de tecnologia de captura de movimento, tanto na ergonomia como para avaliar o conforto e segurança para o motorista, também em áreas como a animação e a realidade virtual usam captura de movimento para aumentar o realismo e um ambiente mais interativo.

Este dispositivo laboratorial contém os seguintes elementos constituintes e suas características de funcionamento:

- O componente central do sistema de captura de movimento Qualisys tem várias câmaras com infravermelhos óticos, Oqus (ver Figura 3.9) ao redor do sujeito a ser analisado em diferentes alturas e que emitem um feixe de luz infravermelha.



Figura 3.9 - Câmara de infravermelhos Oqus

- Tem vários marcadores pequenos e leves, retro reflexivos que são colocados num objeto/pessoa, nas zonas articulares.
- As câmaras emitem uma luz infravermelha para os marcadores que refletem a luz de volta para o sensor da câmara. Esta informação é então usada para calcular a posição de alvos com uma elevada resolução espacial. (Figura 3.10)
- Para fazer uma reconstrução 3D de dados 2D o sistema precisa de ser calibrado. Uma varinha é movida em torno do volume de captura, enquanto um objeto de referência fixo define o sistema de coordenadas do laboratório.
- Com um sistema Qualisys, o processo de calibração é de apenas um exercício 10-20 segundos.
- Uma vez que o sistema é calibrado e que a pessoa está a ser analisada usa um conjunto de marcadores reflexivos, o movimento pode ser gravado, processado e analisado.

Os procedimentos metodológicos incluem, num primeiro momento, a filmagem de um objeto de calibração e do movimento em estudo, por câmaras colocadas em diversos planos (estudo tridimensional).

Numa segunda fase, é utilizado um sistema vídeo-analógico de medição do movimento, ou seja, um programa informático, através do qual se captará os dados por meio de um procedimento manual ou automático de digitalização dos pontos de referência anatómica do indivíduo, em cada fotograma. Este procedimento tem como objetivo a criação de imagens animadas de modelos espaciais, isto é, de um modelo que represente o sujeito através de segmentos rígidos e articulados, correspondentes aos diversos segmentos anatómicos a realizar a tarefa em estudo.

Após a digitalização das imagens, os dados são tratados, isto é, através de determinadas técnicas de filtragem, as informações obtidas são corrigidas, aumentando a fiabilidade dos resultados.

Consequentemente, pretende-se recolher os dados de interesse para o estudo sob a forma numérica, gráfica ou pictórica. (Figura 3.11)



Figura 3.10 - Disposição das câmaras Qualisys no Labiomep

Como o objetivo central deste estudo é analisar o comportamento da mão, das suas articulações e da sua atividade muscular, nos vários posicionamentos em relação à escala do violino, usaram-se mini-refletores esféricos, colocados nas várias articulações da mão e do braço, e em algum ponto fulcral do violino, com a ajuda de fita-cola de duas bandas. Sendo assim colocaram-se refletores nas articulações do membro superior esquerdo, como nas articulações falange proximal e falange média, nas articulações metacarpofalângicas, na zona central da mão, na articulação carpometacárpica, no punho, mais propriamente na zona de interseção do carpo com o rádio e a ulna, e na articulação do cotovelo, respetivamente na articulação do úmero com o radio e com a ulna. (Figuras 3.12, 3.13, 3.14, 3.15)

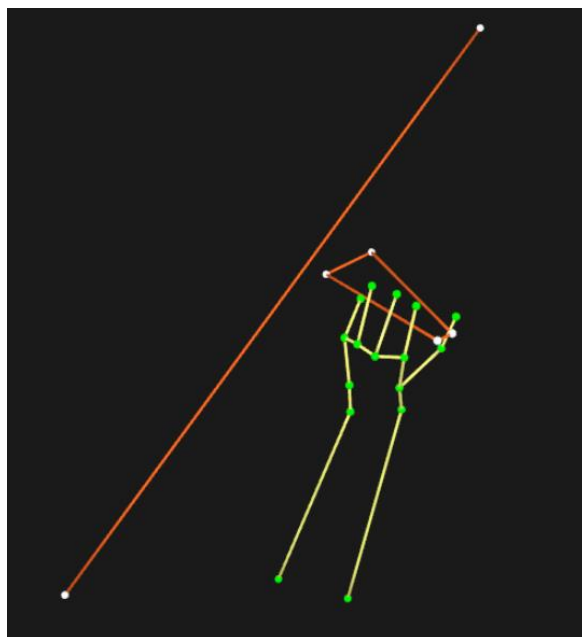


Figura 3.11 - Imagem computadorizada dos marcadores

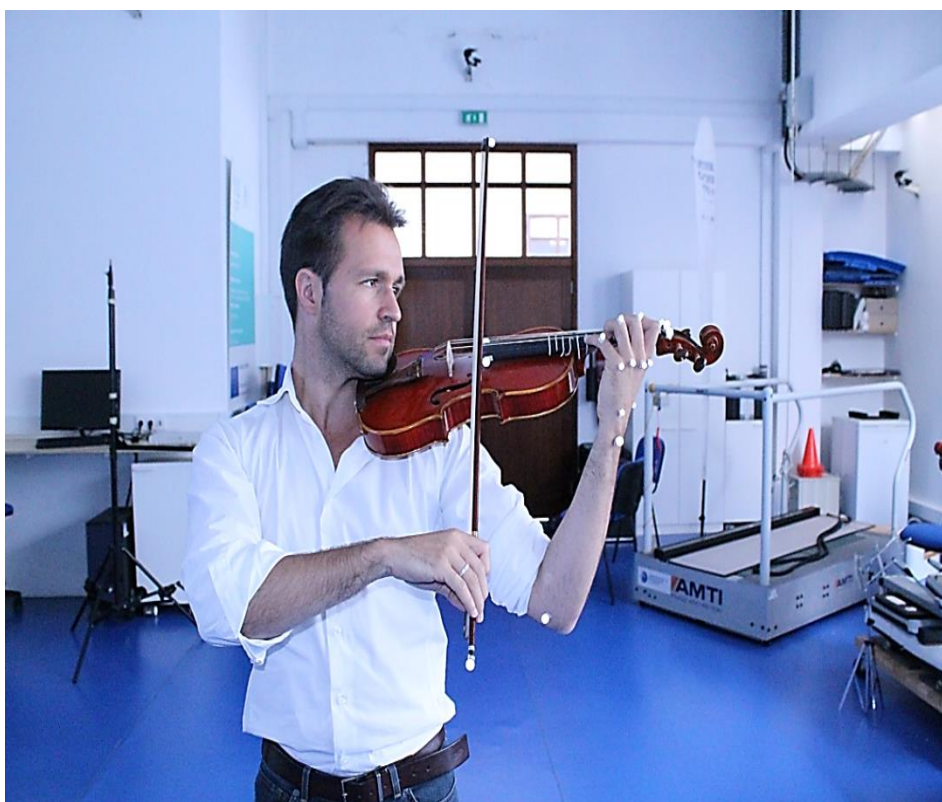


Figura 3.12 - Visualização dos marcadores no violino e braço esquerdo no LABIOMEP

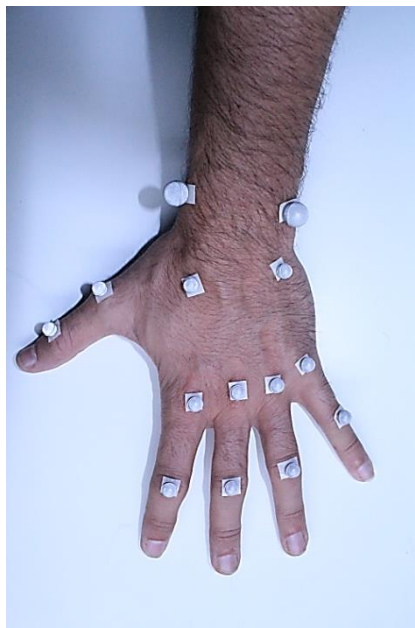


Figura 3.13 - Visualização dos marcadores na mão e punho esquerdo

Para haver uma relação do funcionamento biomecânico da mão em relação ao violino, são colocados quatro refletores nas quatro extremidades do ponto do violino.

Foram também colocados dois refletores na ponta do arco e outro na extremidade do parafuso do arco para se poder simular o movimento do arco em andamento. (Figura 3.11 e 3.12)

Esta tecnologia de captura de movimento foi usada para reconstruir digitalmente as diferentes angulações e alturas da mão nos vários exercícios propostos e perceber o funcionamento das várias estruturas da mesma em conformidades com estes. Assim recolheram-se imagens computadorizadas do comportamento mecânico das várias articulações.

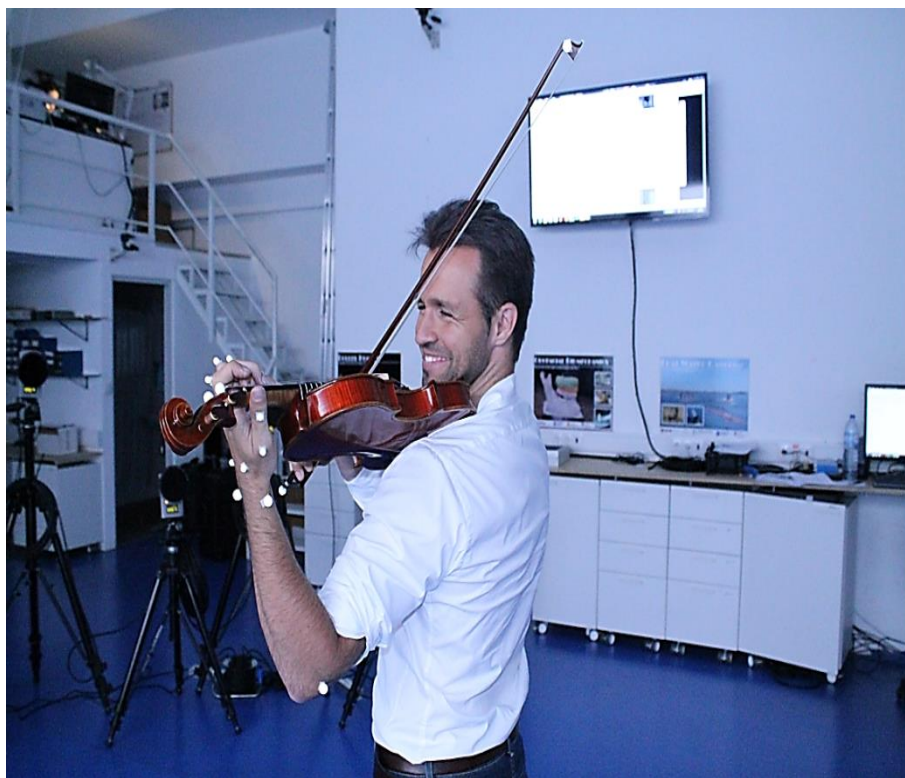


Figura 3.14 - Visualização dos marcadores no braço, na mão e no violino



Figura 3.15 - Visualização dos marcadores na mão num intervalo digital de sexta menor

4. METODOLOGIA

Todos os processos científicos pressupõem o seguimento de um protocolo de investigação de tal forma que seja aceite pela comunidade científica (Remenyi, 2017). Ora, por conseguinte, a equipa investigadora projetou a exposição deste trabalho de investigação à revisão anónima pelos pares (Silva et al., 2018, 2019a, 2019b, Au-Yong-Oliveira e Silva, forthcoming). Desta forma, o problema da posição da mão esquerda do violinista já foi reconhecido como sendo importante o suficiente para que se estude em profundidade, como já o fizemos e conforme foi também alvo de pesquisa na literatura.

4.1 ESTRATÉGIA CIENTÍFICA

Depois de uma análise sobre as estratégias e dispositivos disponíveis e passíveis de aplicação neste projeto, chegou-se à conclusão que o método de análise mais prometededor seria a captura de movimento em 3D Qualysis.

Com este dispositivo, consegue-se medir com elevada precisão a variação mais sensível da posição, em termos de angulação e altura da mão em relação à escala do violino, e analisar o funcionamento biomecânico da mão esquerda.

Existe também a possibilidade de relacionar dados e resultados de diferentes parâmetros e nos três eixos X, Y, Z que correspondem aos três eixos do movimento das variadas articulações que seriam analisadas, como se pode ver na Figura 4.1.

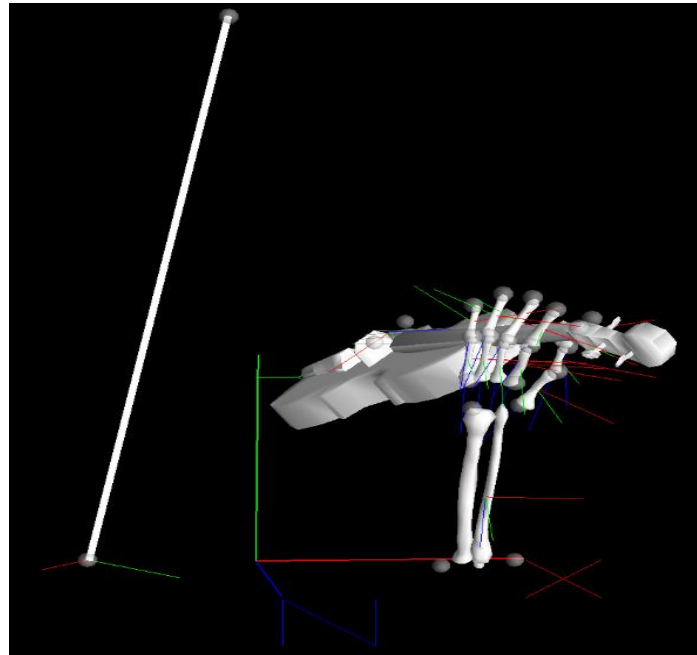


Figura 4.1 - Marcadores e sistema vetorial no eixo dos X, Y, Z

Assim, poderia ser eliminada a variável da repetição como forma de aumentar o tipo de preparação na execução do exercício. A décima vez não seria potencialmente melhor do que a primeira, porque a repetimos mais nove vezes uma vez que estes padrões digitais são baseados em escalas e notas subsequentes.

4.2 OBJETIVOS PRINCIPAIS DOS EXERCÍCIOS PROPOSTOS

Assim os objetivos principais dos exercícios propostos foram:

1. Analisar o comportamento mecânico da mão com diferentes alturas na mesma corda em relação ao ponto de contacto com o braço do violino, numa mesma posição e com os dedos numa só corda.
2. Perceber qual a influência no movimento mecânico dos dedos, da mão e do punho, com diferentes angulações, numa mesma posição.
3. Analisar e comparar o posicionamento da mão nas diferentes aberturas intervalares entre o primeiro e o quarto dedo, tendo em atenção a altura e a angulação da mesma em relação ao braço do violino. Os intervalos podem oscilar entre intervalos de 4ª perfeita, intervalos de 5ª perfeita, intervalos de 6ª menor.

4.3 EXERCÍCIOS ADOTADOS

Os exercícios foram elaborados por forma a analisar a variação de vários parâmetros:

- A variação da “altura da mão” (ou a distância da articulação metacarpofalângica do dedo indicador à aresta da escala do violino) numa mesma corda: posição deliberadamente alta (com a AMF⁵² perto da escala), posição confortável, posição baixa da mão (com a AMF longe da escala).

Esta variação da altura foi executada na primeira posição e com intervalo de quarta perfeita entre o primeiro e quarto dedo.

- Variação da angulação da mão em relação à escala do violino.

Este exercício foi executado em intervalos de maior extensão, como de 5^a perfeita (na mesma corda), geralmente usados em exercícios de oitavas dedilhadas, e intervalos de 6^a menor geralmente usados em intervalos de 10^a menor.

Todos os exercícios foram realizados na corda sol à exceção dos dois primeiros que, foram realizados na corda mi, por forma a se poder analisar a variação da mão em relação à escala do violino.

4.4 TIPOS DE EXERCÍCIOS

Escolheram-se três tipos de exercícios referentes aos distintos tipos de abertura dos dedos da mão esquerda. As três formas de abertura dos dedos são correspondentes ao intervalo entre o primeiro e quarto dedo,

O intervalo de “quarta perfeita” (na mesma corda) – onde se encontra uma oitava entre duas cordas adjacentes, serão traduzidos com a letra A.

O intervalo de “quinta perfeita” – que representa a técnica de oitavas dedilhadas em cordas adjacentes - serão representados pela letra B.

Por fim os intervalos de maior extensão, intervalos de sexta, equivalente à técnica de maior extensão que representa a posição de décima menor, que serão analisados em C.

⁵² AMF – iniciais usadas para Articulação Metacarpofalângica

Sendo mais específico analisaremos a abertura entre dedo indicador e dedo mindinho, com intervalo de sexta menor.

4.4.1 EXERCÍCIOS A1 MI E A2 MI



Figura 4.2 - Exercício musical usado para a execução de A1 mi e A2 mi

O primeiro exercício foi realizado com uma altura da mão deliberadamente alta, portanto com uma distância menor da articulação metacarpofalângica em relação ao braço do violino, denominado por A1 mi. O segundo exercício foi executado com o mesmo trecho musical, mas com a posição da mão mais baixa do que em A1 mi, portanto com a articulação mais distante da escala e mais confortável para a corda onde se toca, denominado por A2 mi.

4.4.2 EXERCÍCIOS A1 SOL E A2 SOL

Os dois exercícios seguintes foram realizados na corda sol, com o objetivo de comparar uma posição mais centrada/natural com uma posição consideravelmente baixa da mão, apresentando uma distância considerável entre a articulação metacarpofalângica à aresta do ponto do violino, que não é muito exequível na corda mi. Estes exercícios foram denominados de A1 sol e A2sol.



Figura 4.3 - Exercício musical usado para a execução de A1 sol e A2 sol

O exercício executado com a altura da mão baixa em relação ao braço do violino denominou-se de A1 sol e com uma altura um pouco mais elevada e mais confortável para a corda sol, de A2 sol.

4.4.3 EXERCÍCIOS B1 E B2

Os exercícios seguintes foram realizados em intervalos de maior extensão e analisado a variação da angulação no funcionamento biomecânico da mão. Sendo assim o exercício seguinte foi realizado com uma angulação pequena em B1 e com uma angulação maior entre a articulação metacarpofalângica e o braço do violino em B2.

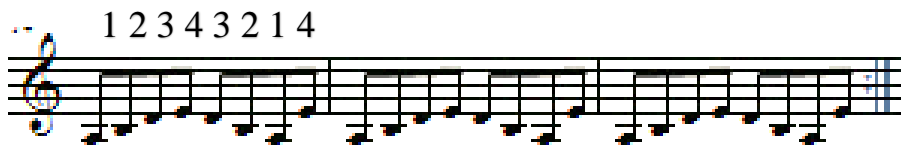


Figura 4.4 - Exercício musical usado para a execução de B1 e B2

4.4.4 EXERCÍCIOS C1 E C2

Os últimos exercícios foram realizados também na corda sol, mas com um intervalo ainda mais alargado, de 6ª menor.

O primeiro deste grupo foi realizado com uma angulação pequena do alinhamento da articulação metacarpofalângica em relação à aresta do braço do violino em C1 e com uma angulação mais acentuada em C2.



Figura 4.5 - Exercício musical usado para a execução de C1 e C2

4.5 NORMAS DE EXECUÇÃO

Juntamente com o engenheiro Pedro Fonseca, responsável pelo desenvolvimento do processo de pesquisa científica no Labiomep consideraram-se os seguintes procedimentos no processo da recolha de dados:

- Cada exercício foi repetido três vezes para assegurar reprodutibilidade dos resultados.
- Cada um dos exercícios foi iniciado com uma velocidade controlada com metrónomo (denominada ao longo do texto como velocidade de referência), à velocidade média de 60 batimentos por minuto, portanto, num segundo tocar-se-iam 4 notas, e ao longo de cerca de 5 segundos.
- Imediatamente depois destes 5 segundos iniciais, executou-se o mesmo exercício, mas da forma mais rápida possível, durante sensivelmente o mesmo tempo.

4.6 SECÇÕES ANATÓMICAS EM ANÁLISE

Em cada um dos seguintes grupos de exercícios em A, B e C foram analisados os mesmos parâmetros para responder às questões colocadas inicialmente. Sendo assim as secções anatómicas estudadas foram as do dedo mínimo, dedo indicador e punho.

4.6.1 DEDO MÍNIMO

Foi dada ênfase ao funcionamento do dedo mínimo, que corresponde ao dedo 4 na dedilhação violinística, isto porque é o dedo mais frágil, isto é, com menos força muscular, e o dedo de maior mobilidade. Para além do mais, nos exercícios de quarta perfeita, o A1 mi, A2 mi, A1 sol e A2sol, este dedo, realiza apenas um batimento por cada ciclo, sendo desta forma mais facilmente mensurável. É também o dedo mais solicitado nas aberturas superiores a quartas perfeitas, pois é o dedo mais distante do indicador que segura a nota mais baixa, e, portanto, sujeito a maiores tensões.

Efetuaram-se em consequência, tanto à velocidade de referência como à velocidade elevada, ensaios de flexão, extensão, adução e abdução. Os movimentos no plano longitudinal, mais especificamente a adução e a abdução, movimentos de menor

amplitude e de menor ocorrência, são indicadores da eficiência mecânico-funcional, já que traduzem um esforço acrescido na musculatura palmar.

Desta forma, tanto na velocidade de referência como na velocidade elevada, efetuaram-se ensaios de flexão, extensão, adução (ver Figuras 4.6 e 4.7) e abdução. (ver Figuras 4.8 e 4.9).

Adução do dedo mínimo

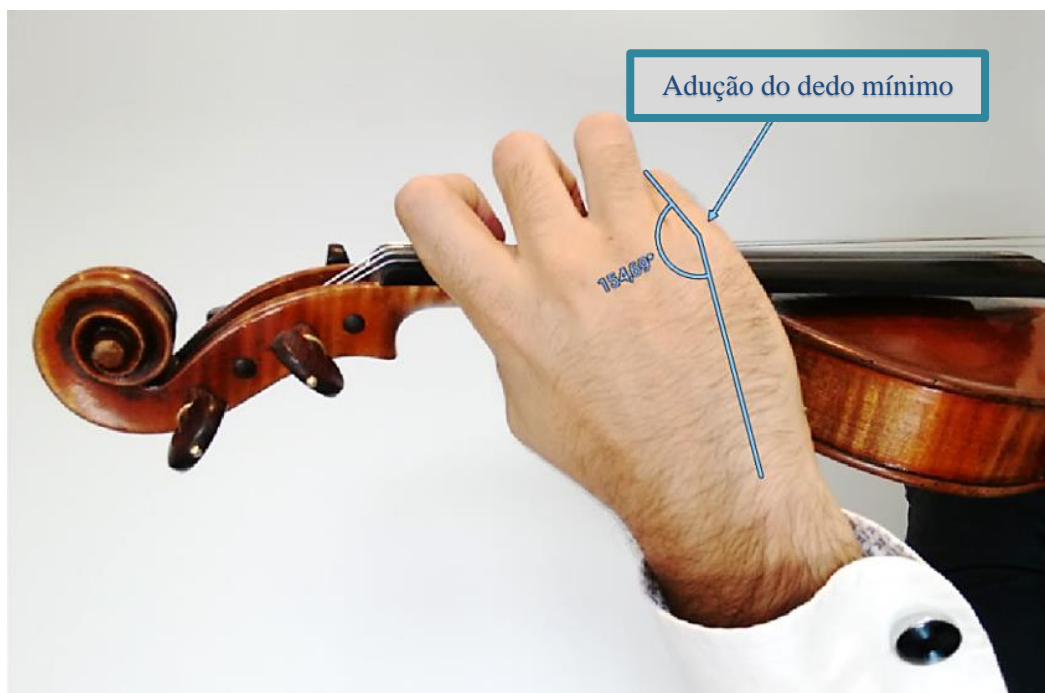


Figura 4.6 - Adução do dedo mínimo na *performance* violinística



Figura 4.7 - Adução do dedo mínimo na *performance* violinística em imagem computadorizada

Abdução do dedo mínimo



Figura 4.8 - Abdução do dedo mínimo na *performance* violinística

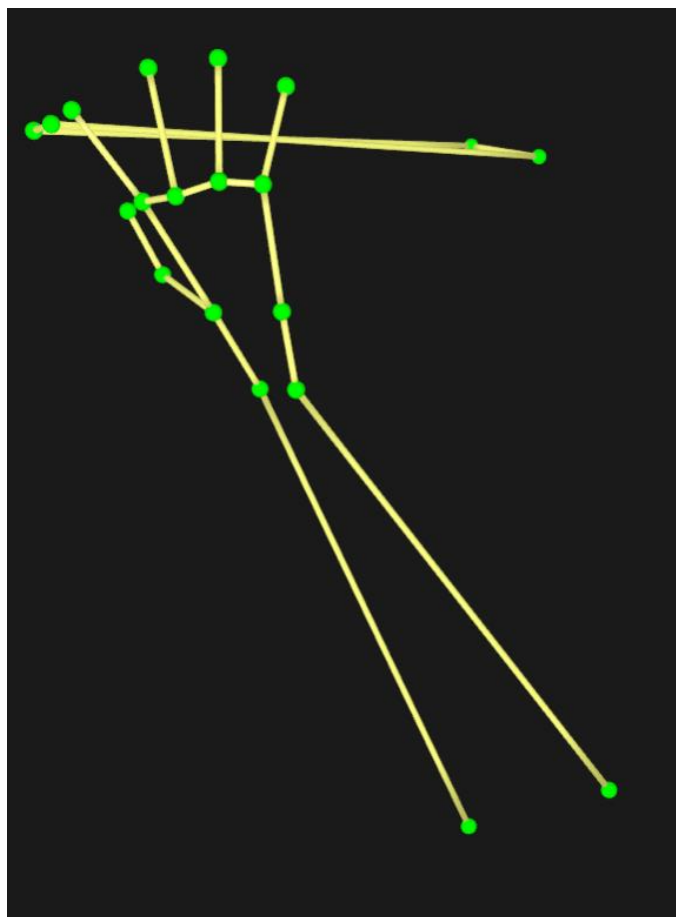


Figura 4.9 - Abdução do dedo mínimo na *performance* violínica em imagem computadorizada

Analisou-se também o tipo de movimento que o dedo mínimo realiza dentro de um ciclo completo e o número de batimentos por unidade de tempo.

4.6.2 DEDO INDICADOR

Neste estudo foi também importante analisar o funcionamento do dedo indicador. Na dedilhação violínica o primeiro dedo é a base da estrutura intervalar e o dedo mais oposto, na escala do violino, em relação ao dedo mínimo. Como é um dedo estrutural e tem uma natural proximidade à corda, move-se de uma forma mais discreta. Alguns dos exercícios podem ser facilmente realizáveis com este dedo a premir continuamente a corda, como nos exercícios de maiores amplitudes intervalares traduzidos em B e C. Em relação aos exercícios em A, têm a desvantagem de em cada ciclo dos exercícios realizados, o dedo indicador ter que tocar a nota correspondente a este dedo duas vezes, e em pontos assimétricos do exercício, isto é, a distância que separa estas notas na

sequência de notas dentro do ciclo não são iguais. Por outro lado, na distância menor que separa estas duas notas, o dedo terá que levantar obrigatoriamente para tocar a nota da corda solta, não obstante na distância maior, este dedo pode ou não levantar o que torna o seu movimento de flexão bastante aleatório e desequilibrado.

Outro ponto de extrema relevância a ter em conta no dedo indicador é o facto de este ser o único que se encontra em contacto direto com o braço do violino, o que permite avaliar a sua altura e posicionamento em relação a este. Sendo assim avaliou-se a posição, em termos de altura em que este se encontra em relação à aresta do ponto do braço do violino, sendo possível medir a altura da mão. Avaliou-se igualmente o alinhamento do metacarpo e da primeira falange, pois uma posição desconfortável está associada a uma forte adução e, portanto, uma intensa atividade do primeiro interósseo e do primeiro lumbrical (músculos internos da mão). Nas Figuras 4.10 até 4.13, mostram-se fotografias com indicação da medida do ângulo de adução e abdução do dedo indicador, acompanhadas de imagens computadorizadas correspondentes

Adução do indicador



Figura 4.10 - Adução do dedo indicador na *performance* violinística

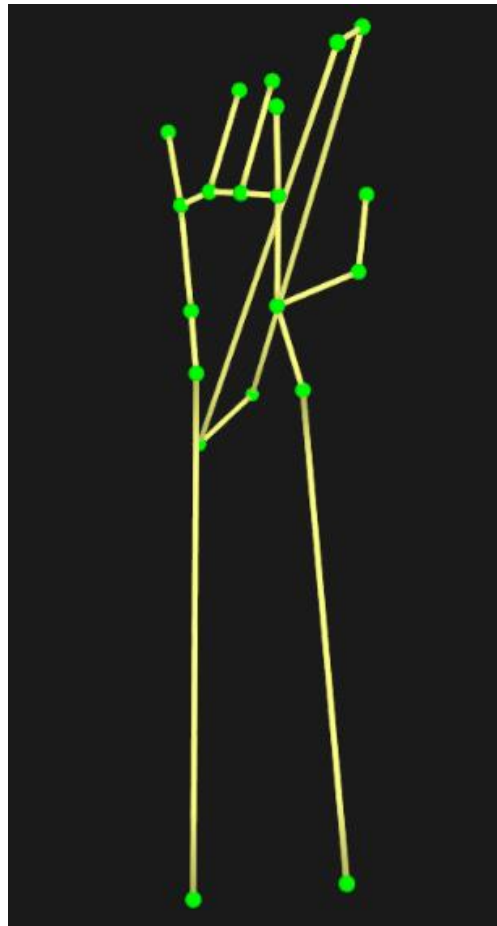


Figura 4.11 - Imagem computadorizada da adução do dedo indicador na *performance* violinística

Abdução do indicador



Figura 4.12 - Abdução do dedo indicador na *performance* violinística

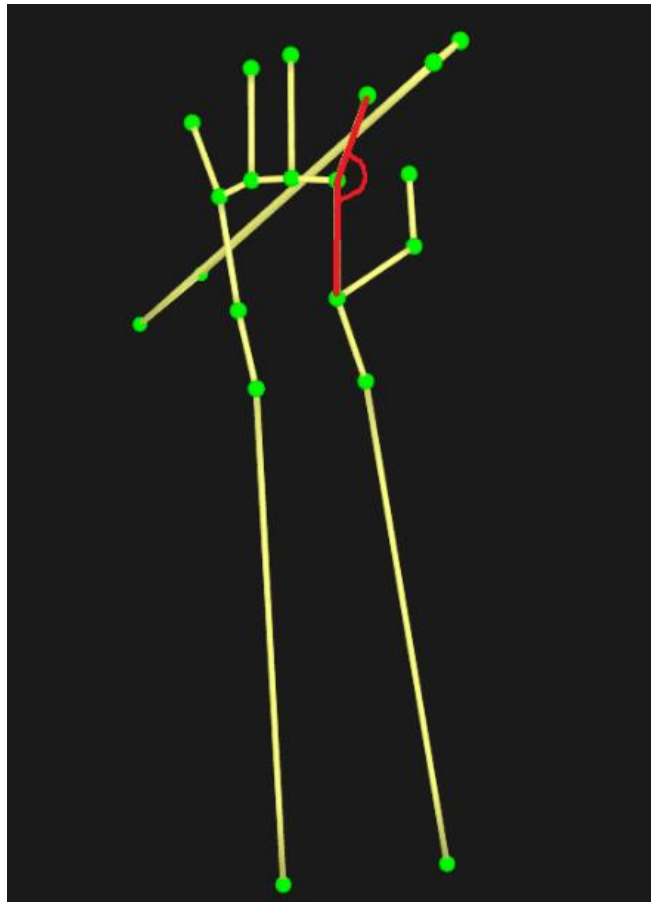


Figura 4.13 - Imagem computadorizada da abdução do dedo indicador na *performance* violinística

4.6.3 PUNHO

Outro aspeto a considerar para a *performance* da mão esquerda está relacionado com o funcionamento do punho. Tendo em conta a complexidade deste sistema articular, é fundamental ter em conta que, se houver uma forte adução ou abdução, se dá uma deslocação interna de todos os componentes do carpo, que provoca uma tensão no interior da mão (palma). Mais especificamente, quando o grau de mobilidade lateral especialmente sobre o eixo sagital se aproxima da amplitude máxima, que por si é bastante reduzido, cerca de 10° na abdução ou desvio radial e 30° na adução ou desvio ulnar, em especial os ossos piramidal, pisiforme e semilunar, sofrem um deslocamento da sua posição natural.

Para caracterizar o funcionamento do punho avaliou-se relação do antebraço com a mão, em termos de flexão e extensão do punho (representação nas Figuras 4.14a 4.17), e em termos da adução ou desvio ulnar (Figuras 4.18 e 4.19) e da abdução ou desvio radial (Figuras 4.20 e 4.21).

Flexão do punho

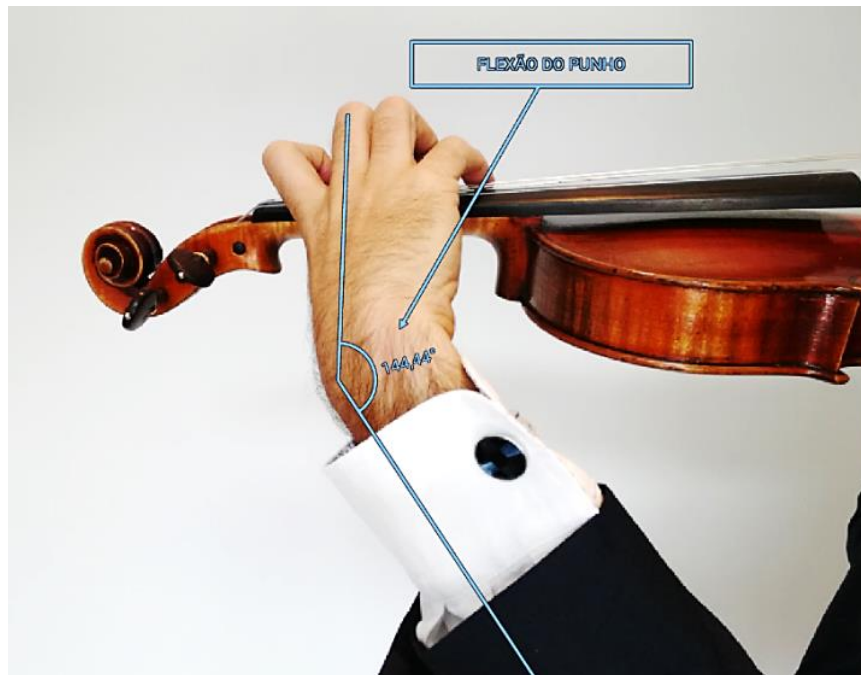


Figura 4.14 - Imagem de hiperflexão do punho na *performance* violinística

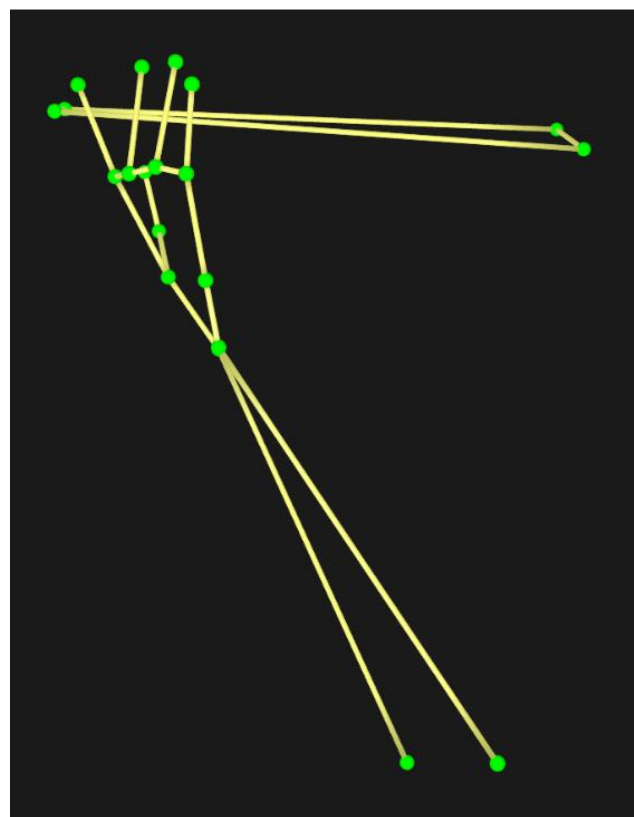


Figura 4.15 - Imagem computadorizada da hiperflexão do punho na *performance* violinística

Extensão do punho



Figura 4.16 - Imagem da extensão do punho na *performance* violinística

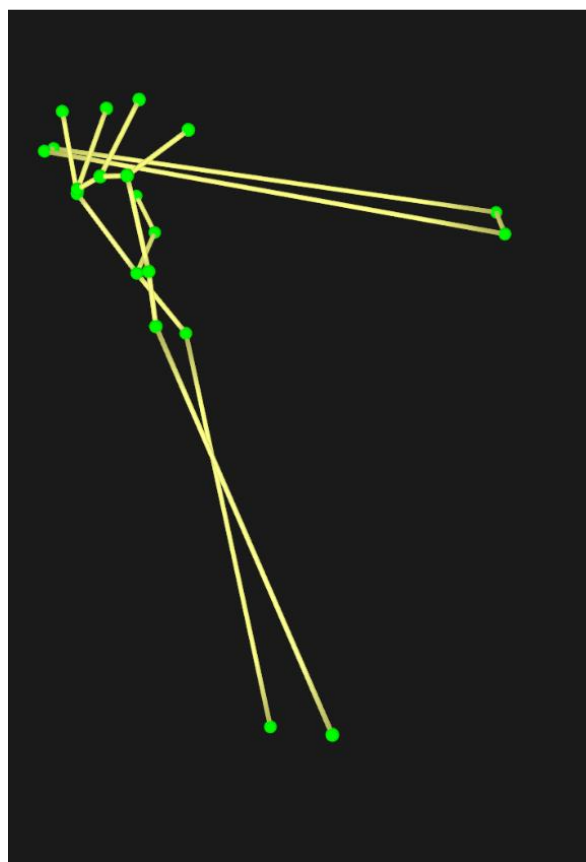


Figura 4.17 - Imagem computadorizada da extensão do punho na *performance* violinística

Adução do punho ou desvio ulnar do carpo



Figura 4.18 - Imagem do desvio ulnar do punho na *performance* violinística

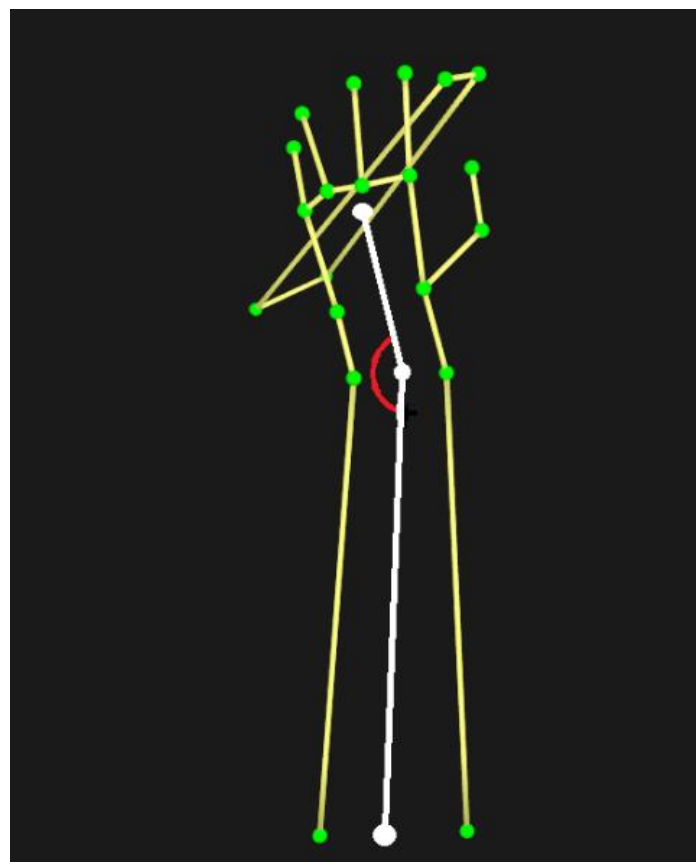


Figura 4.19 - Imagem computadorizada do desvio ulnar do punho na *performance* violinística

Abdução do punho ou desvio radial do carpo



Figura 4.20 - Imagem do desvio radial do punho na *performance* violinística

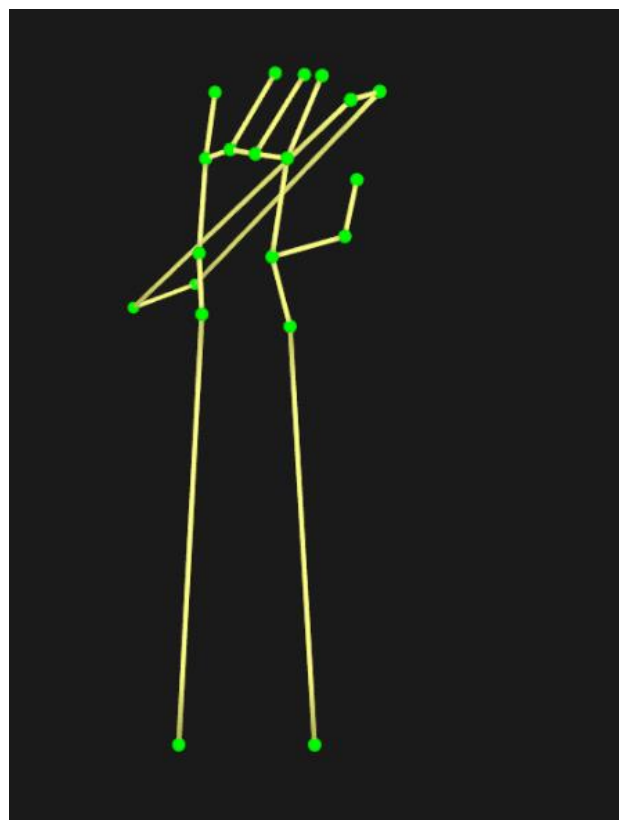


Figura 4.21 - Imagem computadorizada do desvio radial do punho na *performance* violinística

4.6.4 ALTURA DA MÃO EM RELAÇÃO AO BRAÇO DO VIOLINO

Este foi um dos parâmetros alterados nos diferentes exercícios por forma a responder às questões principais deste estudo. Decidiu-se analisar a relação da altura da mão no funcionamento digital e mecânico da mão.⁵³ Aproveitaram-se os refletores da articulação metacarpofalângica e o refletor que se situa no final do segmento da falange proximal do dedo indicador e mediu-se o ponto de intersecção com a aresta do ponto do braço do violino, conseguido pelos quatro refletores colocados nas extremidades do ponto referido. Estes valores foram analisados a partir dos resultados do exercício A, onde se tentou variar apenas a altura da mão em relação à escala.

4.6.5 ANGULAÇÃO DA MÃO COM O BRAÇO DO VIOLINO

O segundo parâmetro a estudar para encontrar uma resposta às perguntas colocadas inicialmente, foi a angulação da mão em relação com o braço do violino (representada na Figura 4.22) e perceber a sua influência sobre a *performance*.



Figura 4.22 - Angulação da articulação metacarpofalângica em relação à aresta do ponto do violino.

⁵³Entende-se por altura da mão, a distância da articulação metacarpofalângica à aresta do ponto ou escala no braço do violino. Quanto mais próxima a articulação metacarpofalângica se encontra do ponto do violino, mais alta se encontra a mão, e quanto mais baixa a mão se encontra, mais distante a articulação se situa.

Este parâmetro foi avaliado, preponderantemente, nos exercícios B e C em que, se estabeleceu uma linha reta dada pelos dois refletores colocados na articulação metacarpofalângica do dedo indicador e do dedo mínimo respetivamente, e calculando a angulação com um outro segmento de reta dado por outros dois refletores colocados nas extremidades do ponto do violino, um na pestana e o outro na extremidade mais próxima do cavalete.

4.7 PÚBLICO-ALVO

Relativamente ao público-alvo no início da experimentação deliberou-se que se deveria escolher um público o mais alargado possível, relativamente à idade, nível de formação técnica, e diferentes características corporais assim como diferentes morfologias da mão. Assim, numa primeira fase, realizou-se este projeto com a colaboração dos violinistas cujos nomes, idades e nível de formação se apresentam na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 - Informações sobre os participantes iniciais no projeto de investigação

ID	Nascimento	Recolha	Peso (kg)	Altura (cm)	Experiência (anos)	Experiência (grau)
Participante 1	25/09/1999	08/07/2015	44,83	162	8	6º grau
Participante 2	16/07/1993	08/07/2015	76,19	191	15	3º ano (universidade)
Participante 3	16/02/1994	09/07/2015	66	179	11	3 ano licenciatura
Participante 4	24/12/1991	09/07/2015	50	158	11	mestrado
Participante 5	01/01/1995	09/07/2015	64,62	170	11	2º na universidade
Participante 6	02/09/1983	09/07/2015	85,5	183	23(-10)	2º ano (superior)
Participante 7	17/12/1996	08/07/2015	63	164	10	1º ano (licenciatura)
Participante 8	03/07/1991	09/07/2015	53	159	16	3º ano (superior)
Participante 9	15/12/2002	10/07/2015	44,58	155	6	4º grau
Participante 10	07/12/1998	10/07/2015	60,5	179	10	7º grau
Participante 11	28/09/1983	10/07/2015	67,4	176	26	27 anos experiência
Participante 12	21/03/1995	10/07/2015	76,75	178	15	2º ano (licenciatura)

Todos os dados foram recolhidos para todos os participantes. Contudo, os resultados revelaram-se difíceis de analisar, sobretudo porque nem todos eram capazes de realizar intervalos de 5ª perfeita e ainda menos de 6ª menor. Por outro lado, era difícil, para alguns dos participantes, controlar as alterações posicionais que lhes foram sugeridas, por serem indicações recentes e não estudadas. Em consequência, os resultados apareceram com um desvio padrão considerável em todos os exercícios, sem grande consistência nos gráficos.

Percebeu-se que, como cada um dos exercícios tinha que ser repetidos 3 vezes, para assegurar reprodutibilidade dos resultados, em muitos destes exercícios, os parâmetros que se deveriam manter nos três exercícios, como uma altura específica da mão ou uma angulação da articulação metacarpofalângica, no final da segunda e terceira tentativa, estes valores que deveriam ter sido fixados e controlados, já eram diferentes.

Isto impossibilitou a análise dos resultados num nível alargado de participantes.

Considerou-se, portanto, que este projeto se deveria focar apenas num indivíduo.

Depois de uma análise breve, o indivíduo que, compreensivelmente, demonstrou mais regularidade nos resultados e maior controlo das variáveis indicadas foi o autor deste projeto.

Deste modo foi decidido com o Professor Doutor Rui Garganta, e o Eng.º Pedro Fonseca, que o melhor seria analisar o funcionamento biomecânico detalhado de um indivíduo para melhor perceber a relação das variáveis alteradas no funcionamento biomecânico da mão esquerda e a *performance*.

5. APRESENTAÇÃO ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O estudo com o dispositivo de análise a três dimensões Qualisys teve como objetivo principal analisar duas variáveis no funcionamento biomecânico da mão esquerda em relação ao violino, procurando responder às questões colocadas na fase inicial do trabalho de investigação.

Como este sistema de análise do movimento tridimensional funciona com várias câmaras que captam a posição de refletores, colocaram-se refletores nas articulações a estudar no epicôndilo medial e no epicôndilo lateral, no processo estiloide da ulna e do rádio, dois na zona articular do carpo-metacarpo, portanto no hemato e no trapézio, em cada uma das articulações metacarpofalângicas, e em cada uma das articulações falange proximal-falange média.

Na figura 5.1 apresenta-se a mão e antebraço, os dedos da mão esquerda, e os refletores usados, para que se possa fazer uma melhor leitura quando passarmos para uma descrição mais pormenorizada dos gráficos relativos aos vários exercícios efetuados.



Figura 5.1 - Refletores colocados nas articulações ossiculares da mão, e nas quatro extremidades do ponto do violino.

5.1 EXERCÍCIOS A

Como mencionado no capítulo anterior, o exercício A é executado num intervalo entre o dedo indicador e o dedo mínimo de quarta perfeita.

Tanto em A mi como em A sol a distribuição ou padrão digital é com meio tom do segundo para o terceiro dedo, como se mostra na fotografia da figura 5.2:



Figura 5.2 - Colocação dos dedos e intervalos entre os dedos, nos exercícios A

Padrão digital em A:

Nesta série de exercícios pretendeu-se analisar o funcionamento da mão nas cordas mais extremas do violino (corda mi a mais aguda) – A mi, e (corda sol a mais grave) – A sol, variando a altura da mão em relação ao braço do violino.

Cada série de exercícios A mi e A sol foi dividida em dois grupos de exercícios.

Em A mi, analisou-se numa das séries o funcionamento das várias secções anatómicas numa posição considerada muito alta, isto é, com a articulação metacarpofalângica do dedo indicador muito próxima do braço do violino, denominada de A1 mi. Em A2 mi foram analisados os mesmos parâmetros, mas com a mão em posição mais descida.

Na série A1 sol, manteve-se a altura da mão utilizada em A2 mi, o que para a corda sol é considerada uma posição baixa. Em A2sol, a posição da mão fica mais elevada e, portanto, a articulação metacarpofalângica mais próxima da aresta do ponto do violino.

Conforme foi referido no Capítulo 4, cada exercício foi repetido 3 vezes. Os gráficos de movimento apresentam, portanto, na linha do movimento, o valor médio das três repetições. A zona a sombreado corresponde ao desvio padrão.

5.1.1 EXERCÍCIOS A1 MI E A2 MI

Na Figura 4.2 apresentou-se a pauta musical que serviu de referência nos ensaios realizados para este tipo de exercícios e que consta de uma sequência de notas de realização bastante simples sem a necessidade de estudo prévio, para não acrescentar esta variável. Escolheu-se um ciclo repetível com dedilhação 0-1-2-3-4-3-2-1.

Como foi dito anteriormente, para cada exercício tipo A, realizou-se uma primeira fase numa velocidade controlada a um batimento por segundo, (velocidade de referência) durante cerca de cinco ciclos e de imediato, executa-se o mesmo exercício à velocidade máxima durante sensivelmente o mesmo tempo do que na velocidade de referência.

Relembra-se que este tipo de exercício é realizado na corda mi, com a mudança intencional de apenas uma variável, a altura da mão, mas mantendo a mesma angulação da mão em relação ao braço do violino.

Em A1 mi, a mão realiza o exercício proposto numa altura mais elevada em relação a A2 mi, isto porque em A1 mi (ver Figuras 5.3 e 5.4) a articulação metacarpofalângica está mais próxima da aresta do braço do violino do que em A2 mi (ver Figuras 5.5 e 5.6). Na Figura 5.7 apresenta-se para efeitos de comparação uma imagem computadorizada da posição da mão em A1 mi e A2 mi.

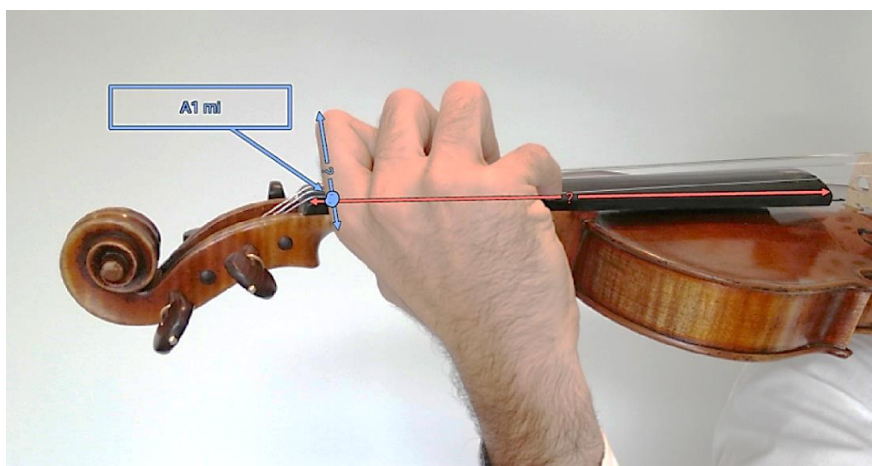


Figura 5.3 - Representação esquemática do ponto de intersecção da falange proximal do indicador com a aresta da escala do violino em A1 mi

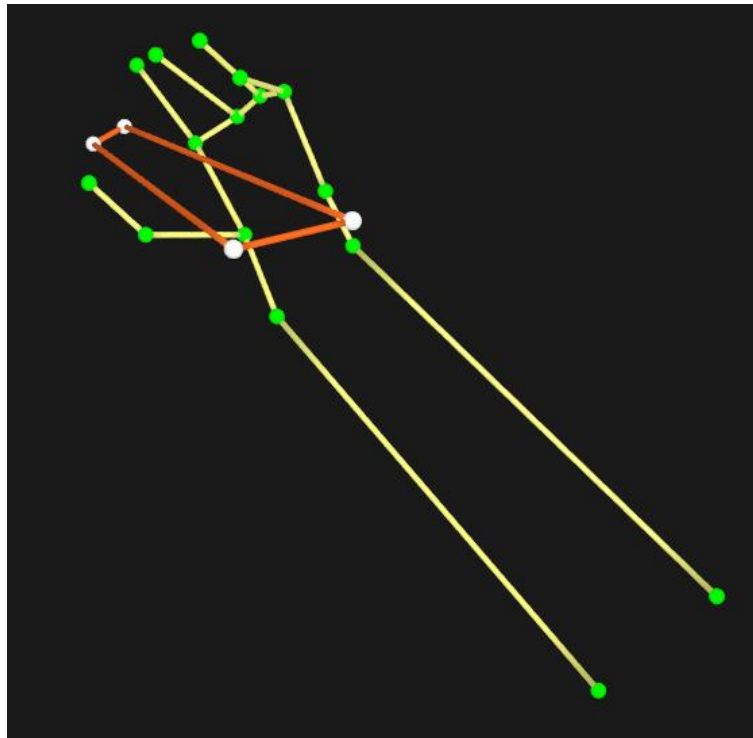


Figura 5.4 - Imagem computadorizada da colocação da mão em A1 mi

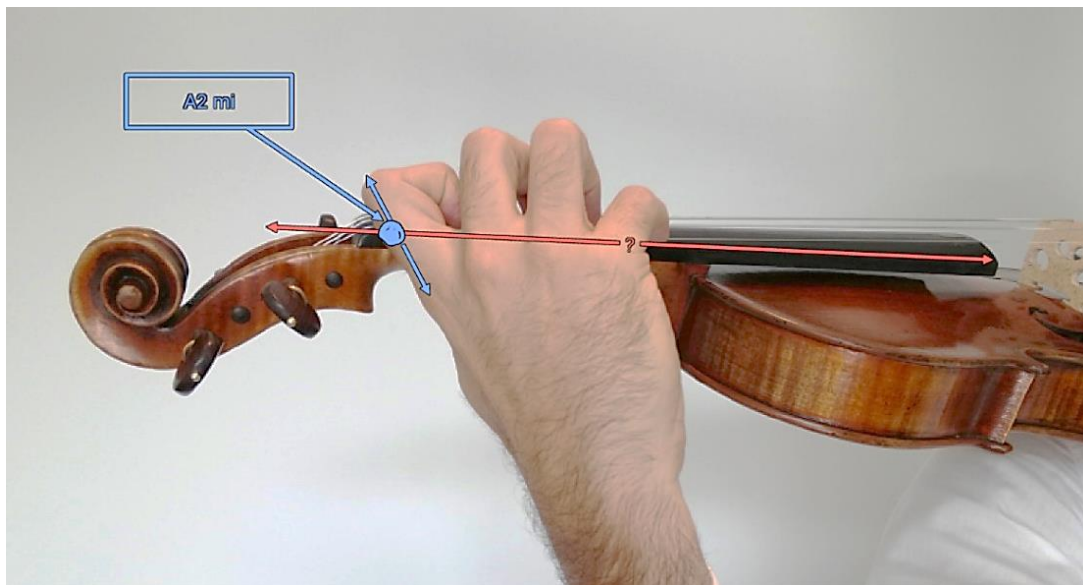


Figura 5.5 - Representação esquemática do ponto de intersecção da falange proximal do indicador com a aresta da escala do violino em A2 mi

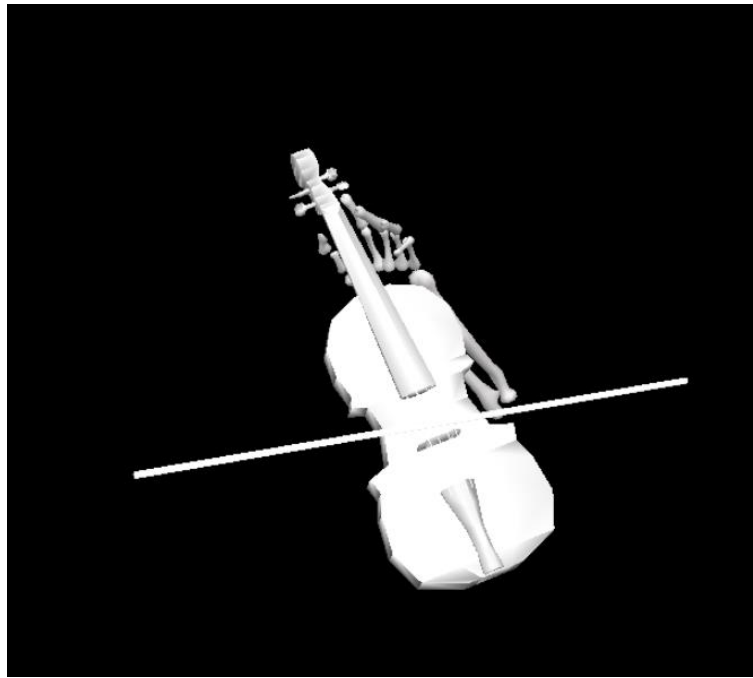


Figura 5.6 - Imagem computadorizada tridimensional da posição relativa da mão em relação ao violino em A2 mi

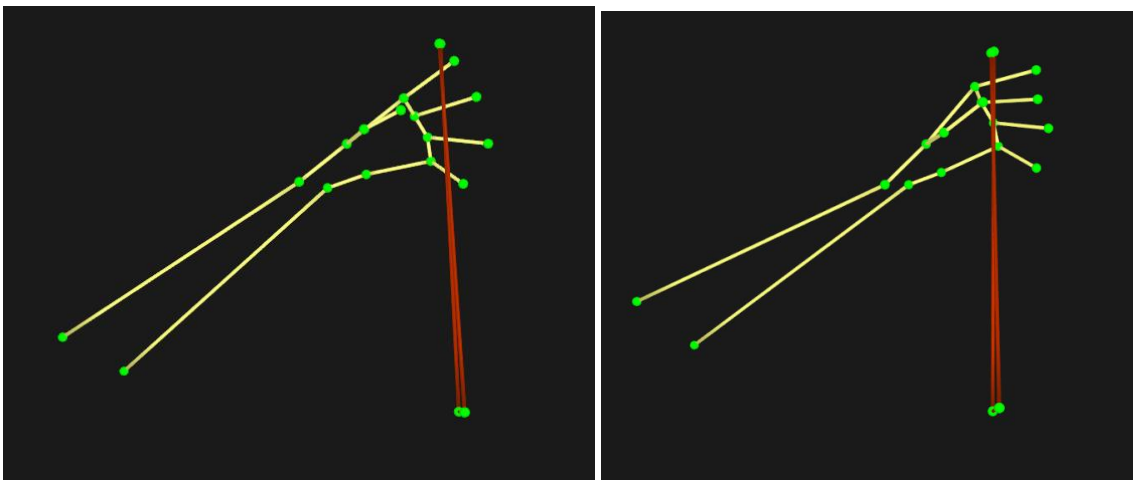


Figura 5.7 - Imagem computadorizada da posição da mão: A1 mi (à esquerda) VS A2 mi (à direita)

Obtiveram-se para este tipo de exercícios os gráficos da Figura 5.8, representando a distância da articulação metacarpofalângica à aresta do ponto do violino, onde os dedos caem para premir as cordas, tanto em A1 mi como em A2 mi e realizados à velocidade de referência (à esquerda) e à velocidade mais elevada (à direita).

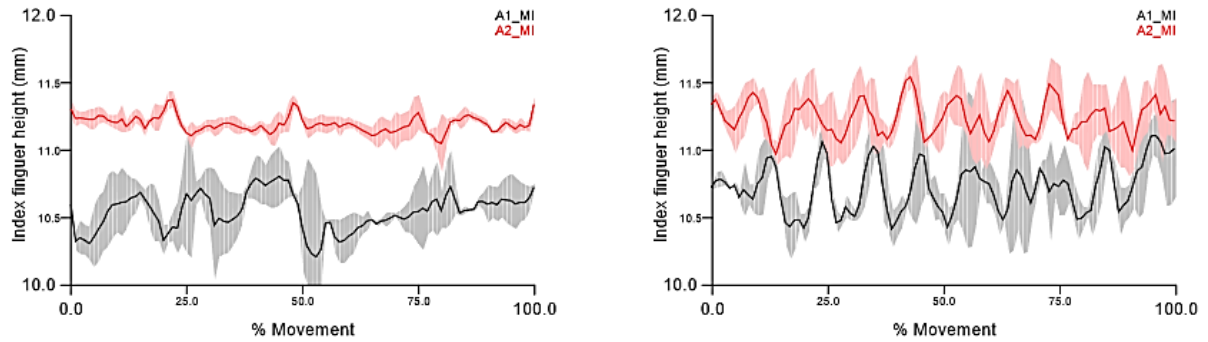


Figura 5.8 - Distância da articulação metacarpofalângica do dedo indicador em A1 mi e A2 mi no exercício realizado à velocidade de referência (à esquerda) e à velocidade elevada (à direita).

De acordo com o esperado, a articulação metacarpofalângica encontra-se mais próxima da aresta do ponto do violino em A1 mi do que em A2 mi. Na figura 5.9 apresentam-se os valores da altura média da articulação metacarpofalângica em relação ao braço do violino para a velocidade de referência. Em A2 mi é de 11,2 mm na velocidade de referência e 11,3 mm na velocidade elevada. Nos exercícios A1 mi obteve-se uma média de 10,6 mm na velocidade de referência e 10,7 mm na velocidade elevada.

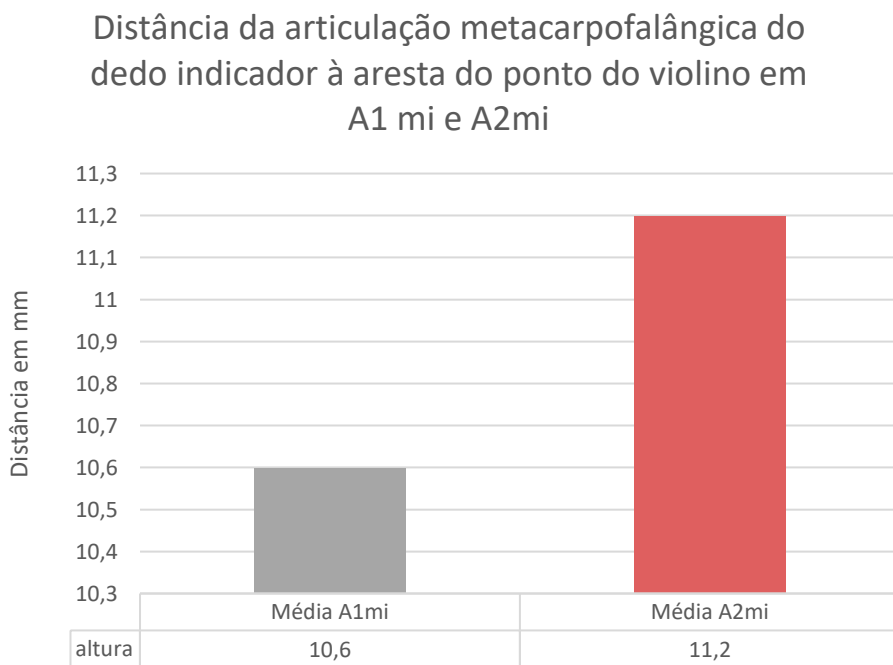
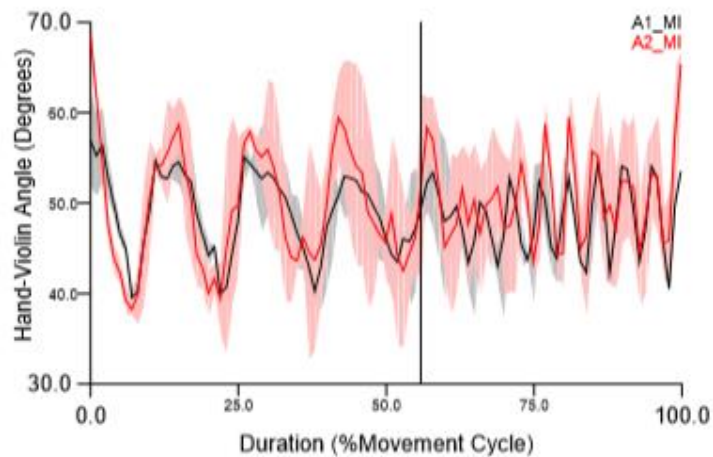


Figura 5.9 - Distância da articulação metacarpofalângica do dedo indicador à aresta do ponto do violino ou altura média do dedo indicador em A1 mi e A2 mi

No gráfico da figura 5.10, apresentam-se registos das medições da angulação da mão em relação ao braço do violino, tanto no exercício A1 mi como A2 mi, na fase de referência (à esquerda da linha vertical) e na fase rápida (à direita da linha vertical) de cada um destes.



LABIOMEP

Figura 5.10 - Valores da angulação da mão face ao braço do violino durante a execução à velocidade de referência e rápida. A linha vertical divide a fase mais lenta da mais rápida.

Os resultados mostram que a angulação em ambos os exercícios A1 mi e A2 mi, não é significativamente diferente, evidenciando um funcionamento análogo da mão neste eixo.

Tal como referido anteriormente, analisou-se também o funcionamento do dedo mínimo, do indicador e do punho.

Relativamente ao dedo mínimo, achou-se fundamental analisar detalhadamente o seu funcionamento mecânico, essencialmente porque neste exercício A, tanto na corda mi como na corda sol, é o único dedo que, num ciclo completo do movimento, realiza apenas um batimento correspondente à nota si (em A mi) e nota ré (em A sol). Determinaram-se valores para a flexão, a extensão, a adução e a abdução.

5.1.1.1 DEDO MÍNIMO FLEXÃO / EXTENSÃO

Os gráficos apresentados nas Figuras 5.11 e 5.12 mostram os resultados dos exercícios de flexão e extensão do dedo mínimo em A1 mi (a preto/cinza), e A2 mi (a vermelho/rosa).

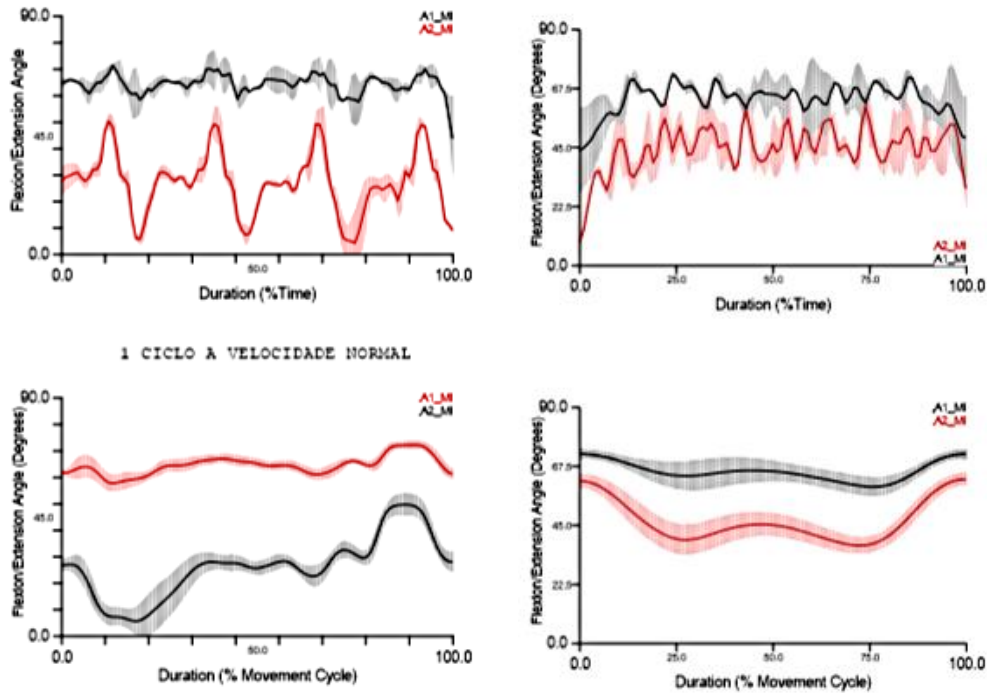


Figura 5.11 - Flexão e extensão do dedo mínimo nos exercícios A1 mi e A2 mi. Os gráficos do lado esquerdo são relativos à velocidade de referência e os do lado direito são relativos à velocidade mais elevada. A linha inferior é relativa à média em apenas um ciclo do movimento

O registo correspondente ao exercício do dedo em flexão e extensão dentro de um ciclo efetuado à velocidade de referência mostra um limite máximo de ângulo de flexão, em que se percebe, no gráfico médio de movimento, uma linha sem progressão angular, atingindo deste modo o limite articular, com quase 80 graus de flexão, indicando que se encontra em esforço. Em A2 mi a curva no gráfico de movimento (Figura 5.11), é mais fluído, e no limite extremo de abdução descreve uma curva sinuial de contornos suaves e redondos.

Na figura 5.12 apresentam-se os valores médios do ângulo de flexão do dedo mínimo nos exercícios A1 mi e A2 mi efetuados à velocidade de referência e elevada. Em A2 mi, o

dedo mínimo, quando prende a corda, numa angulação de 53°, está numa posição mais próxima da posição anatómica (45°) do que em A1 mi (73°) e, portanto, menos tenso.

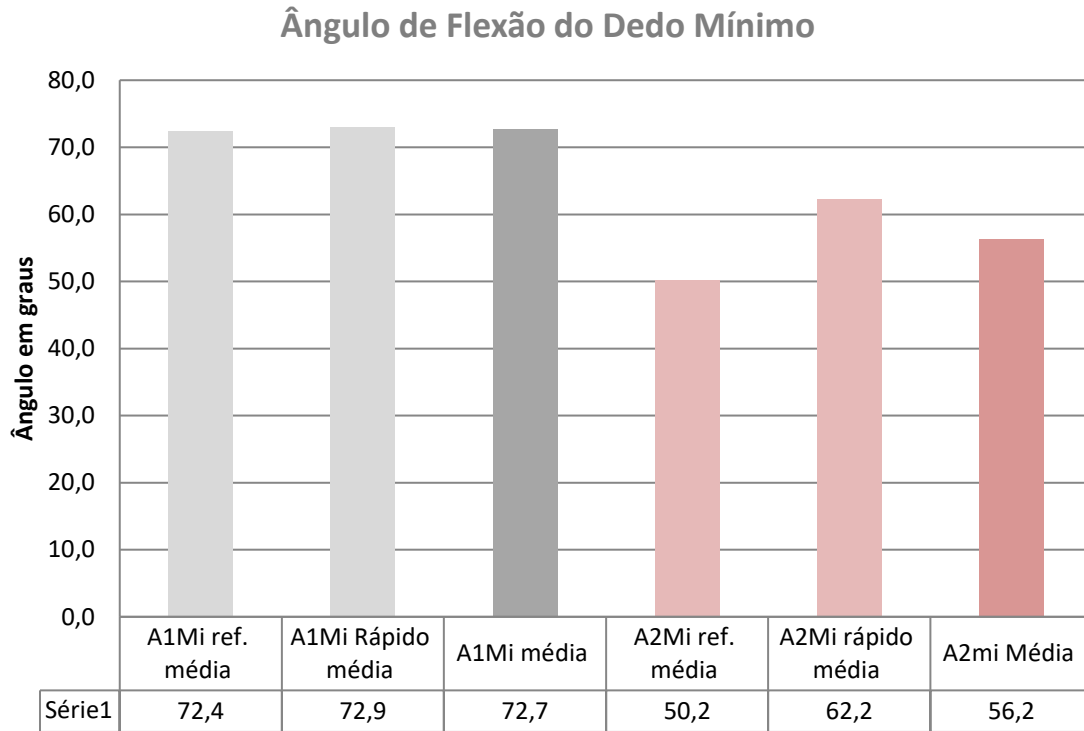


Figura 5.12 - Ângulo de flexão média do dedo mínimo em A1 mi e A2 mi medido à velocidade de referência e elevada

Na figura 5.13, apresenta-se a duração média de cada ciclo para os dois exercícios. No ensaio realizado à velocidade elevada, um ciclo em A2 mi dura, em média, 0,54 segundos e com uma velocidade menor absoluta de 0,48 segundos (o ciclo mais rápido).

Já em A1 mi em média, à velocidade elevada, o ciclo dura cerca de 0,61 segundos, tendo o ciclo de menor velocidade durado 0,55 segundos, ligeiramente superior do que a média em A2 mi.

Em termos de velocidade relativa, A2 mi demonstrou um aumento de velocidade média de 11,5% relativamente à velocidade média de A1 mi.

Velocidade Média do ciclo na velocidade elevada

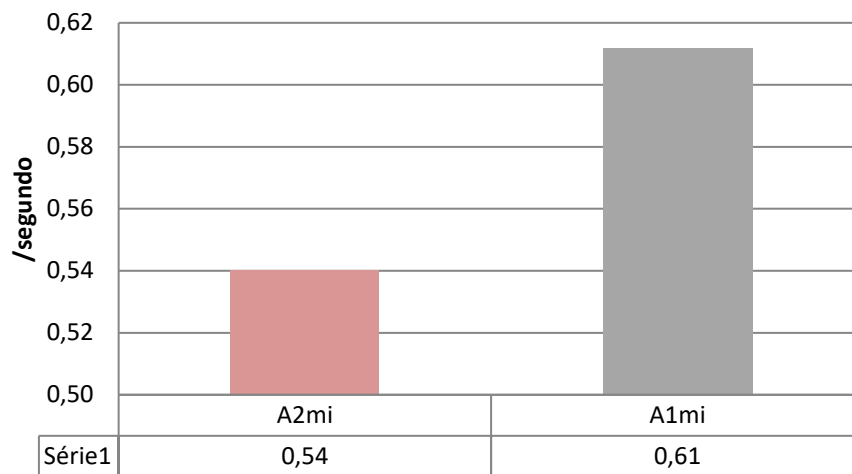


Figura 5.13 - Velocidade média do ciclo rápido em A1 mi e A2 mi

O movimento em A2 mi é mais livre, mais amplo e mais perto da posição natural, com uma média de posicionamento angular de 49,9° relativamente a 65,7° em A1 mi como se pode ver na Figura 5.15.

Extensão do dedo mínimo

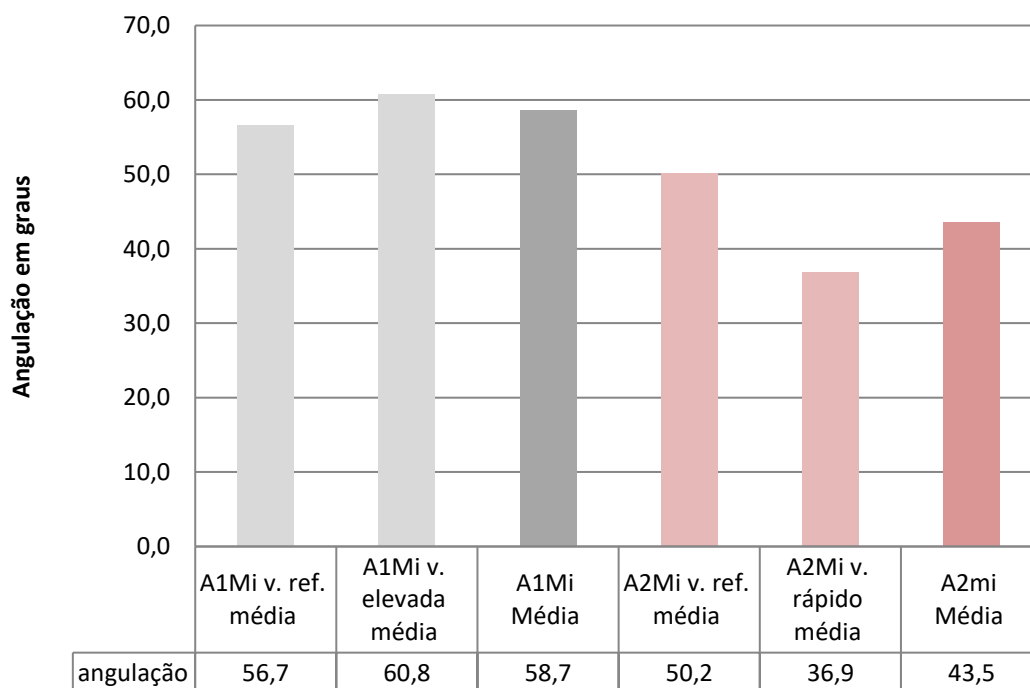


Figura 5.14 - Extensão média do dedo mínimo em A1 mi e A2 mi

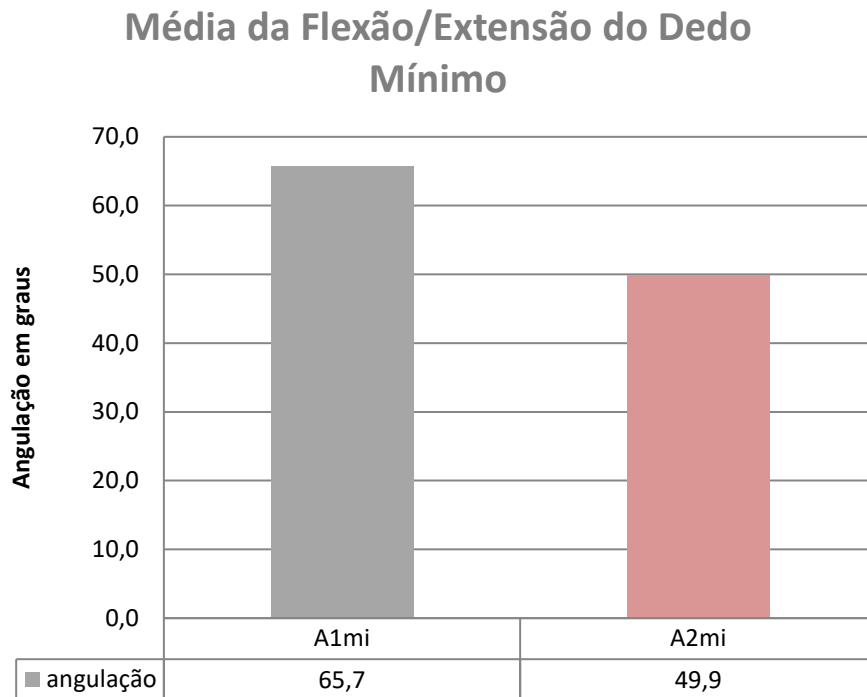


Figura 5.15 - Flexão e extensão média do dedo mínimo

Contando com o movimento oposto à extensão do dedo, percebe-se que em A2 mi, em média, o dedo estende para angulações abaixo dos 45° (43,5° Figura 5.14), enquanto que, em A1 mi, o dedo estendido tem uma angulação mais acentuada que a posição anatômica com valores médios de extensão de 58,7°. Em A1 mi o movimento é mais rígido, numa posição mais fletida com cerca de 65,7° de flexão, mais distante da posição natural.

Em A2 mi a repetibilidade do movimento é maior, percebendo-se pela zona a sombreado rosa, que representa o desvio padrão (ver Figura.5.11), que é menor do que a zona a sombreado cinzenta. Desta forma cria-se uma *performance* mais previsível, com menos propensão para o erro e desafinação.

5.1.1.2 DEDO MÍNIMO ADUÇÃO / ABDUÇÃO

Os gráficos apresentados na figura 5.16 mostram os resultados dos exercícios de adução e abdução do dedo mínimo em A1 mi (a preto/cinza), e A2 mi (a vermelho/rosa). Na tabela 5.1

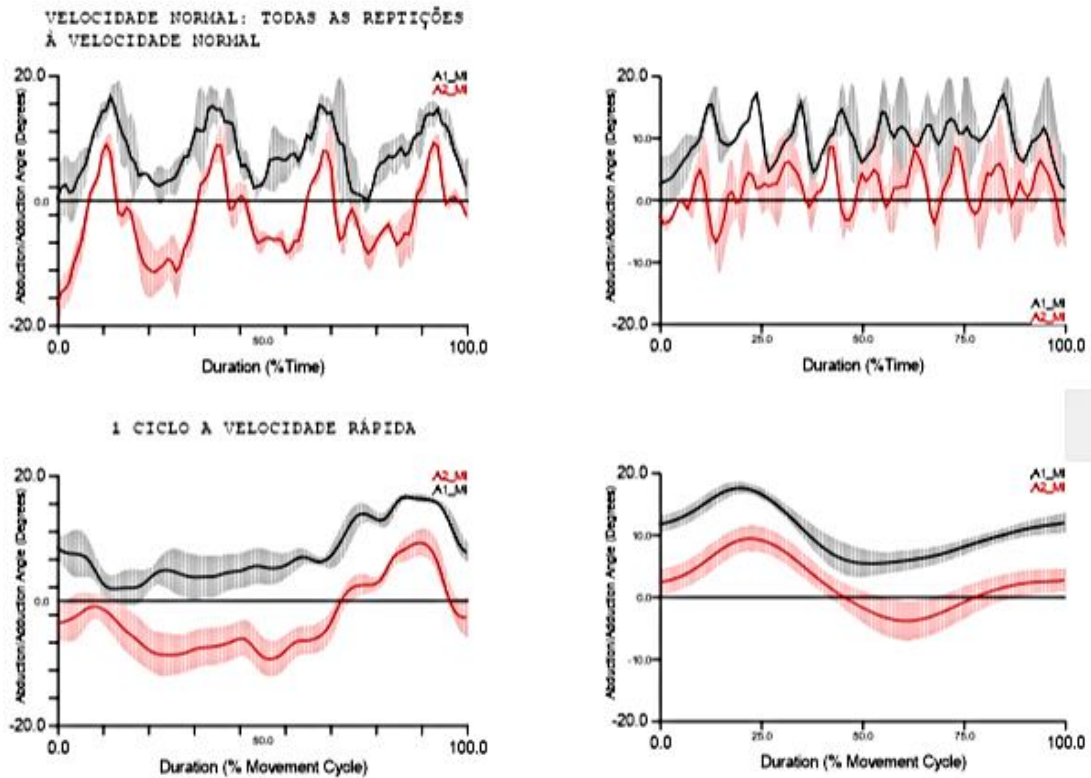


Figura 5.16 - Adução e abdução do dedo mínimo. Os gráficos do lado esquerdo são relativos à velocidade de referência e os do lado direito são relativos à velocidade elevada. Os dois gráficos superiores referem-se à duração total do exercício e os dois inferiores apenas à duração de um ciclo

A tabela 5.1 trata dos valores médios dos pontos máximos de adução e de abdução. Sendo, para este estudo, a posição anatómica de referência o zero referencial de angulação no plano frontal, o desvio do dedo mínimo no sentido do dedo anelar, em que a curva de movimento sobe (fig. 5.16) denomina-se de adução, a abdução ocorre no sentido oposto e pode ter graus negativos como acontece em A2 na velocidade de referência.

Tabela 5.1 - Valores da angulação de adução e abdução do dedo mínimo em A1 mi e A2 mi

A1 abdução (referência)	2,61°
A1 adução (referência)	16,31°
A1 abdução (velocidade elevada)	17,41°
A1 adução (velocidade elevada)	12,80°
A2 abdução (referência)	-4,48°
A2 adução (referência)	9,30°
A2 abdução (velocidade elevada)	2,46°
A2 adução (velocidade elevada)	8,75°

Relativamente à adução e abdução do dedo mínimo, existe maior mobilidade de movimento em A2 mi e o movimento está mais centralizado em relação à posição neutra, os 0 graus – A1 mi 12,3° ; A2 mi 4,0° - como evidenciam os valores médios de angulação obtidos (ver Figura 5.17), demonstrando que o dedo em A1 mi, tem de esforçar um movimento constante de adução, para poder chegar à nota pretendida.

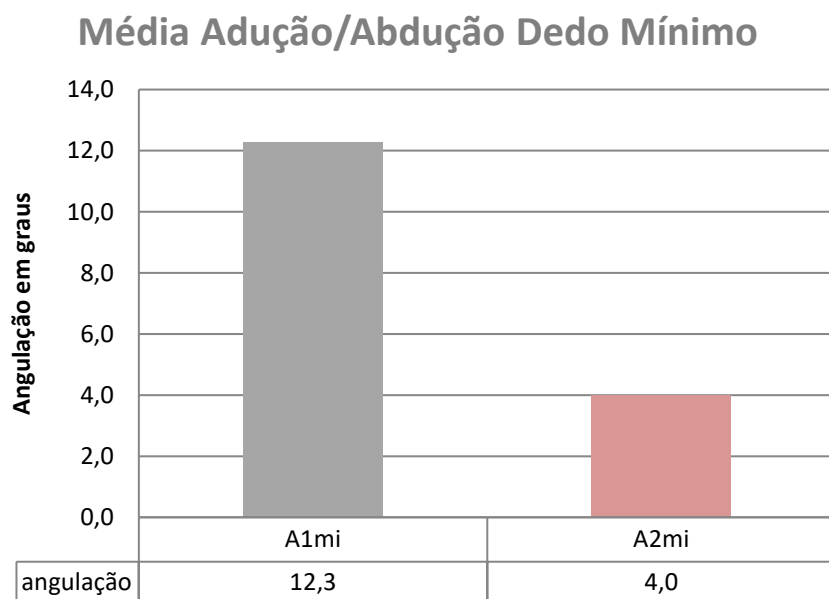


Figura 5.17 - Média angular da adução/abdução do dedo mínimo em A1 mi e A2 mi

Voltando à análise da figura 5.16, em A2 mi percebe-se mais facilmente o batimento e saída dos restantes dedos da corda o que indicia uma maior liberdade e relaxamento muscular, menor tensão e menor restrição mecânica.

Em relação ao ciclo de adução e abdução do dedo mínimo, este dedo em A2 mi atinge os valores máximos na corda solta e na prensão da corda, respetivamente, o que demonstra uma maior naturalidade no movimento. Já em A1 mi atinge o seu pico de adução na libertação do terceiro dedo, portanto na saída dos dedos e na altura do segundo dedo.

Em relação ao comportamento do dedo mínimo em adução e abdução dentro de um ciclo na velocidade de referência, (Fig. 5.16) em A1 mi demonstra efetivamente um desenho de movimento angular mais retilíneo. Inclusivamente no pico de abdução, percebe-se um limite mais quadrangular e vincado, o que subentende que a articulação atinge o seu limite articular e que se encontra em esforço.

Em A2 mi o registo é mais suave, e no limite extremo da abdução, descreve uma curva sinuial de contornos suaves e redondos.

Quanto à velocidade elevada, ainda analisando o mesmo movimento do dedo mínimo, este mostra, em A2 mi, um desenho mais equilibrado e mais equidistante na sua depressão, em relação ao ponto máximo de adução, o que demonstra um movimento menos forçado e mais natural

5.1.1.3 DEDO INDICADOR ADUÇÃO / ABDUÇÃO

Apresentam-se nos gráficos da figura 5.18, resultados obtidos em exercícios de adução e abdução do dedo indicador, o primeiro dedo na dedilhação violinística. Como foi já referido antes, é o mais estrutural e que, mediante uma posição menos ergonómica e favorável da mão, facilmente realiza aduções acentuadas, criando grandes tensões na mão. Mostram-se, na referida figura, a adução e abdução do primeiro dedo nos exercícios A1 mi (a preto) e A2 mi (a vermelho). Os registos superiores referem-se à adução e os inferiores à abdução. O gráfico do lado esquerdo reporta-se à velocidade de referência, e o gráfico do lado direito diz respeito à velocidade elevada.

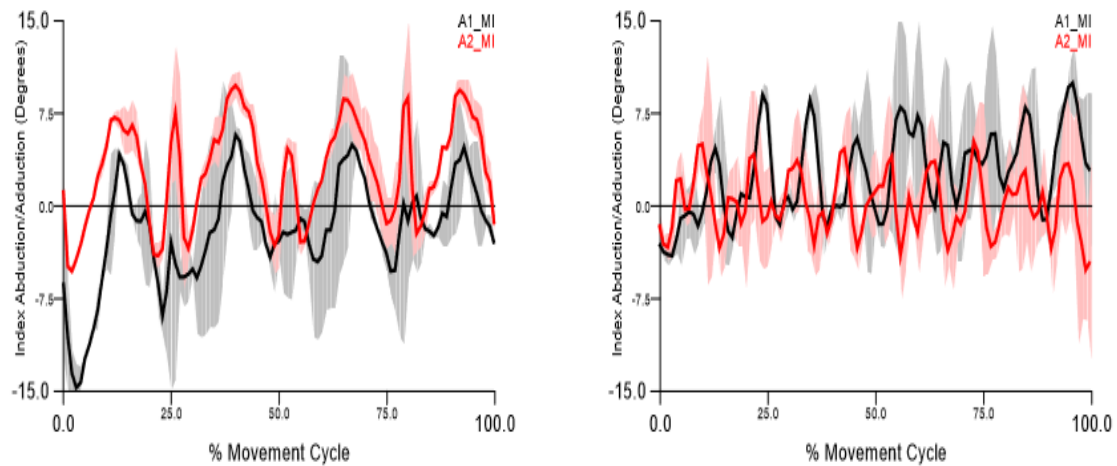


Figura 5.18 - Adução e abdução do dedo indicador em A1 mi e A2 mi. O gráfico da esquerda é relativo à velocidade de referência, e o da direita à velocidade elevada.

Quanto ao primeiro dedo na velocidade de referência nos dois exercícios, tem uma adução muito próxima da posição fundamental ou natural. Contudo na velocidade mais elevada, a adução em A1 aumenta ligeiramente atingindo por vezes, dentro dos valores do desvio padrão, angulações de 15° e com um movimento bastante irregular. Por outro lado, o desvio padrão é bastante maior do que em A2 mi, como se percebe pela zona a sombreado cinzento. Em A2 mi, na velocidade elevada, a média aproxima-se ainda mais de zero graus, e desenha um movimento bastante regular, onde é possível observar as características de cada ciclo.

Por outro lado, como se pode constatar pelo gráfico da figura 5.19, a amplitude articular média do dedo indicador é consideravelmente maior em A2 mi do que em A1 mi, mais do que 4° de movimento, o que demonstra maior liberdade articular e, portanto, menor rigidez de movimentos.

A tabela 5.2 trata dos valores médios dos pontos máximos de adução e de abdução. Tendo a posição anatómica de referencia como o zero referencial de angulação no plano frontal, o desvio do dedo indicador no sentido do dedo médio, em que a curva de movimento sobe (fig. 5.16) denomina-se de adução, a abdução ocorre no sentido do polegar e pode ter graus negativos.

Tabela 5.2 - Adução e abdução do dedo indicador em A1 mi e A2 mi

A1 mi Adução média:	2,0°
A1 mi Abdução média:	-3,8°
A2 mi adução média:	2,9°
A2 mi abdução média:	-7,1°

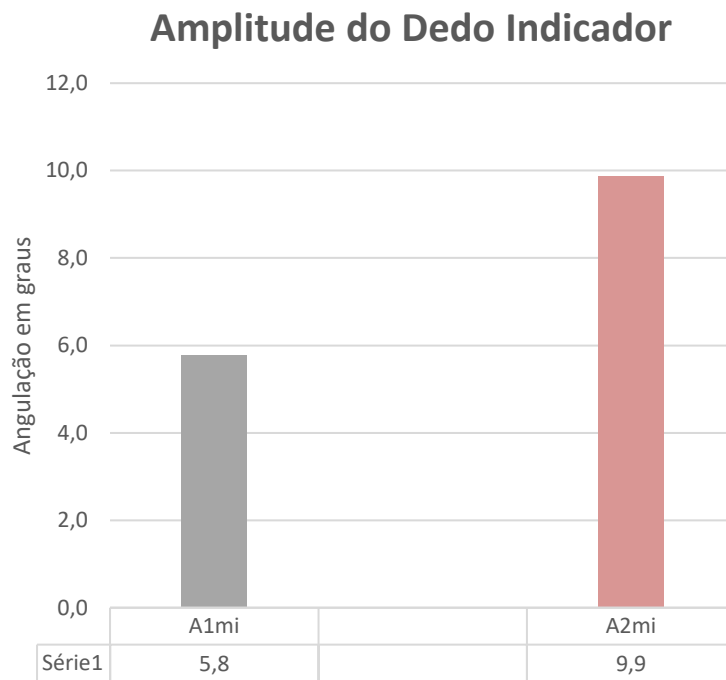


Figura 5.19 - Amplitude articular de adução/abdução do dedo indicador em A1 mi e A2 mi

5.1.1.4 MOVIMENTAÇÃO DO PUNHO

Os gráficos apresentados na Figura 5.20 evidenciam a movimentação de uma das articulações mais complexas dos membros superiores. Vai analisar-se nesta subsecção o movimento nos planos sagital e transversal.

O gráfico do lado esquerdo reporta-se à flexão e extensão do punho e o gráfico da direita referencia a adução e abdução, ou desvio ulnar e desvio radial, respetivamente.

Estes gráficos, (e outros similares apresentados ao longo do texto nas subsecções seguintes) são divididos por uma linha vertical que separa o registo à velocidade de referência, imediatamente à esquerda da linha, da velocidade elevada, à direita da linha vertical.

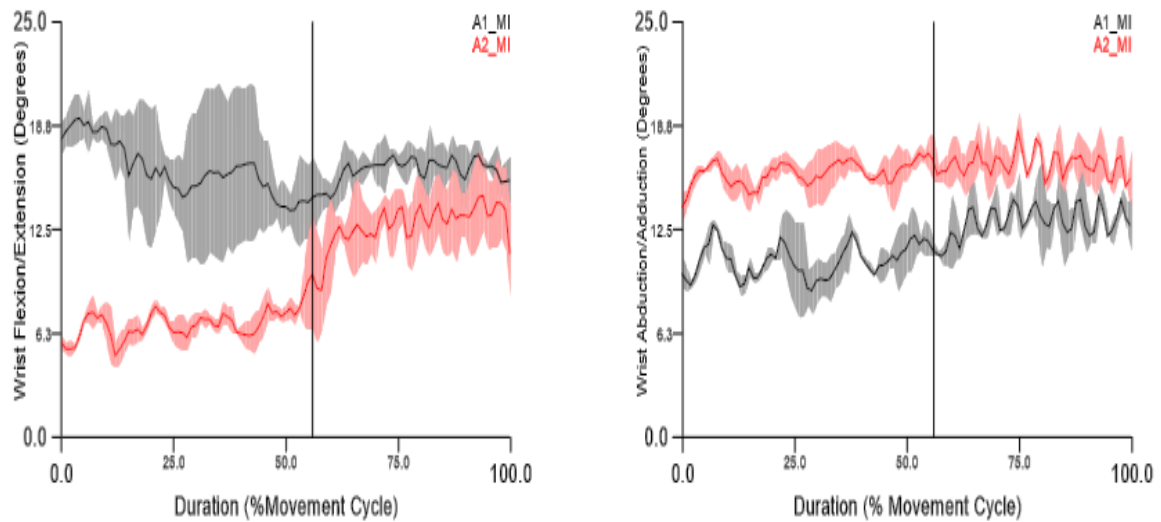


Figura 5.20 - Ângulo do punho durante a execução na velocidade de referência e rápida. O gráfico da esquerda descreve o movimento angular no plano da flexão/extensão e o gráfico da direita descreve o movimento no plano do desvio ulnar e radial. Alinha vertical a meio de cada uma das figuras separa a velocidade de referência e a elevada.

Como se percebe pela análise dos gráficos, há uma diferença significativa no comportamento do punho entre A1 mi e A2 mi.

Relativamente ao plano transversal, em A2 mi o punho começa numa angulação quase nula na velocidade de referência numa posição próxima da posição natural 0° – flexão mínima de 5.1° . Comparativamente, em A1 mi começa com uma posição do punho bastante mais tensa com uma flexão máxima de $19,2^{\circ}$. No entanto, a posição do punho nas duas versões A1 mi e A2 mi aproxima-se bastante na velocidade elevada.

Média de Flexão/Extensão Punho

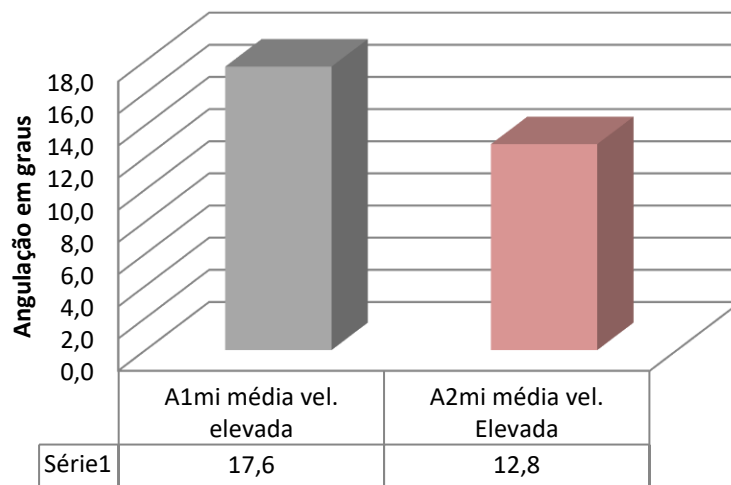


Figura 5.21 – Média da flexão e extensão do punho em A1 mi e A2 mi na velocidade elevada

A diferença de angulação na flexão do punho é significativa apesar de se apresentar no plano de maior mobilidade da articulação onde pode executar cerca de 90° de flexão. Contudo em A2 mi o punho encontra-se ligeiramente menos tensionado em média do que em A1 mi, que apresenta uma angulação superior em 4,8°.

Relativamente ao plano sagital, as diferenças de angulação entre a velocidade de referência e a velocidade elevada são bastante menores do que na flexão como se pode observar na representação da figura 5.22. Enquanto que em A2 mi a angulação média se mantém sensivelmente nos 16° – 15,9° para 16,5° em A1 mi - a angulação sobe ligeiramente de 10,7° para 13,0°. Na velocidade elevada, as angulações de ambas as posições A1 mi e A2 mi aproximaram-se, com uma diferença de apenas 3,6°, o que se torna pouco significativo.

Média angular da Adução/Abdução do punho nas várias velocidades de execução e média geral

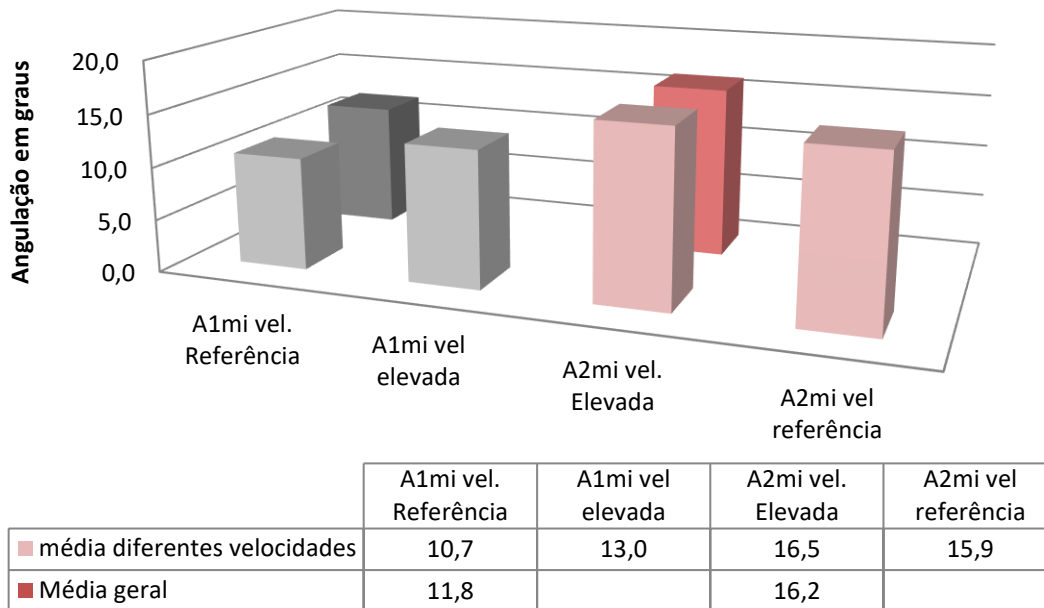


Figura 5.22 - Média angular da adução/abdução do punho nas velocidades de referência e elevada à frente. A linha de trás traduz as médias gerais da adução e abdução do punho em A1 mi e A2mi da velocidade de referência e velocidade elevada.

Em resumo a *performance* em A2 mi demonstrou maior velocidade, maior mobilidade e amplitude de movimentos, menor desvio padrão portanto maior precisão e uma posição mais ergonómica e portanto menos tensa e mais natural do que em A1 mi. Tendo afastado a articulação metacarpofalângica da aresta do ponto do violino 6 milímetros (Fig. 5.9) em A2 mi, este conseguiu, na execução do mesmo exercício uma melhoria de 11.5% no aumento da velocidade média, (Fig. 5.13) um aumento na amplitude articular do indicador de 4,1° (Fig. 5.19) um desvio padrão menor como se vê nas zonas a sombreado nos gráficos 5.11; 5.18; 5.20, revelou uma *performance* mais ergonómica como se percebe no dedo mínimo mais próximo 15,8° (65,7° - 49.9° - Figura 5.15) da posição anatómica em flexão, 8,29° (12.3° - ° 4,01 – Figura 5.17) em adução, assim como em 4,8° na flexão do punho (17,6° -12-8° Figura 5.21).

5.1.2 EXERCÍCIOS A1 SOL E A2 SOL

Na figura 4.3 (Capítulo 4) foi apresentada a pauta relativa ao exercício Asol elaborada como uma variação do exercício Ami. Em semelhança com o exercício anterior este também tem um ciclo facilmente exequível 0-1-2-3-4-3-2-1 e é repetido exatamente nos mesmos moldes que no exercício anterior.

Tem por objetivo perceber a diferença no funcionamento biomecânico da mão, mas neste caso com uma altura da mão consideravelmente baixa em relação ao braço do violino tal como se pode observar na figura 5.28.

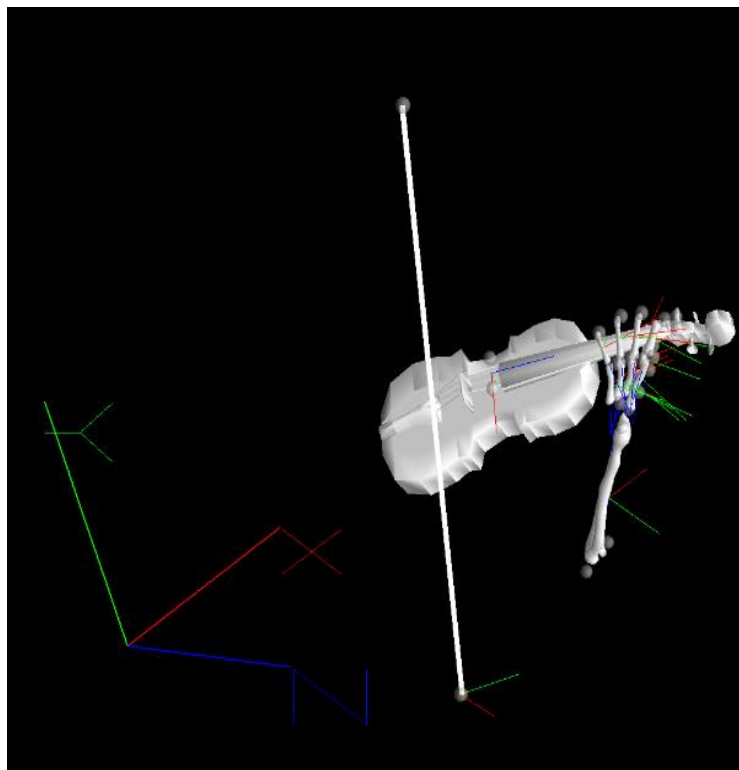


Figura 5.23 - Imagem computadorizada a 3D da posição da mão em relação ao violino, durante a execução dos exercícios Asol

Em A1 sol, começa-se o exercício sensivelmente com a altura da mão correspondente à altura normal da corda mi, a mesma que foi realizada em A2 mi. Em A2 sol a posição da mão sobe, aproximando a articulação metacarpofalângica do dedo indicador do braço do violino, até se tornar numa altura mais confortável para esta corda.

Mostram-se nas figuras 5.23 a 5.27 fotografias e imagens computadorizadas dos pontos de contacto da falange do dedo indicador com o braço do violino para os exercícios A1 sol e A2 sol.

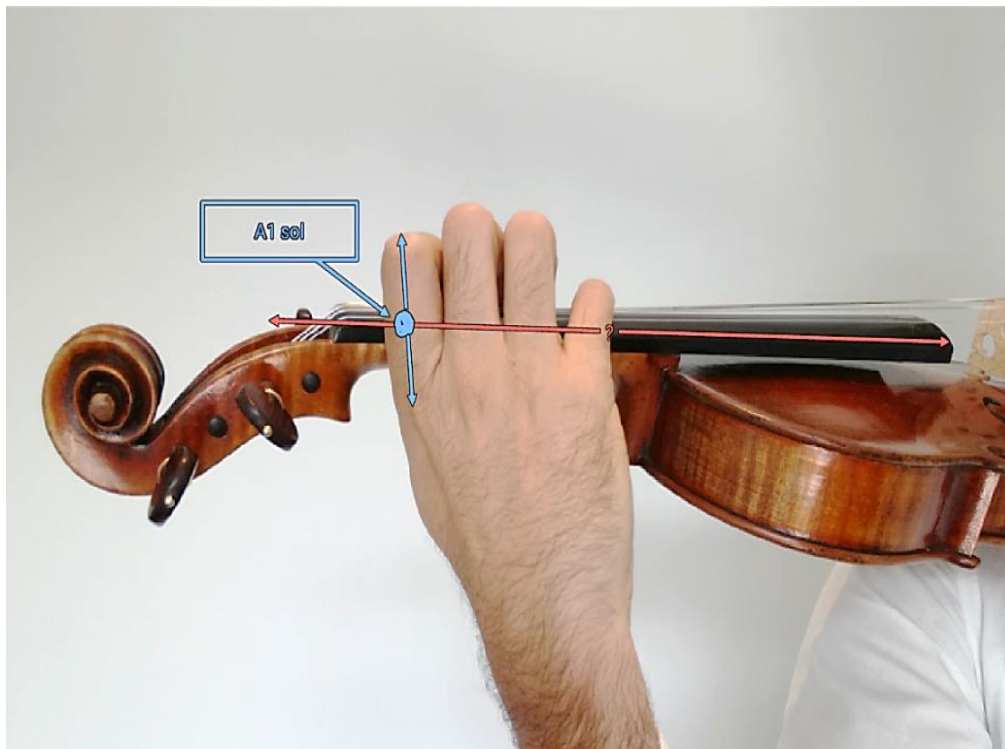


Figura 5.24 - Fotografia com indicação do ponto de contacto da falange proximal do dedo indicador com o braço do violino em A1 sol

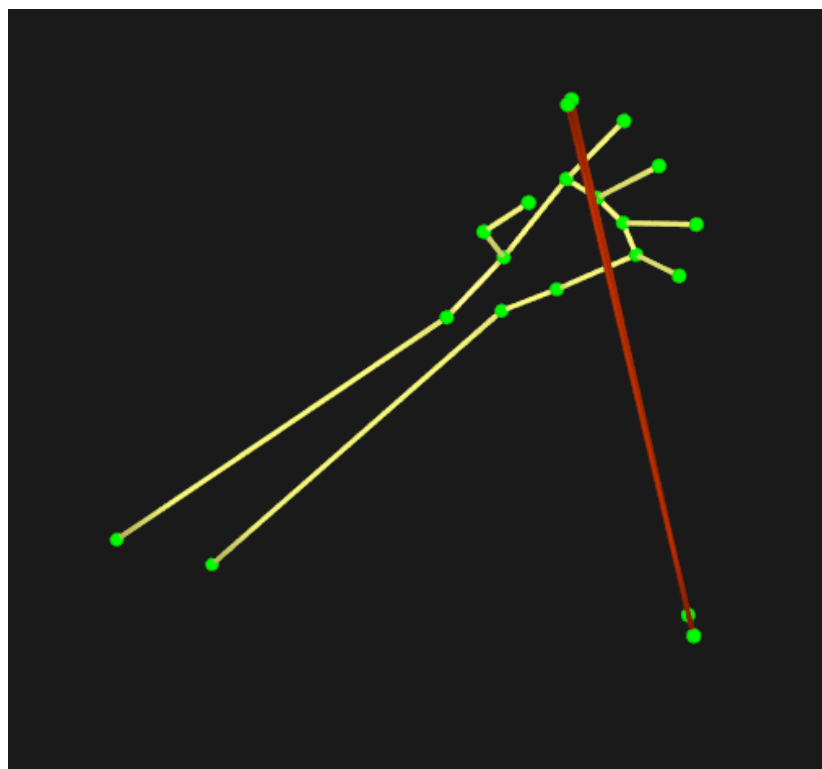


Figura 5.25 - Imagem computadorizada mostrando o ponto de contacto da falange do dedo indicador com o braço do violino em A1 sol

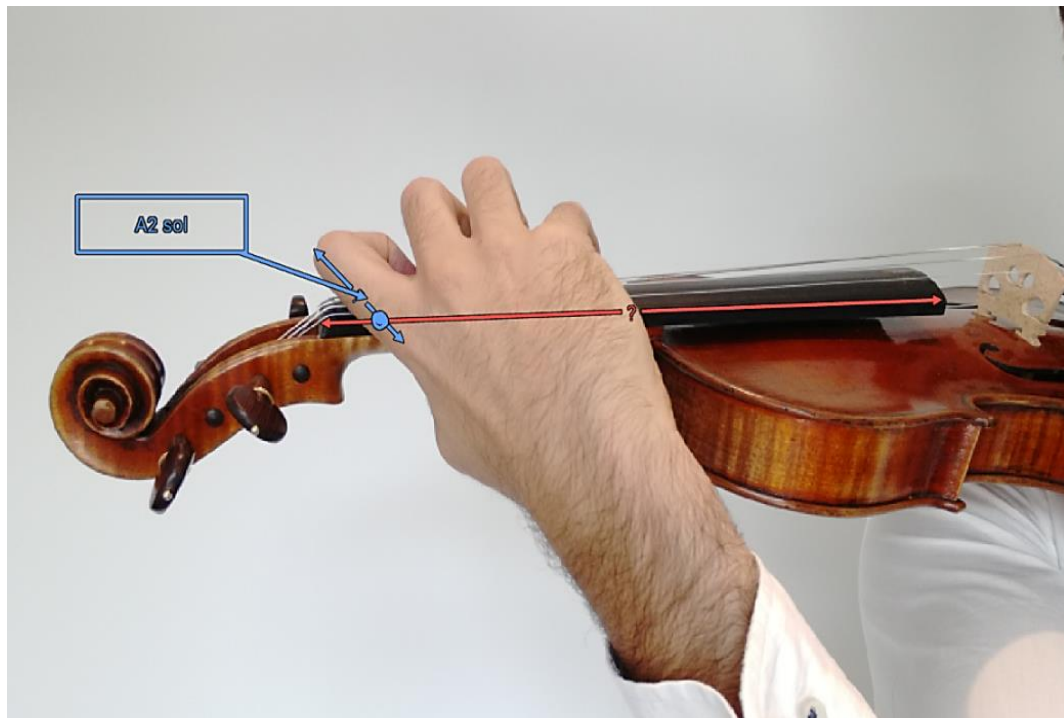


Figura 5.26 - Ponto de contacto da falange com o braço do violino em A2 sol

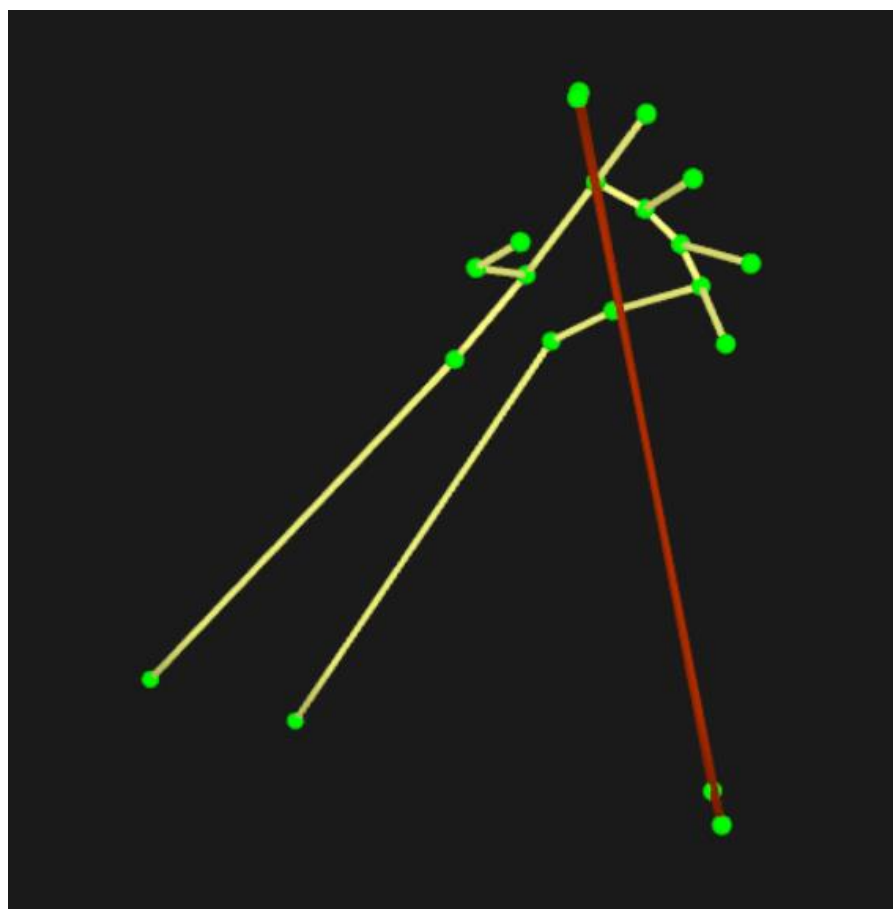


Figura 5.27 - Imagem computadorizada mostrando o ponto de contacto da falange do dedo indicador com o braço do violino em A2 sol

Na figura 5.28 apresentam-se os registos da distância da falange do dedo indicador ao braço do violino, para os exercícios A1 sol (preto) e A2 sol (vermelho).

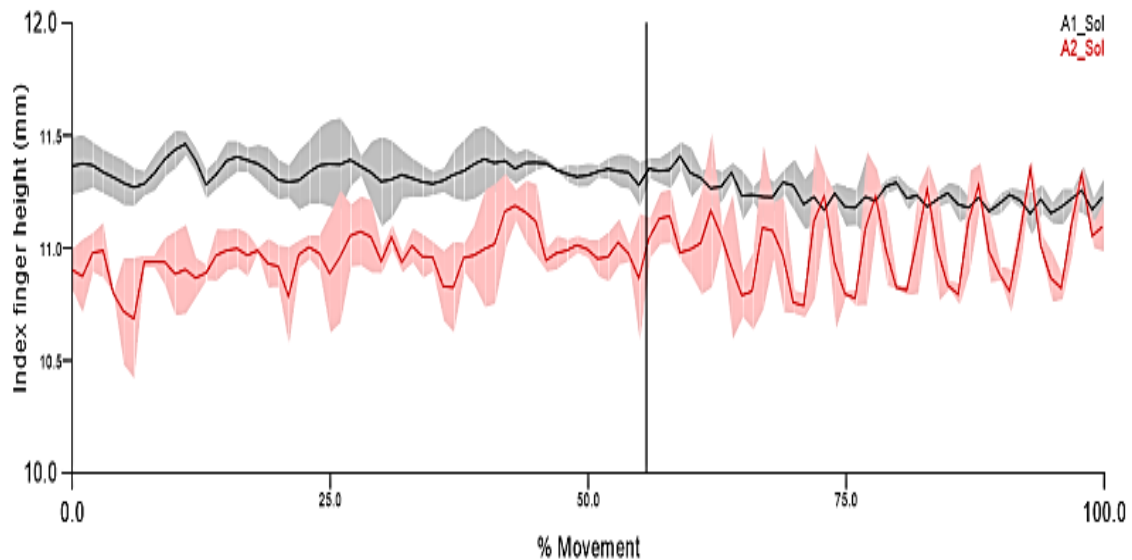


Figura 5.28 - Distância da falange do dedo indicador ao braço do violino em A1 sol (preto) e A2 sol (vermelho)

Conclui-se que em A1 sol, a articulação metacarpofalângica do dedo indicador se encontra mais distante da aresta do violino do que em A2 sol. A mão está então mais alta em A2 sol – valor médio 10,9 mm do que A1 sol – valor médio 11,3 mm (ver Figura 5.29).

Por outro lado, analisando o tipo de registo de movimento nos gráficos da Figura 5.28, percebe-se que em A2 sol, na velocidade elevada, o movimento é mais regular, repetitivo e mais livre do que A1 sol, como se a mão se ajustasse e auxiliasse o movimento dos dedos.

Distância da articulação metacarpofalângica da aresta do ponto do violino

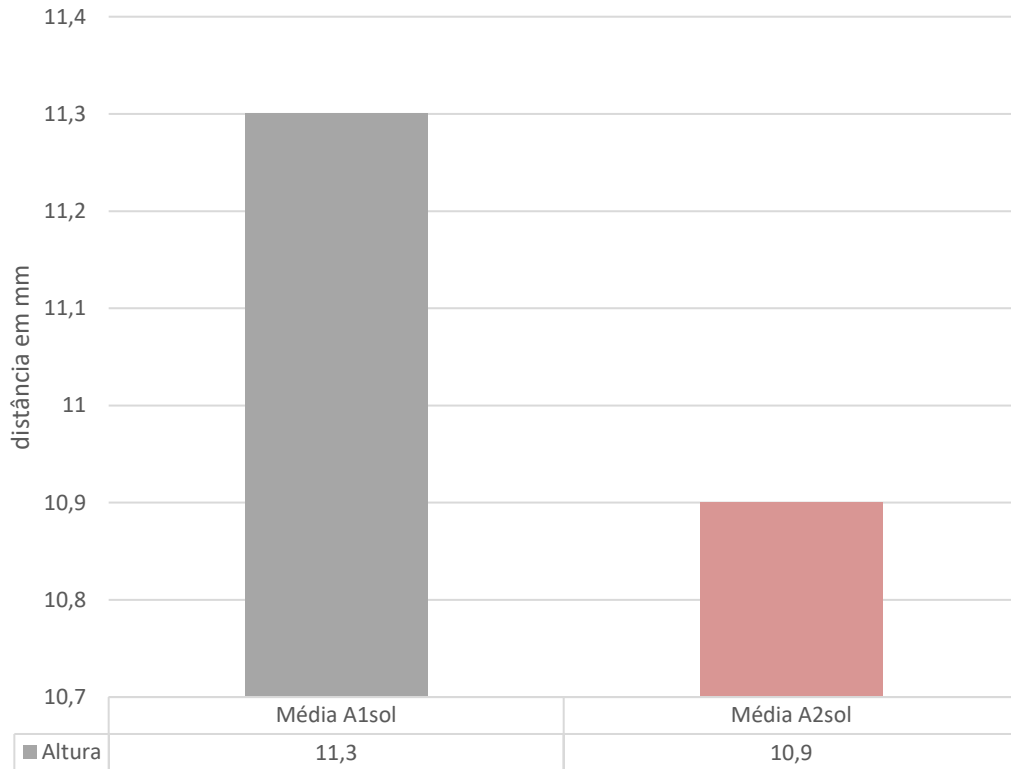


Figura 5.29 - Média da distância da falange do dedo indicador à aresta do ponto do violino em A1sol e A2sol

Como se percebe pela análise dos resultados representados na Figura (5.29), em A2 sol a distância é, em média, de 10,9 mm. Em A1 sol, a distância é em média 11,3 mm. Percebe-se que em A2 sol a mão está em média cerca de 0,4 mm mais próxima da escala que em A1 sol.

Distância da articulação metacarpofalângica do dedo indicador à aresta do ponto do violino em A1mi A2mi A1sol A2sol

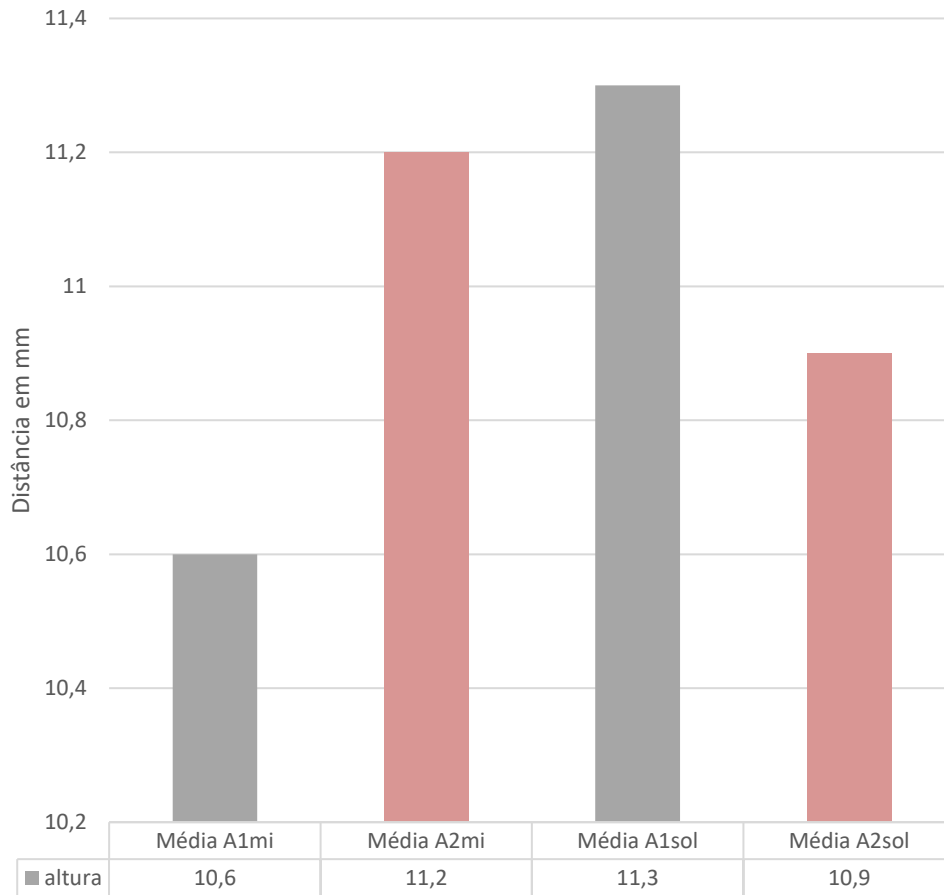


Figura 5.30 - Distância da articulação metacarpofalângica do dedo indicador à aresta do ponto do violino altura média do dedo indicador ao braço do violino em A1 mi, A2 mi, A1 sol, A2 sol

5.1.2.1 DEDO MÍNIMO FLEXÃO / EXTENSÃO

Os gráficos representados na Figura 5.30 mostram o registo do dedo mínimo em A1 sol a preto e A2 sol a vermelho. Como em representações anteriores, os gráficos à esquerda reportam-se à velocidade de referência e os da direita à velocidade mais elevada.

Os registos inferiores mostram o movimento do dedo apenas num ciclo médio do movimento, isto é, realizado com todos os ciclos de todas as repetições nas velocidades de referência à esquerda e velocidades elevadas à direita.

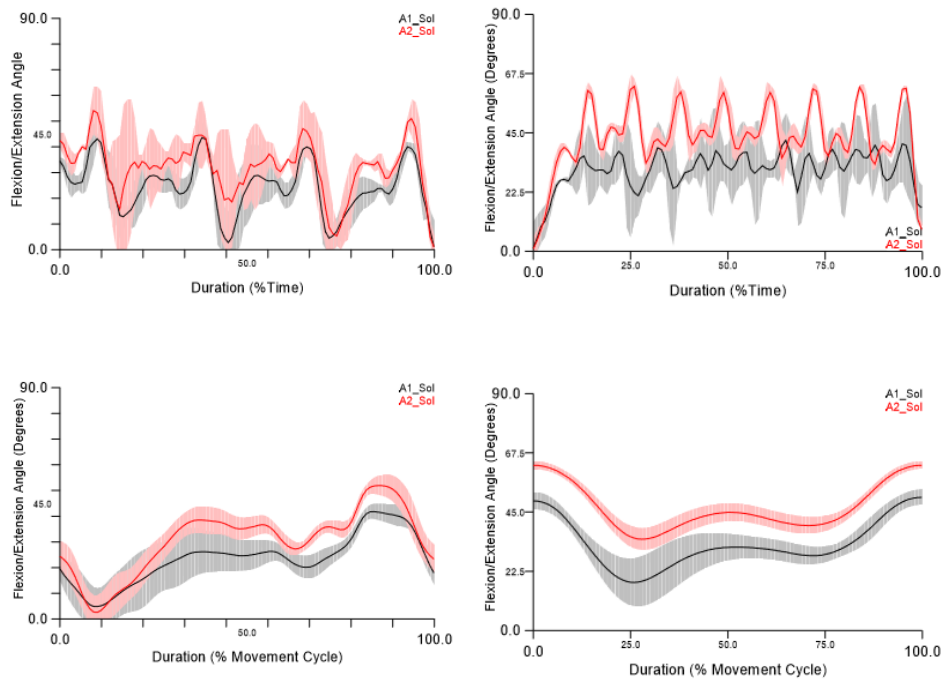


Figura 5.31 - Adução e abdução do dedo mínimo. Lado esquerdo velocidade de referência e lado direito velocidade elevada. Linha superior ao longo do exercício e linha inferior média de apenas um ciclo.

Analisando os gráficos acima, e as tabelas de valores da angulação média entre a flexão e a extensão do dedo mínimo, percebemos que a angulação média do dedo mínimo em A2 sol é mais próxima da posição natural (45°) apresentando valores médios de $40,1^{\circ}$ contudo, aproximando-se mais da corda na velocidade rápida, passando dos $29,1^{\circ}$ na velocidade lenta para os $51,0^{\circ}$ na velocidade rápida.

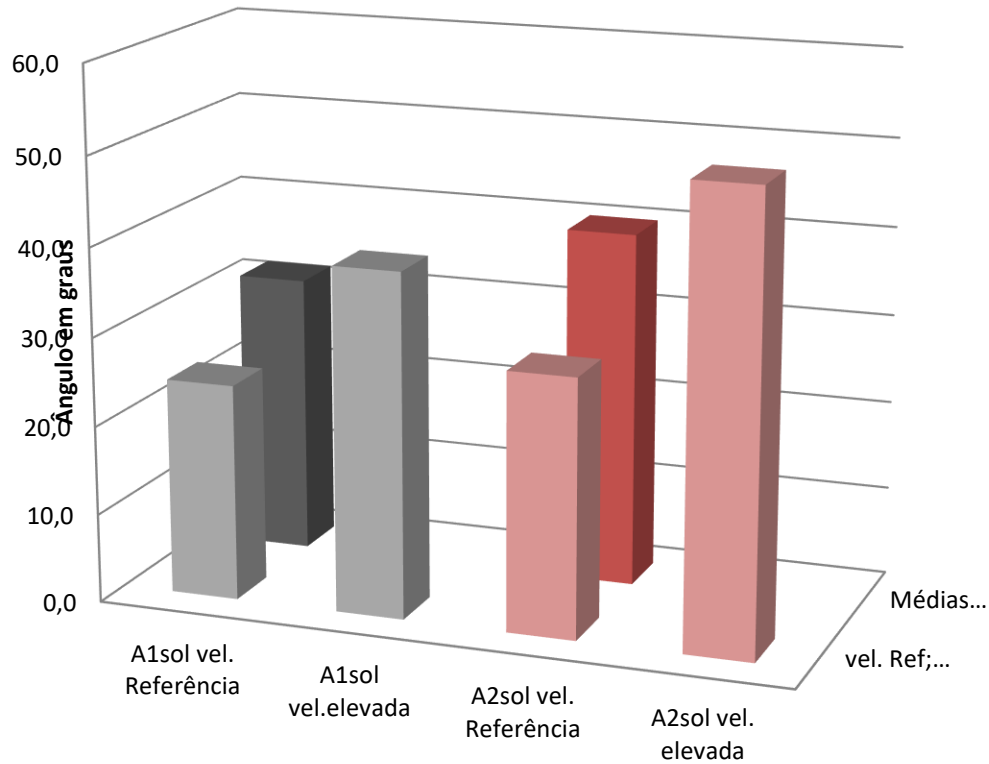
Em A1 sol este fica numa angulação mais estendida numa posição média mais distante da posição fundamental, apresentando na velocidade lenta $24,4^{\circ}$ aumentando a proximidade à corda na velocidade rápida para $38,8^{\circ}$. Contudo a média geral é de apenas $31,6^{\circ}$, menos cerca de 10° do que em A2 sol.

A Tabela 5.3 mostra valores do ângulo de flexão e de extensão do dedo mínimo.

Tabela 5.3 - Ângulo de flexão/extensão média do dedo mínimo

A1 sol vel. referência	$24,4^{\circ}$	Média geral $31,6^{\circ}$
A1 sol vel. elevada	$38,8^{\circ}$	
A2 sol vel. referência	$29,1^{\circ}$	Média geral $40,1^{\circ}$
A2 sol vel. elevada	$51,0^{\circ}$	

Flexão/Extensão Dedo Mínimo



	A1sol vel. Referência	A1sol vel.elevada	A2sol vel. Referência	A2sol vel. elevada
vel. Ref; elevada	24,4	38,8	29,1	51,0
Médias gerais	31,6		40,0	

Figura 5.32 - Valores médios da flexão e extensão do dedo mínimo em A1 sol e A2 sol

O dedo mínimo em A2 sol apresenta uma maior amplitude de movimento.

Na tabela 5.4 apresentam-se valores de amplitude de movimentos deste dedo calculados pelos vários pontos máximos em cada ciclo de movimentos de adução e abdução, estabelecendo uma média para a angulação máxima de adução e abdução e subtraindo os dois valores, resulta na amplitude articular. Na velocidade de referência, a diferença de amplitude é de 13,6° e na velocidade elevada de 1,5°, em média geral, 7,6 ° de maior amplitude em A2 sol.

Tabela 5.4 - Valores médios da amplitude de movimentos do dedo mínimo

A1 sol vel. referência	37,9°
A1 sol vel. elevada	22,3°
A2 sol vel. referência	51,5°
A2 sol vel. elevada	23,8°

Pode inferir-se que, em A2 sol, conseguindo-se maior amplitude articular em menor tempo de execução, este seguramente terá maior articulação, pois, a velocidade com que ataca a corda é maior.

Por outro lado, percebe-se que o desvio padrão em A1 sol é maior, demonstrado pela zona a sombreado a rosa - A2 sol e a cinzento - A1 sol, denotando uma maior imprevisibilidade do movimento.

Portanto, em A2 sol a repetibilidade do movimento é ligeiramente maior, demonstrado por um menor desvio padrão, o que dará à *performance* uma maior segurança. É de destacar que na velocidade elevada e no movimento de flexão/extensão em A2 sol, a posição média é muito aproximada dos 45°, a posição anatômica ou natural dos dedos. Este também realiza mais batimentos por unidade de tempo do que em A1 sol, o movimento é mais lento, contando-se menos batimentos do dedo na corda, como se vê na tabela 5.5

Tabela 5.5 - Duração média de um ciclo em A1 sol e A2 sol na velocidade rápida

Duração média num ciclo	
A1 sol vel. elevada	0,77 / seg.
A2 sol vel. elevada	0,59 /seg.

Como se percebe pelos valores apresentados na Tabela 5.5, na velocidade mais rápida possível de execução, em A1 sol um ciclo em média demora cerca de 0,8/s, enquanto que em A2 sol o ciclo demora 0,6/s. Isto confirma que a velocidade média em A2 sol, comparativamente com A1 sol, é 23,4 % maior.

Analisando um ciclo de movimento à velocidade de referência (Figura 5.31), pode-se perceber que em A2 sol o movimento é consideravelmente mais simétrico, principalmente na velocidade elevada, do que em A1 sol.

Os resultados obtidos relativos à amplitude, angulação média, desvio padrão e velocidade do ciclo na flexão e extensão do dedo mínimo sugerem que o movimento em geral é mais rígido, com maior tensão muscular em A1 sol, não apresentando a mesma liberdade de movimentos e conseqüentemente o mesmo desempenho ao nível da precisão e da velocidade de execução do que em A2 sol, que apresenta melhor funcionamento biomecânico, sendo portanto mais ergonômico o que resulta numa *performance* otimizada.

5.1.2.2 DEDO MÍNIMO ADUÇÃO / ABDUÇÃO

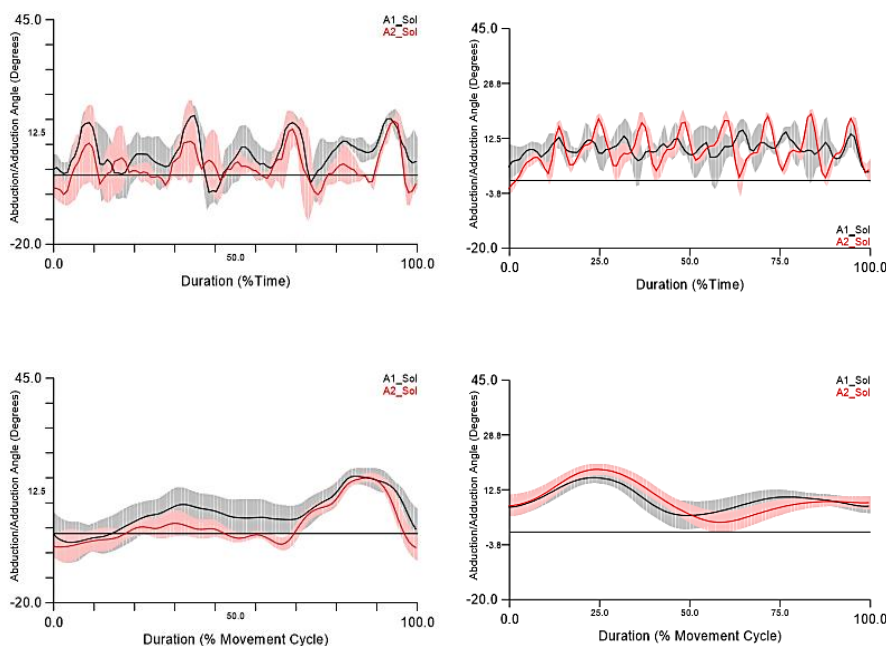
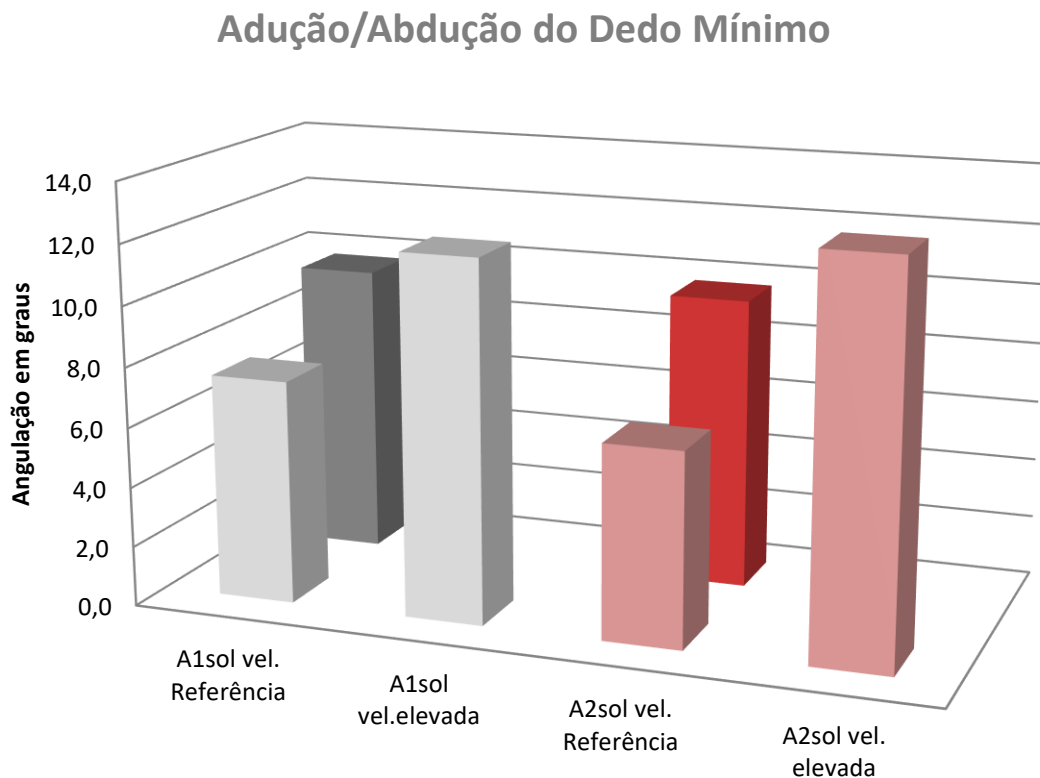


Figura 5.33 - Adução e abdução do dedo mínimo em A1 sol e A2 sol. Lado esquerdo - velocidade normal; lado direito - velocidade rápida. Linha superior, ao longo do exercício e linha inferior, apenas um ciclo médio.

Relativamente aos gráficos acima, apresentados na Figura 5.33, no que diz respeito à adução e abdução do dedo mínimo, no movimento controlado, o exercício A2 sol tem uma média angular mais próxima dos 0° no alinhamento entre metacarpo e falange proximal.

Tabela 5.6 - Valores médios da flexão e extensão do dedo mínimo em A1 sol e A2 sol

Adução/Abdução média dedo mínimo		
A1 sol vel. referência	7,5°	Média geral 9,7°
A1 sol vel. elevada	12,0°	
A2 sol vel. referência	6,5°	Média geral 9,7°
A2 sol vel. elevada	13,0°	



	A1sol vel. Referência	A1sol vel.elevada	A2sol vel. Referência	A2sol vel. elevada
velocidades ref; elevada	7,5	12,0	6,5	13,0
Médias gerais	9,7		9,7	

Figura 5.34 - Valores da adução e abdução do dedo mínimo em A1 sol e A2 sol

O dedo mínimo tem também maior amplitude especialmente no momento de ataque do dedo na corda. O resto do tempo fica mais próximo dos 0°.

Contudo, esta diferença é de apenas sensivelmente 1 grau, tanto na velocidade de referência como na elevada, como se pode ver na Tabela 5.7 e Figura 5.35.

Tabela 5.7 - Amplitude de adução/abdução do dedo mínimo:

A1 sol vel. referência	18,3 °
A1 sol vel. elevada	9,1 °
A2 sol vel. referência	19,1 °
A2 sol vel. elevada	10,1 °

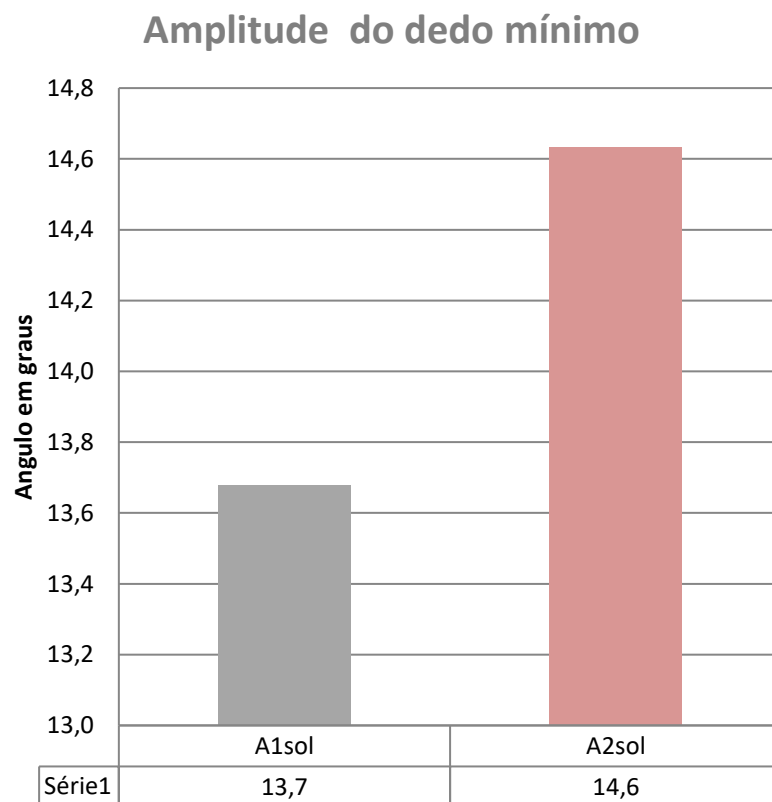


Figura 5.35 - Amplitude do dedo mínimo em termos da adução e abdução

Outra particularidade interessante do movimento é que se percebem pequenas oscilações da linha do gráfico do movimento do dedo mínimo, que representam potencialmente a queda e levantamento dos outros dedos, e que se traduzem em movimentos involuntários deste. O exercício A1 sol mostra uma linha mais direita na fase inicial do ciclo e uma oscilação muito mais ténue do que em A2 sol quando a intervenção dos outros dedos. Isto pode revelar que quanto maior é o movimento oscilatório no desenho do movimento

do dedo mínimo em relação aos dedos anteriores, é um indicativo do relaxamento do movimento geral da mão.

Percebe-se também que, no momento de prensão da corda, o desenho em A2 sol é mais redondo em comparação com A1 sol, que é mais retangular, o que demonstra uma certa tensão muscular e articular em A1 sol.

Na velocidade elevada, o exercício A2 sol evidencia maior amplitude de movimento e um maior número de batimentos, tal como na flexão/extensão do mesmo dedo.

O gráfico de um ciclo do movimento na velocidade rápida do quarto dedo é também mais equilibrado e simétrico em A2 sol, pelo que a zona de maior extensão se encontra mais equidistante da zona de maior flexão.

5.1.2.3 DEDO INDICADOR ADUÇÃO / ABDUÇÃO

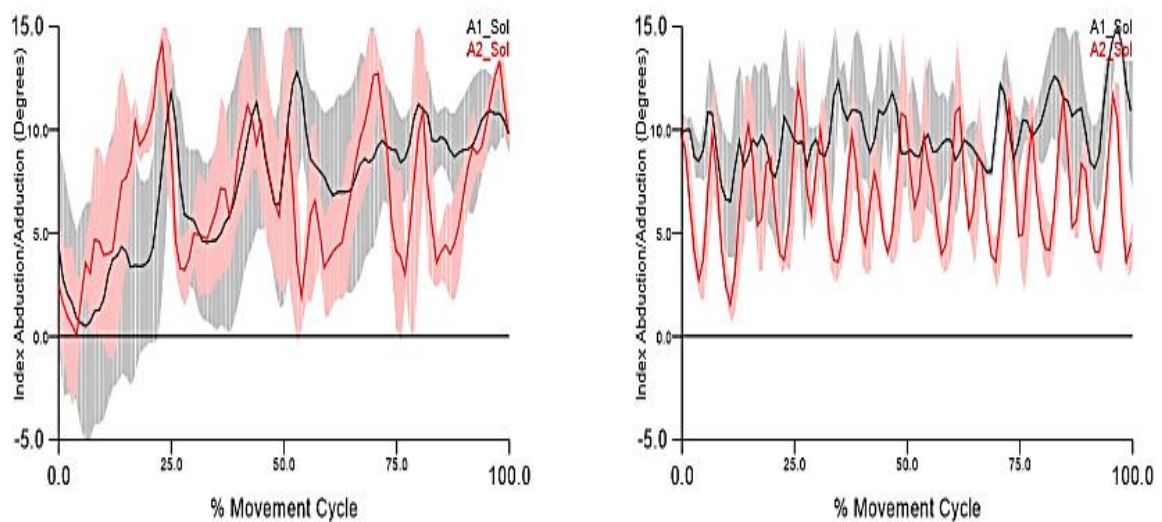


Figura 5.36 - Adução (+) e abdução (-) do dedo indicador em A1 sol e A2 sol na velocidade de referência (à esquerda) e na velocidade elevada à direita.

Relativamente ao indicador e relativamente à lateralidade, da adução/abdução percebem-se diferenças bastante importantes para este estudo.

Tabela 5.8 - Valores médios da adução, abdução, angulação e amplitude do dedo indicador para A1 sol e A2 sol.

	Adução média	Abdução média	Angulação média	Amplitude
A1 sol vel. Referência	11,4 ^o	7,3 ^o	9,4 ^o	4,1 ^o
A1 sol vel. elevada	9,9 ^o	9,3 ^o	9,6 ^o	0,6 ^o
A2 sol vel. Referência	6,9 ^o	0,9 ^o	3,9 ^o	6,0 ^o
A2 sol vel. elevada	6,8 ^o	-1,7 ^o	2,6 ^o	8,5 ^o

De acordo com os valores apresentados na Tabela 5.8, as angulações médias em A2 sol tanto na velocidade de referência como na elevada são mais próximas da posição natural, perto dos 0 graus. Assim em A2 sol, a posição média do alinhamento da primeira falange com o metacarpo tem uma angulação de 3,3^o e em A1 sol, 9,5^o, estando, portanto, no geral, menos aduzida em A2 sol do que A1 sol.

Por outro lado, em termos de amplitude de movimentos, a diferença também é considerável. Em A1 sol a amplitude diminui bastante de 4,1^o para 0,6^o, o que indica que a tensão aumentou de tal forma que fez diminuir a mobilidade lateral deste dedo na execução do exercício na velocidade elevada. Em A2 sol ocorre o oposto já que na velocidade elevada há um incremento de amplitude de 2,5^o na mobilidade no plano sagital do dedo indicador, passando de 6,0^o na velocidade de referência para 8,5^o na velocidade elevada. Em média, a amplitude em A1 sol é de 2,3^o e em A2 sol de 7,3^o, como se apresenta no gráfico da figura 5.37.

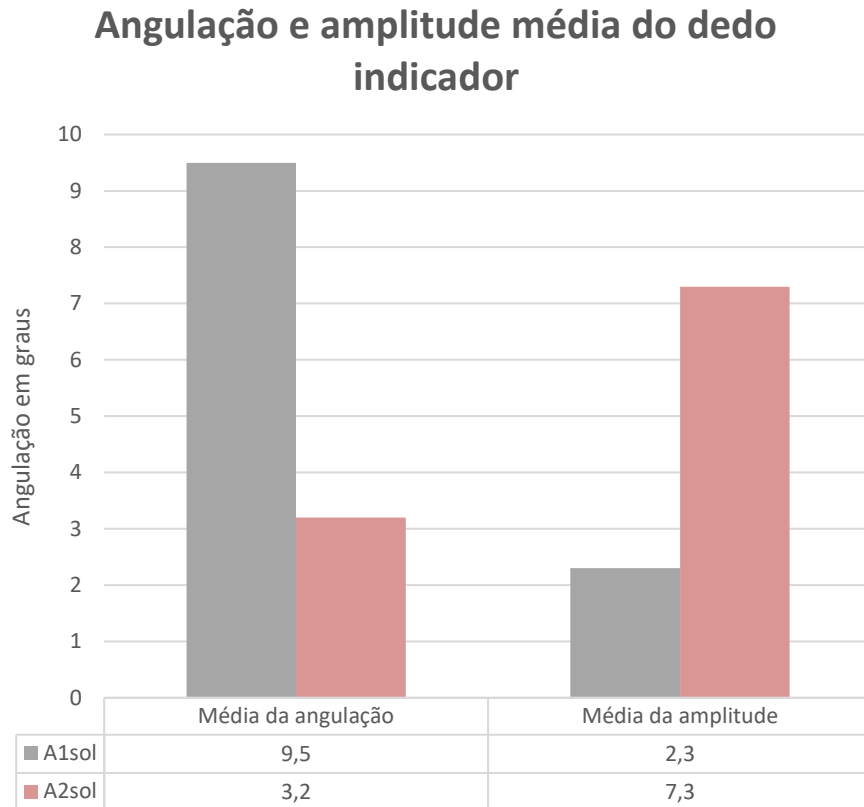


Figura 5.37 - Angulação média e amplitude média do dedo indicador em A1 sol e A2 sol

Voltando à Figura 5.36, nota-se que o desvio padrão é também menor em A2 sol do que A1 sol, o que indica menor variação do movimento e uma maior repetibilidade e controlo dos movimentos em A2 sol.

Depois da análise do gráfico do movimento mecânico do primeiro dedo na velocidade elevada, percebe-se um movimento muito mais linear em A1 sol do que em A2 sol, e em cada repetição do exercício uma adução e uma abdução visível, bastante maior do que na velocidade de referência.

Isto demonstra um aumento da amplitude, como já foi numericamente comprovado anteriormente, mas também se percebe que o primeiro dedo se desloca à necessidade de cada ciclo, demonstrando flexibilidade no movimento da mão, e grande relaxamento muscular, e que age como impulsionador do movimento dos dedos tanto contra a corda como a saírem dela, aumentando assim a articulação dos dedos. Pelo contrário, em A1 sol na velocidade elevada o movimento torna-se mais linear e rígido do que na velocidade de referência.

5.1.2.4 MOVIMENTAÇÃO DO PUNHO

Os gráficos da Figura 5.38 reportam-se à movimentação do punho, uma zona articular bastante solicitada na *performance*, apresentando potenciais problemas a nível performativo e onde se acumulam bastantes tensões. Tal como anteriormente, as secções dos dois gráficos à esquerda da linha vertical resultam do exercício efetuado à velocidade de referência e à direita à velocidade elevada. O primeiro gráfico refere-se ao movimento de flexão e extensão do punho. O gráfico em baixo reporta-se à adução e abdução do mesmo.

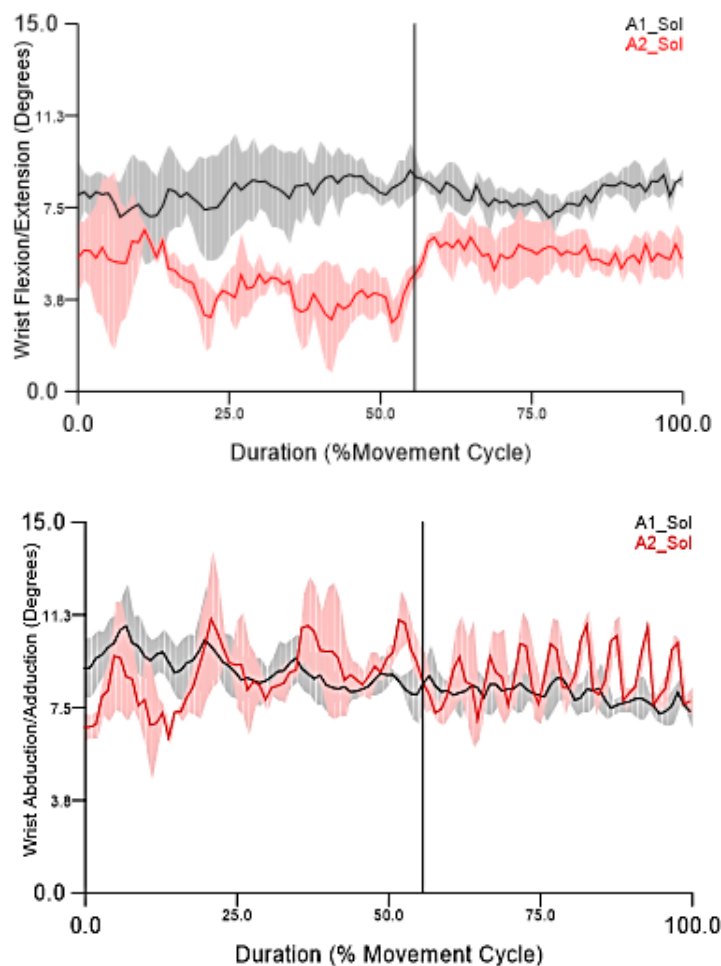


Figura 5.38 - Movimentação do punho em termos de flexão extensão (em cima) e da adução e abdução (em baixo), e na velocidade de referência (à esquerda da linha vertical) e na velocidade elevada (à direita da linha vertical).

Na Tabela 5.9 apresentam-se os valores médios do ângulo de flexão/extensão e adução/abdução. No movimento de flexão/extensão em A1 sol → 8,1°, o punho está mais fletido do que A2 sol → 5,1°. Contudo na velocidade elevada, a flexão em A2 sol acentua-se, passando de 4,5° (velocidade de referência) para 5,7° de angulação média, aproximando-se um pouco de A1 sol.

Quanto ao movimento de adução e de abdução do punho, percebe-se que a angulação média é semelhante nos dois exercícios, tal como evidencia o gráfico da Figura 5.39.

Tabela 5.9 - Valores médios no plano da extensão/flexão (plano sagital) e no plano da adução/abdução (frontal) em A1 sol e A2 sol

	flexão / extensão	adução / abdução
A1 sol vel. referência	8,1°	9,2°
A1 sol vel. elevada	8,1°	8,1°
A2 sol vel. referência	4,5°	8,9°
A2 sol vel. elevada	5,7°	8,8°

Movimento nos planos transversal e sagital do punho

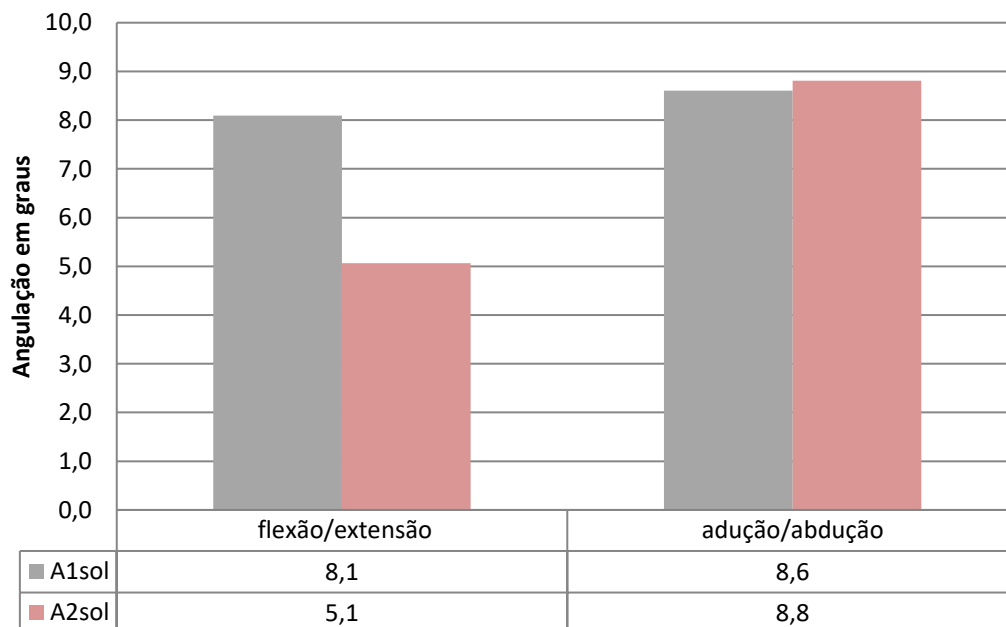


Figura 5.39 - Comparação dos valores médios de angulação do movimento do punho no plano transversal e sagital

Os valores apresentados traduzem uma maior oscilação em A2 sol com um menor desvio padrão a que corresponde uma variabilidade menor.

Em resumo, a *performance* em A2 sol demonstrou maior velocidade, maior mobilidade e amplitude de movimentos, menor desvio padrão portanto maior facilidade de repetição do movimento e uma posição mais ergonómica e portanto menos tensa e mais natural do que em A1 sol. Tendo aproximado a articulação metacarpofalângica da aresta do ponto do violino em 0,4 mm em A2 sol (Figura.5.29), conseguiu-se um aumento de 23,4% na velocidade média, (Tabela 5.5), uma *performance* mais ergonómica e um aumento na amplitude articular do dedo mínimo na flexão/extensão de 7.6°. Ao nível do plano sagital (na posição média de flexão/extensão) o dedo mínimo em A2 sol aproxima-se da posição anatómica (45°) em 8,4°. O dedo indicador demonstrou neste mesmo exercício um aumento de 5° na amplitude do movimento no plano frontal e uma posição mais próxima da posição anatómica fundamental em 6,3° (Fig 5.37). O punho fica em A2 sol numa posição mais próxima dos 0 ° (PAF) em 3° do que em A1 sol (Figura 5.39). O exercício A2 sol evidencia um desvio padrão menor (maior facilidade em repetir o movimento) como se vê nas zonas a sombreado nos gráficos das Figuras 5.31, 5.33 e 5.36,

5.2 EXERCÍCIOS B: B1 E B2

Nesta secção apresentam-se os resultados dos exercícios B1 e B2 (rever Figura 4.4) em intervalo de “quinta perfeita”. Na fotografia apresentada na Figura 5.40, a posição da mão e o padrão digital é o correspondente das oitavas dedilhadas, com um tom do primeiro para o segundo dedo, do segundo para o terceiro um intervalo de terceira menor e do terceiro para o quarto um intervalo de um tom. Se deslocarmos o terceiro e quarto dedo para ao lado, o primeiro e terceiro dedo formam uma oitava, assim como o segundo e o quarto. A Figura 5.41 mostra uma imagem computadorizada 3D da posição da mão relativamente ao violino em B1.



Figura 5.40 - Intervalos e notas correspondentes em B1 e B2

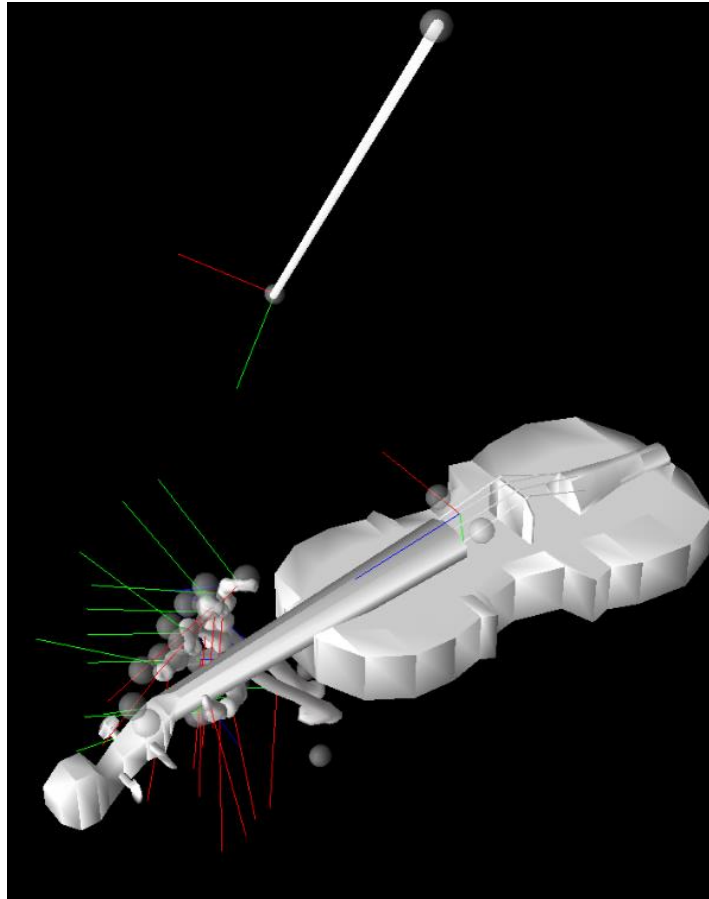
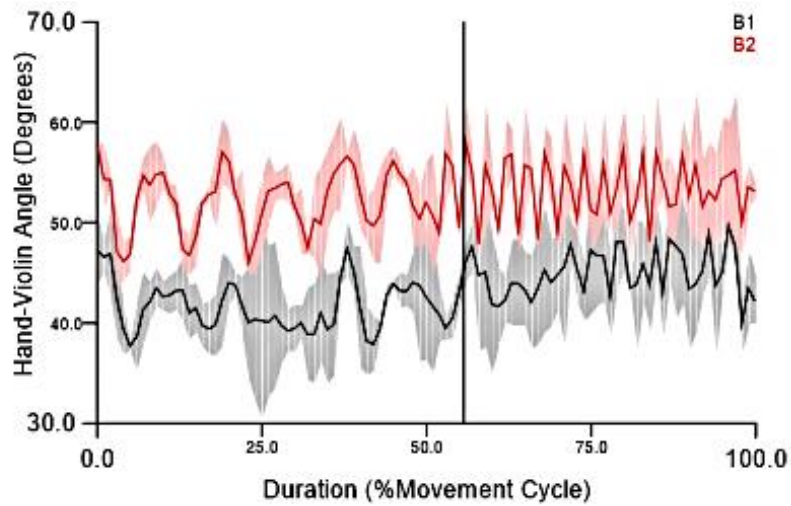


Figura 5.41 - Imagem computadorizada a 3D da posição da mão relativamente ao violino em B1

O facto de neste exercício, depois de um ciclo completo ascendente e descendente se repetir novamente o mi (o quarto dedo ou o dedo mínimo) tem o objetivo de que este exercício de maior extensão, seja realizado o mais corretamente possível, e para que não haja o deslocamento da mão do sentido ascendente e descendente, e na verdade, um deslizamento ou mudança gradual de posição para ajudar a colocação do quarto dedo.

O facto de se tocar o lá seguido do mi e do lá novamente, com dedilhação corresponde a 1 - 4 - 1, contribui para que, especialmente na velocidade elevada, a mão não se desloque da sua posição original.

O gráfico da Figura 5.42 representa valores da angulação da articulação metacarpofalângica em relação ao braço do violino para os exercícios B1 (ver também Figuras 5.43 e 5.44) e B2 (ver também Figuras 5.45 e 5.46) realizados à velocidade de referência e velocidade mais elevada.



LABIOMEPE

Figura 5.42 - Ângulo entre a articulação metacarpofalângica e a aresta do ponto do violino em B1 e B2 durante a execução à velocidade de referência (secção à esquerda da linha vertical) e elevada (secção à direita da linha vertical).



Figura 5.43 - Angulação da articulação metacarpofalângica e a aresta do ponto do violino em B1

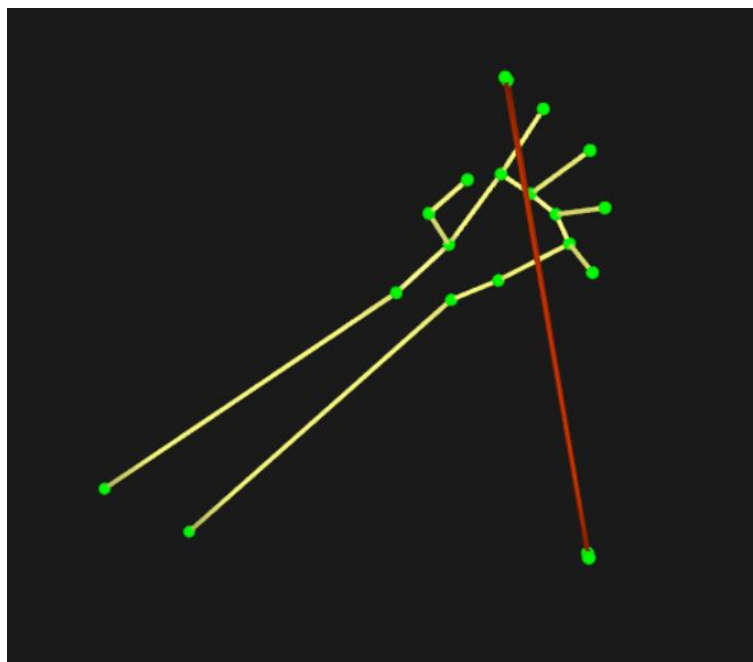


Figura 5.44 - Posição da mão em B1

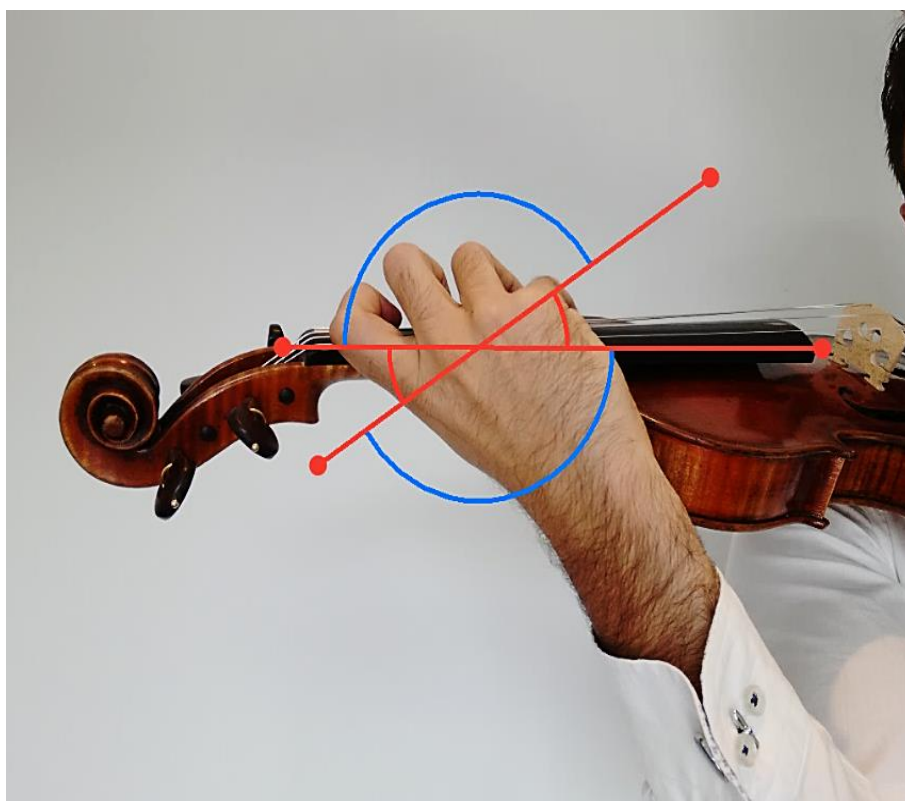


Figura 5.45 – Angulação entre a articulação metacarpofalângica e a aresta do ponto do violino em B2.

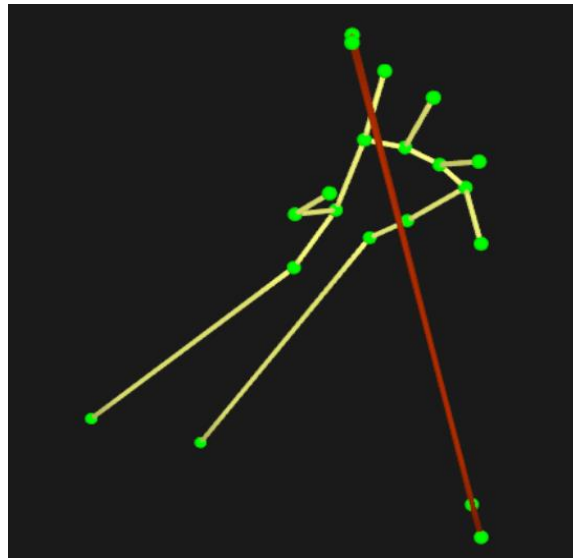


Figura 5.46 - Posição da mão em B2

Percebe-se por uma análise instantânea e visual que na Figura 5.42 que ambos os exercícios apresentam linhas muito semelhantes, contudo, em B2 a angulação da articulação metacarpofalângica em relação ao braço do violino é consideravelmente maior do que em B1.

Angulação da articulação metacarpofalângica com o braço do violino

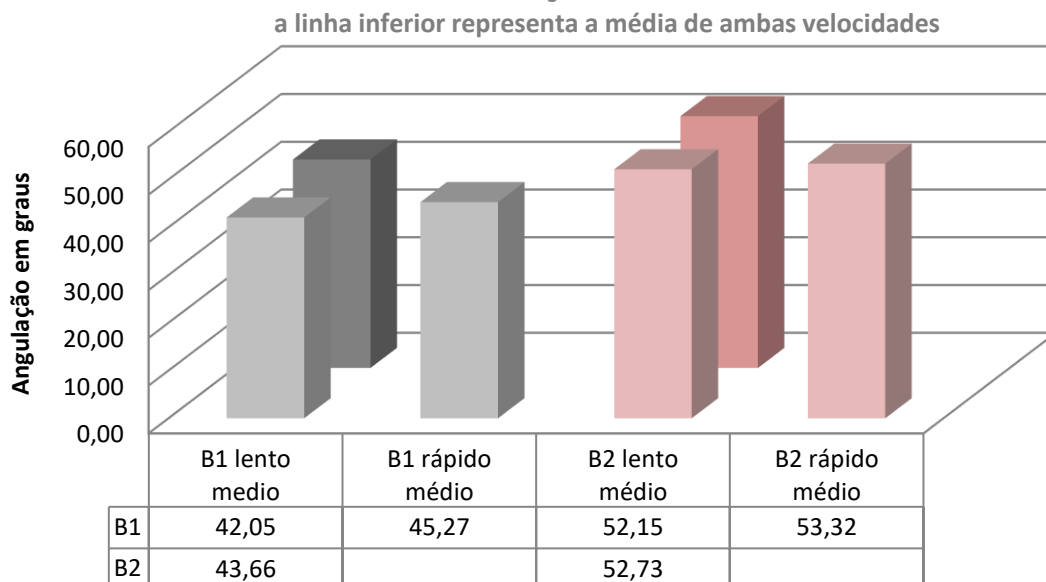


Figura 5.47 - Angulação entre braço do violino e articulação metacarpofalângica. Os dois valores na linha inferior dos resultados representam as médias da angulação para as duas velocidades nos dois exercícios.

Na Figura 5.47 apresentam-se os valores médios para a angulação entre a articulação metacarpofalângica e o braço do violino para os exercícios B1 e B2 e os dois níveis de velocidade testados. Como se pode ver, a diferença entre a angulação média para a velocidade de referência entre os dois exercícios é de cerca de 9°. Nos exercícios B2 a angulação média mantém-se muito semelhante, mas em B1 a angulação da mão tende a aumentar, para a velocidade mais elevada, aproximando-se de dos valores obtidos em B2, o que mostra uma tendência em B1 para a mão se deslocar para uma posição mais confortável, à medida que a velocidade aumenta.

5.2.1 DEDO MÍNIMO FLEXÃO / EXTENSÃO

Os próximos gráficos referem-se a resultados obtidos em exercícios centrados num dos dedos mais exigentes na *performance* do violino em especial em intervalos de grande abertura - o dedo mínimo da mão esquerda .

Tal como nos exercícios anteriores, os gráficos seguintes são uma representação do movimento deste dedo no eixo longitudinal, da flexão e da extensão.

Os gráficos à esquerda reportam-se à velocidade de referência e os da direita à velocidade mais elevada.

Tal com em representações anteriores, os registos inferiores mostram o movimento do dedo apenas num ciclo médio do movimento.

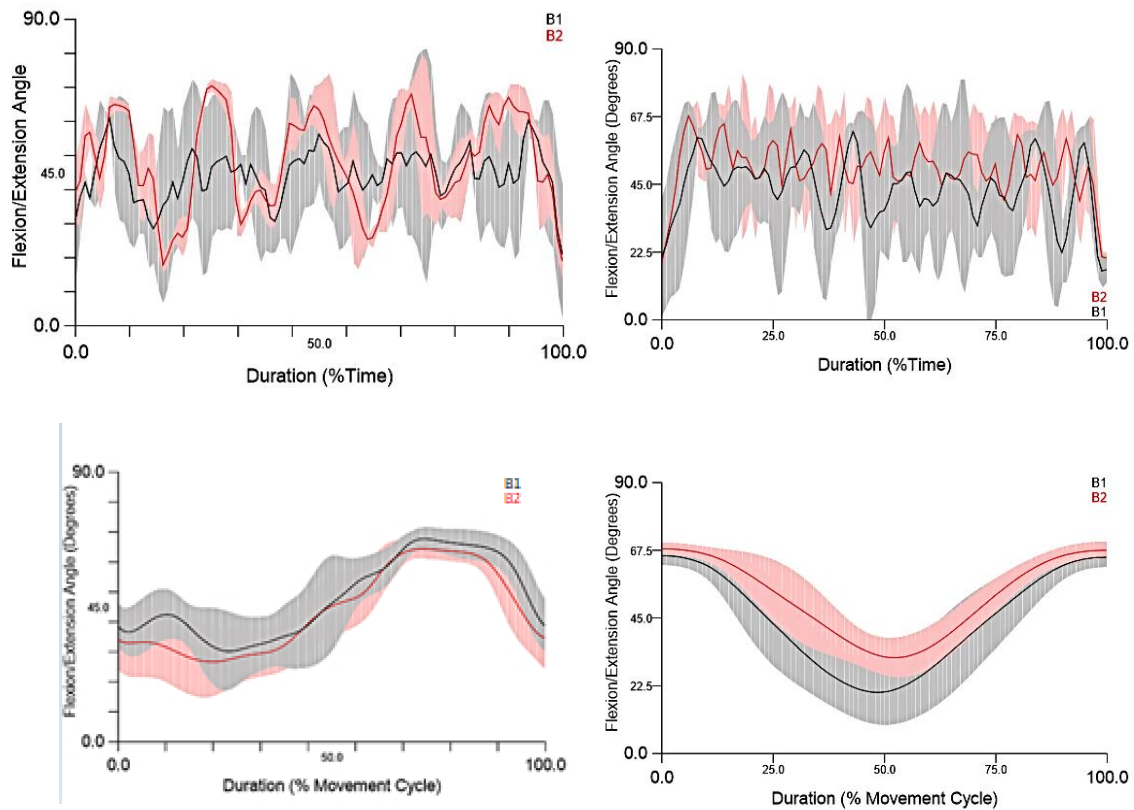


Figura 5.48 - Flexão e extensão do dedo mínimo. Lado esquerdo - velocidade de referência; lado direito - velocidade elevada. Linha superior ao longo do exercício e linha inferior apenas um ciclo.

Os movimentos de flexão e extensão nos dois exercícios são bastante semelhantes.

Percebe-se que o movimento cinético geral em B2 é ligeiramente mais amplo em termos de flexão e extensão. Depreende-se que a articulação sonora no dedo mínimo é maior, pois considerando que a aceleração é a mesma, uma maior amplitude de movimentos, na altura da queda do dedo, este ataca a corda com uma velocidade proporcionalmente maior, criando maior dicção na nota tocada.

Contudo a angulação media, é semelhante.

A velocidade de execução é mais elevada nos exercícios B2 do que em B1 tal como se pode constatar pela duração de cada ciclo (Figura 5.49), 0,4s e 0,5s, respetivamente, traduzindo-se num aumento de cerca de 22% da velocidade de B2 em relação a B1.

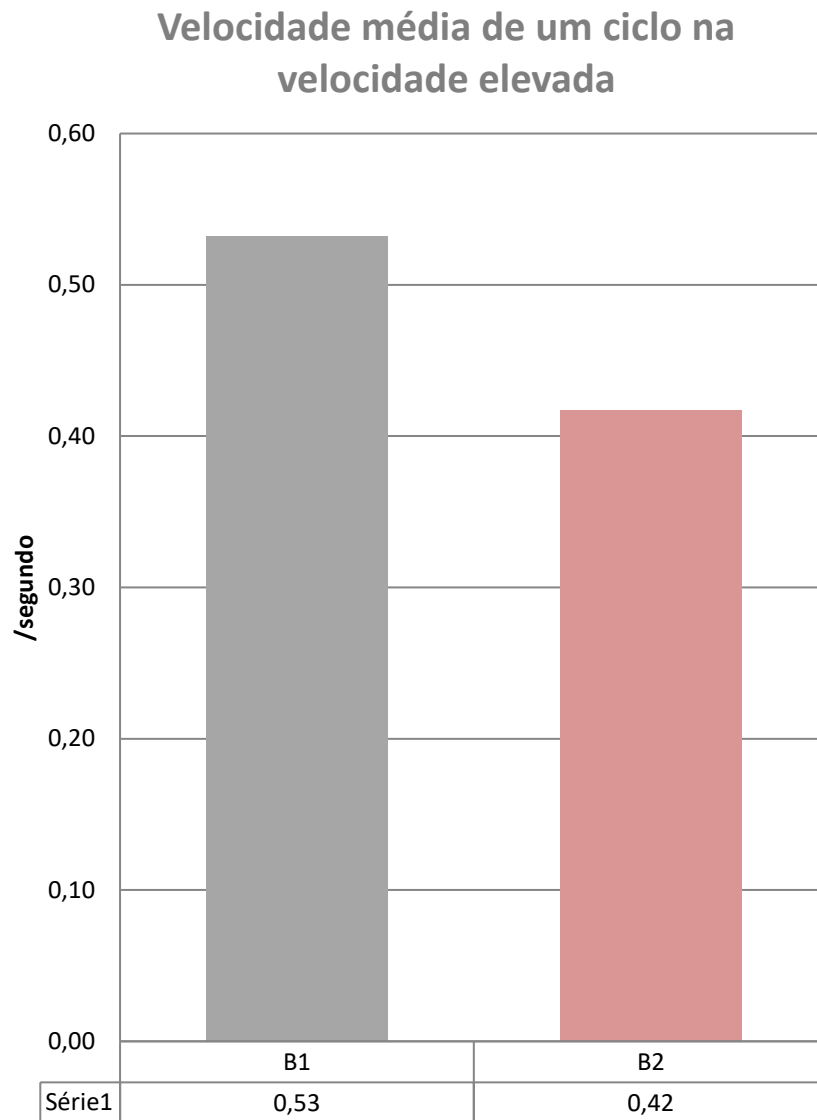


Figura 5.49 - Velocidade média de um ciclo na velocidade elevada

5.2.2 DEDO MÍNIMO ADUÇÃO / ABDUÇÃO

Os gráficos apresentados na Figura 5.50 representam os resultados dos exercícios de adução e abdução do dedo mínimo em B1 (a preto/cinzeno) e B2 (a vermelho/rosa) executados nos dois níveis de velocidade.

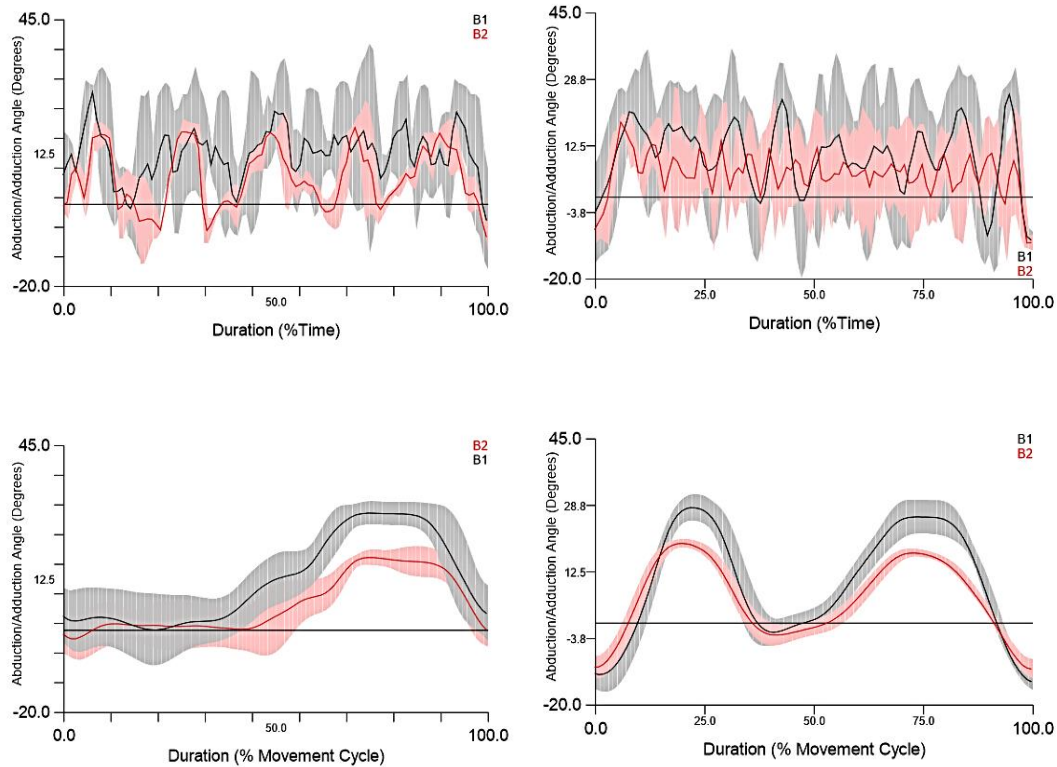


Figura 5.50 - Adução e abdução do dedo mínimo. Lado esquerdo - velocidade de referência; lado direito - velocidade elevada. Linha superior ao longo do exercício e linha inferior apenas um ciclo.

Tanto nas representações da Figura 5.50 como nos gráficos de barras apresentados na Figura 5.51 e ainda nos valores da tabela 5.10, em B1 a abdução tem uma amplitude superior tanto na velocidade de referência como na elevada.

Relativamente ao desvio radial, adução e desvio cubital, a abdução, o dedo mínimo começa em ambos os exercícios muito perto da posição natural, perto dos zero graus. Contudo para atingir a afinação correta em B1, o dedo mínimo tem de realizar uma média de 28,6° com angulações máximas de 33,0°, uma maior abdução do que em B2, que realiza cerca de 18,0° graus de abdução em média, quase metade da angulação máxima em B1.

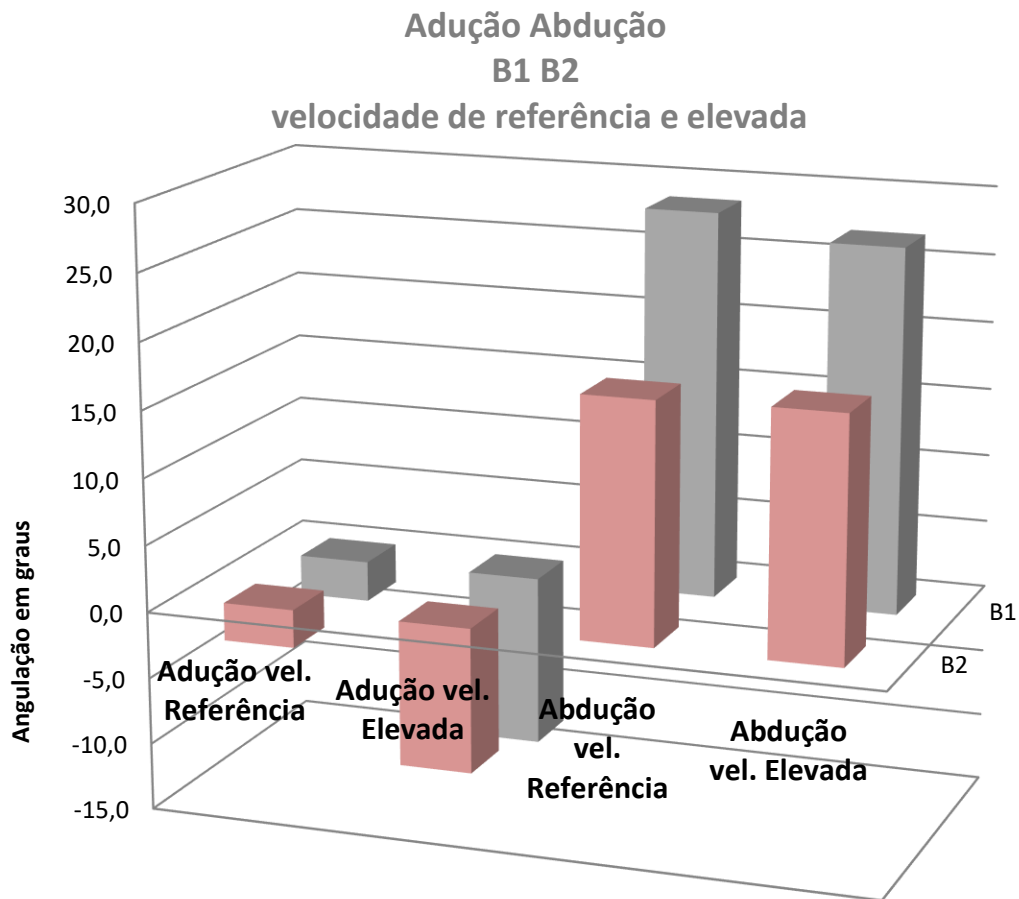
Cria-se uma grande tensão palmar, pois o músculo responsável pelo movimento de abdução do dedo mínimo, - abdutor do dedo mínimo - encontra-se colocado lateralmente em relação ao metacarpo do mesmo.

Nota-se também no gráfico referente ao ciclo do movimento de adução/abdução, que em B1 se atinge o limite goniométrico da abdução, pois o gráfico não progride, mantendo-se linear durante uma percentagem considerável do movimento. Depreende-se que a

articulação chega ao seu limite máximo, criando uma grande tensão articular e muscular. Em B2, este dedo atinge a corda num ponto máximo de abdução bastante inferior a B1 durante um curto período de tempo, desenhando de uma forma ainda mais evidente na velocidade rápida, um pico e depois dá-se o seu decaimento.

Na velocidade elevada, percebe-se uma variação de angulação suave em B2 e ao contrário do que acontece nos primeiros exercícios Ami e Asol, em que a variação era bastante mais irregular, em B1, mesmo na velocidade máxima, o desenho na abdução máxima é muito semelhante à velocidade de referência, quase sem variação durante um período considerável de tempo dentro desse ciclo, evidenciando também aqui um esforço articular e muscular.

Como se percebe a partir dos valores médios da angulação do quarto dedo em ambos os exercícios apresentados no gráfico da figura 5.52, o dedo mínimo está em esforço em B1 com uma média de abdução de 10°, e menos tenso em B2 com uma angulação média de 5,5°, mais próxima da posição fundamental ou da posição de relaxamento.



	Adução vel. Referência	Adução vel. Elevada	Abdução vel. Referência	Abdução vel. Elevada
■ B2	-2,8	-10,9	17,8	18,0
■ B1	-3,0	-12,8	28,6	26,9

Figura 5.51 - Valores da adução e da abdução do dedo mínimo em B1 e B2 nas velocidades de referência e elevada

Tabela 5.10 - Ângulos de Adução e da Abdução do dedo mínimo em B1 e B2

B2		B1	
Adução vel. referência	-2,8°	Adução vel. referência	-3,0°
Adução vel. elevada	-10,9°	Adução vel. elevada	-12,8°
Abdução vel. referência	17,8°	Abdução vel. referência	28,6°
Abdução vel. elevada	18,0°	Abdução vel. elevada	26,2°

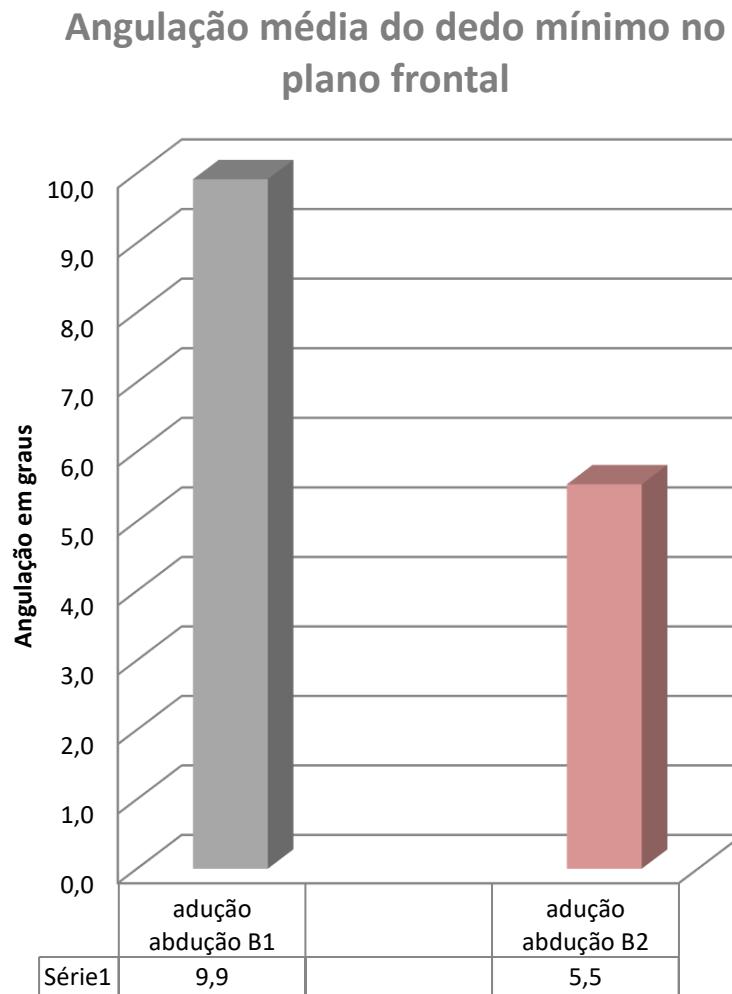


Figura 5.52 – Valores médios de angulação do dedo mínimo no plano frontal em B1 e B2

5.2.3 MOVIMENTO DO PUNHO

Os gráficos da Figura 5.53 representam os resultados da movimentação do punho. Tal com anteriormente, as secções dos dois gráficos à esquerda da linha vertical resultam do exercício efetuado à velocidade de referência e, à direita, à velocidade elevada. O gráfico de cima refere-se ao movimento de flexão e extensão do punho. O gráfico em baixo reporta-se à adução e abdução do mesmo.

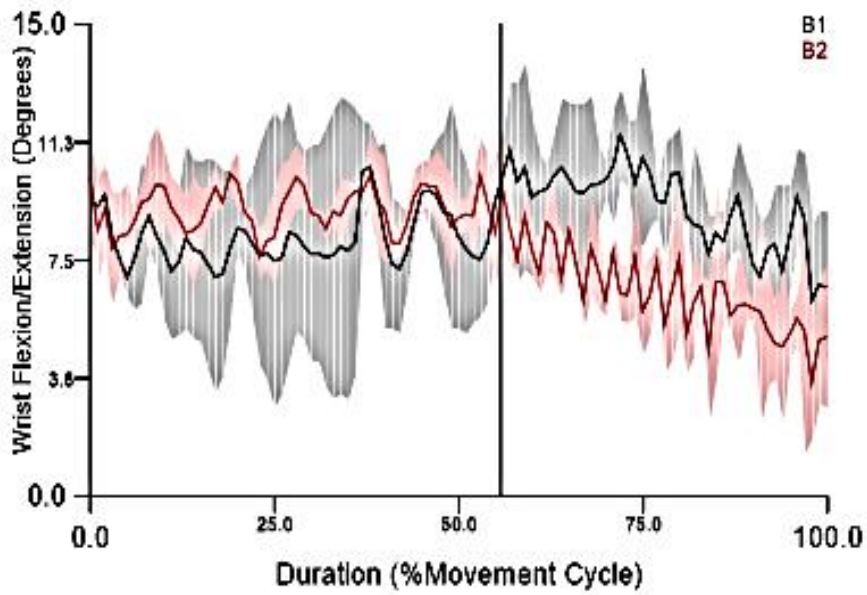


Figura 5.53 - Movimentação gráfica do punho no plano da flexão e extensão do punho em B1 e B2 na velocidade de referência (à esquerda da linha vertical) e na velocidade elevada (à direita da linha vertical).

Relativamente à posição do punho, estes exercícios B1 e B2 têm, em termos de flexão e extensão, comportamentos bastante semelhantes.

Há uma diferença não muito significativa na velocidade mais elevada: em B1 a angulação corresponde a uma maior tensão e em B2 o ângulo de flexão do pulso vai decaindo dando a sensação de maior relaxamento.

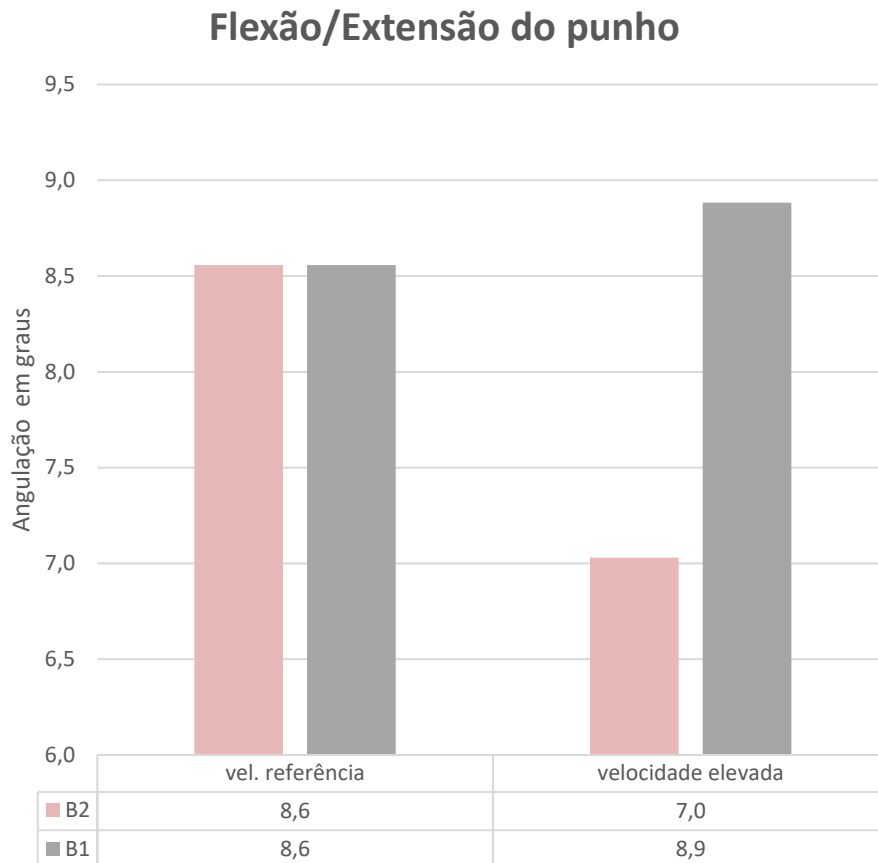


Figura 5.54 - Valores médios da flexão e extensão do punho em B1 e B2 em movimentos executados à velocidade de referência e à velocidade elevada

Como se percebe no gráfico apresentado na Figura 5.54, em B1 na velocidade elevada o punho fica ligeiramente mais fletido passando de 8,6° para 8,9°, enquanto que em B2 há uma diminuição significativa da flexão do punho, relaxando a posição articular, passando de um valor médio 8,6° à velocidade de referência para 7,0° à velocidade elevada.

Pode concluir-se igualmente ao analisar a figura 5.53 que o desvio padrão é consideravelmente maior em B1 do que em B2, sobretudo em condições de execução à velocidade de referência. Lembra-se que cada um dos exercícios foi repetido três vezes, e que cada um dos gráficos é o resultado médio dessas três réplicas. Pode, pois, concluir-se que existe uma maior dificuldade de repetibilidade do exercício ou inconstância em B1 do que em B2, provavelmente devido a uma tensão acrescida durante o movimento.

Na Figura 5.55 representam-se os resultados dos movimentos de adução e abdução do punho para os exercícios B1 e B2. Os valores médios de adução e abdução são apresentados no gráfico de barras da figura 5.56 e na tabela 5.11

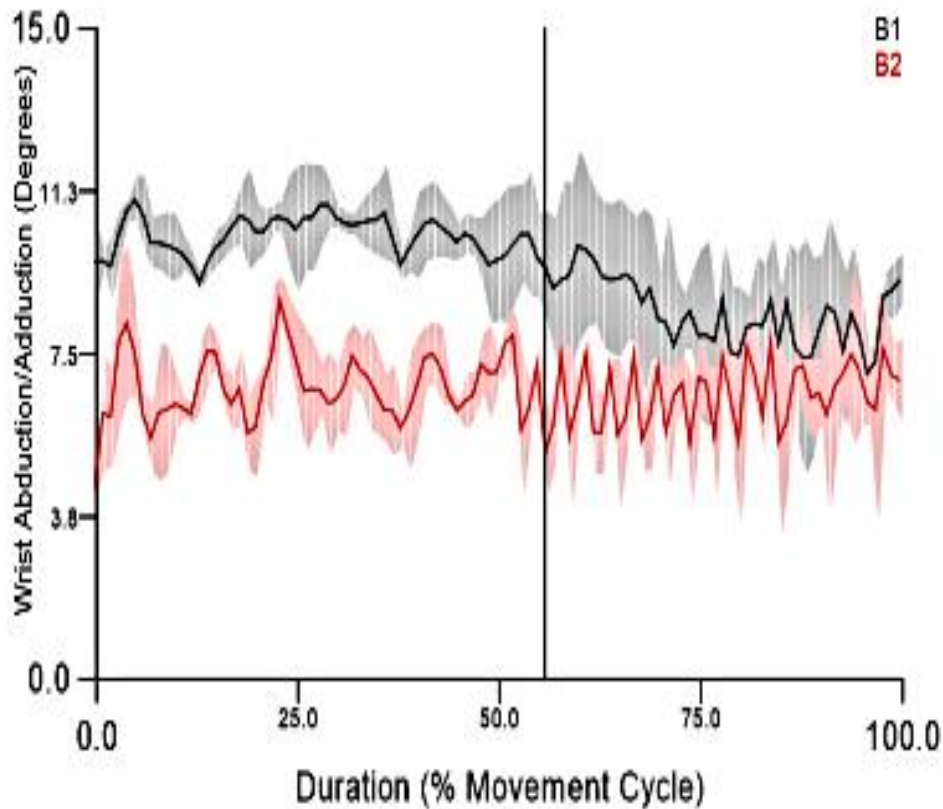
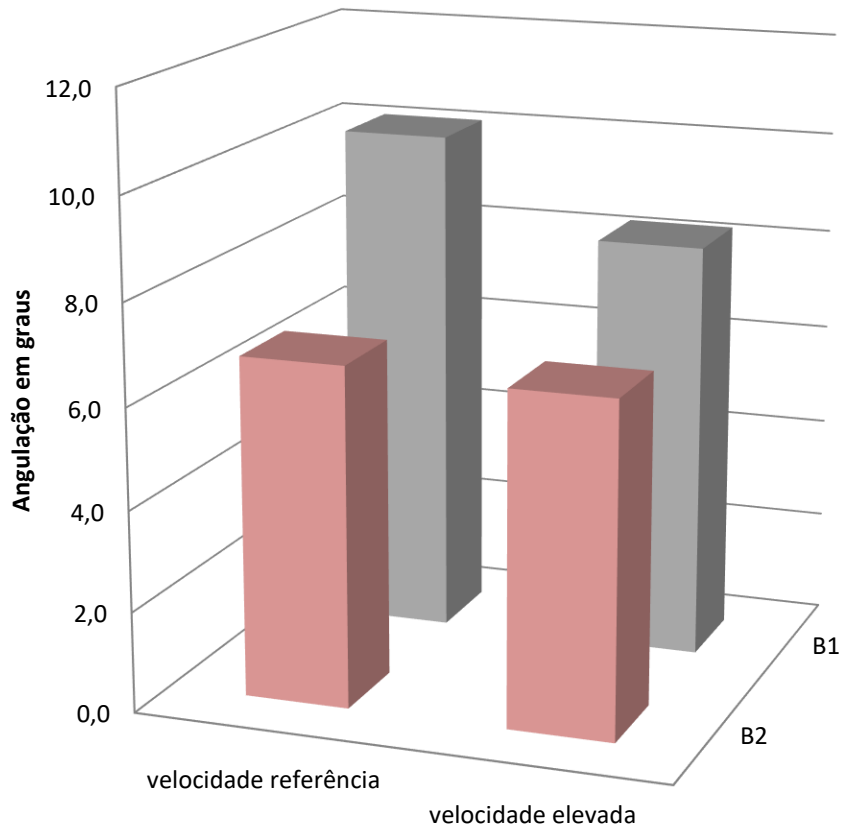


Figura 5.55 - Movimentação do punho no plano sagital, aduções e flexões em B1 e B2 na velocidade normal, antes da linha vertical e na velocidade rápida, depois da linha.

A maior diferença entre estes dois exercícios reside na adução ou desvio ulnar do punho que em B1 apresenta uma angulação mais acentuada do que em B2. É importante salientar o facto de que, nesta articulação, a maior amplitude natural articular se verificar no plano sagital, já o plano frontal, no desvio radial e ulnar, a amplitude angular é bastante limitada, em especial pelo rádio e pelo cubito e pela zona do carpo, que se encontra em grande esforço, nos limiares deste plano. Como a amplitude angular de adução e abdução do punho é relativamente reduzida, (cerca de 20° no desvio cubital e cerca de 40° no desvio radial dependendo da morfologia de cada mão) a diferença de mais de 10° de adução é seguramente algo que poderá criar grande tensão palmar, devido à deslocação dos ossos do carpo. Deve considerar-se que o movimento lateral do punho gera a deslocação da zona ossicular do carpo, o que cria um maior atrito em termos de enervação e uma tensão acrescida a nível muscular, isto porque, o movimento de maior amplitude desta articulação faz-se no eixo oposto, nos movimentos de flexão e extensão.

Adução/abdução do punho



	velocidade referência	velocidade elevada
■ B2	6,7	6,6
■ B1	10,1	8,3

Figura 5.56 - Adução e abdução do punho em B1 e B2 nas velocidades de referência e elevada.

Tabela 5.11 - Valores da adução e abdução do punho em B1 e B2 nas velocidades de referência e elevada.

Adução/Abdução do Punho	
B1 vel. referência	10,1 °
B1 vel. elevada	8,3 °
B2 vel. referência	6,7 °
B2 vel. elevada	6,6 °

5.2.4 DEDO INDICADOR

O dedo indicador é, à luz da natureza da *performance* violinística, menos móvel do que o dedo mínimo, e neste tipo de exercício ao nível da flexão, é praticamente imóvel. Como o primeiro dedo prende a corda continuamente ao longo da execução do exercício, analisam-se neste caso apenas os seus movimentos laterais.

Os gráficos da Figura 5.57 mostram os valores da adução e abdução do dedo, à esquerda na velocidade de referência e à direita, na velocidade elevada. Os valores médios da angulação de adução e abdução são apresentados nos gráficos de barras da figura 5.58.

Relembra-se que em B1, a preto, a angulação da mão é menor em relação à escala do violino, do que em B2, registo a vermelho.

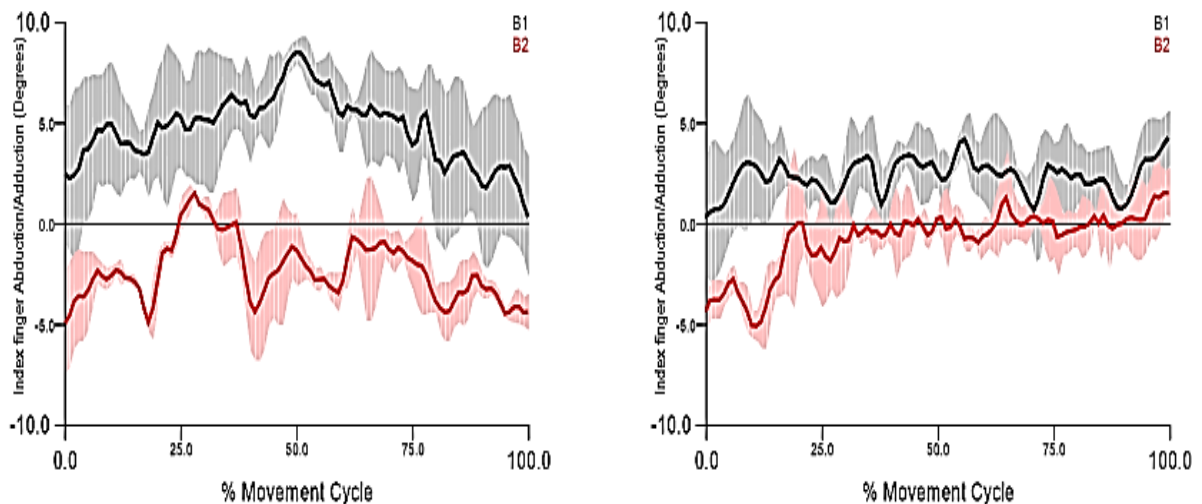


Figura 5.57 - Angulação da articulação metacarpofalângica com a aresta do ponto do violino em B1 e B2 na velocidade de referência, à esquerda e na velocidade elevada à direita.

Percebe-se pela análise dos resultados uma diferença significativa nos dois exercícios especialmente na adução e abdução. A angulação média de adução do primeiro dedo em B1 é de $4,8^\circ$ na velocidade de referência e em B2 é de cerca de $2,3^\circ$ em ligeira abdução. A abdução máxima em B1 é de cerca de $10,2^\circ$, em B2 cerca de $3,1^\circ$.

Considerando que o angulo máximo de abdução não ultrapassa em esforço os 30° , em B1 este movimento chega a cerca de 75 % da sua capacidade de mobilidade máxima, num

dos eixos que não é o predominante, devido à articulação condilóide que favorece a flexão e a extensão.

À medida que a velocidade aumenta em B2, este aproxima-se dos 0°, passando dos 2,3° negativos, portanto, em abdução, para 0,7° negativos. Em B1 apesar de se aproximar da angulação natural, decai duma posição tensão com 4,8° aduzidos para os 2,4° aduzidos.

O desvio padrão e, portanto, a variabilidade do movimento é bastante maior em B1 do que em B2, como se percebe pela extensão da zona sombreada a cinzento (B1) e da zona sombreada a rosa (B2) na figura 5.57 e se pode confirmar pelos valores apresentados na tabela 5.12.

Tabela 5.12 – Valores do desvio padrão em B1 e B2 no plano frontal do dedo indicador.

Desvio padrão na adução/abdução	
B1	2,7 °
B2	2,4 °

Adução e abdução dedo indicador B1 e B2 velocidade de referência e elevada

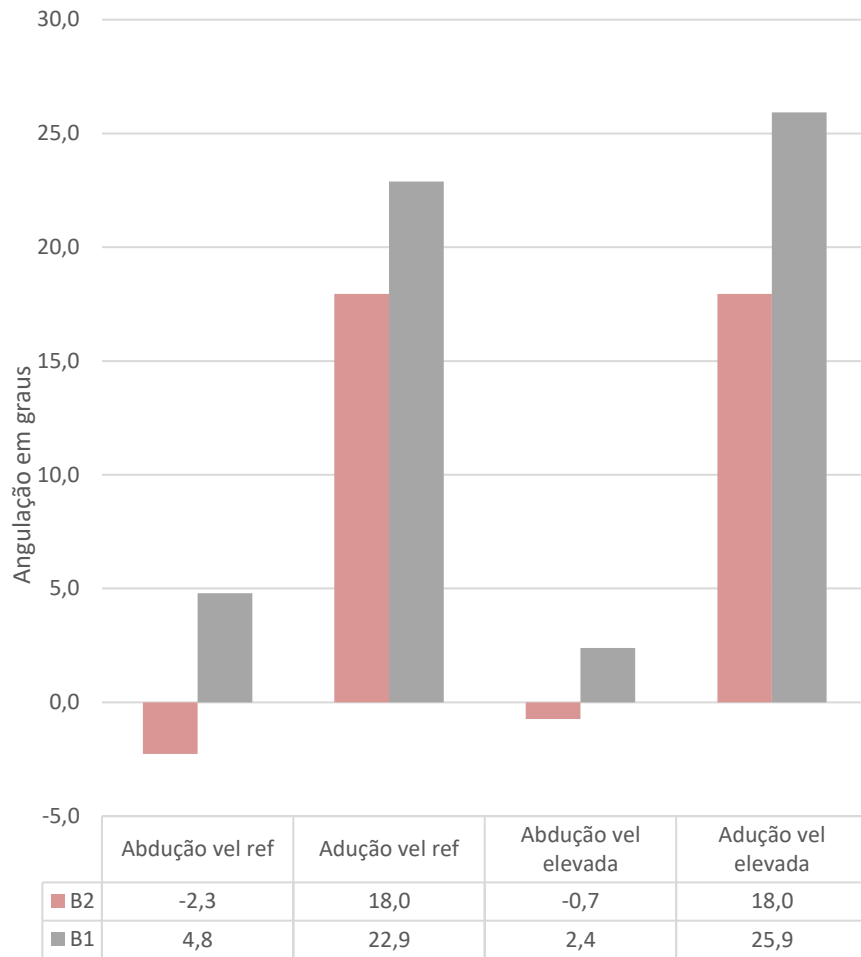


Figura 5.58 - Valores médios da adução e abdução do dedo indicador em B1 e B2 à velocidade de referência e elevada

O gráfico de barras da Figura 5.59 mostra que em B1 a angulação média do dedo indicador é bastante aduzida com angulação média de 14,0°. Considerando que, a angulação em abdução do dedo indicador é bastante limitada em média 20°. Isto indica que a articulação metacarpofalângica do dedo indicador em B1 está em grande tensão, o que depreende um grande esforço no primeiro e segundo interósseo palmar. Já em B2 a angulação média no plano sagital é quase metade de B1, de 8,2°. (Figura 5.59)

Uma análise do mesmo gráfico mostra que uma verdadeira abdução só é conseguida em B2 com angulações negativas, isto é, com o movimento do dedo para lá da posição de referência fundamental, e no sentido oposto da adução, com média de 1,5°.

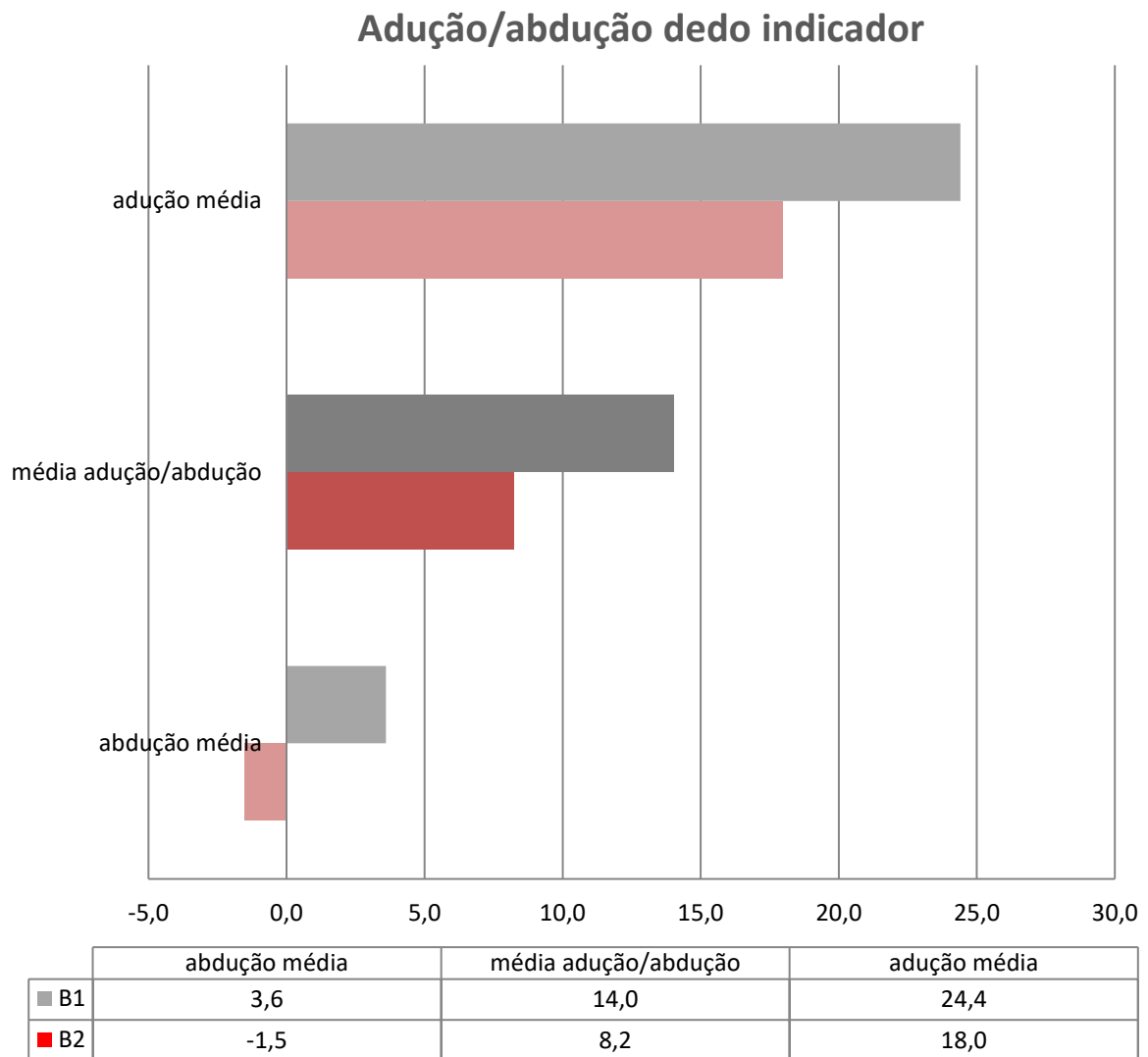


Figura 5.59 - Valores médios da adução, abdução, e adução/abdução do dedo indicador em B1 e B2.

Tabela 5.13 - Valores médios da adução, abdução, e adução/abdução do dedo indicador em B1 e B2

B1		B2	
abdução média	3,6 °	abdução média	-1,5 °
adução/abdução	14,0 °	adução/abdução	8,2 °
adução média	24,4 °	adução média	18,0 °

Em resumo, a *performance* em B2 demonstrou igualmente maior velocidade, maior mobilidade e amplitude de movimentos, menor desvio padrão, portanto maior facilidade de repetição do movimento e uma posição mais ergonómica e, portanto, menos tensa e mais natural do que em B1. Tendo aumentado a angulação metacarpofalângica da aresta do braço do violino de 43,7° (B1) para 52,7° (B2) (Figura 5.47), conseguiu-se um aumento de 22 % na velocidade média (Figura 5.49), uma *performance* mais ergonómica ao nível do dedo mínimo tendo conseguido um angulação 4,4° mais próxima da posição natural (Figura 5.52), do dedo indicador que em B2 apresentou uma angulação 5,8° menos aduzido que em B1 (Figura 5.59), o punho em B2 apresentou um desvio ulnar menor em 3,3° na velocidade de referência e 2,5° menor do que em B1 na velocidade elevada, (Figura 5.56). Demonstrou-se que em B2 o desvio padrão diminuiu em 0,3° comparativamente a B1 no movimento do dedo indicador e no plano frontal o que indica uma maior facilidade em repetir o movimento de uma forma precisa (Tabela 5.12). Percebe-se em B2 que as curvas do movimento do dedo mínimo no plano sagital e frontal são mais suaves, o que indica maior relaxamento muscular (Figuras 5.48 e 5.50).

5.3 EXERCÍCIOS C: C1 E C2

Estes exercícios diferenciam-se dos anteriores pelo facto de exigirem uma extensão de grande amplitude entre o primeiro e quarto dedo com intervalo de 6^a menor como se pode observar na figura 5.60, um intervalo muito exigente para violinistas de mãos pequenas.

Em cordas dobradas, o primeiro e quarto dedo distam um intervalo de 10^a menor e neste padrão de dedos, o primeiro e segundo dedos estão na corda sol e o terceiro e quarto dedos na corda ré, o primeiro e terceiro dedo formam uma oitava (lá) assim como o segundo e o quarto (dó).

Este é considerado um recurso técnico de grande dificuldade pela tensão que exige na mão esquerda.



Figura 5.60 - Relação intervalar e notas respetivas para os exercícios C1 e C2.

À semelhança do exercício anterior, este foi delineado para se realizar um ciclo contínuo com dedilhação 1 – 2 – 3 – 4 – 3 – 2 – 1, mas incluir o 4º dedo novamente no final do ciclo para haver um posicionamento estável da mão e uma dedilhação estruturada, limitando desta forma a movimentação da mão para facilitar a colocação do 4º dedo.

Neste exercício, pretendeu-se igualmente verificar a influência da angulação da mão na velocidade, ergonomia e *performance* geral da mão e braço durante a sua execução.

O gráfico da figura 5.65 representa valores da angulação da articulação metacarpofalângica em relação ao braço do violino para os exercícios C1 (ver também figuras 5.61 e 5.62) e C2 (ver também figuras 5.63 e 5.64) realizados à velocidade de referência e mais elevada.

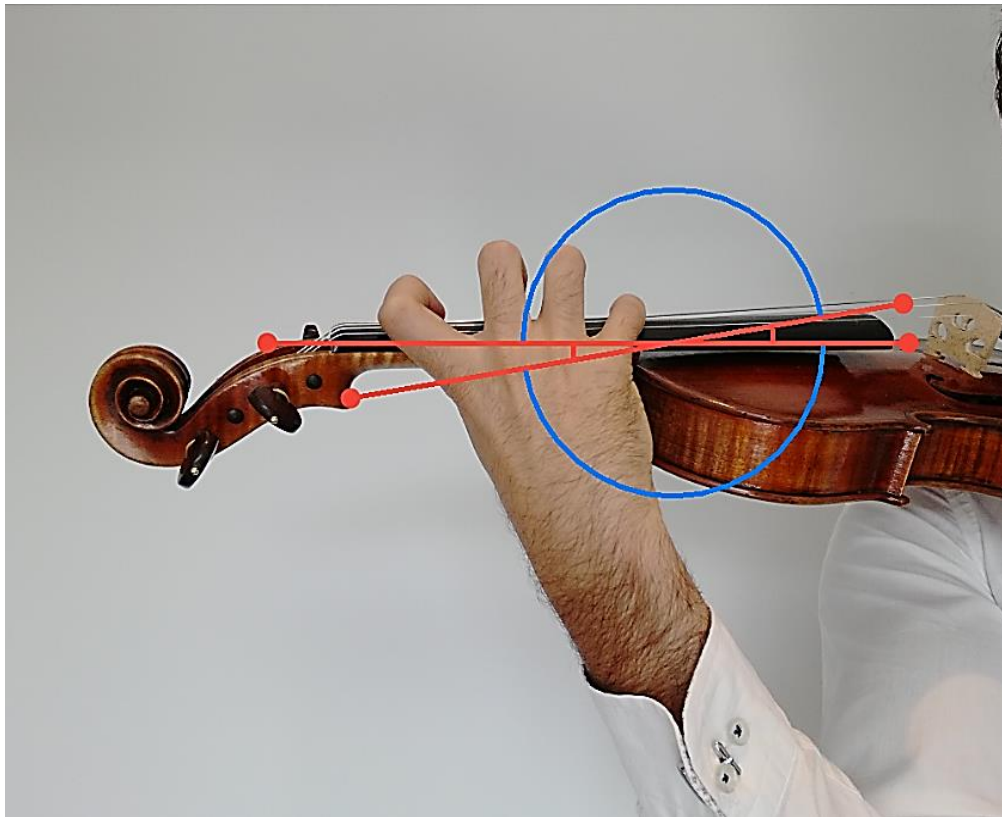


Figura 5.61 - Angulação entre a articulação metacarpofalângica e a aresta do ponto do violino em C1.

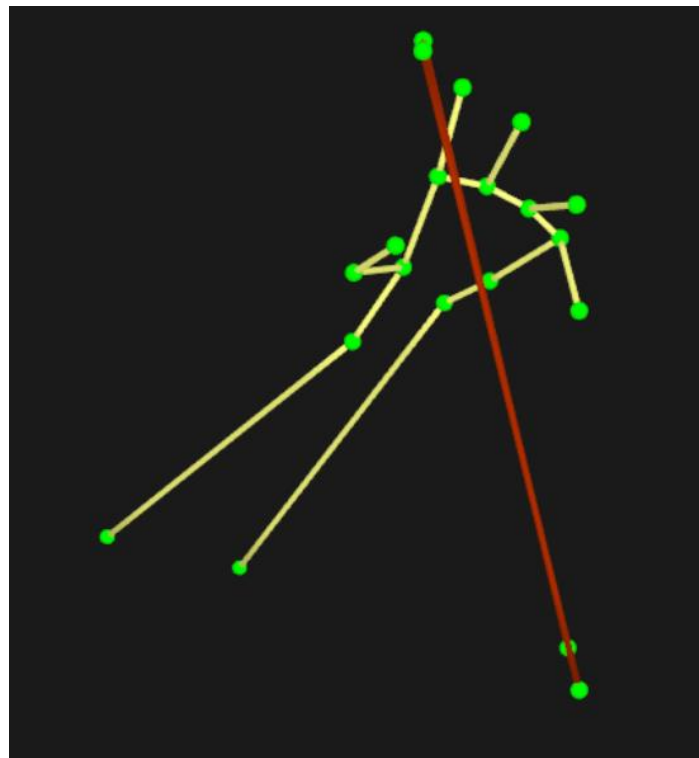


Figura 5.62 - Imagem computadorizada da posição da mão em relação ao ponto do violino em C1.

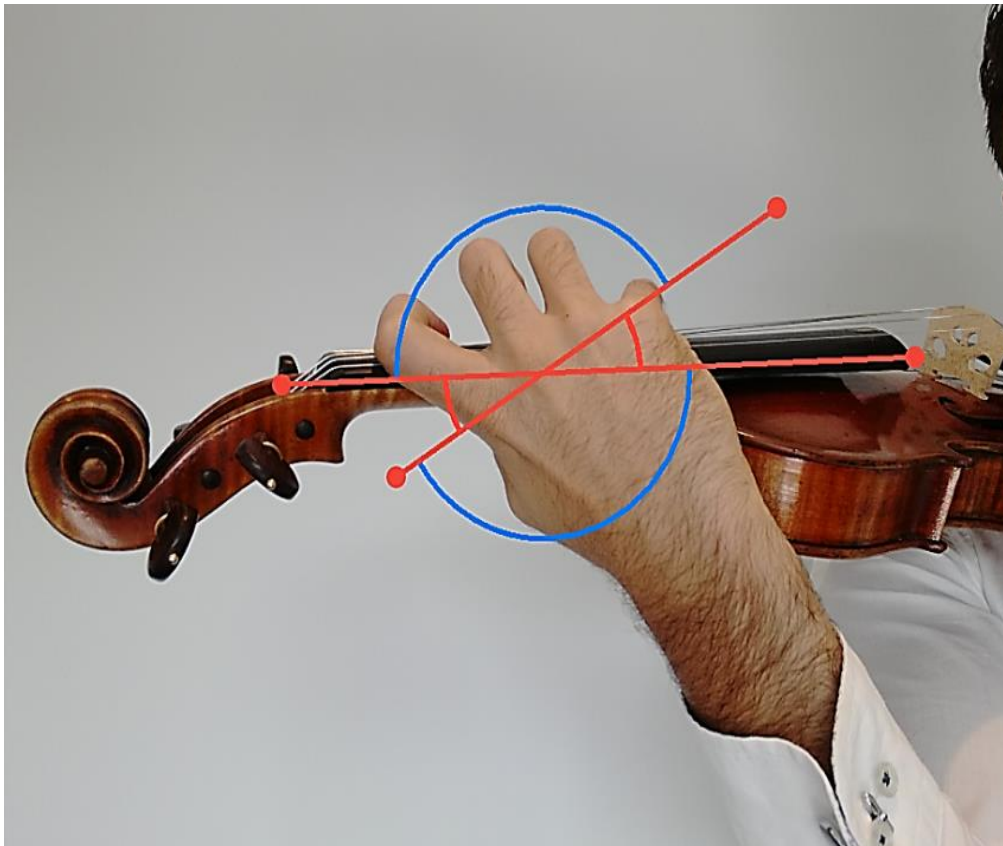


Figura 5.63 - Angulação entre a articulação metacarpofalângica e a aresta do ponto do violino em C2.

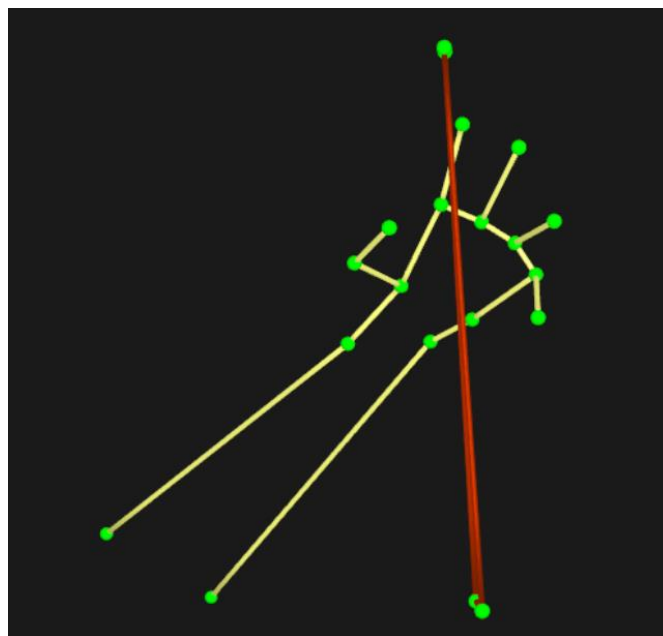
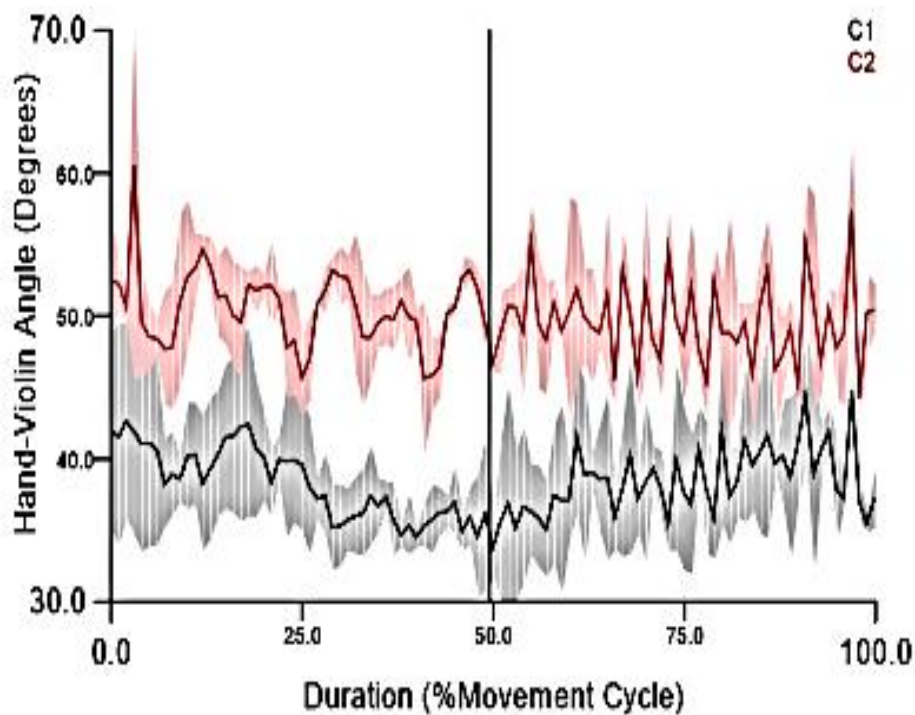


Figura 5.64 - Imagem computadorizada da posição da mão em relação ao ponto do violino em C2.



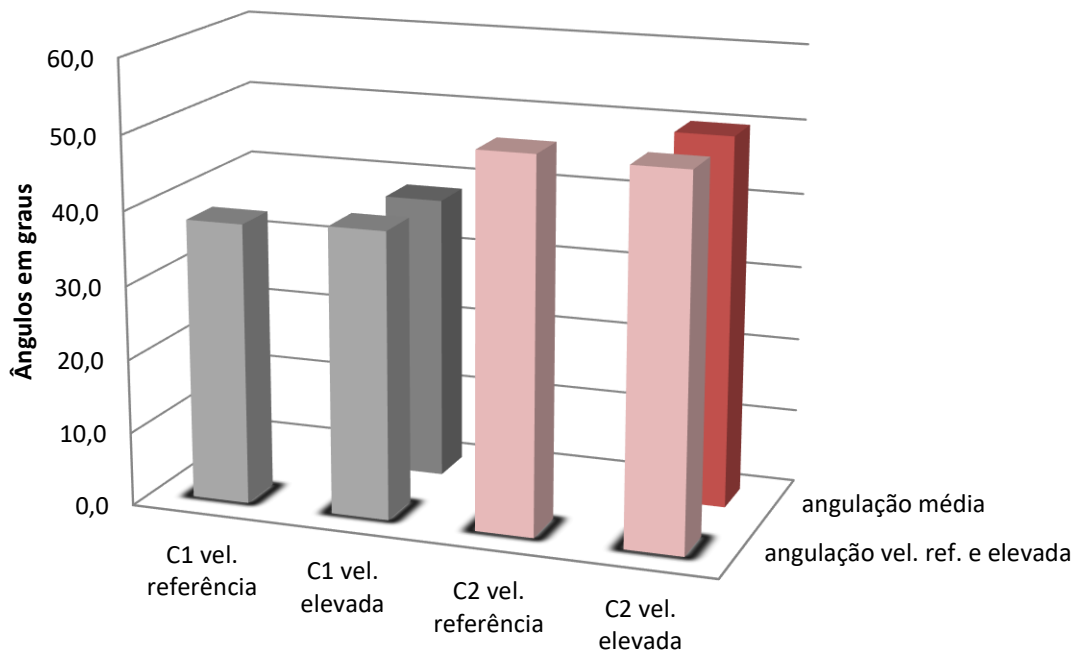
LABIOMEF

Figura 5.65 - Relação angular entre a articulação metacarpofalângica e a aresta do violino ao longo do exercício, em C1 e C2, durante a execução à velocidade de referência (secção à esquerda da linha vertical) e elevada (secção à direita da linha vertical).

Nas representações da figura 5.65, que desenharam o movimento da articulação metacarpofalângica em relação à aresta do ponto do violino, percebe-se o fator diferenciador dos dois exercícios dentro deste intervalo de grande amplitude. Apesar da angulação se alterar minimamente ao longo de cada ciclo, e existir algumas variações ligeiras em cada uma das três tentativas de C1 e C2, a angulação média é de 11,5° de diferença entre estes.

Os valores médios de angulação entre a articulação metacarpofalângica e a aresta do ponto do violino, em C1 são de 38,4° e em C2 de 50,0° (ver figura 5.66 e tabela 5.14).

Angulação entre a articulação metacarpofalângica e o braço do violino



	C1 vel. referência	C1 vel. elevada	C2 vel. referência	C2 vel. elevada
angulação vel. ref. e elevada	38,1	38,8	50,2	49,8
angulação média		38,4		50,0

Figura 5.66 - Angulação entre braço do violino e articulação metacarpofalângica para os exercícios C1 e C2. Os dois valores na linha inferior representam as médias da angulação para as duas velocidades nos dois exercícios

Tabela 5.14 - Valores de angulação entre articulação metacarpofalângica e o braço do violino em C1 e C2 para as diferentes velocidades

C1 vel. referência	38,1°	C1 média
C1 vel. elevada	38,8°	38,4°
C2 vel. referência	50,3°	C2 média
C2 vel. elevada	49,8°	50,0°

5.3.1 DEDO MÍNIMO FLEXÃO / EXTENSÃO

Os gráficos da Figura 5.67 desenham o movimento do dedo mínimo no plano da sua extensão e flexão tanto em C1, a escuro, como em C2, a tons avermelhados. As representações à esquerda reportam-se à velocidade de referência e os da direita à velocidade mais elevada. Tal como em casos anteriores, os registos inferiores mostram o movimento do dedo apenas num ciclo médio do movimento.

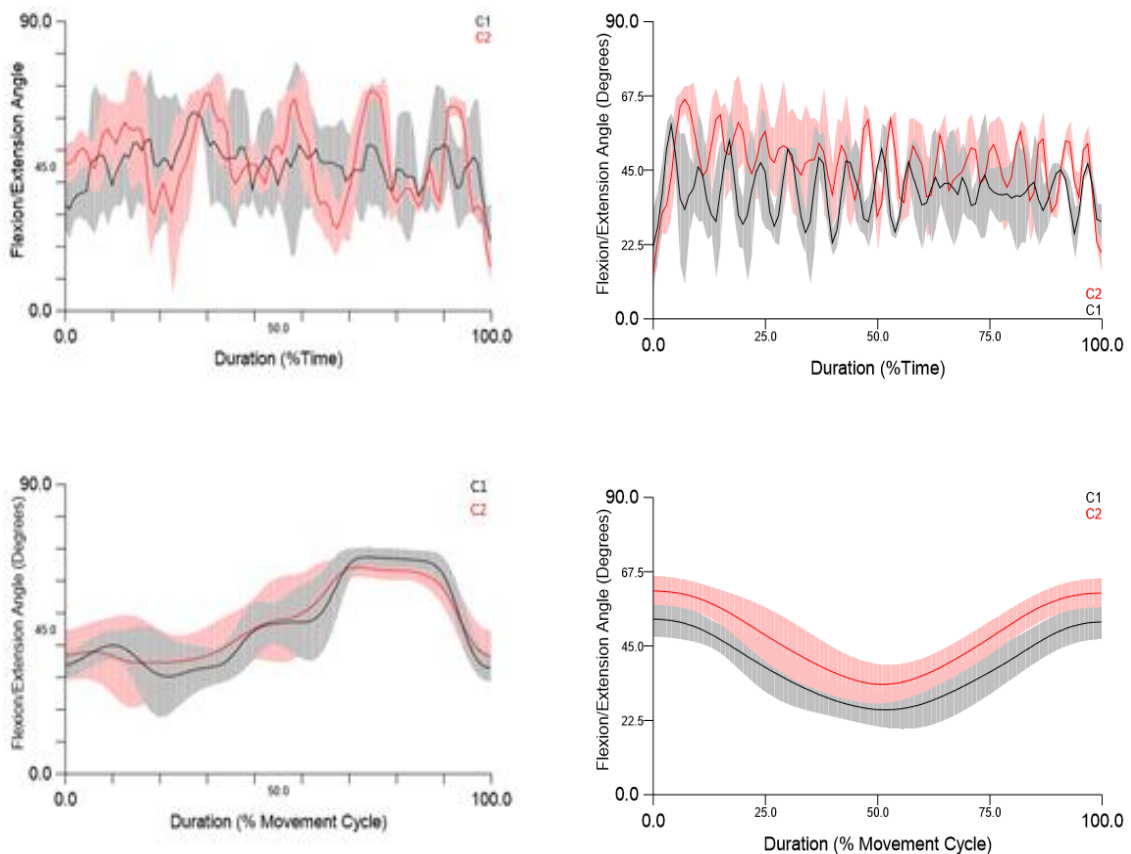


Figura 5.67 - Flexão e extensão do dedo mínimo. Lado esquerdo - velocidade de referencial; lado direito - velocidade elevada. Linha superior ao longo do exercício e linha inferior apenas um ciclo.

Tabela 5.15 - Angulação no plano sagital do dedo mínimo. Flexão, extensão e amplitude em C1 e C2, na velocidade de referência e na velocidade elevada.

Dedo mínimo		Flexão	Extensão	Angulação média flexão/extensão	Média em C1 e C2	Amplitude	Média
C1	v. ref.	64,7°	28,4°	46,5°	42,6°	36,3°	32,5°
C1	v. elevada	52,9°	24,3°	38,6°		28,6°	
C2	v. ref.	67,8°	26,1°	47,0°	47,1°	41,7°	35,1°
C2	v. elevada	61,5°	33,0°	47,3°		28,4°	

A angulação média em C1 e C2 não difere significativamente, especialmente na velocidade de referência. A flexão média nesta velocidade em C1 é de 46,5° e em C2 de 47,0°, uma diferença de cerca de 0,5°. (Figura 5.68 e Tabela 5.15).

Angulação do dedo mínimo no plano sagital em C1 e C2 nas velocidades de referência e elevada

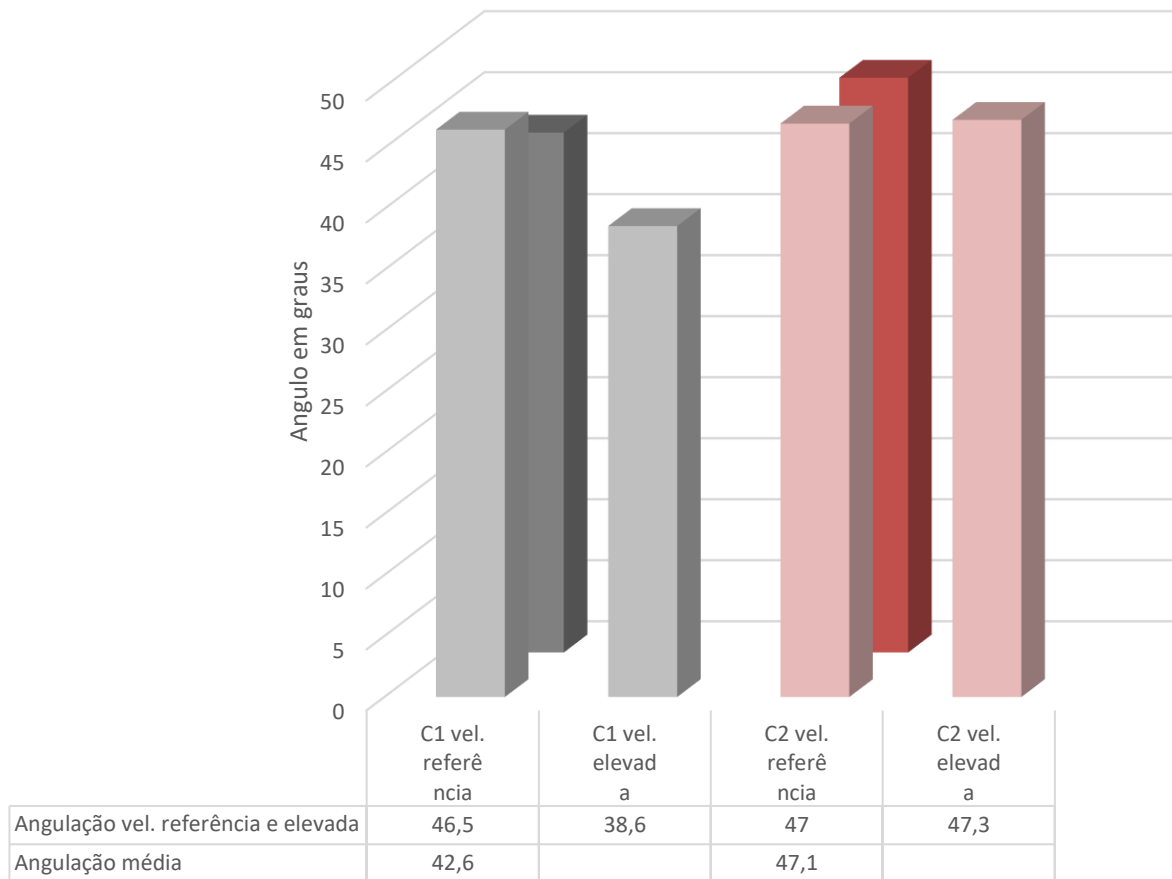


Figura 5.68 - Angulação do dedo mínimo no plano sagital em C1 e C2 nas velocidades de referência e elevada. (flexão / extensão)

Na velocidade elevada, a angulação em C1 é de 38,6 ° e em C2 de 47,3° ou seja 8,7° mais fletida do que em C1. Esta diferença é devida ao facto de a angulação da mão em relação ao braço do violino em C2 ser maior do que em C1, com a articulação metacarpofalângica do dedo mínimo situada um pouco mais acima da escala do violino, sendo necessário maior flexão média deste dedo no ataque da corda para que se aproxime mais da corda e assim se conseguir maior velocidade. As médias de angulações gerais diferem 3,5°: em C1 de 42,6° e em C2 de 47,1°. Contudo, considerando que a angulação na posição natural é de 45°, a angulação em C2 situa-se mais próxima desta posição.

Amplitude do dedo mínimo no plano sagital em C1 e C2 nas velocidades de referência e elevada

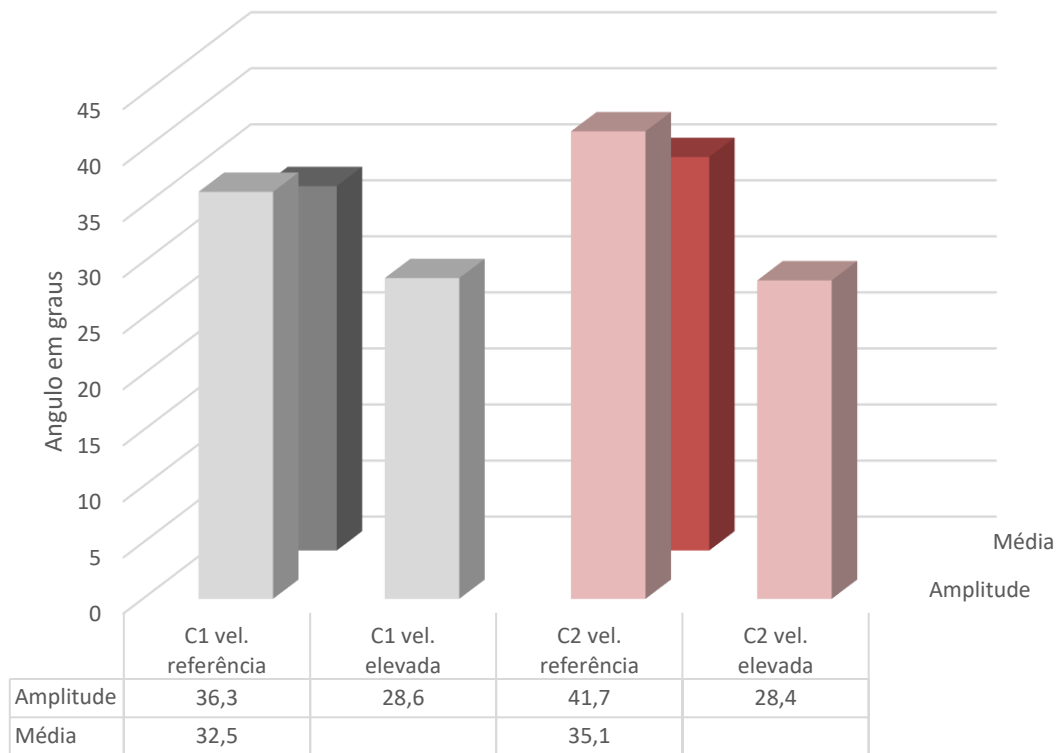


Figura 5.69 - Amplitude do dedo mínimo no plano sagital nas várias velocidades e média geral em C1 e C2.

Obteve-se uma diferença significativa entre a amplitude do movimento nestes dois eixos. Em C2 a amplitude é maior do que em C1, chegando a atingir picos de extensão de 7,9 ° e de flexão de 70,9 °. Em C2 a amplitude na velocidade de referência é maior 5,0 ° do que em C1. Na velocidade elevada esta diferença diminui, pois, o dedo em ambos os exercícios se aproxima-se o máximo possível da corda para poder ter maior velocidade. Contudo a amplitude média é 3,6 ° maior em C2, o que indica maior relaxamento e liberdade de movimento. (Figura 5.69 e Tabela 5.15).

Admitindo que tendo a mesma potência muscular e, portanto, a mesma aceleração do movimento, tendo amplitudes maiores de movimento a velocidade com que cai será proporcionalmente maior, criando em C2 maior dicção e articulação na nota correspondente a este dedo.

Na velocidade elevada a velocidade de movimento é superior em C2. Pode ver-se no gráfico do movimento (Figura 5.67), mais um batimento do dedo mínimo

Como se pode ver na tabela seguinte a velocidade é maior em C2, com uma média por cada ciclo de 0,41/segundo enquanto em C1 demora em média 0,48/segundo, demonstrando em C2 um aumento de 14,3% na velocidade relativamente a C1.

Como se percebe na tabela relativamente à velocidade máxima conseguida num ciclo, em C2 a velocidade foi de 0,30/segundos. Já em C1 a velocidade foi de 0,37/segundos.

Tabela 5.16 - Velocidade média de um ciclo, e velocidade máxima conseguida em C1 e C2.

Duração ciclo rápido	
C1	0,48/segundo
C2	0,41/segundo
Velocidade máxima	
C1	0,37/segundo
C2	0,30/segundo

5.3.2 DEDO MÍNIMO ADUÇÃO / ABDUÇÃO

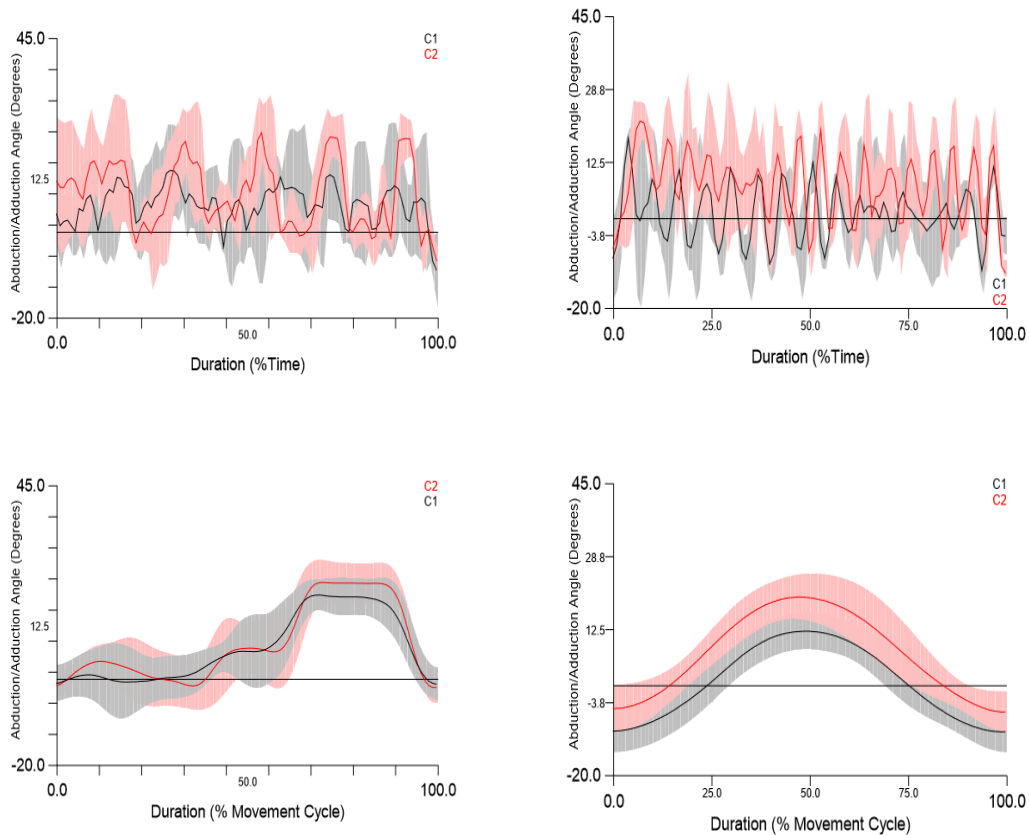


Figura 5.70 - Adução e abdução do dedo mínimo em C1 e C2. Lado esquerdo - velocidade de referência; lado direito - velocidade elevada. Gráficos na linha superior ao longo do exercício e linha inferior apenas em um ciclo.

Os resultados da adução e abdução do dedo mínimo são semelhantes aos da flexão e extensão, devido ao facto de estarem intrinsecamente interligados.

Tanto em C1 como em C2, apresentam uma angulação média muito semelhante, tanto na velocidade de referência como na velocidade elevada.

Como se pode constatar na Figura 5.71, e na Tabela 5.17 com os valores da angulação do dedo mínimo no plano frontal, na velocidade de referência a adução difere $1,62^\circ$ (C1 = $4,9^\circ$ e C2 = $3,3^\circ$) e na abdução na velocidade de referência $3,4^\circ$ (C1 = $19,6^\circ$; C2 = $23,0^\circ$). Na velocidade elevada os valores distanciam-se um pouco mais, diminuindo os ângulos gerais de abdução, mas aumentando os ângulos de adução.

Adução e abdução nas velocidades de referência e elevada

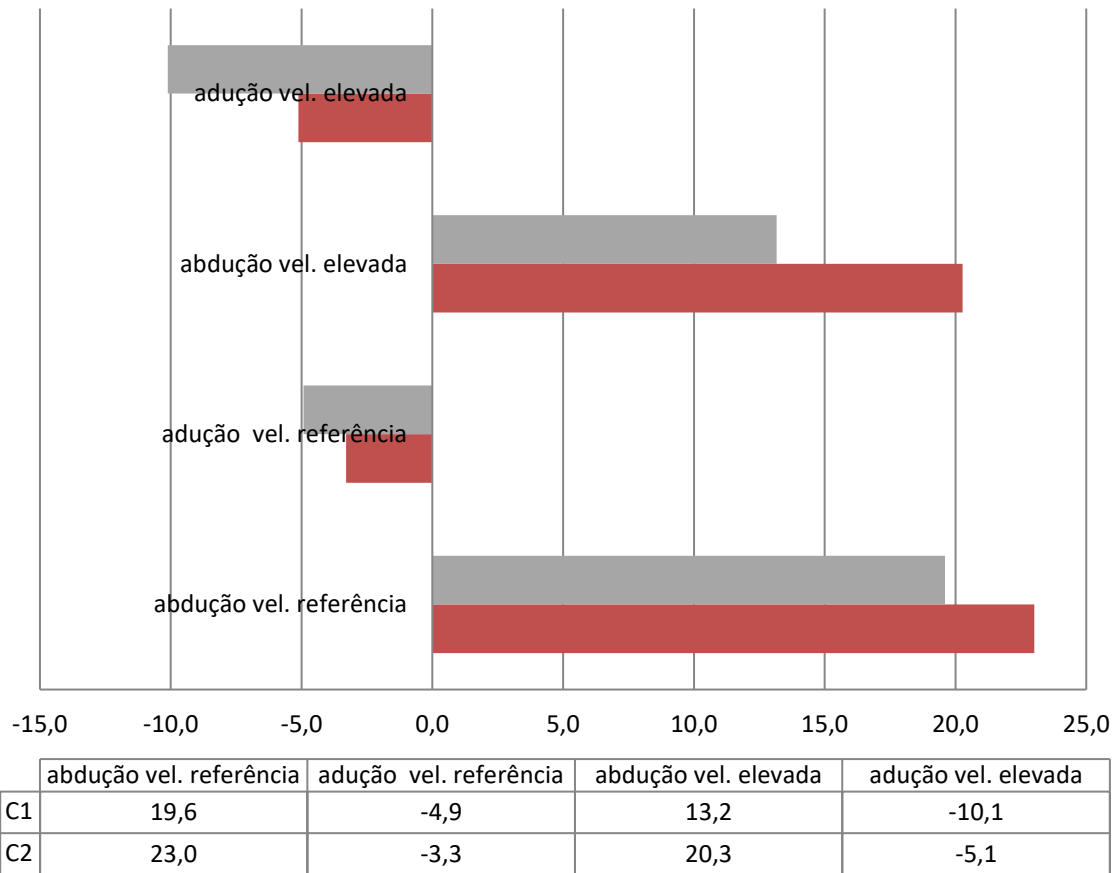


Figura 5.71 - Comparação entre os valores da adução e da abdução tanto na velocidade de referência como na velocidade elevada em C1 e C2.

Tabela 5.17 - Valores da adução e da abdução tanto na velocidade de referência como na velocidade elevada em C1 e C2.

C1		C2	
Abdução vel. referência	19,6°	Abdução vel. referência	23,0°
Adução vel. referência	-4,9°	Adução vel. referência	-3,3°
Abdução vel. elevada	13,2°	Abdução vel. elevada	20,3°
Adução vel. elevada	-10,1°	Adução vel. elevada	-5,1°

A angulação média no plano frontal e C1 é de $8,6^\circ$ e em C2 de $4,6^\circ$. Percebe-se assim que em C2 a posição é mais aproximada da posição natural, com uma posição menos abduzida do que C1 $4,0^\circ$. Considerando que a amplitude articular dos dedos na articulação metacarpofalângica é de 20° , então C2 está $1/5$ da capacidade articular menos tenso que em C1.

Uma das diferenças percebidas neste movimento de adução/abdução do dedo mínimo prende-se com a amplitude do movimento angular. (Tabela 5.18)

Na velocidade de referência, em C2, tem uma amplitude $1,8^\circ$ maior do que em C1. Na velocidade elevada esta diferença é ainda maior, $2,1^\circ$. Isto demonstra uma maior liberdade de movimentos, causado por um maior relaxamento muscular em C2 ou maior tensão em C1. Também indica que na velocidade rápida, o acréscimo de tensão é superior em C1 do que em C2, demonstrando que em C1 este se aproxima dos limites biomecânicos na *performance* deste exercício.

Tabela 5.18 - Amplitude de movimento no plano frontal do dedo mínimo, na velocidade de referência, na velocidade elevada e a média das duas.

C1		C2	
Vel. referência	$24,5^\circ$	Vel. referência	$26,3^\circ$
Vel. elevada	$23,3^\circ$	Vel. elevada	$25,4^\circ$
Média	$23,9^\circ$	Média	$25,9^\circ$

Uma observação importante decorre do tipo de gráfico e da análise específica do ciclo do movimento na velocidade de referência (Figura 5.70).

Como os movimentos de flexão e abdução estão interligados, para chegar à nota fá, lembrando que se executa um intervalo de grande extensão em relação ao primeiro dedo, o dedo mínimo tem de fletir e abduzir. O momento em que o dedo ataca a corda é o de maior flexão e abdução.

Observa-se que no momento de maior esforço, o desenho da abdução é quadrado em C1, evidenciando a nível mecânico-funcional que o dedo chegou ao limite da sua amplitude articular. Já em C2, a angulação é ligeiramente menor no ponto de ataque do dedo na corda e depois do momento de ataque dá-se um ligeiro relaxamento ou decaimento da aresta, percebendo-se pelo desenho que não é um quadrado típico como em C1, mas mais uma forma de losango em C2.

5.3.3 MOVIMENTAÇÃO DO PUNHO

Os gráficos seguintes apresentam a movimentação do punho nos seus dois planos, tanto na flexão e extensão (Figura 5.72), como no plano da adução e abdução. (Figura 5.73)

Em ambos o gráfico apresenta-se até à linha vertical a meio do gráfico, o movimento do punho na velocidade de referência e à direita a velocidade elevada.

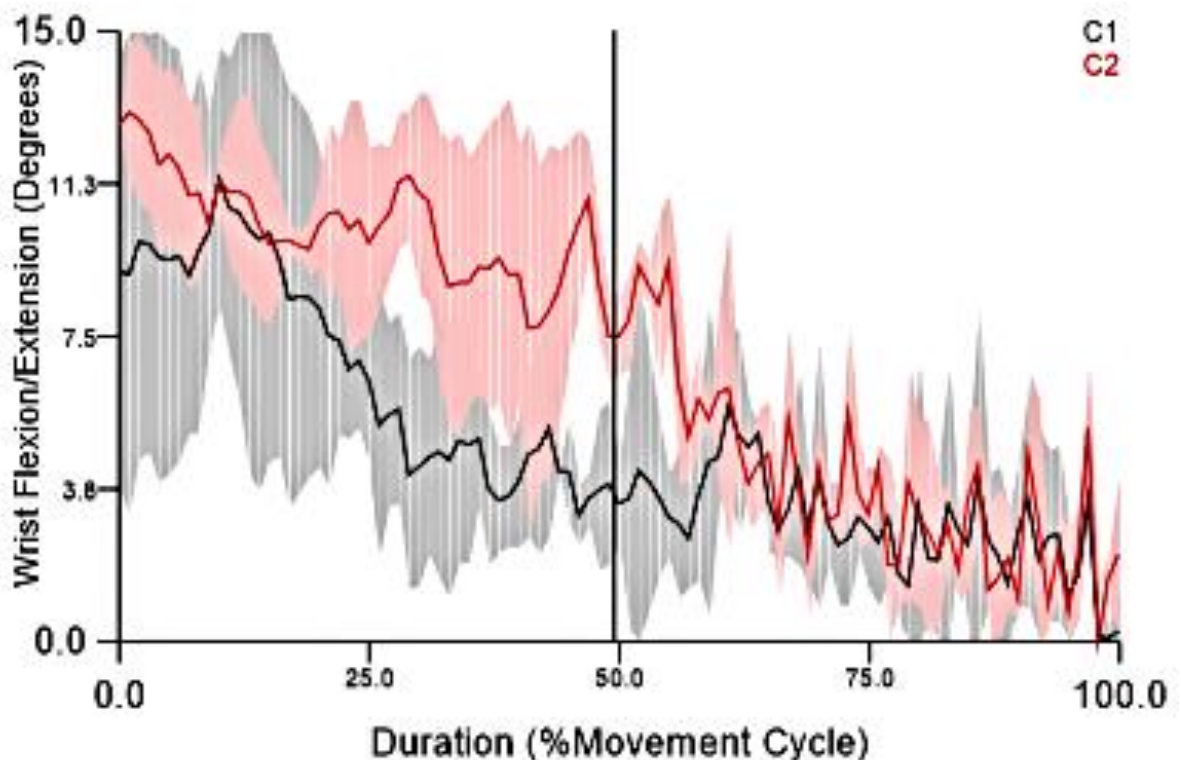


Figura 5.72 - Movimento do punho em C1 e C2 no plano transversal, respeitante à flexão e extensão ao longo do exercício, na velocidade de referência, à esquerda da linha vertical e na velocidade elevada, à direita da linha vertical.

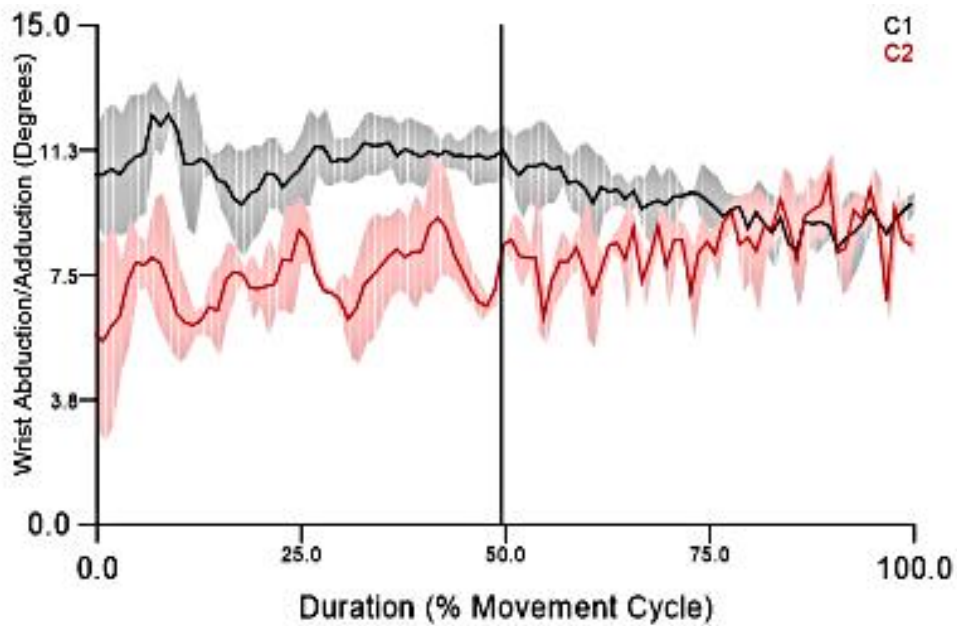


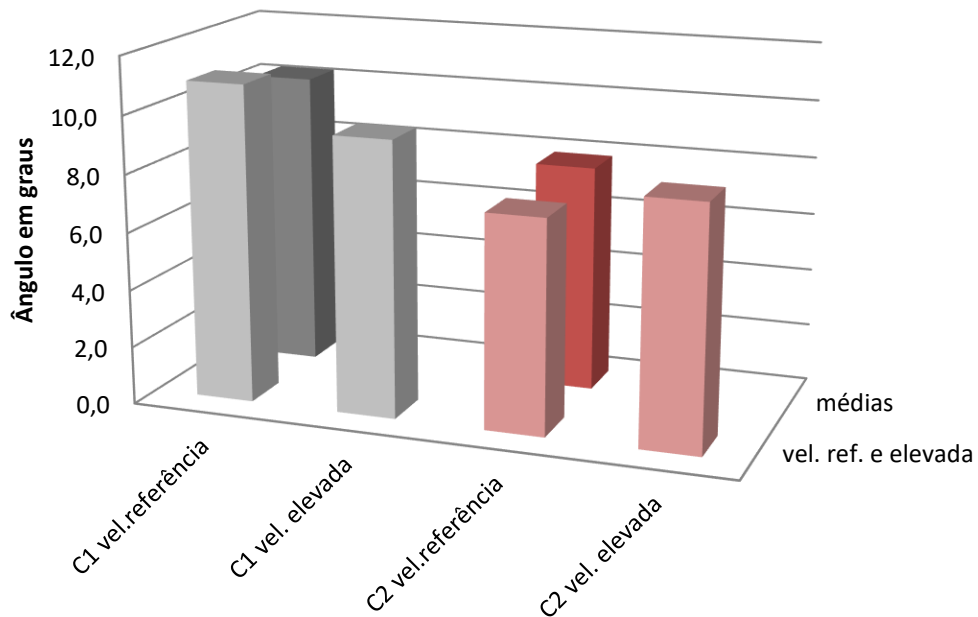
Figura 5.73 - Movimento do punho em C1 e C2 no plano frontal, respeitante à adução e abdução ao longo do exercício, na velocidade de referência, à esquerda da linha vertical, e na velocidade elevada, à direita da linha vertical.

O punho no plano do seu movimento mais amplo, a flexão e extensão, tem uma amplitude articular de 160° , e neste exercício o comportamento é bastante semelhante em C1 e C2. Em ambos, os exercícios começam com um ângulo de flexão relativamente acentuado. Contudo C2 demonstra uma flexão um pouco maior do que C1. Considerando a amplitude articular de 160° a diferença de cerca de 10° não é significativa. No entanto, na velocidade elevada os resultados aproximam-se, numa flexão cada vez menos acentuada, passando dos 12° aos 3° de angulação, tornando os resultados muito semelhantes.

A grande diferença está no eixo sagital. A angulação em C1 aproxima-se de C2 na velocidade rápida enquanto na velocidade de referência, a angulação de adução/abdução do punho em C1, é de $11,0^\circ$ estando $3,6^\circ$ mais aduzido do que em C2. Considerando que o grau máximo de desvio ulnar do punho é de cerca de 45° , $3,6^\circ$ de diferença representa 8,2 % de maior esforço intramuscular na mão e na articulação do punho.

É importante referir que a mobilidade da zona ossicular do carpo é considerável nos movimentos de adução e de abdução, e que em C1 se inicia com uma adução de aproximadamente 25% de amplitude ou $\frac{1}{4}$ da sua capacidade articular máxima, cerca de $11,0^\circ$ graus em deslocação ulnar, o que resulta numa tensão muscular considerável e num desconforto da mão. Na Figura 5.74 estes resultados confirmam-se: na velocidade elevada os valores aproximam-se.

Plano sagital punho C1 e C2



	C1 vel. referência	C1 vel. elevada	C2 vel. referência	C2 vel. elevada
vel. ref. e elevada	11,0	9,5	7,4	8,3
médias	10,3		7,9	

Figura 5.74 - Comparação entre os valores da adução e abdução do punho em C1 e C2 para a velocidade de referência e elevada e médias gerais.

Tabela 5.19 - Valores angulares da adução e abdução do punho em C1 e C2 nas várias velocidades e médias gerais.

Adução/Abdução punho		Médias
C1 vel. referência	11,0°	10,3°
C1 vel. elevada	9,5°	
C2 vel. referência	7,4°	7,9°
C2 vel. elevada	8,3°	

5.3.4 DEDO INDICADOR ADUÇÃO / ABDUÇÃO

Como este exercício retrata a amplitude máxima entre dedos indicador e mínimo, considerou-se analisar mais detalhadamente o movimento do dedo indicador no plano frontal, no âmbito da adução e da abdução.

Na figura 5.75 o gráfico da esquerda representa o movimento do dedo indicador na velocidade de referência e o da direita na velocidade elevada.

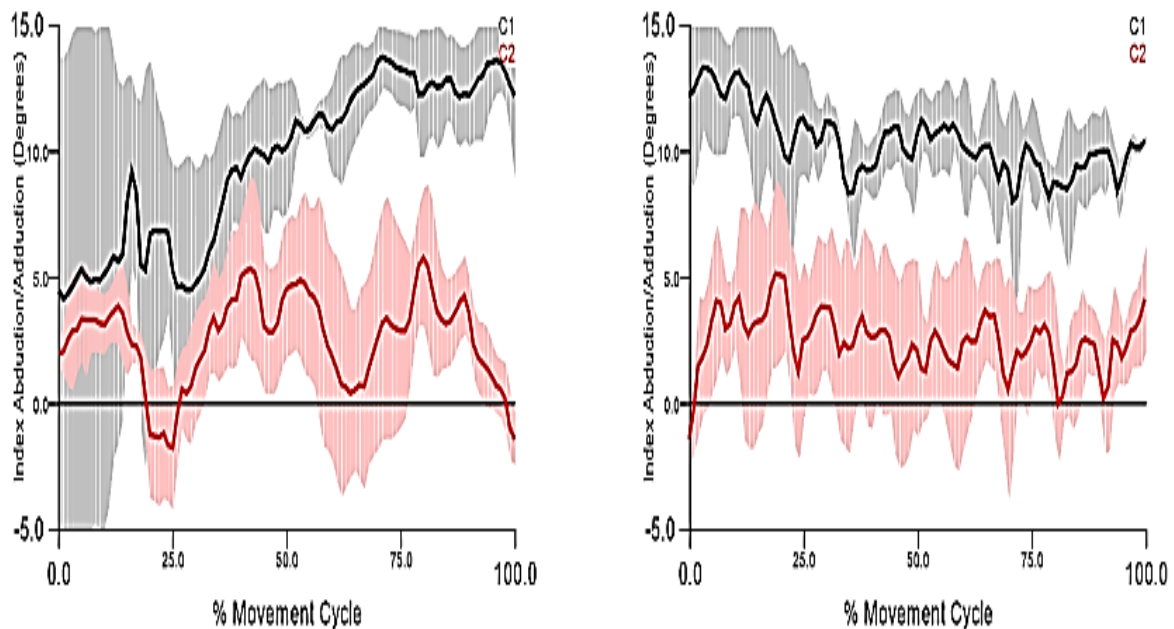


Figura 5.75 - Comparação do movimento do dedo indicador no plano frontal, adução e abdução nos exercícios C1 e C2 na velocidade de referência, à esquerda e na velocidade elevada, à direita.

O movimento do dedo indicador no seu plano de menor mobilidade, eixo da adução e abdução, evidencia diferenças significativas na sua angulação nos dois exercícios, em especial para a velocidade elevada. Em C1, na velocidade elevada, a abdução (angulação) média é de cerca de 10,4°, enquanto que em C2 a angulação média de abdução é de cerca de 2,5° (Tabela 5.20).

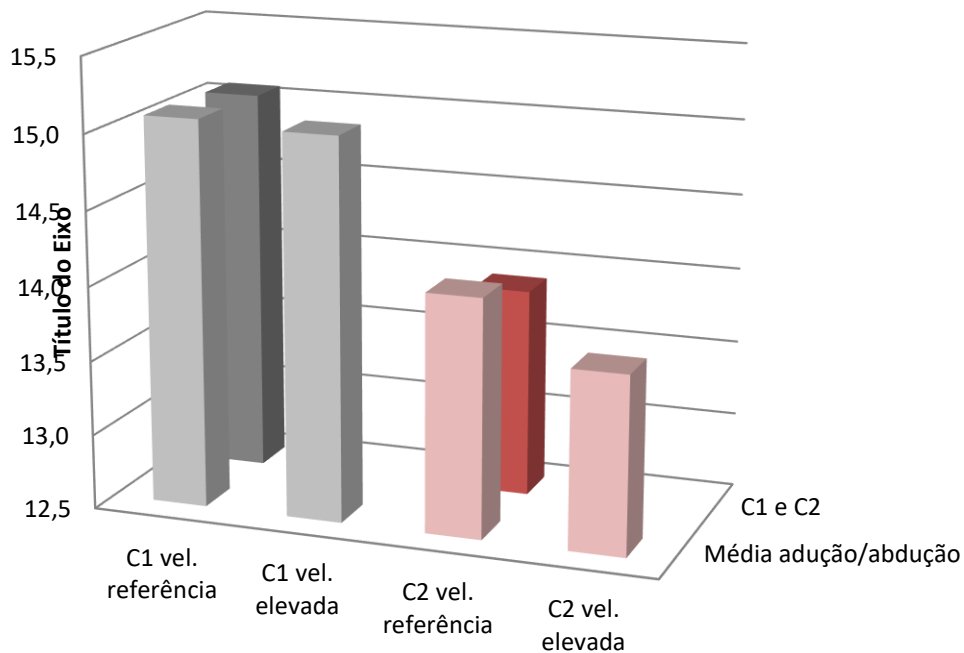
Considerando que o grau de adução máxima desta articulação é de cerca de 20° pode afirmar-se que a articulação metacarpofalângica, no eixo frontal em C1, está numa tensão

máxima de 50 % da sua capacidade. Adicionalmente, a angulação média deste dedo em C2 é menor em $1,3^\circ$ do que em C1, 6,4 % da capacidade angular em abdução ($15,7^\circ$ em C1; $13,9^\circ$ em C2). Considerando que o músculo que faz a ativação da adução deste dedo é o primeiro interósseo palmar e com ligeira ativação do primeiro lumbrical, podemos adiantar que a tensão e desconforto no interior da palma da mão é maior em C1 do que em C2 (Figura 5.76 e Tabela 5.20).

Tabela 5.20 - Valores angulares do dedo indicador no plano frontal, adução e abdução nos exercícios C1 e C2 na velocidade de referência e elevada, incluindo as médias das aduções e abduções e as médias gerais.

C1		Angulação média - vel. referência e elevada	Média adução/abdução
adução vel. referência	$20,5^\circ$	$15,1^\circ$	$15,1^\circ$
Abdução vel. referência	$9,7^\circ$		
adução vel. elevada	$19,7^\circ$		
abdução vel. elevada	$10,4^\circ$		
C2		Angulação média - vel. referência e elevada	Média adução/abdução
abdução vel. referência	$2,6^\circ$	$14,1^\circ$	$13,9^\circ$
adução vel. referência	$25,6^\circ$		
abdução vel. elevada	$2,5^\circ$		
adução vel. elevada	$24,9^\circ$	$13,7^\circ$	

Adução/Abdução dedo indicador em C1 e C2



	C1 vel. referência	C1 vel. elevada	C2 vel. referência	C2 vel. elevada
Média adução/abdução	15,1	15,0	14,1	13,7
C1 e C2	15,1		13,9	

Figura 5.76 - Comparação gráfica dos valores de angulação do dedo indicador no plano frontal, adução e abdução nos exercícios C1 e C2 para a velocidade de referência, velocidade elevada e médias gerais.

Tabela 5.21 - Amplitude do movimento do dedo indicador no plano frontal em C1 e C2 nas velocidades de referência e elevada.

Amplitude de movimento	
C1	
vel. referência	11,0°
vel. elevada	9,3°
C2	
vel. referência	23,0°
vel. elevada	22,3°

Tanto na velocidade de referência como na velocidade elevada, o exercício C2 apresenta uma amplitude maior do que o dobro do que em C1, com valores gerais de $10,8^\circ$ em C1 e $22,7^\circ$ em C2. Considerando que a amplitude da articulação metacarpofalângica dos dedos da mão, excetuando o polegar, pode ser de 40° no plano frontal, portanto em C1 a mobilidade é de cerca de 27%, mas em C2 é de cerca de 57%, mais de metade da capacidade máxima articular (Tabela 5.21 e Figura 5.77).

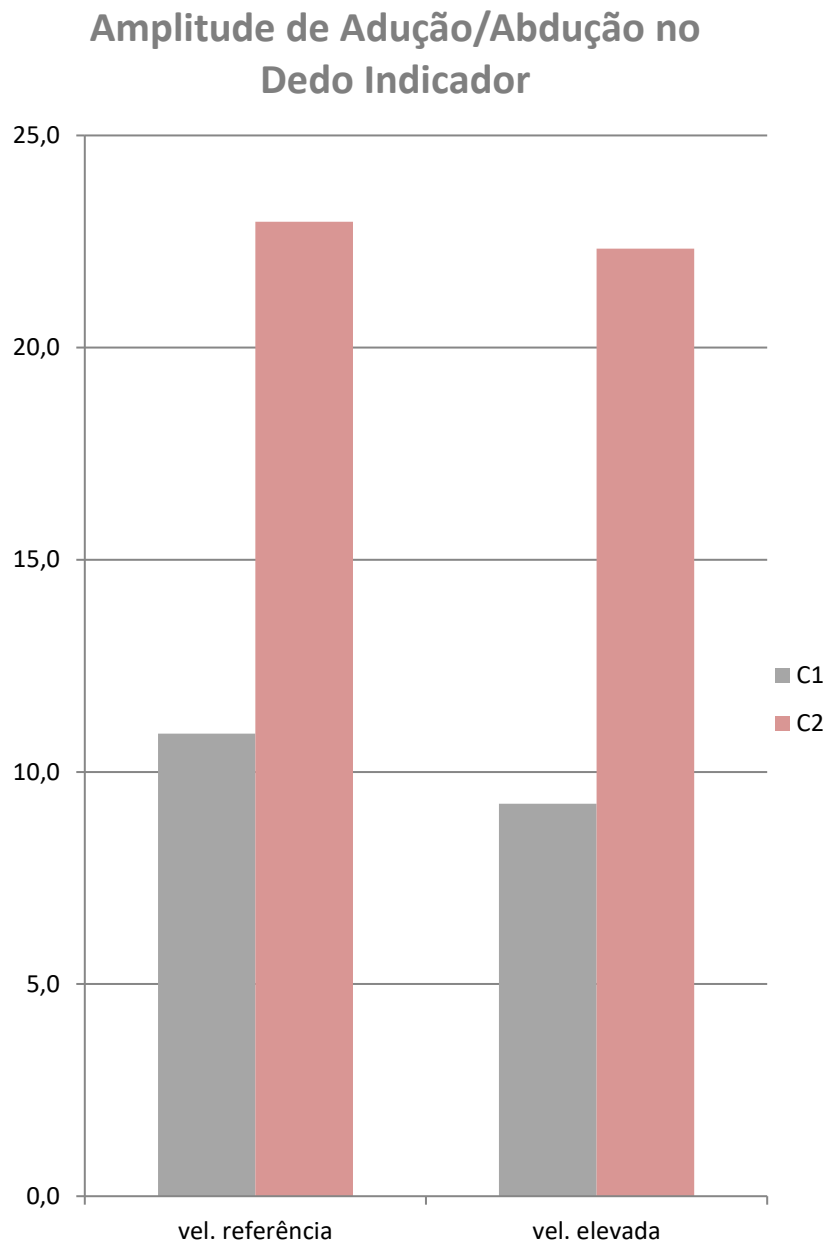


Figura 5.77 - Comparação visual da amplitude do movimento do dedo indicador no plano sagital em C1 e C2 para velocidades de referência e elevada

Em resumo, a *performance* em C2 demonstrou igualmente maior velocidade, maior mobilidade e amplitude de movimentos, menor desvio padrão, portanto, maior facilidade de repetição do movimento e uma posição mais ergonómica e portanto menos tensa e mais natural do que em C1. Tendo aumentado a angulação metacarpofalângica da aresta do braço do violino de $38,4^\circ$ (C1) para $50,0^\circ$ (C2) (Figura.5.66), conseguiu-se um aumento de 14,3% na velocidade média, tendo conseguido um ciclo na velocidade máxima 0,08/segundo mais rápido que em C1 (de 0,3/segundo) (Tabela 5.16) uma *performance* mais ergonómica ao nível do dedo mínimo e do plano frontal com uma posição menos abduzida do que C1, $4,0^\circ$ mais próxima da posição natural (Figura 5.71 e Tabela5.17). O dedo indicador mostrou em C2 uma maior amplitude angular em $1,8^\circ$ do que em C1. Na velocidade elevada esta diferença aumenta para $2,1^\circ$ (Tabela 5.18) demonstrando uma maior liberdade de movimentos, resultando uma menor tensão muscular e articular em C2 do que em C1, que se percebe pelo desenho médio do movimento (Figura 5.70) que é menos retilíneo do que em C1. Em C1, e relativamente ao plano frontal do punho, este apresentou uma desvio ulnar $3,6^\circ$ mais aduzido do que C2 (C1: $11,^\circ$ - C2: $7, 4^\circ$) representando 8,2% de maior esforço intramuscular na mão e na articulação do punho (Fig 5.74). A maior diferença foi apresentada pelo dedo indicador no plano frontal, sendo na velocidade elevada, a abdução média de cerca de $2,5^\circ$ em C2, enquanto que a angulação média em C1 é de cerca de $10,4^\circ$ o que representa uma tensão máxima de 50% da sua capacidade articular, também a mobilidade ou amplitude em C2 é mais do dobro do que em C1 com valores médios gerais de $10,8^\circ$ em C1 e $22,7^\circ$ em C2 (Tabela 5.21 e Fig. 5.77).

5.4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Nesta secção analisam-se os resultados obtidos na execução dos exercícios A, B e C com o objetivo de responder às questões levantadas no capítulo inicial.

1 - Como controlar a posição da mão nas diferentes cordas, de modo a obter uma relação intervalar idêntica, com o mínimo de tensão muscular e máxima eficiência?

Os resultados obtidos, demonstram que o funcionamento biomecânico da mão em A2 mi e em A2 sol é bastante semelhante. Considerando todos os aspetos analisados nas experiências, como o movimento geral do dedo mínimo, nos dois planos de movimento da articulação metacarpofalângica, o funcionamento do dedo indicador no eixo sagital das aduções e abduções, e o movimento do punho nos seus dois eixos de movimento, conclui-se que para A2 mi e A2 sol o movimento é mais ergonómico e eficiente do que em A1 mi e A1 sol respetivamente. Esta maior eficiência, é traduzida por uma maior amplitude de movimentos, maior flexibilidade e, portanto, uma menor rigidez de movimento. No geral, o movimento está mais próximo da posição natural, apresenta maior facilidade de repetição e maior velocidade de execução – portanto maior ergonomia e eficiência da *performance*.

Estes resultados sugerem que existe uma altura ótima para cada umas das cordas indicadas para que o funcionamento digital e o movimento do punho sejam os mais eficientes e livres possíveis.

A problemática do nivelamento adequado da mão em relação ao braço do violino pode perceber-se melhor relembrando que:

i) Em A1 mi, a posição da mão está mais alta em relação ao braço do violino do que em A2 mi onde o funcionamento biomecânico da mão é otimizado. Por outro lado, em A1 sol, no exercício seguinte realizado na corda sol, a posição da mão está abaixo da posição em A2 sol, onde os resultados são melhores.

ii) Existe uma grande semelhança no funcionamento biomecânico em A1 mi e A1 sol. Em ambos acontece uma forte adução da falange proximal do dedo indicador e dedo mínimo, movimentos mais rígidos, que se traduzem numa menor amplitude digital, os dedos ficam numa posição média mais distante da posição natural, numa maior flexão (ou

maior extensão digital), afastando-se da posição dos 45°, em especial na articulação metacarpofalângica do dedo mínimo. Apresenta movimentos menos harmoniosos, e uma clara diminuição da velocidade dos dedos. Um maior desvio padrão nos gráficos dos movimentos para estes exercícios corresponde a uma maior dificuldade de repetibilidade dos mesmos. Adicionalmente, o punho encontra-se numa posição mais distante da posição natural, em maior flexão e maior adução, apresentando movimentos mais rígidos.

Os resultados mostram que, nas diferentes cordas, existe uma posição específica, em termos de distância entre a articulação metacarpofalângica e a aresta superior do ponto do violino, que torna o funcionamento biomecânico e performativo da mão, dedos e braço, mais eficiente e natural. Poderão, pois, considerar-se quatro níveis de distância da articulação metacarpofalângica à aresta do ponto do violino. O nível de maior distância da AMF à aresta é a da corda mi, seguindo-se o nível da corda lá, corda ré e por fim a corda sol, a que tem a distância menor.

Pretende-se ainda responder à segunda parte da questão sobre a obtenção de uma relação intervalar idêntica nas diferentes cordas. Pelos resultados obtidos nota-se uma particularidade funcional nos exercícios Ami e Asol, que exigem uma amplitude intervalar entre o dedo indicador e o dedo mínimo de quarta perfeita.

Tanto em A2 mi como em A2 sol, onde se percebem as *performances* mais otimizadas da mão, o alinhamento no eixo sagital, da falange proximal dos dedos extremos (o indicador e o mínimo), com o respetivo metacarpo, estão em média centrados com a angulação da posição natural. Contudo, no exercício A1 mi, (em que a mão se encontra mais alta do que em A2 mi, e atendendo ao facto de que existe um encurtamento mecânico-funcional das distâncias entre dedo indicador e dedo mínimo, baseado no ponto comum de flexão dos dedos), o dedo mínimo, para chegar à nota pretendida em A1 mi, tem de realizar um abdução intensa quando atinge a corda, portanto no momento da flexão máxima.

Já em A1 sol, em que a mão se encontra numa posição mais baixa do que em A2 sol, e pelo mesmo motivo da amplitude interdigital aumentar na medida direta da extensão, o primeiro dedo, aqui, foi o responsável por encurtar essa distância e apresentar uma forte adução. É importante sublinhar que os músculos lumbricais e interósseos, sendo de pequena dimensão e responsáveis pela adução e abdução dos dedos, referentes ao plano de menor amplitude articular, são menos resistentes, e que a sua solicitação constante cria grande tensão na *performance* podendo chegar, em última instância, a criar lesões músculo-esqueléticas *performativas* como tendinites e síndromes de compressão nervosa

Desta forma se reforça a mesma conclusão que, para a mesma distância intervalar de quarta perfeita nas diferentes cordas, a mão tem de adotar quatro posições diferentes, que representam quatro distâncias diferentes da articulação metacarpofalângica do dedo indicador à aresta do ponto do violino. Deve-se relembrar que nestes exercícios se teve o cuidado de manter a mesma angulação da mão ou articulação metacarpofalângica, em relação ao braço do violino.

2 - Existirá algum modo mecânico-funcional da mão capaz de controlar, nos intervalos de grande extensão, a abertura dos dedos, que sendo limitada, gera uma grande tensão muscular palmar?

Os resultados obtidos nos exercícios B (com especial incidência nos intervalos de 5ª perfeita, entre o indicador e o dedo mínimo) e C reservados aos intervalos de 6º menor permitem responder a esta questão. Comparam-se também com os resultados dos exercícios em A (intervalos de 4ª perfeita).

Pelo facto de os dedos terem uma articulação condilóide, que une a falange proximal e o metacarpo e da flexão dos dedos se dirigir para o centro da palma da mão, quanto maior a extensão, maior a abertura dos dedos.

A distância da articulação metacarpofalângica no exercício A2 sol se situa a cerca de 10,9 mm da aresta do violino em B2 sol a 11,3 mm e em C2 sol este valor aumenta para 11.6 mm. A comparação dos resultados obtidos em A2 sol com o B2 e o C2 permite avaliar os níveis performativos otimizados na mesma corda. Uma análise comparativa com os resultados dos exercícios A2 mi não seria a indicada devido aos registos de níveis basais diferentes. Uma comparação com os resultados de A1 sol não seria adequada devido a uma posição da mão com resultados performativos menos eficientes.

Podem-se assim considerar diferentes alturas da mão, relativamente ao nível basal de uma determinada corda, para que sejam exequíveis as diferentes aberturas entre indicador e dedo mínimo de 4ª perfeita, 5ª perfeita e de 6ª menor e até maior. Distanciando a articulação metacarpofalângica da aresta do violino, permite uma maior extensão geral dos dedos, o que, por sua vez, permite um maior distanciamento dos dedos, especialmente entre o indicador e o mínimo.

Contudo, é importante mencionar que para a mesma corda se altera apenas o nivelamento da mão, portanto a distância da AMF ao ponto do violino. É importante manter a mesma

direccionalidade do cotovelo correspondente a essa corda e posição e a mesma angulação da AMF em relação ao braço do violino.

3 - Existirá algum modo estrutural e posicional para controlar a diminuição progressiva da relação intervalar, que acontece ao longo da escala do violino?

Para responder a esta questão é importante lembrar que na escala do violino, à medida que os dedos vão subindo na direção pestana - cavalete, as distâncias entre os dedos vão diminuindo gradualmente.

É fundamental comparar os exercícios nos quais a angulação da articulação metacarpofalângica é uma variável alterada propositadamente, de forma a perceber o seu impacto no funcionamento mecânico-funcional da mão.

Tanto nos exercícios B como em C, onde a mão adota aberturas intervalares de 5ª perfeita e 6ª menor, respetivamente, os resultados performativos são diferentes a vários níveis.

A nível teórico e baseando-nos numa abordagem mecânica e anatómica, se a altura da mão se mantém a mesma e angularmos mais a mão em relação ao braço do violino, acontecerá uma diferença considerável, especialmente na distância do dedo mínimo à corda. Aumentando a angulação da mão, o dedo mínimo afastar-se-á do ponto do violino, e de uma forma geométrica, perceberemos que, com a mesma trajetória de ataque, se distanciarmos a articulação metacarpofalângica do dedo mínimo da escala, o ponto de queda da extremidade do dedo será forçosamente mais distante, porque aumentando a angulação com a escala, afastamos o eixo do dedo mínimo da mesma.

Desta forma, o dedo mínimo ao cair na corda, de uma forma natural, cairá mais à frente (mais distanciada do dedo indicador), quanto maior for a angulação da mão em relação ao ponto do violino (considerando que nenhum dos músculos interpelares responsáveis pela adução e abdução do dedo entram em funcionamento, de modo a que o ângulo de flexão e a trajetória de flexão do dedo seja o mesmo nas duas posições)

Por outro lado se quisermos que, mudando a angulação da mão, os dedos caiam num mesmo lugar pretendido, o lugar do dedo onde ele se encontra afinado, teremos que fazer funcionar os músculos adutores ou abdutores de forma a que o dedo possa mudar a sua trajetória natural para uma trajetória forçada.

Isto é notório nos exercícios B e C, em particular, B2 e C2 que apresentam uma *performance* mais otimizada e, portanto, menos tensa.

Em B2 e C2 a mão está mais angulada em relação ao braço do violino do que em B1 e C1 respetivamente. Nestes casos, para que o dedo mínimo consiga atingir a distância pretendida e, portanto, a nota afinada, tem de realizar uma abdução bastante intensa, chegando mesmo ao limiar da angulação máxima neste plano, como se pode perceber nos gráficos de movimento de certo modo quadrangulares, no momento da flexão. Pode-se perceber tanto em B1 como em C1 outras limitações na *performance* da mão esquerda, como na velocidade máxima, a velocidade dos dedos ser cerca 21,6 % em B1 e 14,3 % em C1 mais lenta do que B2 e C2 respetivamente. Percebe-se também uma maior adução do dedo indicador em B1 e C1 e um desvio ulnar do punho mais acentuado, o que promove uma maior deslocação ossicular interna do carpo.

Estas características dão ao funcionamento da mão esquerda bastante mais tensão muscular e articular, uma exigência intensa de músculos pequenos e pouco resilientes como são os lumbricais e os interósseos e uma pressão nas articulações internas do punho e mão, o que cria uma *performance* mais rígida com movimentos mais quadrados, e com menor amplitude de movimento. Há, pois, uma perda da velocidade geral e uma maior variabilidade e, portanto, menor precisão na *performance*, tal como foi evidenciado pelo desvio padrão, consideravelmente maior em B1 e C1 do que em B2 e C2.

Estes resultados menos otimizados em B1 e C1 devem-se essencialmente ao facto de a angulação da mão em relação à escala do violino não ser a mais favorável para a posição e intervalo pretendidos. Como nestes exercícios a posição da mão com a flexão digital mais natural, encontram as notas, mas não com a afinação pretendida, existe um forte desvio ulnar do punho de modo a aproximar o dedo mínimo da corda. No momento de maior flexão e ataque da corda o dedo mínimo realiza também uma forte abdução para chegar à nota (afinação) pretendida criando grande desconforto, e por sua vez, como a posição não é a mais livre e natural, o dedo indicador fica bastante aduzido de forma a controlar e manter a nota pretendida.

Contudo, e ainda que não se tenham realizado estes exercícios noutras posições ao longo da escala do violino com variações da angulação para perceber diferenças na *performance*, os resultados obtidos permitem antecipar que a angulação tanto em B1 (43,7°) como em C1 (38,4°), poderiam resultar em posições mais altas como, a título de exemplo, a terceira ou quarta posição, onde as distancias intervalares são mais próximas.

Pode prever-se com base numa análise anatómico-funcional e nos resultados em diferentes amplitudes intervalares, com diferentes angulações em relação ao ponto do violino, ainda que só na primeira posição, que será possível controlar a relação intervalar, isto é, a diminuição progressiva intervalar ao longo da escala adaptando a posição (angulação) da mão.

O mesmo tipo de exercícios poderá em trabalhos futuros ser efetuado para uma análise complementar do funcionamento da mão em diversas posições ao longo da escala do violino.

5.5 CONCLUSÕES

Na Tabela 5.22 apresenta-se um resumo dos resultados experimentais obtidos.

Confirma-se que na grande maioria dos parâmetros de medição da *performance* se observou uma melhoria de eficiência na versão 2 dos exercícios. As exceções ocorrem na amplitude digital do dedo mínimo no plano sagital em B, e em C com um desvio padrão semelhante nas duas versões e com o dedo mínimo menos fletido em C1.

Tabela 5.22 - Resumo dos resultados obtidos experimentalmente

Exercício:	A1 mi vs. A2 mi	A1 sol Vs. A2 sol	B1 vs. B2	C1 vs. C2
Amplitude intervalar 1^o/4^o dedo	4 ^a perfeita	4 ^a perfeita	5 ^a perfeita	6 ^a menor
Variáveis alteradas	Altura da AMF ⁱ à aresta do ponto A1 mi 10,6mm A2 mi 11,2mm	Altura da AMP à aresta do ponto A2 sol 10,9 mm A1 sol 11,3mm	Angulação da AMF à aresta do ponto B1 43,7 ° B2 52,7 °	Angulação da AMF à aresta do violino C1 38,4 ° C2 50,0 °

Há vantagens na versão 2 dos exercícios?				
Velocidade dos dedos	Sim 11,5% ⊕ rápido	Sim 23,4% ⊕ rápido	Sim 21,6% ⊕ rápido	Sim 14,3% ⊕ rápido
Posição/ Funcionamento do dedo mínimo	Sim 15,8 ° menos fletido 8,3 ° menos abduzido	Sim 8,4 ° ⊕ próximo da posição natural na flexão. No plano frontal muito semelhante	Sim 4,4 ° menos aduzido	<i>Não</i> <i>C1 menos fletido em média 3,5° do que em C2</i>
Posição/ funcionamento do indicador	Sim Maior amplitude 4,2°	Sim Menos aduzida em 6,3°. Mais 5,2° de amplitude	Sim 5,8° menos aduzido que em B1	Sim Menos aduzido em 1,2°
Posição/ funcionamento do punho	Sim Menos fletido em 4,8° Menos aduzido em 4,4°	Sim A2 menos fletido em 5,1°	Sim 2,9° menos aduzido	Sim Punho menos aduzido em 3,6°
Precisão	Sim Desvio padrão menor	Sim Desvio padrão menor	Sim Desvio padrão menor em 0,28% no plano frontal do dedo indicador Menor desvio padrão no plano frontal do punho	Indefinido. Pelo gráfico de movimento, o desvio padrão, ou zona sombreado parece semelhante
Relaxamento	Sim Gráfico dedo mínimo desenho é mais suave com menos arestas	Sim Desenho de movimento mais suave com menos arestas do dedo indicador.	Sim Curva do movimento do dedo mínimo mais suave e curvilínea.	Sim Linha redonda e suave em C2 linha, ⊕ quadrada em C1 no plano frontal do dedo mínimo.
Amplitude de movimentos	Sim ⊕ 4,2° Amplitude do dedo indicador no plano frontal	Sim 7,6 ° maior amplitude do dedo mínimo na flexão. ⊕ 5,2 ° de amplitude do dedo indicador no plano frontal	Sim Maior amplitude no plano frontal do punho Não O dedo mínimo em B1 tem ⊕ 23,5° de amplitude	Sim 3,6° Maior amplitude no plano sagital do dedo mínimo. No plano frontal do dedo mínimo ⊕ 2° na velocidade elevada. Maior amplitude no plano frontal do indicador em 12,6°.

Face aos resultados obtidos, a procura de uma *performance* mais eficiente e ergonómica, pode basear-se em algumas sugestões:

- A cada dedilhação numa corda específica, corresponde uma dada altura ou distância da articulação metacarpofalângica em relação à aresta do violino, podendo considerar-se quatro níveis basais distintos, sobre os quais se pode estruturar o posicionamento relativo da mão.
- Num dado nível basal, se se quiser aumentar a distância intervalar entre dedo indicador e dedo mínimo de forma a formar um intervalo de quinta perfeita (posição de oitavas dedilhadas em cordas análogas) ou sexta menor (posição de décima menor), a distância da articulação metacarpofalângica à aresta do violino tem de ser cada vez maior, devido a uma particularidade mecânico-funcional própria das articulações condilóides com rotação ligeira para o interior da palma da mão, o que permite que a distância intervalar aumente quanto mais os dedos se distanciem do ponto de flexão comum, no plano sagital da mão.
- Percebe-se também que a angulação metacarpofalângica e o braço ou aresta do ponto do violino, influencia a ergonomia e eficiência da *performance* da mão esquerda. Se a mão não tiver a angulação mais otimizada para a posição onde se encontra⁵⁴, criam-se constrictões mecânico-funcionais, e acumulação de tensões e de posições articulares menos ergonómicas, que resultam numa *performance* menos eficiente.

Conclui-se que uma angulação adequada da articulação metacarpofalângica pode ser uma forma de lidar com a diminuição métrica intervalar progressiva ao longo da escala do violino. Consequentemente, na primeira posição a mão deve estar mais angulada e menos na quarta posição para que, de uma forma natural e com menos tensão, os dedos diminuam as suas distâncias relativas.

⁵⁴Posição aqui refere-se à distância da mão à pestana do violino, portanto a posição mais próxima é a 1ª posição, distanciando-se o primeiro dedo para a nota seguinte passa para a segunda posição e assim sucessivamente.

6. MODELO ANATÓMICO-FUNCIONAL DO POSICIONAMENTO DA MÃO ESQUERDA

Face às questões colocadas e aos resultados obtidos, pode propor-se um modelo de funcionamento otimizado da mão esquerda assente na mecânica anatômico-funcional da mão, com especial atenção dada à altura e angulação da mão, por forma a posicionar a mesma em relação ao braço do violino para otimizar a sua *performance*, libertando-a, o mais possível de tensões indesejadas e tornando o movimento o mais livre, rápido e natural possível.

No desenvolvimento deste modelo será importante considerar a capacidade proprioceptiva que permite afinar, memorizar e controlar pequenas mudanças na posição e movimento da mão esquerda, isto é, um fenómeno sensorial que permite um domínio milimétrico destas competências cinestésicas. Será igualmente importante considerar a mecânica do instrumento e as suas particularidades funcionais, como as diferentes cordas, as diferentes aberturas e amplitudes intervalares e o encurtamento progressivo das distâncias interdigitais na escala do violino.

O conjunto alargado de experiências realizado num laboratório de biomecânica usando um dispositivo de análise de movimento biomecânico a três dimensões, de alta definição, do qual decorreu um conjunto de conclusões fundamentadas, permitiu propor um padrão de funcionamento e posicionamento da mão esquerda adaptado às diferentes cordas, a diferentes aberturas intervalares e a diferentes posições ao longo da escala.

6.1 DIFERENTES CORDAS

Em especial o exercício A confirmou que as diferentes cordas requerem uma estrutura posicional da mão diferente, para a posicionar de forma semelhante nas quatro cordas. Mas como as cordas se vão afastando da aresta do ponto do violino que toca lateralmente no dedo indicador, a mão também tem de se mover, aproximando a articulação metacarpofalângica da aresta do violino à medida que se vai da corda mi para a corda sol.

Desta forma pode determinar-se quatro estruturas distintas - níveis basais - sobre as quais a mão se orienta, que são o nível da mão na corda mi, onde a mão se encontra mais baixa, outro nível imediatamente a seguir, na corda lá, outro nível da mão mais alta, na corda ré, e por fim o ponto em que a articulação metacarpofalângica mais se aproxima do ponto do violino e onde a mão se encontra mais alta, o nível na corda sol. É importante acrescentar que o punho e o antebraço devem estar no mesmo alinhamento, essencialmente no eixo sagital da adução e abdução. Contudo, é natural que haja uma angulação ligeira no eixo longitudinal onde o movimento é preferencial, especialmente na flexão. Todavia a mão deve rodar, acompanhando o movimento da direção da corda e do nível basal que se pretende assegurar. Para não se realizar uma adução ou abdução do punho que desalinhe o carpo e o antebraço, é necessário acompanhar o movimento com o cotovelo aproximando-se do corpo, á medida que se vai da corda mi para a corda sol, tal como se pode ver nas Figuras 6.1 a 6.4.



Figura 6.1 - Posição da mão em quarta perfeita na corda sol. Nível basal da corda sol. (imagem em posição inversa para facilitar a leitura das arestas)



Figura 6.2 - Posição da mão em quarta perfeita na corda ré. Nível basal da corda



Figura 6.3 - Posição da mão em quarta perfeita na corda lá. Nível basal da corda lá.



Figura 6.4 - Posição da mão em quarta perfeita na corda mi. Nível basal da corda mi.

6.2 DIFERENTES ABERTURAS INTERVALARES

Como foi já referido o carácter cinestésico-funcional da mão é apoiado pela forma condilóide da articulação metacarpofalângica que privilegia a flexão como movimento de maior amplitude digital e pelo facto desta articulação estar ligeiramente rodada para o centro da mão. Consequentemente, os dedos na sua flexão máxima encontram-se num ponto central na zona do carpo. Assim e inversamente, quanto maior a extensão, maior a distância e possibilidade de abertura dos dedos.

Transpondo este fenómeno para a técnica violinística pode adotar-se esta característica cinestésico-funcional, para se executar o mais naturalmente possível intervalos de maior amplitude que se tornam recorrentes no repertório violinístico de exigência superior.

Relembrando os resultados dos exercícios Asol, B e C que foram todos realizados numa mesma corda podem perceber-se as diferenças posicionais que permitiram realizar os pequenos trechos musicais propostos com distâncias intervalares cada vez maiores.

Partindo do exemplo de A2 sol, o exercício com o funcionamento mais otimizado da mão esquerda, considera-se este o nível basal ideal para a execução técnica do trecho musical proposto, que compreende a distância intervalar de quarta perfeita. (Figura 6.5)

Em B2, um exercício executado igualmente na corda sol, manteve-se o mesmo nível basal e, portanto, a mesma direccionalidade do cotovelo, mas alterou-se essencialmente a altura da mão, pois exigia uma distância intervalar de quinta perfeita. (Figura 6.6)



a: 129.1°

Figura 6.5 - Ângulo de 4ª perfeita na corda sol e na primeira posição.



b: 129.3°

Figura 6.6 - Ângulo de 5ª perfeita na corda sol e na primeira posição.



b: 126.8°

Figura 6.7 - Ângulo de 6ª menor na corda sol e na primeira posição.

Estabelecendo a corda sol como o nível basal pretendido, para se conseguir uma distância intervalar maior, deve aumentar-se a distância da articulação metacarpofalângica em relação à aresta do violino (ver Figuras 6.5 a 6.7). Assim, os dedos ficarão em geral mais estendidos, numa angulação menos fletida no momento de ataque na corda e consequentemente, a possibilidade de abertura dos mesmos aumenta devido à especificidade da articulação condilóide com ligeira rotação axial. (Figura 6.8)

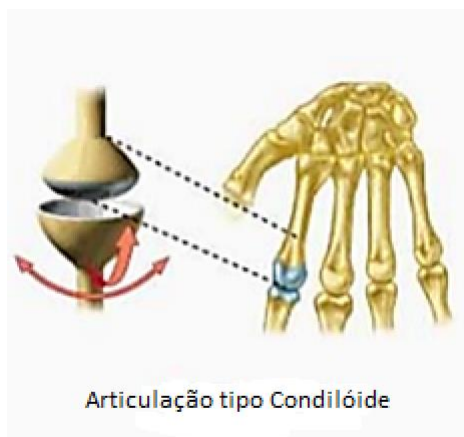


Figura 6.8 - Articulação metacarpofalângica: tipo condilóide.

Um resultado idêntico foi comprovado pelo exercício C, onde se continuou na mesma corda e com o mesmo alinhamento do cotovelo, com um deslizamento da mão um pouco mais para baixo no sentido de afastar a articulação metacarpofalângica da aresta do violino. Desta forma criou-se uma maior amplitude entre os dedos, que se estendeu de quinta perfeita entre indicador/mindinho para sexta menor, correspondente ao intervalo de décima. (Figura 6.7)

Pode concluir-se que para um nível basal, e com um alinhamento do braço, punho e mão mantidos numa determinada corda, se aproximarmos ou distanciarmos a articulação metacarpofalângica da aresta do violino teremos diferentes aberturas ou amplitudes entre os dedos. Desta forma, na distância mais próxima desta articulação ao ponto do violino, há uma distância intervalar de quarta perfeita. Se se aumentar esta distância, vai facilitar-se a execução de uma distância intervalar de quinta perfeita, e em cordas adjacentes à execução de uma nona (ou mais vulgarmente conhecida como técnica de oitavas dedilhadas). Se se afastar ainda mais esta articulação, ter-se-á a distância intervalar de 6ª menor ou em cordas adjacentes o intervalo de dedo indicador/dedo mínimo de 10ª menor.

6.3 DIFERENTES POSIÇÕES

Como já foi referido anteriormente, uma das grandes dificuldades dos violinistas é não terem trastes ou um mecanismo que possa dar alguma referência visual ou física à colocação dos dedos, e, portanto, que possa facilitar a afinação. Na escala do violino, em termos de frequências sonoras, ou altura do som, tudo é possível, desde o sol 2 com 196 Hz (nota / corda mais grave do violino) até aproximadamente 10000 Hz.

Para além desta total liberdade de execução, pretende-se, na musica ocidental, que o violino consiga ter patamares de frequência muito restritos, assim como se apresentam as escalas, e em vários tipos de afinação, preferencialmente a afinação temperada que é a que se assemelha ao piano, em que todos os meios tons têm a mesma distância intervalar. O violino pode, no entanto, alterar esta afinação, quando a *performance* é mais solística ou até camerística, como por exemplo com quarteto de cordas e adotar uma afinação natural. Outra afinação que se usa com alguma frequência é a afinação pitagórica, uma afinação mais vocal e portanto mais expressiva, em que as sensíveis são aproximadas dos polos tonais, como o sétimo e os terceiros graus da escala, tanto maior como menor, o que lhe confere um carácter mais lírico e expressivo.

O violinista tem de lidar com mais uma dificuldade, já mencionada anteriormente, que é o facto de os intervalos entre os dedos serem progressivamente menores à medida que a mão se vai dirigindo da pestana ao cavalete.

A proposta de modelo é baseada em princípios de geometria, goniometria, ergonomia e na mecânica-funcional da flexão dos dedos com convergência num ponto comum no centro da palma ao nível do carpo, e nos resultados obtidos e apresentados no Capítulo 5.

Os resultados dos últimos exercícios, em particular dos valores da angulação da articulação metacarpofalângica em relação ao braço do violino, mostraram nos exercícios B1 e C1 que a angulação da mão foi cerca de 15 graus menor do que em B2 e C2.

A nível geométrico, pode-se perceber que tendo dois segmentos de reta que têm um ponto comum, se alterarmos a angulação destes (tendo A e B), considerando que no segmento superior se encontrar uma alavanca perpendicular a esta, onde foi alterada a angulação, esta atacará o segmento fixo em pontos diferentes (ver Figuras 6.8 e 6.9)

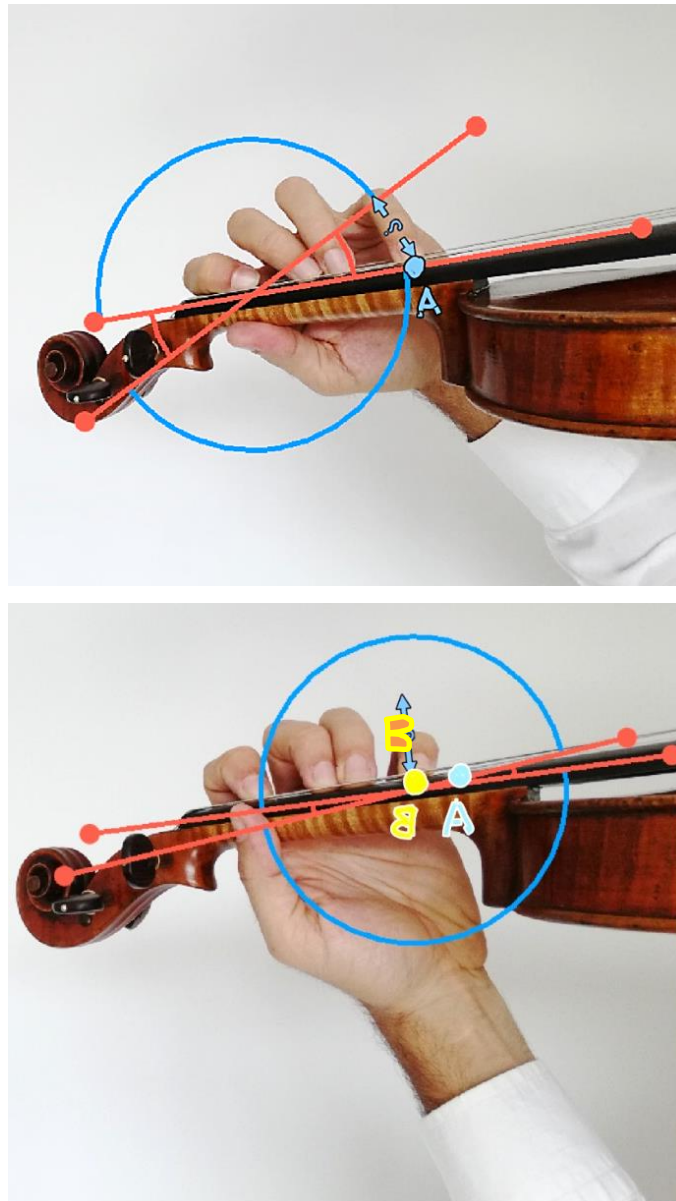


Figura 6.9 - Diferença de angulação e sua relação com a distância intervalar entre dedo indicador e dedo mínimo.

Se se alterar a angulação da mão em relação ao braço do violino sem se alterar o ângulo de flexão do dedo, mantendo uma angulação natural, sem adução ou abdução do mesmo, altera-se também o sítio em que o dedo cai na corda (ponto A e ponto B ; Figura 6.9). Uma forma de procurar a mesma nota ou a nota correta nas duas posições, será utilizar os músculos que conferem um movimento lateral ao dedo, tanto na sua adução ou abdução. Depreende-se, portanto, que é inevitável solicitar de uma forma mais intensa os músculos interpalmares, tanto interósseos como lumbricais. Aqui o problema é que a tensão no interior da mão se vai acumulando, perdendo-se liberdade, tornando o movimento mais

rígido e toda a *performance* mais extenuante e difícil. Os resultados que encontramos em B e em C confirmam estas afirmações.

Percebe-se em B2 e C2 uma maior velocidade de articulação dos dedos, maior amplitude de movimento, maior liberdade de movimento e um desvio padrão consideravelmente menor, o que induzirá a uma maior facilidade de repetição e controlo na *performance*.

Se a angulação da mão for a mais correta para a abertura e posição que se estiver a realizar, menor solicitação muscular intrapalmar será exigida, trabalhando-se especialmente os músculos de maior dimensão como, os flexores profundos e flexores superficiais dos dedos, localizados no antebraço, e executando-se o movimento no eixo preferencial da articulação condilóide entre o metacarpo e falange, o eixo transversal – flexões e extensões), onde a amplitude é também consideravelmente maior.

Os resultados obtidos permitem prever que se poderá controlar a angulação da mão de forma a conseguir-se a posição mais eficiente da mão para cada posição.

Se a distância entre o primeiro e quarto dedos no primeiro meio tom da escala do violino (sol sustenido na corda sol), a posição for de X no segundo meio tom (nota lá) será $X - nY$ sendo Y o valor da diferença entre a distância 1º e 4º dedo e nas diferentes posições. Assim, $X - 5Y$ é a distância dos dedos para o quinto meio tom na corda sol que é a nota dó. Pensa-se que é preferível traduzir as posições por meios tons para que o resultado seja linear e progressivo. Recorde-se que na linguagem violinística corrente, a primeira posição (a nota lá na corda sol) tem dois meios tons, mas a terceira posição (a nota dó na corda sol) já só tem 5 meios tons. De forma geral, denominam-se “meios-tons” os intervalos menores do sistema intervalar ocidental.

Considerando que aquela distância diminui de uma forma progressiva também se pode deduzir que a angulação diminui gradualmente também, pelo menos até à posição em que a mão tem contacto com a escala do violino. (Figura 6.10 até Figura 6.12)

Percebe-se pelos resultados obtidos em B, por exemplo, que a angulação ideal para o primeiro dedo na nota lá executando um intervalo de quinta perfeita é de cerca de 52º como se percebe em B2. Já uma angulação menor nesta posição como se percebe em B1 não tem os mesmos resultados performativos.

Contudo, pode-se arriscar que muito possivelmente, atendendo aos parâmetros mencionados no início deste tema, a angulação em B1 poderá ser a angulação ou o posicionamento da mão ideal em relação à escala do violino para a terceira ou quarta

posição. Não se terá para estas posições, a necessidade de requisitar os músculos adutores e abdutores dos dedos, tanto do dedo indicador como do mínimo, já que as distâncias entre as notas são menores do que na primeira posição, e a mão terá um funcionamento mais otimizado.

Pode-se então considerar a variação da angulação da mão em relação ao braço do violino como um mecanismo cinético-funcional importante para se conseguir uma afinação mais detalhada no violino, relacionado com as diferentes distâncias entre os dedos. Trata-se, portanto, também de um mecanismo anatómico-funcional de controlo da afinação intervalar.

Tendo em consideração a particularidade das extremidades ossiculares das articulações condilóides metacarpofalângicas, descritas anteriormente, sabe-se que à medida que os dedos se vão fletindo, vão-se aproximando de um ponto comum na palma da mão. Inversamente, à medida que os dedos se estendem, assumindo que estão numa posição natural sem abduções ou aduções, alinhados com os respetivos metacarpos, as extremidades dos dedos vão-se afastando. Deste modo, pode concluir-se com base nos resultados obtidos nos exercícios B e em C que com aberturas intervalares maiores do que quarta-perfeita, a mão se encontra mais abaixo em relação ao braço do violino, portanto com a articulação metacarpofalângica mais distante do que nos exercícios A, o que permitirá uma maior abertura dos dedos.

Esta abordagem em termos de distância da escala do violino, pode ser aplicada nas posições mais elevadas, onde o indicador é obrigado a afastar-se do braço do violino e a mão obrigada a contornar o corpo do violino. Nestas posições elevadas é importante controlar a aproximação ou distanciamento da articulação metacarpofalângica do ponto do violino. Desta forma, os dedos prendem a corda num ponto mais próximo ou mais distante, respetivamente, do ponto palmar de flexão comum dos dedos. (Figuras 6.13 até 6.15)

Mostram-se em seguida com base em imagens (Figuras 6.10 a 6.15), estas recomendações de posição da mão relativas à escala do violino, reguladoras de uma afinação interdígital bastante fina.



a: 36.0°

a: 20.9°

Corda sol 1a posição - 4a perfeita

Corda sol 2a posição - 4a perfeita

Figura 6.10 – Diferentes angulações da articulação metacarpofalângica com a aresta do ponto nas diferentes posições: 1º posição 36,0°; 2ª 20,9°



a: 18.9°

Figura 6.11 - Angulação da articulação metacarpofalângica na 3ª posição e na corda sol no intervalo de quarta perfeita entre 1º e 4º dedo.



a: 11.4°

Figura 6.12 - Angulação da articulação metacarpofalângica na 4ª posição e na corda sol no intervalo de quarta perfeita entre 1º e 4º dedo.



Figura 6.13 - Angulação e distância da articulação metacarpofalângica na 5ª posição e na corda sol no intervalo de quarta perfeita entre 1º e 4º dedo.



Figura 6.14 - Angulação e distância da articulação metacarpofalângica na 6ª posição e na corda sol no intervalo de quarta perfeita entre 1º e 4º dedo.



Figura 6.15 - Angulação e distância da articulação metacarpofalângica na 7ª posição e na corda sol no intervalo de quarta perfeita entre 1º e 4º dedo.

6.4 CONSIDERAÇÕES GERAIS.

O resultado essencial deste trabalho teórico e experimental é a proposta de um mecanismo anatómico-funcional mais ergonômico e eficiente, por forma a resolver as várias exigências na *performance* violinística do membro superior esquerdo em especial da mão, onde incide a maior parte dos problemas músculo-esqueléticos que decorrem da *performance*.

As sugestões efetuadas baseiam-se nos resultados de exercícios gerados por dispositivos de análise tridimensional do movimento. Contudo, deve-se considerar que todas as mãos são diferentes. As dimensões das mãos, dos braços, dos dedos, e a amplitude e particularidades goniométricas das várias articulações são diferentes de indivíduo para indivíduo.

As conclusões deste estudo têm potencial para adaptação a violetistas, já que o funcionamento mecânico do instrumento é similar ao do violino. As exigências técnicas são as mesmas no violino e na viola tais como as mudanças de cordas, amplitudes intervalares diferentes e variação das distâncias intervalares progressivas ao longo da escala do instrumento.

Este estudo veio demonstrar que mudando a angulação da articulação metacarpofalângica, ou aproximando a AMF do dedo indicador do ponto do instrumento ou afastando-a, se podem resolver vários problemas de afinação, para além de se conseguir uma *performance* mais otimizada, mais ergonómica e seguramente menos propensa a lesões. Descrevem-se mecanismos de adaptação da mão às diversas especificidades técnicas do instrumento, para uma execução mais consciente e natural.

É, no entanto, fundamental que estes mecanismos possam ser compreendidos e adaptados por cada violinista ao seu instrumento. É importante perceber também que esta abordagem baseada na angulação e na nivelção da altura da mão em relação ao braço do violino está indubitavelmente relacionada com a capacidade proprioceptiva do indivíduo, que tem o poder de regular as posições e força muscular exercida sobre os objetos.

Pode controlar-se e melhorar-se esta abordagem técnica de forma visual, eventualmente com recurso ao espelho e até gravação em vídeo, de forma a auxiliar esta aquisição e melhoria de uma nova consciência sobre o posicionamento e mobilidade da mão esquerda no violino.

7. APLICAÇÃO DO MODELO A UM PROGRAMA VIOLINÍSTICO

Neste capítulo reportam-se vários exemplos de aplicação do modelo biomecânico-funcional proposto a um programa específico do repertório violinístico. Nesta ligação estabelece-se uma ponte entre a abordagem científica levada a cabo neste trabalho e a linguagem artística. São consideradas obras centrais do repertório violinístico.

São abordados aspetos técnicos relacionados com o funcionamento biomecânico da mão esquerda considerados como uma base de suporte para a realização musical, em conjunto com aspetos ligados à expressão emocional das obras apresentadas. É importante lembrar que uma técnica adequada resulta em notas limpas, afinadas que são essenciais para produzir ou interpretar música com elevada qualidade.

Muitas das abordagens e escolhas de dedilhações efetuadas no programa que se mostra em seguida, têm uma razão musical que as sustentam. As explicações das passagens consideradas são suportadas pelas respetivas partituras, por fotografias, por esquemas e explicações baseadas nas conclusões do capítulo anterior.

Relativamente ao programa escolhido, apresentam-se passagens com um nível de dificuldade elevada de execução técnica referente à mão esquerda, com indicações/sugestões sobre a execução dessas secções musicais, à luz da abordagem do funcionamento biomecânico da mão, com incidência na altura e angulação da mão em relação à escala do violino.

O programa apresentado está gravado em áudio ou em vídeo pelo autor para uma melhor perceção do nível de *performance* técnica e de expressividade musical alcançados.

O programa escolhido, considerado relevante no repertório violinístico é habitualmente pretendido por concursos internacionais, incluído no programa de conservatórios e escolas superiores, e geralmente apresentado em recitais e concertos por violinistas

conceituados. Foram escolhidas peças de vários estilos incluindo danças de caracteres diferentes oriundas de várias regiões e obras mais intimistas e contemplativas.

Os compositores escolhidos são Beethoven, Wieniavski, Kreisler, Sarasate, Ernst, Saint-Saëns e Tchaikovsky.

Adicionalmente, pretendeu-se divulgar/apresentar compositores portugueses pela qualidade de composição das suas obras, pela beleza das mesmas e pela dificuldade de execução de algumas peças consagradas ao violino. Por outro lado, sendo o autor do presente trabalho português e tendo esta investigação sido levada a cabo em diversas instituições de investigação e educação em Portugal, faz todo o sentido divulgar o trabalho criativo nacional de elevada qualidade. Os compositores emblemáticos nacionais de diferentes gerações escolhidos foram Óscar da Silva, Eurico Carrapatoso e Fernando Lopes-Graça.

7.1 APRESENTAÇÃO DAS OBRAS

7.1.1 LUDWIG VAN BEETHOVEN - 1ª SONATA PARA VIOLINO E PIANO OP.12 N.1;

1º andamento – Allegro com brio

Relativamente ao primeiro andamento, uma das grandes dificuldades é a afinação das primeiras notas da entrada do primeiro e segundo compasso, pois como estão em uníssono com o piano têm de soar o mais próximo do piano, em termos de afinação, dinâmica e articulação. Portanto uma solução é executá-los numa mesma corda para haver maior homogeneidade sonora e com uma posição da mão de forma a que possa haver a maior articulação, sem qualquer *glissando*. Deste modo sugere-se colocar a posição da mão com abertura, entre 1º e 4º dedo, de quinta perfeita, posição usada nas oitavas dedilhadas, como está demonstrado na secção A) da Figura 7.1

Assim, a articulação metacarpofalângica no nível basal de corda lá fica na terceira posição na corda lá, mas com a articulação da articulação metacarpofalângica mais distante da aresta do violino, a um nível mais abaixo da posição regular de 4ª perfeita.



Figura 7.1 – Secção A) L. V. Beethoven: Sonata para violino nº1, Allegro con brio, compassos 1-4

A mesma situação se passa nos compassos 59 e 60, ao aparecer o segundo tema da sonata com um salto de oitava (ver na secção B) (Figura 7.2). Em contraste com o tema anterior, sendo este mais *cantabile*, propõe-se tocar na corda lá para se poder vocalizar melhor com um carácter mais intimista. Desta forma e porque depois do salto de oitava se apresenta um si agudo seguido de um grupeto rápido, é conveniente executar numa posição da mão mais baixa em relação à posição regular de quarta perfeita executando a técnica de oitava dedilhada na quarta posição com o primeiro dedo no lá, na corda ré. (nível basal ré)



Figura 7.2 - Secção B) L.V.Beethoven: Sonata para Violino n.1, I.Allegro con brio, compassos 59-60

As mesmas situações ocorrem na reexposição, mais especificamente no compasso 138 e compasso 184.

No segundo andamento desta *Tema com Variazioni Andante com moto*, o tema aparece no piano depois do violino, apresentando em seguida 4 variações.

A primeira variação apresenta logo no terceiro compasso uma dificuldade técnico-musical com uma resposta do violino ao tema desenvolvido pelo piano, mas da primeira vez com intervalo de quarta perfeita e na segunda com intervalo de quinta. Por motivos de côr tímbrica no violino, não é aconselhável mudar de corda numa só nota, como seria o caso do si da segunda intervenção, por isso, da primeira vez, propõe-se realizar esta

passagem na primeira posição na corda ré, com o primeiro dedo no mi, devendo-se descer o nível da articulação metacarpofalângica até se conseguir a abertura de quinta perfeita e assim tocar o si, no nível basal ré. Como é ilustrado na secção C) (Figura 7.3) sugere-se que, pelas mesmas razões musicais e tímbricas, se realize o compasso 6 da variação, exatamente da mesma forma.



Figura 7.3 - Secção C) L.V.Beethoven: Sonata para Violino nº1, II. Tema com Variazioni Andante, Var.1, compassos 33 - 39

Na segunda variação, há uma passagem interessante na secção C) que mantém o mi agudo, mas o primeiro dedo vai encurtando o intervalo de lá (intervalo de quinta perfeita) para lá sustenido (quarta aumentada) e depois si, realizando um intervalo de quarta perfeita. Esta passagem convém ser realizada na terceira posição com o nível da mão bastante mais baixo de forma a obter-se o intervalo de quinta e ir subindo a altura da mão na primeira falange do dedo em relação ao braço do violino, fixando o quarto dedo de forma a ser o primeiro que vai subindo de posição.



Figura 7.4 - Secção D) L.V.Beethoven: Violin Sonata n.1, III Rondo, Allegro, compasso 40

Relativamente ao terceiro andamento em forma de Rondo *Allegro*, sugere-se que no compasso 40 e na secção D) - Figura 7.4, se execute na corda sol para se conseguir um timbre mais escuro e contrastante com a anterior. Propõe-se igualmente execução do mi com o quarto dedo. Para que não haja *glissandos*, deve executar-se esta passagem com a forma da mão de oitava dedilhada. Portanto, deve-se colocar a mão na primeira posição

no nível basal da corda sol e baixar a mão, sem alterar o cotovelo, de forma a que a primeira falange vá ao encontro da aresta do braço do violino, distanciando a AMF da aresta do violino até abertura de quinta perfeita entre primeiro e quarto dedo.

A próxima passagem de considerável dificuldade técnico-musical é a secção E) - Figura 7.5, na transição para a última vez que aparece o tema do *rondo*, que é executado em *pp*, com intensidade decrescente e em imitação do piano.

Sugere-se que esta secção seja executada na corda lá por causa do pianíssimo, e para criar uma maior tensão, terminando na corda mi com o tema de forma muito intensa.

Para se obter uma afinação precisa, a mão esquerda tem de assumir uma forma fixa sem mudança de posição. É, pois, importante realizar esta passagem na corda lá na quarta posição com o primeiro dedo no mi e o quarto dedo no si. As outras notas serão tocadas pelos restantes dedos ficando a cargo do segundo dedo, o sol e o fá sustenido realizando um movimento lateral de adução e abdução para execução das duas notas.



Figura 7.5 - Secção E) L.V.Beethoven: Sonata para Violino nº1, III Rondo, Allegro, compassos 113-118

7.1.2 HENRYK WIENIAVSKI - SCHERZO E TARANTELA OP.18

Esta peça é uma das peças mais interpretadas do repertório violinístico. Para além das diferentes dificuldades da mão esquerda e do arco, é também uma peça interessante a nível musical, pois é baseada numa dança siciliana bastante viva e rápida, a tarantela. A peça inclui 4 temas muito diversos: o primeiro extremamente rápido em tercinas como exemplificado na Figura 7.6, o segundo em acordes intercalados com o piano e os dois restantes muito cantáveis, um tema executado em grande parte numa corda só, ou corda sol ou corda ré, o que lhe dá um carácter vocal e o outro tema bastante delicado e

sentimental. Estes contrastes aumentam significativamente o nível de dificuldade desta obra.

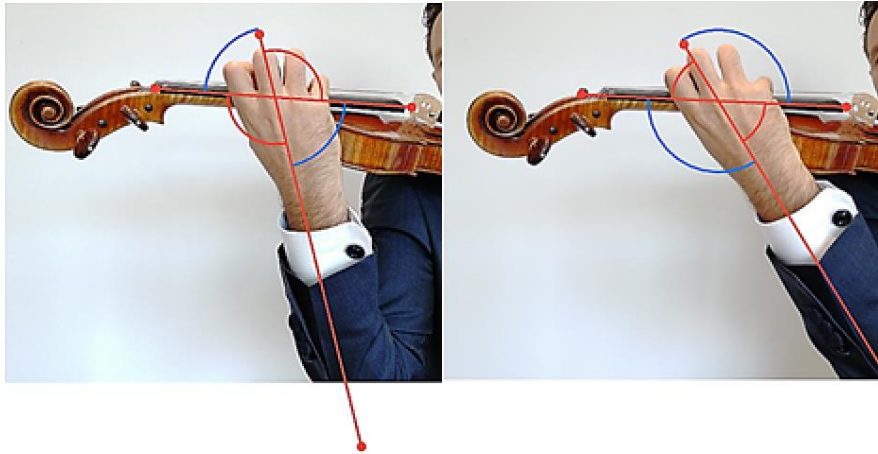
Toda a peça contém passagens com escalas e arpejos tocados a elevada velocidade havendo algumas secções cuja execução de qualidade dependerá de uma postura de mão eficiente, correta e ergonómica.

Os primeiros compassos do violino (secção A) - Figura 7.6) são de grande dificuldade, sempre em cordas dobradas, mas com um rendilhado executado com o arco de uma forma muito particular, o que dá uma característica especial a esta peça. O primeiro desafio que se apresenta é afinar o primeiro tempo do sexto compasso, assim como o primeiro tempo do décimo compasso. A dificuldade existe porque a nota mais aguda é na corda mi e as restantes duas na corda lá para destacar devidamente as duas vozes em diferentes cordas, o que exige uma abertura intervalar entre o primeiro e quarto dedo de quinta perfeita. Se não se ajustar a posição da mão, torna-se praticamente impossível o quarto dedo alcançar a nota pretendida mesmo abduzindo-o extremamente, pois trata-se da distância de um tom da nota anterior. A solução proposta, uma vez que se trata de uma posição temporária e de apenas um tempo a uma velocidade tão elevada, é que se ajuste a posição da mão pela angulação e não pela altura da mesma que pode causar alguma instabilidade na *performance* da passagem, já que a mão tem de voltar imediatamente à posição inicial. Por esta razão é recomendável que o cotovelo se desloque rapidamente em direção ao corpo de forma a aumentar significativamente a angulação da mão e de forma a que se consiga a amplitude pretendida de quinta perfeita (Figura 7.7).

SCHERZO: TARANTELLE.

The image shows a musical score for Violin, titled "SCHERZO: TARANTELLE." by H. Wieniawski, Op. 16. The score is in 4/4 time, marked "Presto." It shows measures 5-10 with fingering numbers above the notes. The key signature has one flat (B-flat). The score is for Violon (Violin).

Figura 7.6 - Secção A) H. Wieniawski, Scherzo e Tarantella, Presto, compassos 5-10



A) 71.9°

B) 55.6°

Figura 7.7 - Fotografia da mão na execução do compasso 5 no 1º tempo A) - imagem da esquerda - e no segundo tempo B) - imagem da direita .

A secção B) - Figura 7.8, tal como na execução técnica do tema principal apresentado na Figura 7.6, toca-se em cordas dobradas de forma quebrada num rendilhado produzido pelo arco. No início do compasso 244, a mão está numa posição regular de extensão entre primeiro quarto dedo de quarta perfeita, na sexta posição, com o primeiro dedo no sol suspenso na corda lá e com meio tom entre o primeiro e segundo dedo. Mas no compasso 245, desce uma posição para preparar toda a secção seguinte em décimas. Do primeiro para o segundo tempo do compasso 245, propõe-se que a mão continue a descer de posição, indo da quinta para a terceira posição com o primeiro dedo no ré suspenso, para conseguir uma abertura intervalar de décima menor em cordas adjacentes. Deste modo, é importante aumentar fortemente a angulação da mão com o braço do violino, aproximando o cotovelo do corpo. Sugere-se também baixar significativamente o nível da mão, juntamente com uma supinação intensa do antebraço, para preparar a subida seguinte onde a mão terá de contornar o corpo do violino até posições bem agudas e em décimas. Nesta subida, é recomendável que a mão execute as mudanças de posição com uma trajetória tal que os dedos extremos possam encurtar as distâncias. Recorda-se o funcionamento anatómico-funcional, em que a articulação metacarpofalângica, de formato condilóide com rotação ligeira para o interior da mão, origina um encurtamento gradual da abertura dos dedos. Do compasso 246 para o compasso 247 passando de uma décima menor para uma décima maior, é importante executar uma trajetória ligeiramente descendente e deslocar o cotovelo um pouco mais em direção ao corpo. Assim gera-se

um maior espaçamento entre o quarto e primeiro dedo. Do compasso 247 para o 248, se se continuar com a trajetória geral ascendente contornando o violino, a mão fechará ligeiramente a abertura entre dedos extremos, relativamente ao tempo anterior.

The image shows a musical score for H. Wieniawski's Scherzo e Tarantella, measures 240-252. The score is in treble clef and 2/4 time. It features a complex, rapid passage with many sixteenth notes. Fingerings are indicated by numbers 1-4 above the notes. A section labeled 'B)' starts at measure 246. Performance markings include '10ª m', '10ª M', and 'largo'.

Figura 7.8 - Secção B) H. Wieniawski, Scherzo e Tarantella, Presto, compassos 240-252

Na secção C) - Figura 7.9, apresenta-se uma passagem desafiante sob o prisma da afinação, executada em oitavas que se não forem absolutamente afinadas geram batimentos entre as notas, resultando facilmente em dissonâncias. Outra dificuldade é a necessidade de, da primeira até à quinta posição, quase cromaticamente em cada nova nota, regressar sempre ao lá na primeira posição. Sugere-se o máximo de atenção à angulação da mão para a execução desta passagem. Se não se executar com variação de angulação, apenas se pode usar o movimento lateral da falange do primeiro ou quarto dedo para lidar com o encurtamento progressivo dos intervalos na escala do violino. A passagem exige uma velocidade de execução elevada com intervalos a terem de crescer e diminuir sucessivamente. Para se evitar o trabalho intenso dos músculos da mão com acréscimo de tensão e desconforto muscular, sugere-se o seguinte: começar com a mão no nível basal da corda sol, e com uma angulação considerável e, à medida que se sobe, vai-se diminuindo a angulação da mão relativamente ao acorde anterior.



Figura 7.9 - Secção C) H. Wieniavski, Scherzo e Tarantella, Presto, compassos 303-327

Na secção D) - Figura 7.10, propõe-se a mesma abordagem que em C) para se obter uma afinação perfeita nas oitavas.



Figura 7.10 - Secção D) H. Wieniavski, Scherzo e Tarantella, Presto, compassos 343-347

7.1.3 HENRYK WIENIAVSKI - MAZURKA OBERTASS OP.19 N°1

Na Figura 7.10 apresenta-se uma passagem de uma mazurka, uma dança tradicional de origem polaca, em compasso de $\frac{3}{4}$ e tempo vivo, com um ritmo enérgico, com um acento típico no 2º e 3º tempo do compasso. A mazurka é semelhante à oberca, mas é uma variante muito mais rápida. A mazurka escolhida é a Mazurka Obertass Op.19 n°1 em Sol maior, que usa *pizzicatos* de mão esquerda, cordas dobradas e grandes intervalos e saltos.

Mazurka

(Obertass)

H. WIENIAWSKI

Op.19, Nº 1

VIOLON

A) Allegro ma non troppo

Figura 7.11 - Secção A) H. Wieniawski, Mazurka Obertass Op.19; Nº 1, compassos 1-5

A passagem A) - Figura 7.11 é outro exemplo da importância de utilizar os diferentes níveis basais, mantendo a mesma angulação. Se o nível basal não se alterar da corda lá no compasso 1 e não se ajustar até ao nível da corda sol no compasso 5, a mão fica numa grande tensão: os dedos ficam fortemente aduzidos, em especial o primeiro, criando uma tensão nos músculos lumbricais e interósseos. O punho ao efetuar um deslocamento ulnar gera igualmente grande tensão no interior da mão pelo deslocamento interno dos ossos do carpo.

Figura 7.12 - Secção B) e C) H. Wieniawski, Mazurka Obertass Op.18; Nº 1, compassos 61-71

Propõe-se que a secção B) - Figura 7.12), seja tocada na primeira posição até à primeira nota do compasso 63. Depois da pausa de semicolcheia é recomendável que a mão se desloque até à terceira posição com o dedo base no ré sustenido. Aqui deve ter-se o cuidado de diminuir a angulação da mão em relação ao braço do violino.

Em C) sugere-se que a mão parta da posição mencionada na frase anterior, e aproveite a pausa desse mesmo compasso para se posicionar na primeira posição e com uma angulação maior. No compasso seguinte recomenda-se que se desloque para a segunda posição, movendo-se um tom inteiro para a frente, com diminuição para uma angulação típica de segunda posição (menor que a 1ª) e voltar no último tempo do compasso 67 para a primeira posição, para reexpor o tema inicial.



Figura 7.13 - Secção D) H. Wieniawski, Mazurka Obertass Op.19; N° 1, compassos 91-96

Os últimos quatro compassos desta peça (Figura 7.13) - secção D) são executados em crescendo, tocados em oitavas e terminados em fortíssimo, representam um grande desafio ao nível da afinação. Sugere-se que os compassos 93 e 94 sejam tocados na primeira posição, no compasso 95 recomenda-se que a mão esteja na terceira posição e com uma angulação menor do que nos compassos anteriores, e por fim no compasso 96 propõe-se uma supinação do antebraço, o punho deve fletir e a mão realizar uma trajetória curva e ascendente. Isto permitirá que a mão contorne o violino e assegurará uma diminuição significativa no espaçamento entre os dedos extremos, já que a mão se desloca uma quarta perfeita no sentido do cavalete, com uma diminuição intervalar considerável.

7.1.4 PABLO DE SARASATE - ZAPATEADO OP.23

A peça de Sarasate apresentada nesta secção é uma obra emblemática do compositor com um grau de dificuldade elevado, retratando um estilo ou dança espanhola bastante popular, o zapateado. Esta peça contém inúmeras passagens com ritmos que pretendem imitar o som dos sapatos a bater no chão enquanto que os *pizzicatos* de mão esquerda se aproximam do som característico das guitarras. Outros pormenores técnicos como os *staccatos* volantes e os harmónicos naturais e artificiais ajudam a recriar o ambiente de festa ligado a este género de música.

A passagem da peça representada na secção A) – Figura 7.14 tem uma dificuldade de execução elevada devido às várias mudanças rápidas de posição e às notas tocadas em cordas dobradas. Apresentam-se intervalos de oitavas numa abertura regular de quarta perfeita e no compasso 35, na segunda posição, com o primeiro dedo no dó sustenido. Para a mudança da primeira para a segunda posição, sugere-se uma diminuição da angulação da mão, mas no mesmo nível basal. Já no compasso 36 e com os dedos na terceira posição, há um padrão digital de distanciamento entre os dedos de um tom e com distanciamento entre os dedos indicador e mínimo de quarta aumentada. Propõe-se que nesta mudança de meio tom da segunda para a terceira posição, a mão desça ligeiramente afastando a articulação metacarpofalângica do ponto do violino, com deslocamento do cotovelo para o corpo aumentado a angulação da mão. Na mudança de posição no terceiro tempo do compasso 36 para o compasso 37, a mão deve deslocar-se da segunda para a quarta posição com uma breve paragem na terceira posição na última colcheia deste compasso. Como é uma mudança em oitavas e muito rápida, sugere-se que a mudança se faça num movimento só, em velocidade crescente separando as notas com o arco, alterando a sua velocidade e pressão. Sendo assim, no início da primeira colcheia da mudança, que é realizada lentamente, a mão desloca-se meio tom para o ré, e na segunda colcheia, com maior velocidade desloca-se um tom para o mi. É importante referir que a angulação deve diminuir da mesma forma, progressivamente mais rápida. Do compasso 37 para o 38, a mão desloca-se para a quinta posição e por isso realiza um movimento ascendente, contornando o corpo do violino com uma ligeira supinação do antebraço.



Figura 7.14 - Secção A) P. Sarasate, Zapateado op.23, compassos 30-39

Uma das passagens mais desafiantes na *performance* desta peça é a passagem apresentada na secção B - Figura 7.15. Uma das dificuldades é a necessidade de ajustar de forma o mais precisa possível a distância entre o primeiro dedo que prende a corda e o quarto dedo que aflora a mesma num intervalo de quarta perfeita, para se obter um harmónico claro. Um ajuste rápido da distância intervalar entre os dedos extremos, através da adução e abdução do dedo mindinho, tem a desvantagem de incutir uma tensão considerável no interior da palma da mão, já que os músculos responsáveis por este movimento são o terceiro interósseo palmar e o abductor do dedo mínimo como se pode ver na Figura 7.16.



Figura 7.15 - Secção B) P. Sarasate, Zapateado op.23 compassos 45-54

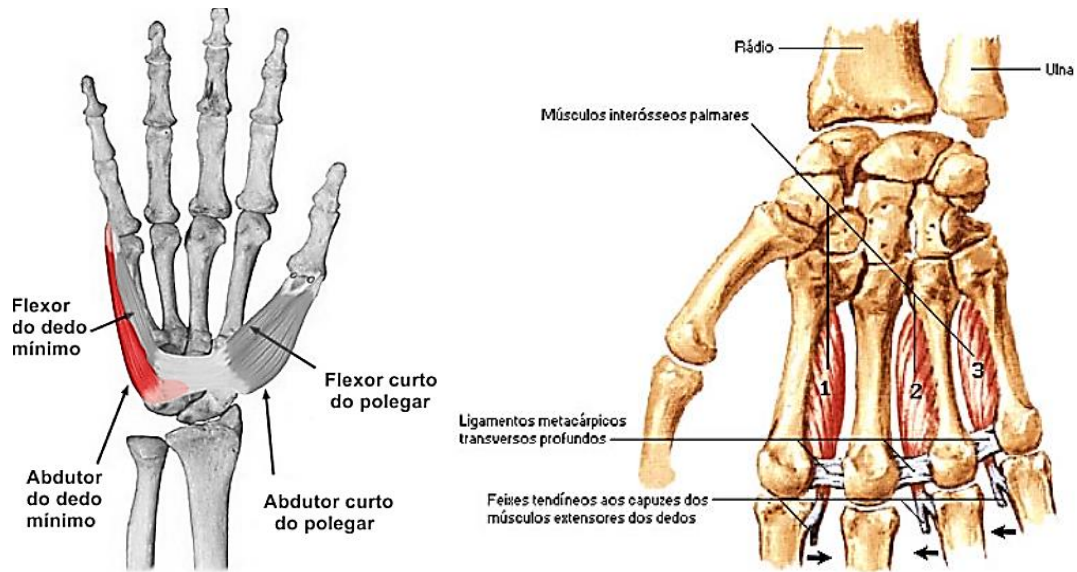


Figura 7.16 - Flexor e abductor do dedo mínimo e músculos interósseos palmares 1, 2 e 3.

Por esta razão, sugere-se que se trabalhe a angulação da mão em relação à escala do violino para manter a falange proximal estável numa angulação natural em relação ao metacarpo e diminuir a relação intervalar nas posições mais agudas. Como estas notas são realizadas a uma grande velocidade, não há tempo para parar em cada uma das posições. As notas serão tocadas pelo arco em *spiccato* separando o que na mão esquerda é executado num movimento contínuo. Consequentemente, tanto a velocidade das mudanças de posição, que são diferentes de nota para nota, como a variação de angulação da articulação metacarpofalângica nas diferentes posições, serão controladas pelos tons e meios-tons das notas para onde se deslocarão. Assim, sempre que temos uma mudança de meia posição, a diferença de angulação é diminuta e a velocidade de transição entre notas menor do que quando existe um tom entre as notas, aqui a velocidade deve ser aumentada relativamente para o dobro e a diferença de angulação proporcionalmente maior.

Desta feita, tanto na corda mi como na corda lá, a mudança até à segunda posição é feita a uma velocidade elevada e com uma diferença de angulação da mão em relação ao braço do violino. O mesmo se passa da última nota do compasso 47 para a primeira nota do compasso 48, na passagem do lá para o si, um tom inteiro. A velocidade menor da mudança de posição é da segunda para a terceira ou vice-versa assim com a menor variação na angulação da mão. Em toda esta passagem em harmónicos, a maior

velocidade de transição entre notas e, portanto, a maior variação de angulação, acontece da quarta para a quinta nota do compasso 49, mudança da primeira para a terceira posição. A passagem seguinte, a secção C) - Figura 7.17 também em harmónicos, obedece às mesmas regras de velocidade e de angulação. Tanto no compasso 79 (a passagem do si para o dó e com retorno para o si) como no compasso 81 (a transição do fá sustenido para o lá e descida para o sol), sugere-se que apenas um movimento de flexão e extensão do pulso, sem movimento adicional do braço.



Figura 7.17 - Secção C) P. Sarasate, Zapateado op.23 compassos 78-80

Desta forma, também a angulação da mão em relação ao braço do violino diminui tal se apresenta na Figura 7.18

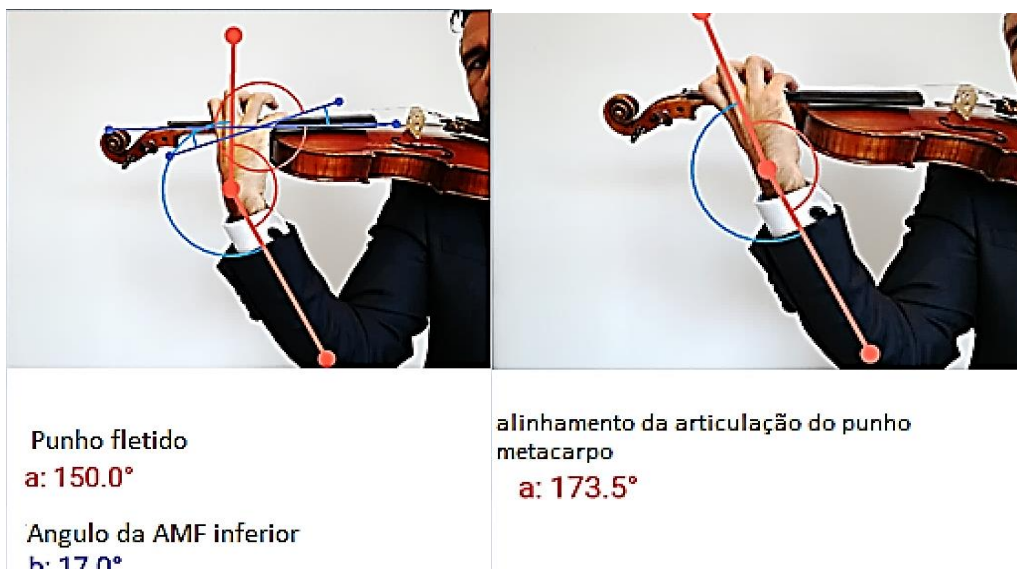


Figura 7.18 – Fotografia da mão na execução da secção C) sem movimentação do braço. Na imagem do lado esquerdo o punho flete 30° (180-150) o que origina uma diminuição da angulação da articulação metacarpofalângica para 17°. Imagem do lado direito, mão e braço no mesmo alinhamento.

7.1.5 FRITZ KREISLER - PRELÚDIO E ALLEGRO - IN THE STYLE OF PUGNANI

Como o próprio título indica, esta peça começa com um prelúdio em semínimas tocadas de uma forma assertiva e decisiva, com acentos e com apenas duas notas no violino, mi e o si, mas que se vão desenvolvendo num discurso cada vez mais complexo e caloroso. A zona central deste prelúdio é uma espécie de recitativo, que desemboca numa reexposição do início da obra, mas em pianíssimo que termina de uma forma apoteótica, grandiosa e numa cadência picarda em mi maior.

O *allegro*, que é a estrutura seguinte, apresenta um tema que se irá repetir algumas vezes ao longo desta secção e que é intermediado por passagens de grande virtuosismo. O primeiro episódio é o que apresento de seguida na secção A) (Figura 7.19) todo ele tocado em cordas dobradas. A dificuldade prende-se com a afinação, pois percorremos várias posições e como sabemos as distâncias intervalares diferem nas várias posições, o que torna a afinação dos vários intervalos entre si um desafio. Sugere-se então que, por forma a conseguirmos uma afinação mais precisa, sem termos de recorrer continuamente a adução dos dedos por intermédio dos músculos internos da mão, como os lumbricais e interósseos, o que concede à mão uma tensão acrescida, deve-se trabalhar o posicionamento da mão em relação ao braço do violino, especialmente com fatores como a altura da mão e angulação.



Figura 7.19 - Secção A) F. Kreisler, Prelúdio e Allegro, Allegro, compassos 17-23

Assim sendo, na secção A) a mão deve estar na terceira posição na corda ré. Contudo o terceiro tempo exige uma mudança para a primeira posição, de forma a preparar também o compasso 18. É importante ter em conta que o cotovelo, durante o segundo tempo do compasso 17 deve ser movido na direção do corpo de forma a aumentar a angulação para

o terceiro tempo, executado na primeira posição. Mas no nível basal ré. Já no compasso 19, sugere-se diminuir essa angulação pelo facto de se deslocar para a segunda posição, com o primeiro dedo no fá sustenido, na corda ré. A partir do compasso 21 convém que a mão se mantenha na primeira posição.



Figura 7.20 - Secção B) F. Kreisler, Prelúdio e Allegro, Allegro, compassos 24-27

A passagem apresentada na secção B) é uma outra secção que tem a particularidade técnica de manter a corda sol como pedal, mas ir subindo nas restantes notas, da primeira até à quinta posição, com o mesmo padrão de dedilhação. Efetivamente pode representar alguma dificuldade porque não temos tempo de corrigir a afinação nota a nota, por ser uma passagem rápida, e ser de facto importante a posição da mão de forma a garantir que os dedos caíam na posição mais afinada. Assim sendo vamos analisar mais precisamente esta passagem. No compasso 26, na quarta semicolcheia começa uma sequência com dedilhação de 4-1-3-0(sol). De forma a podermos controlar melhor a angulação da mão propõe-se que se use o primeiro dedo como âncora em cada uma das posições, por um lado, porque é o único dedo que pode manter-se na corda ao longo de toda a passagem e por outro, derivado do anterior, porque este pode dar-nos o nível basal de referência para executarmos as mudanças de forma mais precisa. Encontramo-nos, portanto, no segundo tempo do compasso 26 na primeira posição, com uma angulação considerável (1ª posição, nível basal sol). Mas no terceiro tempo, exige-se que se mova um tom inteiro com o primeiro dedo para o fá sustenido e, portanto, a angulação deve ser diminuída relativamente ao tom que os separa. Já no primeiro tempo do compasso 27 a mão deve deslocar-se meio tom para a terceira posição, contudo a mudança de angulação é menor do que da primeira para a segunda. Já o terceiro dedo aqui deve aduzir de forma a tocar o mi natural, encostado ao quarto dedo, já que muda o padrão digital. No segundo tempo, a forma dos dedos deve manter-se com o fá sustenido no terceiro dedo, mas como a mão se desloca um tom para a quarta posição, a mão deve adotar uma angulação quase paralela ao braço do violino. Sugere-se também que durante este tempo se possa preparar para a

mudança seguinte e de forma a poder contornar o braço do violino, supinando ligeiramente o antebraço com ligeira adução do antebraço.

Assim numa trajetória continuamente ascendente, de forma a poder diminuir ainda mais o espaçamento entre os dedos, recomenda-se que a mão se desloque um tom com o primeiro dedo no si, na quinta posição. Na secção C) apresenta-se uma das passagens mais espetaculares desta peça. O piano mantém um si grave em trémulo criando grande uma tensão emocional até á última reexposição do tema do *allegro*, uma oitava acima, no violino. Enquanto isso o violino executa arabescos virtuosos na corda lá e mi, a uma velocidade crescente terminando a uma velocidade elevada, desembocando numa secção poderosa em acordes.



Figura 7.21 - Secção C) F. Kreisler, Prelúdio e Allegro, Allegro, compassos 64-71

Esta secção C (Figura 7.21) a mão esquerda executa intervalos de sextas em cordas análogas separados pela corda mi solta que se mantém como um pedal. Aqui se repete a mesma situação que a passagem anterior, sendo que depois de tocarmos as sextas na primeira posição passamos para a segunda posição no terceiro tempo do compasso 66, terceira posição segundo tempo do compasso 67, quarta posição no segundo tempo do compasso 68, quinta posição no compasso 69 sexta posição no terceiro tempo do mesmo compasso e sétima posição no segundo tempo do compasso 70. A partir daqui voltamos a descer até à primeira posição. Deve-se ter em consideração o mesmo parâmetro da secção anterior. Sugere-se portanto que à medida que se sobe de posição se diminua a angulação da mão em relação ao braço do violino e a partir da quarta posição, que se contorne o violino com uma supinação do antebraço e flexão do punho, juntamente com uma trajetória da mão de modo a que se vá afastando da escala do violino, diminuindo as distancias relativas entre os dedos. Na descida, este processo deve ser inverso. Estas mudanças posicionais da mão devem ser realizadas com a estrutura do nível basal da corda lá.

7.1.6 FRITZ KREISLER - TAMBOURIN CHINOIS OP.3

A peça seguinte deste compositor tem nuances inegáveis de uma cultura asiática, daí o seu título “Tambourin chinois”. Esta peça tenta retratar a cultura chinesa, sempre com um ritmo de base muito percussivo, imitando um pequeno tambor oriental, plenas de trilos, de enarmonias, de cromatismos quase sempre em cordas dobradas e quadraturas pouco previsíveis numa melodia muito vivaz e enérgica, contrabalançando com uma secção central lírica, feminina e lânguida, sempre desenhando personagens, escalas e ritmos tipicamente orientais, consecutivamente apresentados numa abordagem violinista muito virtuosa e fresca.⁵⁵

Esta peça tem uma particularidade técnica que a torna desafiante, pelo facto de se tocar em *spicatto* notas dobradas em semicolcheias, a grande velocidade e com uma das notas ou dedo, presos na corda. Desta forma todos os intervalos com esta nota que permanece devem estar afinados caso contrário não soa bonito. Como se percebe na secção A) (Figura 7.22) no compasso 25 o dó é a nota que permanece e no compasso 26 o fá. Sugere-se então que no compasso 25 a posição da mão seja com o nível basal da corda ré, com uma abertura regular de quarta perfeita e com uma angulação relativa à segunda posição. Contudo para executar a mudança de posição para o compasso 26 é importante baixar o nível basal para a corda lá, e como o fá natural, o dedo indicador esta encostado à pestana, a mão terá de se deslocar um tom inteiro. É, portanto, importante aumentar a angulação da mão em relação à posição anterior pois os intervalos são maiores.

⁵⁵ “gostei imenso de ter escrito o meu tamborzinho chinês... tive esta ideia depois de ter visitado um teatro chinês em São Francisco - não que a música lá me tivesse sugerido algum tema, mas deu-me o impulso para escrever um tema livre e fantasioso ao estilo Chinês.” Fritz Kreisler. (Sadie, 1980)



Figura 7.22 - Secções A) e B) F. Kreisler; Tambourin Chinois, op.3, compassos 25-39

Na secção B) aparece uma passagem curiosa que ao nível da dedilhação, se repete por mais duas vezes, nos compassos 31, 35 e 39. Aqui a amplitude exigida entre o dedo indicador e mínimo, nestes compassos é de quinta perfeita. Assim sendo propõe-se que na mudança para a terceira posição no compasso 30, a mão efetue uma trajetória descendente, no nível basal da corda mi, de forma a passar de uma abertura de quarta perfeita para uma abertura de quinta perfeita. Da mesma forma se deve proceder nos compassos 35 e 39, mantendo a mesma abertura entre dedos extremos, deve-se contornar o corpo do violino e com uma trajetória ligeiramente ascendente de forma a podermos diminuir o espaçamento entre os dedos.

Numa passagem semelhante à secção A), também em C) (Figura 7.23) temos padrões sonoros que se repetem em diferentes compassos, mas executados em diferentes posições. Assim sendo, os compassos 76, 77 e 78 devem ser tocados na primeira posição com uma angulação considerável entre a mão e o braço do violino já que nos encontramos na posição onde os intervalos têm o maior espaçamento entre si, com o primeiro dedo perto da pestana. No compasso 79 passamos para a quarta posição, onde o primeiro dedo se desloca e se mantém no si bemol, na corda mi. Sugere-se, pois, que a angulação da mão diminua por forma a que os intervalos entre estes sejam menores do que na primeira posição. No compasso 81 descemos para a segunda posição e na última colcheia passamos para a primeira, propondo-se assim que a angulação da mão diminua à medida que nos aproximamos da pestana do violino, mantendo o mesmo nível basal lá.

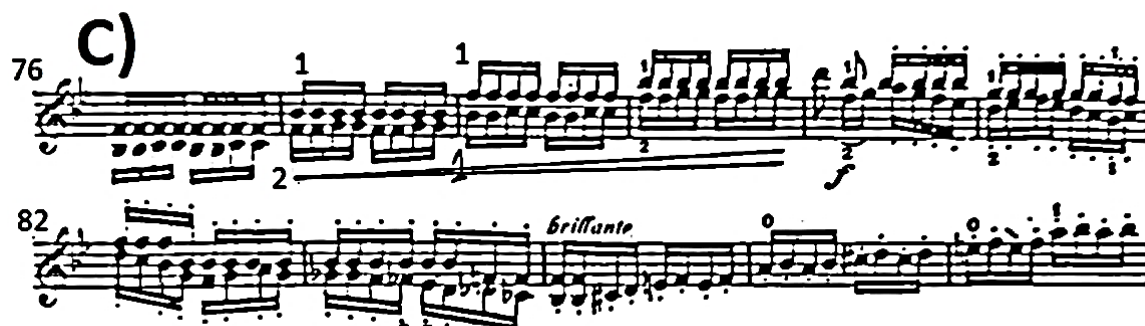


Figura 7.23 - Secção C) F. Kreisler; Tambourin Chinois, op.3, compassos 76-86

7.1.7 HEINRICH WILHELM ERNST - LAST ROSE OF SUMMER

Esta peça é a última dos seis estudos polifónicos para violino solo. (Ernst, 1865)

Sendo cada um destes estudos dedicados a um violinista de referência no tempo da escrita dos mesmos, este último foi dedicado a Bazzini. É uma peça baseada num tema popular irlandês, que é apresentado na integra depois de uma introdução bastante virtuosa e espetacular. O tema, no entanto, tem um carácter pueril e de grande intimidade. Seguidamente Ernst elabora variações sobre este tema, cada vez mais complicadas e tecnicamente exigentes. A primeira variação é em cordas dobradas, essencialmente em terceiras, ainda com um carácter *cantabile*, a segunda variação é executada em *spiccato* nas 4 cordas em *arpeggiato*, a terceira variação é bastante mais assertiva toda ela em acordes enérgicos, a variação seguinte é dividida em duas secções: a primeira, o tema é apresentado em *pizzicatos* de mão esquerda e a segunda em harmónicos simples enquanto acompanhado por arpejos rápidas tanto a subir com a descer que desenham a harmonia. O final é uma coda que inclui técnicas como harmónicos duplos, escalas em harmónicos, *staccato volante* e todo o tipo de cordas dobradas, num crescendo de tensão que culmina no final da peça.

Como esta obra é uma das obras mais exigentes do repertório violinístico, serão abordadas as passagens mais complexas e de execução de mão esquerda mais complicadas.

Como esta é a obra de maior exigência técnica apresentada neste projeto de investigação, a interpretação da mesma feita por mim é apresentada em vídeo por forma a servir como base de apoio e de esclarecimento para o que vamos analisar seguidamente.

ao lado do terceiro dedo, tocando um intervalo de quinta conjuntamente com este, algo pouco frequente na dedilhação violinística, mas que pela natureza do contraponto e característica da escrita, não nos deixa outra alternativa.

Como se percebe pela Figura 7.25, são especialmente os músculos interósseos dorsais, responsáveis por este movimento lateral de adução e abdução do segundo e terceiro dedo.

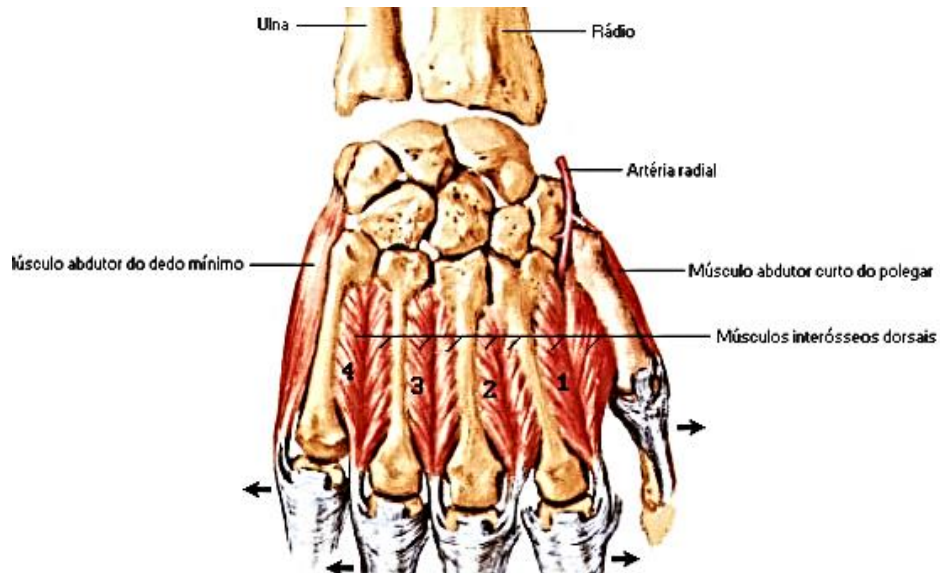
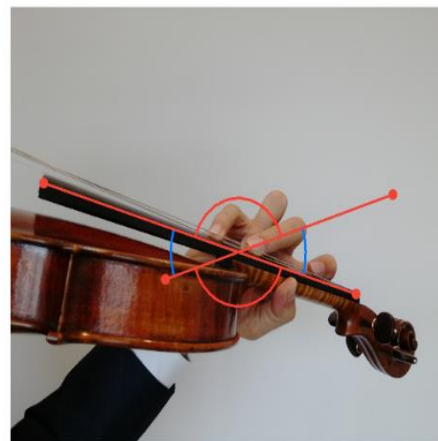


Figura 7.25 – Imagem mostrando os músculos interósseos adutores e abdutores da mão. (Netter, 2000)



a: 45.4°



b: 33.7°

Figura 7.26 - Duas imagens fotográficas relativas à secção A) a imagem da esquerda a) refere-se ao intervalo de 6ª maior onde a articulação metacarpofalângica realiza uma angulação de 45,4 °. A imagem da direita b) demonstra a forte abdução do segundo dedo (ângulo de ataque na corda 33,7 °)

A passagem na secção B) - Figura 7.27, aparece com alguma regularidade na primeira variação, pois representa o tema um pouco mais ornamentado, mas acompanhado de perto por uma outra voz na maioria das vezes à distância de terceira.

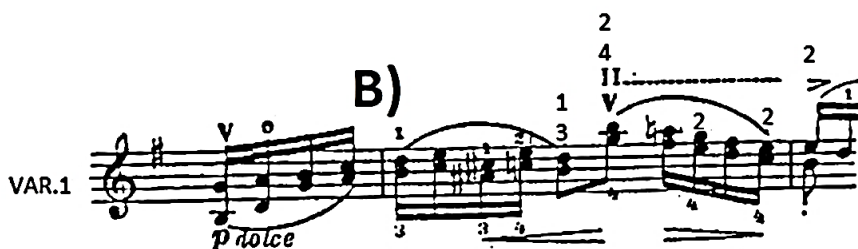


Figura 7.27 - Secção B) W. Ernst; Last rose of summer, Var.1 compassos 1 e 2.

A dificuldade desta passagem é que estas cordas dobradas, devem ser executadas a uma velocidade elevada, a maior parte das vezes em semicolcheias, o que torna a afinação um desafio. Começa com a mão numa posição regular na primeira posição. De seguida, esta desloca-se para a terceira posição logo no primeiro compasso e permanece até á terceira colcheia, já que a terceira - dó sustenido, lá sustenido - pode ser realizado com um pequeno movimento em extensão do punho, que mais não é do que uma *appoggiatura* inferior. Para que a afinação seja a mais precisa, é importante que, na subida de posição, nos certifiquemos que a angulação da mão é menor, por forma a corrigir naturalmente a diminuição intervalar. A quarta colcheia deste compasso exige um salto considerável na melodia e uma mudança de posição difícil tocando as terceiras si-sol e lá-fá seguidamente. Pelo mesmo raciocínio, é importante diminuir consideravelmente a angulação dos dedos em relação à escala do violino e como estas notas são tocadas na sétima posição, é fundamental supinar o antebraço, de forma a fazer uma rotação da mão, juntamente com uma trajetória ligeiramente ascendente, encurtando as distâncias entre os dedos.

A metade da quinta colcheia deste compasso realiza-se na quinta posição. Apesar da falange proximal do dedo indicador não estar em contacto com o braço do violino, a mão, de uma posição de supinação intensa, exerce uma ligeira pronação aproximando-se da posição regular. Contudo é importante que a trajetória seja descendente de forma a aproximar a articulação metacarpofalângica do braço do violino e assim aumentar proporcionalmente a distância intervalar em relação à posição em que estávamos anteriormente.

Seguindo a mesma trajetória descendente e de pronação do carpo/antebraço, voltamos na última nota deste compasso à posição em que nos encontrávamos no início do mesmo.

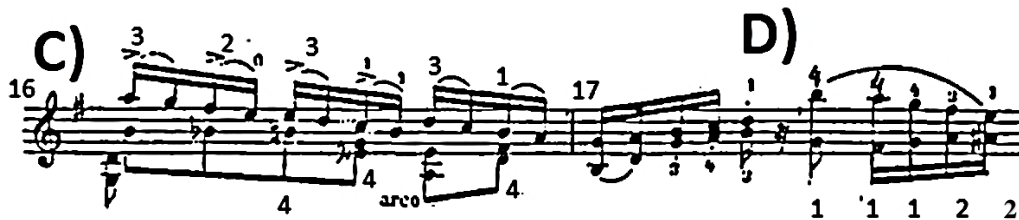
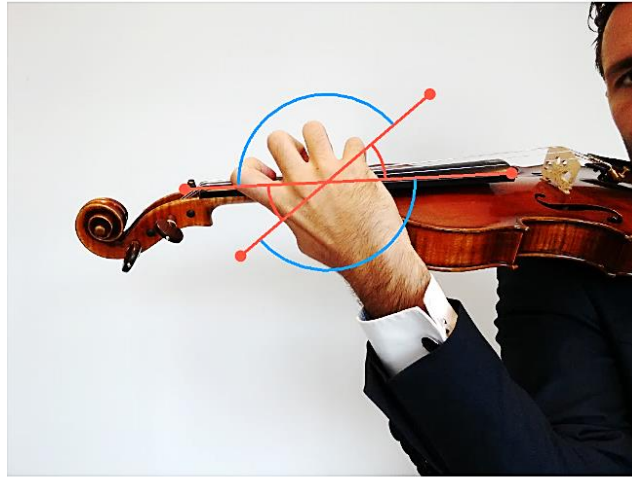


Figura 7.28 - Secções C) e D) W. Ernst; Last rose of summer, Var.1, compassos 16-17

A passagem que se apresenta na secção C) - Figura 7.28, pertence também à variação 1 no compasso 16.

A dificuldade desta passagem apresenta-se essencialmente na afinação da terceira e quarta colcheia deste mesmo compasso, porque existe uma mudança de corda nas cordas dobradas e uma abertura maior do que quarta perfeita entre os dedos indicador-mínimo.

Assim, da primeira para a segunda colcheia, como descemos meia posição, já que o primeiro dedo passa do si para o si bemol na corda lá, é importante executar uma maior angulação entre o braço do violino e a mão. Já na terceira colcheia na segunda posição, mas nas duas cordas imediatamente ao lado, corda lá e ré, basta subir um nível, para nível basal ré, aproximando a articulação metacarpofalângica da aresta superior do braço e diminuir a angulação. Na terceira e quarta colcheia do compasso 16 (secção C), como o intervalo exigido entre o primeiro e quarto dedo é de quarta aumentada - maior do que o regular - é importante angular mais a articulação metacarpofalângica em relação à aresta do braço do violino. (Figura 7.29) Como o quarto dedo fica na corda mais grave, é importante supinar ligeiramente o braço e aproximar, por intermédio dos músculos intrínsecos da mão, a articulação metacarpofalângica do dedo mínimo, do braço do violino.



a: 37.8°

2a posição 4a aumentada

Figura 7.29 – Imagem fotográfica relativa á 4ª colcheia do compasso 16, em que a mão tem de adquirir uma angulação de 37.8 ° para uma amplitude entre indicador e dedo mínimo de 4ª aumentada na segunda posição.

Na secção D) - Figura 7.28, esta passagem é especialmente desafiante pois passamos de uma posição de abertura digital regular na terceira colcheia, para depois de uma pequeníssima pausa de semicolcheia termos uma amplitude entre o primeiro e quarto dedo de décima maior.

Para a sua realização é fundamental aproveitar a pausa para baixar a mão tanto quanto possível, passando a tocar a aresta do braço do violino com articulação falange proximal-média. É também importante angular o máximo possível a mão em relação ao braço do violino. É relevante mencionar que o primeiro dedo, apesar da rápida mudança de posição relativa da mão em relação á escala do violino, mantém-se na mesma posição, mas na corda ré – nível basal ré.

A dificuldade da passagem agrava-se ainda mais, pois nas duas semicolcheias seguintes, passamos por uma abertura intermédia de sexta menor, com intervalo de décima menor (fa#3 lá4) para a terceira posição numa abertura regular.

Desta forma, desde a décima maior sol3-si4 até à oitava sol3-sol4, é importante a mão subir, aproximando a articulação metacarpofalângica do braço do violino e diminuir

fortemente a angulação da mão, até uma posição confortável para a terceira posição com o nível basal relativo à corda ré.

As três passagens seguintes reportam-se à segunda variação. É uma variação toda ela em acordes nas quatro cordas, com as notas separadas pelo arco em *spiccato* e em forma de *arpeggio*.

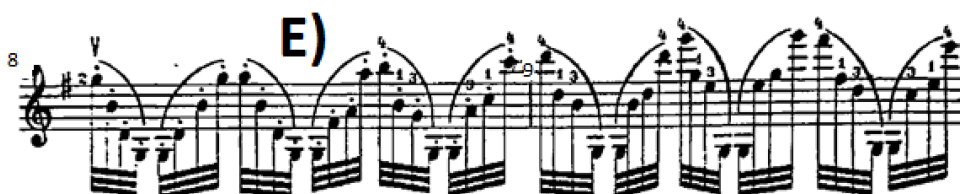


Figura 7.30 - Secção E) W. Ernst; Last rose of summer, Var.2, compassos 8-9.

A secção E) - Figura 7.30, representa uma dificuldade especial para a afinação, pois apresenta um nota pedal em todos os tempos, a corda sol, e aparecem mais duas notas em cada um dos tempos depois da letra E) que devem estar perfeitamente afinadas entre si, a oitava com 1º e 4º dedo na corda lá e mi, e mais uma terceira que é tocada com o terceiro dedo na corda ré. Apesar de os dedos serem os mesmos, os intervalos entre o terceiro e o quarto dedo variam, assim como as distâncias relativas entre os dedos, percorrendo várias posições ao longo na escala do violino. À velocidade que a passagem deve ser tocada, é extremamente difícil afinar nota a nota, dedo a dedo. Pelo contrário, é importante encontrar um mecanismo posicional na própria mão que controle a colocação e afinação dos dedos o mais naturalmente possível.

Assim, sugere-se que a secção E) comece na primeira posição e com uma angulação acentuada, própria da primeira posição. Uma colcheia antes do compasso nove estamos apenas meia posição acima da primeira posição, portanto a angulação da mão em relação ao violino, deve ser só ligeiramente mais fechada do que a posição anterior, contudo, o terceiro dedo deve avançar com uma forte adução da falange proximal de forma a ficar próximo do quarto dedo. No compasso nove a mão desloca-se um tom inteiro para cima, para a terceira posição e, portanto, comparativamente com a posição anterior, a angulação deve ser ainda mais reduzida. Assim sendo todos os dedos devem manter a sua posição, o que fará um ligeiro encurtamento dos espaços interdigitais. Na mudança para a terceira

colcheia, os dedos devem manter o mesmo padrão intervalar. De seguida, como existe uma mudança de posição bastante maior do que as anteriores, da terceira para a sexta posição com o primeiro dedo a deslocar-se uma quarta perfeita, é fundamental diminuir o espaçamento relativo entre os dedos pela subida na escala do violino, supinando a mão, pois esta tem de contornar o corpo do violino, e deslocando a mão em direção ao arco numa trajetória ascendente, por forma a subir a articulação metacarpofalângica em relação ao braço do violino. Deste modo os dedos irão prender as cordas bastante mais fletidos, o que fará com que o espaçamento interdigital seja menor. O movimento inverso deve ser executado nas duas últimas colcheias do compasso, onde se passa da sexta para a quinta e depois para a quarta posição.

Ainda na mesma variação, mas na casa da segunda vez - secção F), mais propriamente no compasso 12 como demonstrado na figura 7.31- aparece uma das maiores extensões entre o primeiro e quarto dedo. Se se prendesse os dedos na mesma corda resultaria um intervalo de sétima menor, intervalo extremamente raro entre os dedos indicador-mínimo, ainda que suavizado pelo facto de se realizar na quinta posição. De todo o modo passamos de um intervalo de quarta aumentada, na primeira e segunda colcheia deste compasso, para um intervalo de sétima menor na segunda colcheia. Como o dedo mínimo na maioria dos casos, não tem a capacidade de esticar uma distância tão grande, tem de haver uma preparação na posição da mão de forma a que este dedo se possa posicionar o mais naturalmente possível. É portanto fundamental que, imediatamente à colocação da mão na primeira colcheia, se antecipe o máximo possível o movimento do cotovelo em adução na direção do corpo, de forma a aumentar intensamente a angulação da mão em relação ao braço do violino, já que o primeiro e segundo dedo permanecem na corda durante o tempo de quatro colcheias. Do modo inverso deve-se proceder da segunda para a terceira colcheia, preparando ainda mais rapidamente o cotovelo no sentido inverso, já que tem apenas uma fusa para deslocar o quarto dedo do si para o sol.

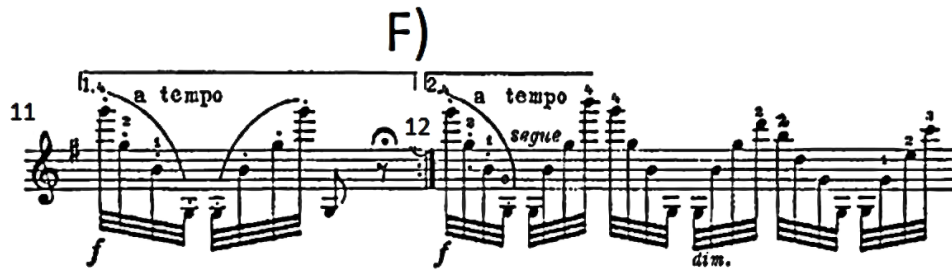


Figura 7.31 - Secção F) W. Ernst; Last rose of summer, Var.2, compassos 11 e 12.

Mesmo na secção final desta variação, apresenta-se a secção G) - Figura 7.32, compasso 17, de notável dificuldade técnica. A primeira colcheia é uma extensão primeiro-quarto dedo de quarta perfeita, uma posição regular. Contudo, a segunda colcheia apresenta uma extensão de sexta menor, portanto exercendo um intervalo de décima entre o ré na corda lá e o fá na corda mi. A terceira colcheia representa um intervalo entre o primeiro e o quarto dedo de décima maior. A quarta colcheia retorna ao intervalo de décima menor ficando por mais uma colcheia até que na sexta e última colcheia retorna à posição regular de quarta perfeita.

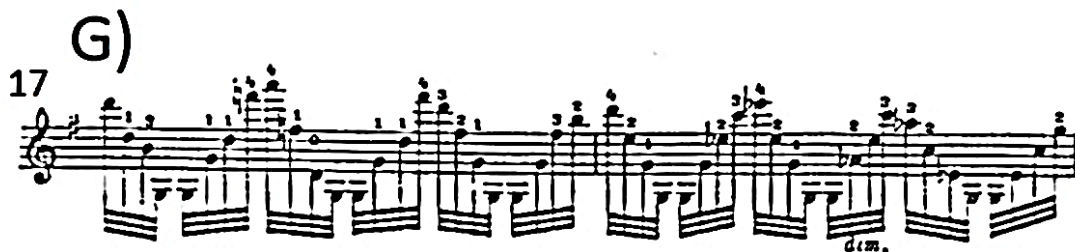


Figura 7.32 - Secção G) W. Ernst; Last rose of summer, Var.2, compasso 17

Quanto à posição e movimentação da mão em relação ao violino, sugere-se que a mão baixe consideravelmente o nível da articulação metacarpofalângica ainda na primeira colcheia e, como passa de uma distância intervalar indicador-mínimo, de quarta perfeita para sexta menor, propõe-se aumentar também a angulação da mão em relação à escala. Já durante a segunda colcheia é aconselhável preparar o acorde seguinte. Como se realiza na quinta posição, propõe-se supinar o braço de forma a poder contornar o corpo do violino, e como a relação intervalar aumenta de décima menor para décima maior é importante aumentar a angulação, já que a passagem para a quinta posição não facilita

uma trajetória descendente de forma a aumentar a distância intervalar através da altura da mão, mas antes através do aumento da angulação da mesma.

Logo depois da terceira colcheia, é importante retornar à posição imediatamente anterior, de décima menor na terceira posição e, portanto, sugere-se a pronação do antebraço com um movimento de abdução do antebraço de forma a diminuir a angulação da mão.

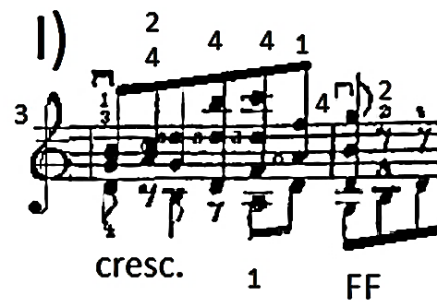


Figura 7.33 - Secção I) W. Ernst; Last rose of summer, Var.3, compassos 3-4.

A secção I) - Figura 7.33, acontece na variação 3 nos compassos 3 e 4, escrita em acordes simultâneos, não arpejado como na variação anterior. Apresenta uma dificuldade técnica acrescida pois a quinta colcheia deste compasso tem todos os dedos a prender as 4 cordas e com um intervalo de quarta aumentada entre o primeiro e quarto dedos. Usando os músculos interósseos de forma a esticar os dedos, poderá ser possível conseguir intervalos de um tom entre os dedos, no entanto, pode ser extenuante para a mão já que se precisa de dedilhar as cordas todas com grande pressão. Sugere-se, portanto, que se recorra ao posicionamento da mão para se conseguir uma execução mais ergonómica. Deste modo propõe-se que se aumente a angulação da mão para que se realize uma abertura intervalar maior na quinta colcheia (4ª aumentada) em relação à anterior (4ª perfeita), de uma forma mais eficiente.

A Figura 7.34 - Secção J), apresenta na última colcheia do compasso 7, uma amplitude entre primeiro quarto dedo de quinta perfeita. Desta forma é importante ter em consideração que a posição da mão deve ser de oitava dedilhada portanto, no nível basal da corda ré mas com maior distância da AMF do que na posição regular de quarta perfeita.



Figura 7.34 - Secção J) W. Ernst; Last rose of summer, Var.3, compassos 6-7.

A secção L) – Figura 7.35, acontece no compasso 8 da mesma variação, na segunda parte da mesma em especial na transição da terceira para a quarta colcheia. De forma a encurtar progressivamente a relação intervalar entre os dedos da primeira para a segunda posição, a angulação entre a articulação metacarpofalângica tende a diminuir, contudo como a distância relativa destes dedos é de quarta aumentada, é importante, na mudança de posição, aumentar a angulação da mão, trazendo o cotovelo em direção ao corpo. Porém, na passagem para o acorde seguinte, novamente na primeira posição, o cotovelo deve voltar à posição anterior e assim restabelecer a angulação que tinha antes.



Figura 7.35 - Secção L) W. Ernst; Last rose of summer, Var.3, compassos 7-8.

A passagem que se segue secção M) - Figura 7.36, é sem dúvida umas das mais exigentes de toda a obra, mais que não seja a nível muscular, pois durante cinco colcheias seguidas as quatro cordas são dedilhadas ao mesmo tempo e portanto pode-se dizer que é necessário cerca de quatro vezes mais força muscular pois a força que se teria de fazer para calcar uma corda tem de ser aproximadamente multiplicada por quatro, de forma a que se consiga um som limpo.



Figura 7.37 - Secção N) W. Ernst; Last rose of summer, Var.3, compassos 12-14.

Deste modo, da penúltima para a última colcheia do compasso 13, é importante aumentar consideravelmente a angulação da mão em relação ao braço do violino, assim como baixar a mão aproximando a articulação interfalângica da aresta do braço do violino.

Da primeira para a segunda semicolcheia é importante reposicionar a mão para uma maior amplitude entre quarto e primeiro dedo, desta forma sugere-se que a trajetória se faça descendente por forma a aumentar a angulação da mão com o cotovelo em direção ao corpo. Contudo, da terceira para a quarta semicolcheia do compasso 14, como se passa de uma décima maior para uma décima menor e se começa a ter necessidade de contornar o corpo do violino, é importante supinar o antebraço e executar uma trajetória claramente ascendente por forma a diminuir a distância intervalar entre os dedos extremos.

Esta trajetória continua em constante supinação e distanciamento em relação ao braço do violino, com exceção da quinta para a sexta semicolcheia deste compasso, que deverá acentuar ainda mais a supinação e executar uma trajetória descendente por forma a assegurar a transição de uma décima menor para uma décima maior.

A Secção O) pertence à variação 4 - Figura 7.38, apresenta o tema em pizzicato de mão esquerda ao mesmo tempo que executa arpejos rapidíssimos, ascendente e descendente. Da dificuldade óbvia que implica grande independência digital, já que um dos dedos tem de puxar a corda de forma a tocar *em pizzicato*, os restantes dedos devem apenas calca-la. O compasso 2 é especialmente desafiante, porque a uma grande velocidade de execução, na segunda posição e numa posição regular de quarta perfeita, temos de puxar a corda com o quarto dedo, à medida que executamos um arpejo ascendente em sol maior.

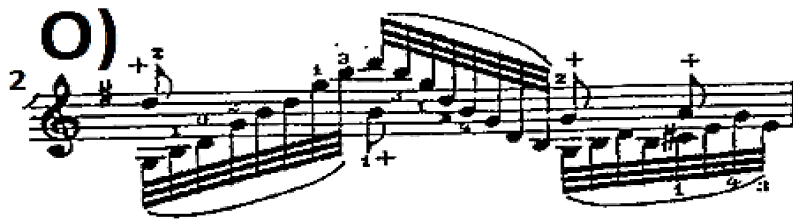


Figura 7.38 - Secção O) W. Ernst; Last rose of summer, Var.4, compasso 2.

Na segunda colcheia deste compasso é exigida uma abertura entre primeiro - quarto dedo de sexta menor, ou um intervalo de décima menor, em cordas contíguas, onde prendendo os dedos extremos, numa posição pouco confortável devido à sua abertura, temos de puxar a corda lá com o segundo dedo. É exequível com alguma naturalidade, se durante a segunda colcheia deste mesmo compasso o ponto de contacto do primeiro dedo com o braço do violino descer consideravelmente aproximando tanto quanto possível a articulação interfalângica (entre falange proximal e falange média) do mesmo. De forma a poder assegurar uma abertura intervalar dos dedos extremos sem forçadas abduções metacarpofalângicas, sugere-se um deslocamento célere do cotovelo na direção do corpo (supinação do antebraço) (Figura 7.39)



a: 25,6°

Corda lá 1ª posição 6ª menor

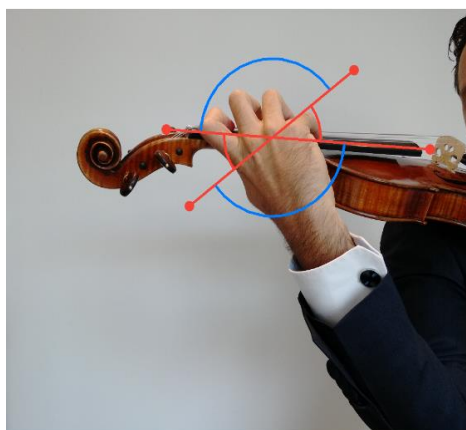
Figura 7.39 – Posição da mão na 1ª posição numa amplitude de 6ª menor entre indicador e dedo mínimo: 25,6° em relação ao braço do violino.

Na segunda metade desta mesma variação o tema é apresentado em harmónicos acompanhado igualmente por arpejos ascendentes e descendentes em fusas. A dificuldade desta passagem advém do facto de se os dedos não estiverem devidamente posicionados, o harmónico não soa, porque a grande maioria deles são harmónicos naturais.

Sendo assim, sugerimos começar a secção P) - Figura 7.40, com a posição da mão preparada de imediato para executar o intervalo de quinta perfeita exigida no compasso 8. Sugere-se a forma de oitava dedilhada em que o terceiro dedo se situa exatamente no mesmo sítio do 2º harmónico, apenas aflorando a corda, e o segundo dedo deve estar um pouco mais abduzido por forma a aflorar um sol (o 1º harmónico). (Figura 7.41)



Figura 7.40 - Secção P) W. Ernst; Last rose of summer, Var.4, compassos 7-8.



a: 41.1°

Corda lá 1ª posição - 5ª perfeita

Figura 7.41– Posição da mão para a secção P) na 1ª posição numa amplitude de 5ª perfeita entre indicador e dedo mínimo: 41,1 graus em relação ao braço do violino.

A secção S) – Figura 7.43, é uma escala descendente de sol maior em harmónicos.

A dificuldade apresentada é a distância precisa de quarta perfeita entre o primeiro e o quarto dedo, e terceiro dedo no caso de harmónico natural, de outro modo as notas não soarão. Acresce a isto os factos de que estas distâncias aumentam à medida que se afastam do cavalete, e também que deverá ser tocada à mais alta velocidade, em fusas. Poderíamos trabalhar estas variações intervalares entre o primeiro e quarto dedo abduzindo e aduzindo as falanges proximais de forma a termos as distâncias pretendidas. Contudo, em consonância com os resultados obtidos nesta pesquisa, é possível trabalhar com a posição relativa da mão em relação ao braço do violino. Desta forma, não teremos que trabalhar os músculos intrínsecos da mão e obtermos uma *performance* mais ergonómica.



Figura 7.43 - Secção S) W. Ernst; Last rose of summer, coda, compasso 7

Sugere-se então que se comece esta posição num nível mais baixo, pertencente a uma posição regular de intervalo de quarta perfeita que é o nível da corda mi e numa angulação correspondente à segunda posição.

Para a segunda nota da escala existe um pequeno aumento da angulação, mas como a deslocação é apenas de meio-tom, a distância entre os dedos aumenta, mas pouco.

Na terceira nota, com o terceiro dedo em harmónico natural, a mão deve subir para o nível basal da corda lá, aproximando a articulação metacarpofalângica da escala do violino.

Assim na quarta fusa estamos com um nível de mão mais alta e com uma inclinação menos acentuada, correspondente à terceira posição, o que faz com que os dedos tenham uma distância intervalar mais curta. Da quarta para a quinta nota, na segunda posição, existe uma distância de um tom, sugere-se que a diferença de angulação seja mais acentuada do que aquela da segunda para a primeira posição que é de meio tom - dó para si.

Do mesmo modo se procede para a passagem na corda ré e corda sol, alterando-se apenas o nível basal da mão. É importante ressaltar que os tons e meios tons encontram-se em locais diferentes: o meio tom fica da terceira para a segunda posição e a mudança de um tom, da segunda para a primeira posição. Aqui a velocidade maior de mudança de posição e de angulação fica, portanto da segunda para a primeira posição, resultando num maior aumento de angulação da mão em relação ao violino.

A secção T) - Figura 7.44, é um recurso técnico impressionante, já que se realiza uma escala em harmónicos, em dó maior de uma oitava ascendente e descendente, parecendo quase uma flauta, a uma velocidade rápida e sem realizar nenhuma mudança de posição.

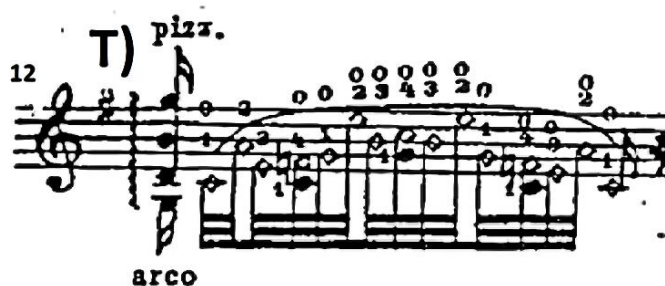


Figura 7.44 - Secção T) W. Ernst; Last rose of summer, coda , compasso 12.

Tecnicamente, e ao nível do movimento dos dedos não é algo de transcendente, é no entanto importante ter em consideração algumas questões:

Primeiro, o padrão dos dedos é o mesmo nas três cordas, isto é, o meio tom encontra-se do terceiro para o quarto dedo. Deste modo é importante aduzir a falange proximal do dedo anelar de forma a que este fique sempre posicionado para tocar perto do quarto dedo, sendo apenas necessário fleti-lo suavemente no momento certo, para aflorar a corda.

Segundo, é importante ter em consideração que a quarta fusa, a oitava fusa e a décima segunda fusa, o quarto dedo aflora a corda ao mesmo tempo que o primeiro dedo a prende.

Terceiro, é relevante considerar que para tocar harmónicos, os dedos têm de estar ligeiramente antecipados ao arco para este poder fazer soar melhor os mesmos. Assim sendo, é fundamental antecipar os dedos sempre que possível. Sugere-se que o primeiro e segundo dedos afluam ao mesmo tempo a corda para tocar a primeira e segunda fusa. Seguidamente, propor-se que a quarta quinta e sexta fusa sejam tocadas como um

acorde já que estão respetivamente na corda sol, ré e lá. O cuidado aqui deve estar no primeiro dedo, que deve prender a corda sol, mas aflorar lateralmente a corda ré.

O processo inverso deve acontecer a partir da nona fusa.

A última consideração é o facto de que, estando a tocar na maioria harmónicos naturais, é imprescindível que os dedos estejam posicionados no lugar mais preciso possível. Deste modo a posição da mão, na sua altura e angulação é determinante para que essas notas soem o mais limpas possíveis. De outra forma as notas, não soa. Por conseguinte sugere-se que se coloque a mão no nível basal da corda sol, de abertura intervalar regular de quarta perfeita. Também é importante considerar que a angulação da mão é uma correspondente a uma terceira posição, uma angulação menor do que uma primeira posição (Figura 7.45).

Contudo é importante ter sempre em consideração a mão de cada indivíduo e o comprimento da corda vibrante de cada instrumento, que podem variar consideravelmente.



a: 18.9°

Corda sol 3a posição - 4a perfeita

Figura 7.45 – Posição da mão na Secção T). Angulação da mão em 18.9 graus em relação à escala do violino.

As secções seguintes U) - Figura 7.46, e V) - Figura 7.47, são de grande dificuldade técnica em especial em V) porque acontece na terceira e na sexta posição, ao contrário de U) que deve ser executada na primeira e na terceira posição. Em U) e em V) a nota superior, sol e do respetivamente devem ficar presas o tempo todo à medida que uma voz inferior executa uma escala ascendente e descendente de uma oitava.

As primeiras três notas da escala, não apresentam um desafio especial. Porém a dificuldade acontece na mudança de posição.

É importante salientar que, se nas notas iniciais em U) o padrão de dedos é o segundo, com o meio tom do segundo dedo para o terceiro, em V) o padrão digital é o terceiro, com meio tom do terceiro para o quarto, ambas com uma abertura regular dos dedos extremos de quarta perfeita. Contudo tanto em U) como em V) após a mudança de posição, o padrão digital é de quarta aumentada até a penúltima nota da escala, e se contarmos com a última nota, então a distância entre dedos extremos é de quinta perfeita. Contando que o primeiro dedo fica preso na nota pedal da escala, o momento em que o quarto dedo estende a nota mais aguda, executa um uníssonos com o dedo primeiro.

Por esta razão sugere-se aumentar a angulação da mão antes da mudança de posição. Assim sendo, na altura da execução das três primeiras notas o antebraço deve aduzir, e supinar, mantendo o mesmo alinhamento com o carpo e assim preparar a mudança. Na altura da quarta nota, a angulação da mão em relação ao braço do violino deve ser consideravelmente maior do que quando se começou a execução da escala. Agora é importante referir a diferença do movimento entre U) e V).



Figura 7.46 - Secção U) W. Ernst; Last rose of summer, coda , compasso 20.

Como já foi mencionado anteriormente a secção U) executa-se na primeira posição e na terceira. Como não existe a necessidade de contornar o corpo do violino, é importante na mudança de posição realizar uma trajetória ligeiramente descendente. Como vimos anteriormente, quanto maior é a distância da articulação metacarpofalângica da aresta do violino, os dedos no momento da flexão e preensão da corda estarão mais afastados entre si, sendo isto que se pretende para a realização das restantes notas e do uníssonos na nota aguda.

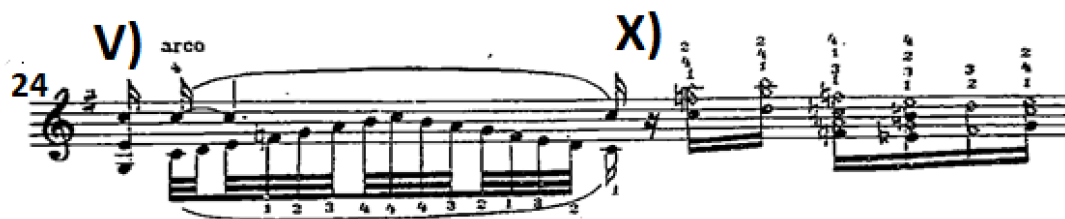


Figura 7.47 - Secções V) e X) W. Ernst; Last rose of summer, coda, compasso 24.

Contudo na secção V) - Figura 7.47, não será possível realizar uma trajetória descendente por causa do corpo do violino, já que como foi dito, se executa uma mudança de posição da terceira para a sétima posição.

Assim sendo, propõe-se aproveitar as primeiras três notas para supinar o antebraço tanto quanto possível, pois a realização do uníssono, com o quarto dedo na corda mais grave e o primeiro dedo na corda ré, obriga a uma intensa supinação do antebraço de modo a que a mão fique o mais paralela possível à escala e assim o quarto dedo não toque na corda ré, prendendo a corda sol o mais verticalmente possível.

Aqui sugerimos que para além desta supinação extrema se consiga uma forte angulação da articulação metacarpofalângica. Portanto, nas primeiras notas, propomos um deslocamento do braço ainda mais intenso em direção ao corpo do que em U).

Seguidamente tanto em U) como em V), e considerando que na nota aguda todos os dedos estão presos na corda, sugerimos o percurso do braço e da mão no sentido inverso. Como a pronação do antebraço fará com os dedos saiam lateralmente da corda, executam assim suaves *pizzicatos* de mão esquerda, aumentando articulação das notas, que é fundamental nesta escala de posições tão agudas e de execução tão exigente, numa corda de reação lenta.

A Secção X) - Figura 7.47, é uma passagem em harmónicos duplos. A dificuldade prende-se com a extensão intervalar, bastante variável entre os dedos extremos, o primeiro e quarto dedo. Sendo assim, começamos na segunda posição com posição regular de intervalo de quarta perfeita, a segunda nota apresenta a mesma abertura, mas na terceira posição, pelo que a angulação deve ser inferior por forma a diminuir proporcionalmente as distâncias intervalares. Outra das dificuldades encontra-se na passagem da segunda

para a terceira semicolcheia. Como se percebe, há uma mudança de cordas na execução destes harmônicos duplos, passando da corda lá e mi para as cordas ré e lá. Assim sendo e considerando que a abertura intervalar é de quarta perfeita, é importante a mão subir de nível basal da corda lá para a ré, aproximando a articulação metacarpofalângica do violino, conseguindo o nível de corda ré, mas, a mesma angulação que o primeiro harmônico.

Outra passagem complicada apresenta-se da terceira para a quarta semicolcheia, já que a abertura intervalar é por duas razões maior. Primeiro, porque a distância exigida entre o primeiro e quarto dedo é de quarta aumentada, e segundo, porque nos encontramos com o primeiro dedo no primeiro meio tom da escala, em mi bemol, onde os intervalos entre si são os maiores na escala do violino. Portanto, sugerimos um aumento considerável da angulação da mão em relação à escala do violino da nota anterior para esta, trazendo o cotovelo para o corpo do violino, em adução do antebraço.

Já da quarta para a quinta semicolcheia a mão poderá manter-se na mesma posição.

Da quinta para a sexta nota de harmônicos duplos, a mão deve continuar no mesmo nível basal de corda ré, mas diminuir a angulação, pois os intervalos entre si são menores, pois estamos na terceira posição.



Figura 7.48 - Secção Z) W. Ernst; Last rose of summer, coda, compasso 32.

Por fim a secção Z) - Figura 7.48, pertence ao penúltimo compasso de toda esta peça e representa a secção final da coda, que acaba assim de uma forma festiva e exuberante.

Sendo assim, estes acordes em três notas partem da primeira posição com uma angulação relativamente maior do que o terceiro e quarto acorde que se realizam na terceira posição. O quinto e sexto acorde são executados na sexta posição e por isso com o antebraço supinado e o pulso em flexão de forma a contornar o corpo do violino. Também aqui sugere-se que a trajetória do movimento da terceira para a sexta posição seja executada ascendentemente de forma a que os dedos na sua flexão, o façam num nível mais próximo

da palma da mão e assim consigam uma distância intervalar menor do que na posição anterior. Como a última colcheia deste compasso é uma décima menor, a mão, na transição para esta nota, deve descer em relação ao braço do violino e assim, aproximar a articulação metacarpofalângica do ponto do violino permitindo uma abertura considerável entre os dedos extremos, passando de quarta perfeita para sexta menor.

Por fim, o último acorde apresentado, como é uma décima maior, o antebraço deve supinar tanto quanto possível para contornar o violino, a mão deve descer ainda mais, de forma a que a flexão dos dedos se faça mais longe possível do ponto de flexão comum na palma da mão. Assim aumenta-se a angulação do braço em relação à escala, movendo-se também o cotovelo ainda mais na direção do corpo. Isto permitirá por si só, posicionando a mão de uma forma controlada e consciente, aumentar a distância intervalar entre os dedos extremos, conseguindo uma distância de sexta maior (numa corda) ou de décima maior (em cordas contíguas).

7.1.8 PIOTR I. TCHAIKOVSKY - VALSE-SCHERZO OP.34

A seguinte peça deste compositor espelha a alma russa na sua grandiosidade, exuberância, virtuosismo, mas também, plena de profunda introspeção, e interioridade dolente: a Valsa-scherzo em dó maior op.34 escrita em 1877.

O primeiro exemplar existente desta peça foi de Iosef Kotek, violinista e antigo aluno de composição de Tchaikovsky no Conservatório de Moscovo, a quem lhe foi dedicada. Contudo a sua primeira apresentação foi de um violinista polaco Stanisław Barcewicz a 20 de setembro de 1878 com a Orquestra Sinfónica Russa dirigida por Nikolay Rubinstein em Paris. Trata-se de um Allegro em forma de Rondo: A-B-A-C-A-Coda. A secção A é um tema de uma valsa requintada leve e livre, plena de jovialidade. A secção B invoca uma dança popular mais assertiva e rítmica, sendo o C uma zona de maior lirismo, em modo menor, invocando uma maior introspeção e tristeza. Antes do tema final em sol maior de expressivo sentimento vitorioso e feliz, apresenta-se uma cadência de grande dificuldade técnica, plena de harmónicos, acordes e cordas dobradas. A coda final parece fogo de artifício, em arpejos e escalas rapidíssimas, sempre plena de graciosidade e nobreza de expressão. Foi publicada pela primeira vez em 1878 por P. Jurgenson, num arranjo feito pelo próprio compositor para violino e piano. Pela sua preponderância, é uma peça que compõe o programa da maioria dos concursos internacionais de violino.

Uma das passagens tecnicamente desafiantes começa na secção A) no compasso 53 que é uma passagem em cordas dobradas, mais especificamente em terceiras e que alternam de posição frequentemente. Tal como se tinha sugerido no capítulo anterior, é possível controlar a distância intervalar até à quarta posição pela angulação da mão em relação ao braço do violino.



Figura 7.49 - Secção A) P. I. Tchaikovsky, Valse-Scherzo op. 34 compassos 47-59

Propõe-se então que a mão diminua a sua angulação no último tempo do compasso 53 e que, no retorno ao compasso 54, possa aumentar a sua angulação em relação à posição anterior, e assim por adiante. No compasso 57, sugere-se que a angulação nas últimas duas colcheias seja maior do que numa posição regular de segunda posição com distância intervalar de quarta perfeita, pois, para executar estas terceiras, os dedos têm de estar equidistantes e, portanto, com um intervalo entre dedos indicador-mínimo, de quarta aumentada.

Uma das passagens mais interessantes ao nível mecânico-funcional da mão esquerda encontra-se antes da secção lenta e imediatamente antes do longo trilo em sol agudo na corda mi. É uma passagem, à semelhança da apresentada anteriormente, com um cariz popular, que apesar de estar escrita em ternário, se sente em binário, especialmente porque a secção em cordas dobradas, intercaladas pelo sol em oitavas, se encontra de dois em dois tempos. Esta é uma secção final, uma coda de toda uma estrutura que se vai tensionando desde o início da peça antes de apresentar uma estrutura central bem diferente em *l'istesso tempo*, que por oposição é elegante, delicada e lírica. Como é uma passagem bastante rápida pelo carácter festivo, sugere-se que na secção B, durante a execução dos dois compassos, seja executada apenas numa posição, sem se recorrer a mudanças de posição. Propõe-se a seguinte dedilhação, que implica uma posição de mão bastante aberta, de sexta menor entre dedos extremos, a mesma das décimas menores (Figura 7.50).



Figura 7.50 - Secção B) P. I. Tchaikovsky, Valse-Scherzo op.34 compasso 47.

Apesar da transição ser difícil, ela traz bastantes vantagens: o segundo e terceiro dedo podem permanecer na corda, e o quarto e primeiro dedo funcionam simplesmente como *apoggiaturas*. Contudo a transição pode ser desafiante, já que se passa de uma posição regular com intervalo de quarta perfeita na terceira posição, para um intervalo bastante aberto de sexta menor e na primeira posição (Figura 7.51). Sugere-se que durante o compasso anterior a B) o cotovelo se desloque em direção ao corpo, numa forte adução do antebraço, para aumentar a angulação da mão em relação ao braço do violino, e que execute uma mudança de posição numa trajetória descendente, para afastar a articulação metacarpofalângica da aresta do ponto do violino.

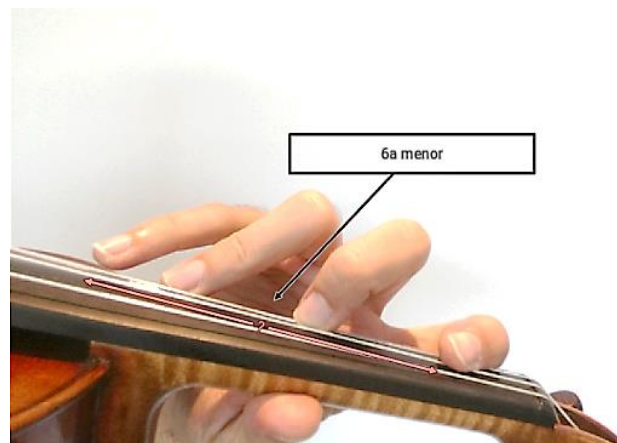


Figura 7.51 – Imagem fotográfica da posição da mão na secção B), em que a extensão entre dedo mínimo e indicador é de 6ª menor

A passagem apresentada em C) - Figura 7.52, pertence à secção central da cadência. A dedilhação e o padrão de dedos são exatamente semelhantes ao longo desta espetacular subida pelas cordas ré, lá é mi simultaneamente. É um acorde diminuto que se perpetua ao longo das várias posições. Como está descrito na partitura, deve ser tocada bastante

rápida - *vivace molto*. A mão desloca-se ao longo da escala de tom e meio em tom e meio. A afinação é bastante difícil de controlar nesta passagem por várias razões: primeiro porque este tom e meio, vai sendo cada vez mais diminuto em termos de distância métrica, também porque as sextas tem de estar absolutamente afinadas, sob pena de, a título de exemplo, um fá numa determinada posição não ser o mesmo numa outra; por outro lado percorremos em poucos segundos a escala quase toda do violino; por fim, como os espaçamentos entre os dedos que se mantêm presos na corda durante toda a subida, vão diminuindo proporcionalmente, e devido à velocidade elevada de execução, não há tempo para os ajustar individualmente.

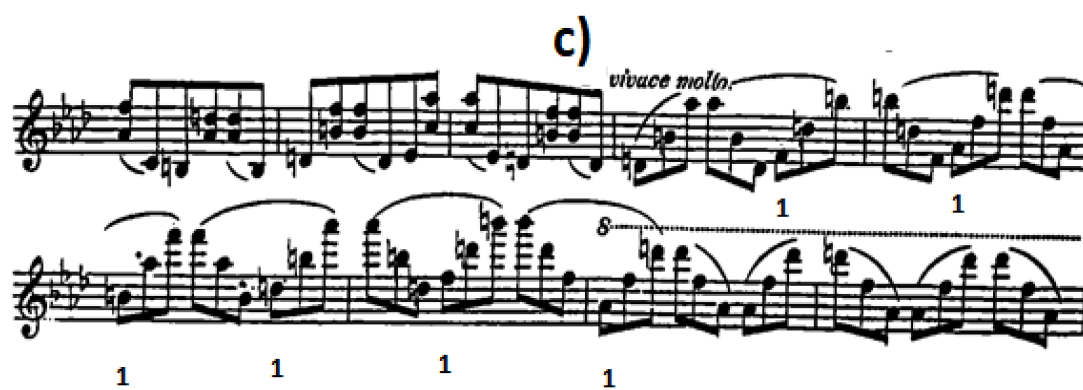


Figura 7.52 - Secção C) P. I. Tchaikovsky, Valse-Scherzo op.34.

Por estas razões, é fundamental encontrar uma trajetória da mão que controle a sua posição, que assegurará, mantendo os dedos fixos ao nível do plano frontal, a afinação dos mesmos nas diferentes posições. Propõe-se que se comece na secção C), com uma angulação correspondente a uma primeira posição. Até ao primeiro dedo na corda ré chegar ao lá bemol, onde a falange do dedo indicador continua em contacto com o braço do violino, a angulação deve diminuir. A partir deste ponto, o antebraço deve supinar, e o pulso fletir, e o antebraço aduzir, preparando o contorno do violino pela mão. Deve-se também ter em atenção a realização de uma trajetória ascendente, do lá bemol na quarta posição até ao lá bemol na 11ª posição – no nível basal ré - de forma a que os dedos possam diminuir os seus intervalos relativos entre si, sempre contornando o violino também numa trajetória circular.

A secção final, secção D, a mais intensa técnica e musicalmente, soa como um “fogo de artifício” de extravagância sonora e musical.

Esta secção é o tema inicial do violino, que representa uma escala, mas toda em oitavas dedilhadas. Sugere-se a dedilhação seguinte por forma a aproveitar os meios tons para a realização das mudanças de posição, já que o arco divide as notas em diferentes arcadas.

D) 2 3 3 3 4 3 3 4 4 2 3
0 1 1 1 2 1 1 2 2 0 1

3 4 3 4 3 4 4 4 1
1 2 1 2 1 2 2

Figura 7.53 - Secção D) P. I. Tchaikovsky, Valse-Scherzo op.34.

Toda esta passagem, que é executada na corda sol, sugere-se que seja realizada com um nível de mão mais baixo do que numa posição de quarta perfeita, para assegurar que a abertura intervalar é de quinta perfeita, intervalo respetivo das oitavas dedilhadas.

Cinco compassos depois de D) executa-se da mesma forma, mas na corda lá e mi, nível basal ré, até ao décimo compasso depois de D). Isto porque o compasso nono depois de D) apesar de ser tocado na corda mi, obriga a uma abertura entre dedos extremos de quinta perfeita.

Sugere-se que os últimos compassos apresentados na secção E) - Figura 7.54, sejam tocados também com o nível de mão mais baixo, portanto com a articulação da falange proximal e média mais próxima da escala do violino e com uma angulação mais acentuada do que na posição regular. É importante, para se posicionar a mão de forma natural, uma abertura de quinta perfeita representada pelo dó, primeiro dedo e o sol, quarto dedo. Isto evita que se tenha de reposicionar a mão ou abduzir o dedo mínimo sempre que se toque a nota aguda (Figura 7.55).

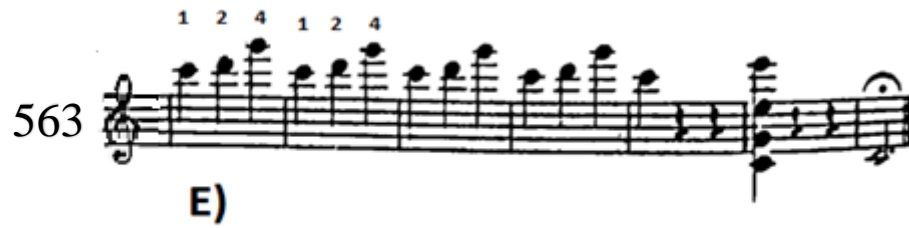


Figura 7.54 - Secção E) P. I. Tchaikovsky, Valse-Scherzo op.34 últimos 7 compassos 563 - 569



Figura 7.55 – Posicionamento da mão na execução da secção E)

7.1.9 CAMILLE SAINT- SAËNS - INTRODUÇÃO E RONDO CAPRICHOSO OP.28

Uma das obras centrais deste compositor é esta que apresentamos, um desafio para qualquer violinista. Porque para além da sua dificuldade técnica a vários níveis, a riqueza de caracteres, de cores, de diferentes texturas, a delicadeza e a exigência musical é do mais alto nível. Esta peça foi dedicada a um violinista que Saint-Saëns admirava muito, Pablo de Sarasate, pelo seu virtuosismo, mas também pela rapidez e leveza de execução.

A secção A) (Fig.7.56) pertence à introdução desta obra, com um carácter lírico e onírico, apoiado por um acompanhamento delicado em *pizzicatos*, o que subentende uma delicadeza feminina e até nostálgica. Ainda que seja uma introdução de carácter vocal, e alguns *portamentos* sejam permitidos, em A) julgo que não fique tão interessante tocar este arpejo com *glissandos* ou inclusivamente mudar para a corda mi, já que a nota que vem a seguir é um lá. Sugere-se então que a posição da mão seja de oitava dedilhada, de abertura de quinta perfeita.



Figura 7.56 - Secção A) C. Saint-Saëns, Introdução e rondo caprichoso op.34 compassos 47-59

Na secção B) - Figura 7.57, aparece uma secção semelhante aos dois compassos antecedentes, mas na oitava inferior, como é característico nesta peça, a apresentação de dois registos distintos, quase um duelo entre um carácter agudo e lírico, e outro mais grave e mais assertivo.



Figura 7.57 - Secção B) C.Saint-Saëns, Introdução e Rondo Caprichoso op.34 compassos 22-23

Esta secção B) - Figura 7.57, de registo grave, sugere-se a execução de toda esta secção na corda sol, e com o mínimo de portamentos possível, de forma a dar um carácter mais másculo e grave. É importante começar B) com uma abertura de dedos extemos de quinta perfeita, portanto com um nível da mão em relação ao braço do violino mais baixo, com a articulação metacarpofalângica mais afastada da aresta braço do violino. Já na quarta colcheia deste compasso como o primeiro dedo calca um sol suspenido e o quarto dedo um mi natural, a extensão é de sexta menor, portanto é importante baixar ainda mais a mão e aduzir o antebraço de forma a criar uma maior angulação entre a mão e braço do violino.

Propõe-se que se mantenha a mesma posição até à segunda colcheia do compasso seguinte, onde a posição do braço retorna àquela relativa à do início da passagem em B).

Na secção C) - Figura 7.58, pelos mesmos motivos da secção anterior, de forma a eliminar alguns portamentos que não tenham uma clara intenção musical, sugere-se que a mão adote a posição de oitava dedilhada, com abertura de quinta perfeita na primeira posição, mas posicionada mais em baixo, de forma que lhe permita sem grande esforço uma abertura intervalar maior do que a posição regular. No entanto na colcheia seguinte como a última nota é um si, oitava com o primeiro dedo, a mão volta a uma posição regular de quarta perfeita, subindo e assim aproximando a articulação metacarpofalângica do braço do violino.



Figura 7.58 - Secção C) C. Saint-Saëns, Introdução e Rondo Caprichoso op.34 compasso 27

A secção D) - Figura 7.59, é uma passagem em fusas que antecede a do Rondo Caprichoso. Nas duas últimas quatro fusas do compasso 29, a mão deve estar na terceira posição, mas com um nível ligeiramente mais baixo do que o nível regular de quarta perfeita, pois o intervalo entre o primeiro e quarto dedo é de quarta aumentada.

No início do compasso 30, as quatro primeiras fusas têm a mesma dedilhação, mas são realizadas na primeira posição, mas aqui com um padrão de dedos de meio tom entre o segundo e o terceiro dedo e uma distância intervalar de quarta perfeita. Apesar da trajetória ser ascendente para recuperar a altura relativa a esta abertura intervalar, é importante aumentar a angulação entre a articulação metacarpofalângica e o braço do violino pois as distâncias relativas entre os dedos são maiores na primeira posição do que na terceira.



Figura 7.59 - Secção D) C. Saint-Saëns, Introdução e Rondo Caprichoso op.34 compasso 29.

Na secção F) (Figura 7.60) todo este compasso tem a mesma dedilhação e padrões digitais que se repetem de tempo a tempo, mas começando na quarta posição e descendo até à primeira posição. Sugere-se que a mão comece na quarta posição com uma angulação bastante reduzida e à medida que se vai deslocando para a posição imediatamente anterior, se vá aumentando esta angulação. Assim, os dedos vão caindo com as distâncias proporcionalmente maiores entre eles, controlados pela angulação da mão.



Figura 7.60 - Secção F) C. Saint-Saëns, Introdução e Rondo Capriccioso op.34 compassos 274-276.

Na secção G) - Figura 7.62, aparece uma passagem que imita a orquestra em *tutti*, portanto o violino deverá soar afinado, seguro e forte. Por essa razão sugere-se uma posição de quinta perfeita numa posição de oitava dedilhada, de forma a tocar estas três notas em cordas diferentes o que aumenta a reverberação sonora da passagem. Aqui é importante uma supinação do antebraço de forma a posicionar o quarto dedo sobre a corda sol. Para os violinistas que apresentam maior dificuldade na supinação, muitas vezes relacionada com a postura do violino, ou pelo facto de se ter um dedo mínimo pequeno aconselha-se a aproximação do metacarpo deste dedo à escala do violino, tornando a AMF mais paralela à escala do violino, tencionando ligeiramente o músculo oponente do dedo mínimo que aproxima este dedo da corda pretendida. (Figura 7.61)



Figura 7.61 – Imagem do músculo do oponente do dedo mínimo

No compasso 284, o cotovelo deve deslocar-se rapidamente no sentido contrário do corpo, em abdução do antebraço, de modo a diminuir a distância intervalar entre o primeiro e quarto dedo, forçando o quarto dedo a descer um tom de mi para ré.

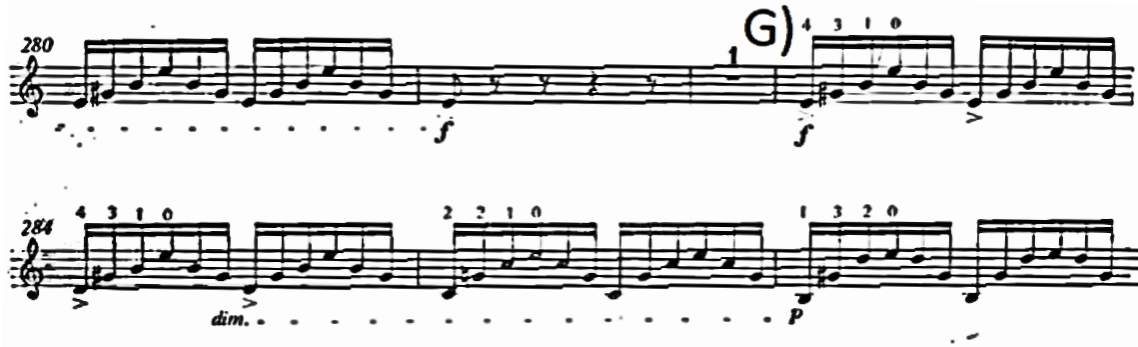


Figura 7.62 - Secção G) C. Saint-Saëns, Introdução e Rondo Caprichoso op.34 compassos 280-286.

A passagem seguinte secção H) - Figura 7.63, é especialmente difícil pelo facto de ser tocada em acordes de três notas, depois de uma passagem em semicolcheias muito rápidas que percorrem toda a escala do violino e depois de quase oito minutos seguidos de *performance* intensa. Em seguida, é pedido ao intérprete que execute esta passagem em fortíssimo, dinâmica rara na escrita de Saint-Saëns, o que implica uma grande energia tanto na mão esquerda como na mão direita e também ao nível emocional. É fundamental encontrar a posição o mais natural possível para a realização destes acordes que têm de ser afinados e sem possibilidade de correção pois são tocados também à velocidade de colcheias. O padrão de dedilhações é igual a partir de H) – Figura 7.63, 1-2-4 ; 2-2-3. É importante referir que o acorde 1-2-4 tem a particularidade de ter um espaçamento entre o primeiro e o quarto dedo de quarta diminuta.



Figura 7.63 - Secção H) C. Saint-Saëns, Introdução e Rondo Caprichoso op.34 compassos 302-305.

Se esta passagem for executada numa posição regular com espaçamento de quarta perfeita, o quarto dedo sempre que prender a corda mi terá de recorrer ao músculo interósseo entre o quarto e o quinto metacarpo, para poder aduzir a falange proximal do dedo mínimo. Como esta passagem já é muscularmente exigente por si, é importante preparar a posição da mão para diminuir os espaços interdigital e criar um espaçamento entre os dedos extremos de quarta diminuta. Propõe-se, pois, que toda esta passagem seja tocada com o nível da mão acima do nível regular, portanto com a articulação metacarpofalângica do dedo indicador mais próximo do braço do violino.

A passagem analisada em seguida é uma das passagens mais delicadas de toda esta obra. Está inserida na secção final em *presto* e que pela indicação na partitura deve ser tocada com o tempo a 120 isto é, seis semicolcheias em cada batimento.

A Secção I) (Figura 7.64) é uma passagem obrigatoriamente tocada em posições bastante elevadas, o que torna a afinação uma tarefa difícil.

Uma particularidade importante nesta passagem é a repetição das notas agudas, o si e o lá nos três tempos consequentes. O primeiro dedo na corda mi e terceiro dedo na corda lá, que formam uma terceira menor, vão descendo em cada tempo meio tom. Assim o intervalo entre os dedos extremos vai aumentando. Em I) o intervalo é de quarta perfeita, no tempo seguinte é de quarta aumentada e no segundo tempo do compasso seguinte de quinta perfeita. Aqui sugere-se que em cada tempo se vá aumentando a angulação do braço em relação ao violino, aduzindo o antebraço.



Figura 7.64 – Secção I) C. Saint-Saëns, Introdução e Rondo Capriccioso op.34 compassos 302-305.

7.1.10 FERNANDO LOPES-GRAÇA - PRELÚDIO E FUGA PARA VIOLINO SOLO

O Prelúdio e Fuga de Fernando Lopes Graça é uma obra de um compositor incontornável no panorama musical português da primeira metade do séc. XX.

Esta obra para violino solo revela influências das obras de Bach, até mesmo pelo título e pela característica de ter sido escrita para violino solo com uma componente harmónica bastante preponderante. As influências do seu amigo Bela Bartók são inevitáveis, até mesmo pela similitude de escrita que apresenta com a obra para violino solo deste e pelo seu carácter percussivo e a sua complexidade e arrojo harmónico. Esta obra foi composta em 1947 em Paris e tem uma duração aproximada de 10 minutos. Apresenta um andamento introdutório com melodias vanguardistas e bastante cromáticas, fórmula em que insistirá em alguns episódios modelantes no andamento seguinte. O tema da Fuga tem um carácter bastante assertivo e militar, apresentando o tema nas cordas soltas do violino, com diversas alterações de dinâmicas e de graus intervalares, e com interlúdios de uma virtuosidade e exigência técnicas notáveis, utilizando *pizzicatos* de mão esquerda, *pizzicatos* Bartók, cordas dobradas, sempre servindo um discurso de indignação, de militância inexaurível, instigadora e assustadora, possivelmente fruto do seu descontentamento e revolta pelo exílio político em França .

PRELUDIO

The image shows a musical score for the Preludio of Fernando Lopes Graça. It consists of two staves, A and B, with fingerings and dynamics indicated. Staff A has fingerings 1 3 4 3 1, 3 1 3 1, and 0 1 2 4 2 1. Staff B has fingerings 1 4 0 and 1 4. The score is written in a single system with two staves.

Figura 7.65 - Secções A) e B) F.Lopes Graça, Prelúdio e fuga para violino solo, prelúdio, compassos 1-10.

As passagens apresentadas na Figura 7.65 secções A) e B) que correspondem ao início do *prelúdio*, apresentam duas vozes distintas que se vão desenvolvendo, entrecruzando-se de diferentes formas. A secção A) aparece no primeiro compasso sob forma de arpejo ascendente e descendente, em intervalos que se vão alterando e ampliando, especialmente numa tessitura média. Contudo a segunda voz aparece no segundo compasso, mais grave geralmente de duas notas, mas onde o ritmo tem uma maior preponderância, tornando-se mais denso e com um intervalo maior entre estas, à medida que o discurso se vai intensificando como em B).

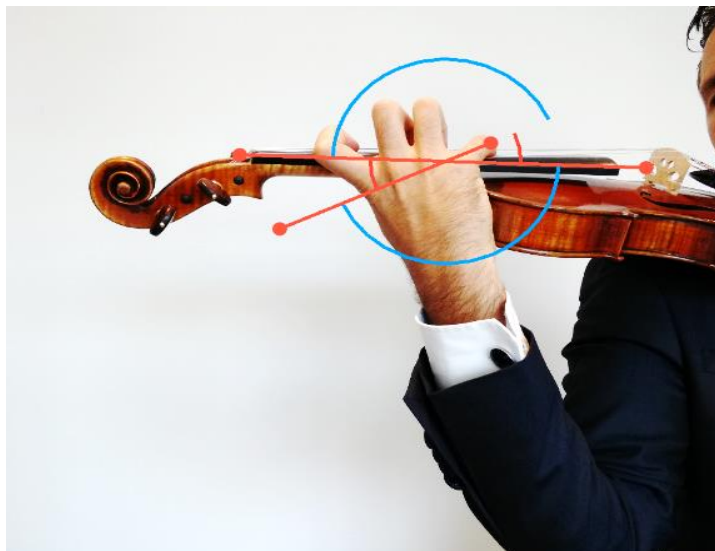
Por esta razão sugere-se que os compassos ímpares até ao compasso 7 sejam executados numa corda só para ter o mesmo timbre, delicado, contrastando com os compassos pares, até ao compasso oito, dando um carácter mais assertivo e sombrio por ser tocada na corda sol, a mais grave.

Assim propõe-se que o primeiro compasso seja tocado na corda ré, mas para isto a mão tem de ter uma amplitude de dedos indicador-mínimo, de sexta menor. Assim coloca-se a mão na segunda posição com o primeiro dedo no fá natural, ao nível basal da corda ré. Contudo a articulação metacarpofalângica deve estar bastante mais abaixo da aresta do braço do violino e com uma angulação mais acentuada do que seria de uma posição regular. (Figura 7.66)

Desta forma consegue-se no ponto de flexão dos dedos na corda, num plano mais distante do centro da palma da mão, o que permitirá uma abertura entre dedos maior, sem ter de recorrer a uma abdução dos dedos por meio dos músculos interósseos e lumbricais.

No compasso 1 e 3 o terceiro dedo toca o si bemol no compasso 5 o segundo dedo toca o lá bemol no compasso 7. A nota mais aguda o mi bemol é tocado por uma temporária mudança de posição para se conseguir atingir a nota com o quarto dedo.

Os compasso pares são tocados com uma posição de mão e abertura de mão regular.



a: 26.3°

Corda ré 2a posição - 6a menor

Figura 7.66 – Posicionamento da mão na secção A) distância de 6ª menor entre dedo mínimo e indicador na 2ª posição a: 26,3° de angulação entre articulação metacarpofalângica e escala do violino.

Na secção B) – Figura 7.65 propõe-se que as três primeiras notas sejam tocadas no nível basal ré, à semelhança do início, mas para tal a mão deve estar com uma posição mais baixa, pois aqui o intervalo entre primeiro e quarto dedo é de quinta perfeita.

Nas restantes notas deste compasso e no compasso seguinte, sugere-se que sejam tocados numa abertura intervalar entre dedos mínimo-indicador de quarta aumentada, como acontece entre o si bemol-mi ou no compasso seguinte lá bemol-ré. Aqui, a mão deve subir ligeiramente o seu nível relativamente ao compasso anterior, aproximando a articulação metacarpofalângica da aresta do braço do violino.

No início da fuga, a secção C) (Figura 7.67) aparece o tema em ré com proposta de execução na corda sol para se conseguir um carácter acentuado e deciso como o compositor escreve no cima da nota, e para criar grande contraste com o episódio seguinte, em cromatismos, mais lírico e difuso.

FUGA

C)

D) *trancuilo* *meno f.*

Figura 7.67 - Secções C) e D) F.Lopes Graça, Prelúdio e fuga para violino solo, Fuga, compassos 1-22.

A mão deve estar numa abertura de quinta perfeita e, portanto, num nível mais baixo do que a abertura regular de quarta perfeita. (Figura 7.68)



Figura 7.68 – Posicionamento da mão no início da Fuga na Secção C). Intervalo de 5º perfeita entre 1º e 4º dedo na corda sol.

A secção D) - Figura 7.67, começa uma zona de transição até que no fim aparece novamente o tema, em lá. É uma zona cromática com duas vezes a divergirem em sentidos

opostos. Percorre-se uma distância de meio tom entre as duas primeiras notas e no final do segundo tempo tem-se um intervalo de quarta perfeita. Propõe-se que a mão esteja na segunda posição e numa abertura regular. Contudo, tendo-se no segundo tempo do compasso uma abertura de quinta perfeita, é importante descer o nível basal da mão afastando a articulação metacarpofalangica da aresta do violino para que os dedos extremos possam ter uma maior amplitude. Acontece exatamente o mesmo no segundo compasso depois de D).



Figura 7.69 - Secção E) F. Lopes Graça, Prelúdio e fuga para violino solo, Fuga.

Uma passagem de relativa dificuldade técnica aparece na secção E) - Figura 7.69, no segundo tempo do compasso. Na partitura está escrito um ré na voz aguda durante um tempo inteiro, e em seguida um dó sustenido durante todo o segundo tempo, que se resolve no compasso seguinte, num dó natural. No primeiro tempo, não parece haver dificuldade de execução na terceira posição, mas no segundo tempo, o dó sustenido requer execução na corda lá enquanto o mi, o sol sustenido e o si devem ser executados na corda análoga, na corda ré. Para isto, deve usar-se uma amplitude entre primeiro e quarto dedo, de quinta perfeita, acrescentando ainda o facto de na primeira posição a mão estar mais angulada do que na terceira posição.

As passagens seguintes, secções F) e G) - Figura 7.70, fazem parte da secção final. A dificuldade prende-se exatamente com a amplitude requerida entre o indicador e dedo mínimo. Enquanto na secção F) no segundo tempo, o primeiro dedo prende um si na corda sol, o quarto dedo terá de tocar um dó sustenido, uma oitava acima. Sugere-se adotar a forma e posição da mão das oitavas dedilhadas o que permite uma nona maior, em cordas análogas, ou quinta perfeita na mesma corda. Na secção G), no segundo tempo deste

compasso o intervalo é de 10ª menor na última colcheia si bemol - dó sustenido. Aqui, sugere-se que o cotovelo se desloque para o corpo, dando assim uma angulação ainda maior à mão em relação ao braço do violino e com um nível ainda mais baixo da mão em relação a F) que permitia apenas uma abertura de nona maior.



Figura 7.70 - Secções F) e G) F. Lopes Graça, Prelúdio e fuga para violino solo, Fuga.

7.1.11 EURICO CARRAPATOSO - FANTASIA EM SOL PARA VIOLINO SOLO

A Fantasia em Sol, foi composta no final de julho 2006, encomendada pela Câmara Municipal de Torres Vedras. Os temas que são apresentados são reexpostos em diferentes dinâmicas e melismaticamente mais elaborados, sempre com um estilo antigo. O estilo de escrita, apesar de parecer simples tem um grau de dificuldade técnico considerável por todos os acordes de quintas e quartas que inclui, aliando-se a uma panóplia de ornamentos como em imitação de uma melodia antiga em estilo improvisatório. A dificuldade desta peça advém essencialmente do controlo de som nos acordes e nas melodias em cordas dobradas nas diversas dinâmicas. Tem uma escrita claramente neoclássica, de uma elegância, delicadeza e nobreza assinalável.

O grande desafio nesta peça, apesar de parecer algo bastante simples e sendo o resultado sonoro bastante despido, é o seu carácter onírico, até pueril, muitas vezes com um ideal de sonoridade sem vibrato. No violino, é especialmente difícil, porque toda a peça está escrita em acordes e cordas dobradas, antecipando-se à partida que se a afinação não for

a mais precisa, desde o início de cada nota, não se perceberão os diferenciais e a sonoridade sairá pobre e hesitante

Com base no presente estudo anatómico-funcional, percebe-se que se a posição da mão não for controlada, de cada vez que se tocar um acorde, terá que se movimentar lateralmente os dedos para se corrigir alguma desafinação. Este trabalho muscular dos dedos poder-se-á tornar imprevisível e incontrolável, já que o músculo não saberá quanto terá de ativar para aduzir ou abduzir para atacar a nota precisa com um posicionamento de mão variável.

Sugere-se que se controle o posicionamento da mão com precisão, em termos de altura e de angulação em relação à corda, atuando de forma relaxada e o mais natural possível, aumentando a ergonomia e a eficiência na precisão da afinação.

Fantasia em Sol para Violino Solo

Eurico Carrapatoso

lento, libero, ad lib.
(com uma nobreza antiga)

violino solo

Figura 7.71 - Secção A) E. Carrapatoso, Fantasia em Sol para violino solo, compassos 1-5.

Na secção A) (Figura 7.71) propõe-se que se coloque o 1º dedo na corda sol antes de se tocar com o arco na corda e de seguida é importante que se possa verificar a altura e angulação precisa da mão em relação à escala respetivamente ao nível basal da corda sol na terceira posição. Só de seguida colocaremos o segundo dedo baixando-o naturalmente sem aduzir ou abduzir, já que esta será a posição natural, que promoverá a queda relaxada e menos tensa dos dedos de forma afinada.

Durante o terceiro tempo do terceiro compasso, deve-se angular a articulação metacarpofalângica em relação ao ponto do violino, deslocando-se o antebraço em adução, criando uma angulação mais acentuada do que a terceira posição, pois está em preparação a primeira posição.



Figura 7.72 – Secção B) E.Carrapatoso, Fantasia em Sol para violino solo, compassos 32-36.

Na secção B) sugere-se a dedilhação apresentada na Figura 7.72. Em regra geral, deve-se antecipar a angulação da mão para a posição onde queremos ir, isto na posição pretendida onde nos encontramos. Assim no último tempo do compasso 32 o cotovelo deve deslocar-se para fora do corpo de forma a diminuir a angulação entre a mão e o braço do violino ficando quase paralelo ao mesmo. Assim prepara-se a quarta posição sugerida no compasso 33.

De modo semelhante se deve proceder até ao compasso 36. Mas, no compasso 36 a mão, do primeiro para o segundo tempo, deve deslocar-se para o nível basal da corda lá, na quinta posição, e no terceiro tempo para a sexta posição. Não é aconselhável mudar-se de nível basal, ainda que pudesse ser expectável pois o segundo tempo é tocado inteiramente na corda mi, contudo sugere-se que se toque o terceiro tempo novamente na corda lá.



Figura 7.73 – Secção C) E. Carrapatoso, Fantasia em Sol para violino solo, compassos 50-52.

Para terminar na secção C) - Figura 7.73, tal como o compositor sugere, deve-se conseguir um efeito de assobio. Tal como quando alguém assobia, existe uma maior possibilidade de inflexão melódica, de uso de diferentes cores, portamentos e diferentes dinâmicas. No compasso 51 está escrito harmónico em trémulo, com crescendo, o que sugere que esta nota sugira um ambiente misterioso, onírico e de uma dinâmica bastante piano, para dar margem de crescendo, criando um discurso mais interessante e variado. Sugere-se que na

última colcheia se execute um diminuendo forte, quase um pianíssimo súbito, preparando uma cor mais escura e com um ligeiro *portamento*, como que assobiando “para dentro” numa tonalidade interior.

Assim na dedilhação que se apresenta, propõe-se que seja tocada na corda lá, na quarta posição, e em *legato*, para que se possa perceber mais facilmente a mudança de posição, de cor e dinâmica. Sugere-se, portanto, que, durante a mudança de posição, se suba a mão para um nível basal superior, já que se muda da corda mi para a corda lá, devendo assim aproximar a articulação metacarpofalângica do ponto do violino, diminuindo também a angulação, uma vez que os espaçamentos na quarta posição são menores do que na primeira.

7.1.12 ÓSCAR DA SILVA - DIVERTIMENTO

A peça apresentada de seguida faz parte de uma suite para violino e piano op.8, um conjunto de quatro peças com os seguintes andamentos:

- 1- Saudade
- 2- Divertimento
- 3- Berceuse
- 4- Mazurca

A passagem na secção A) – Figura 7.74 é um tema popular tocado em duas cordas. No compasso 30 propõe-se que a posição da mão seja uma posição regular, com intervalo entre dedos extremos de quarta perfeita e com o nível basal da corda sol. Já no compasso 34 pede-se que se execute a passagem também na corda sol, mas na segunda posição e no compasso 36, na terceira posição, o que nos facilita o controlo da posição da mão sendo executado num mesmo nível basal.

No compasso 38 aparece o mesmo tema, com o mesmo carácter popular na corda ré e lá. Propõe-se para esta passagem que a mão baixe para o nível basal da corda ré, portanto afastando a articulação metacarpofalângica da aresta do ponto do violino. Deve-se, contudo, controlar bem a angulação desta articulação, pois deve ser maior do que no compasso anterior, na terceira posição.



Figura 7.74 – Secção A) Óscar da Silva, divertimento compassos 39-40.

A passagem na secção B) Figura 7.75 é semelhante à passagem da secção A) contudo é executada nas cordas imediatamente análogas, ré e lá. Sugere-se que o compasso 136 seja executado na corda ré e lá, mas deve-se baixar o nível basal da mão no compasso 144, para a corda lá, já que as cordas dobradas são tocadas na corda lá e mi - nível basal lá.



Figura 7.75 – Secção B) Óscar da Silva, divertimento; compassos 136-139;143-144.

8. CONCLUSÕES

Este projeto de investigação sobre a mecânica funcional da mão esquerda de um violinista teve várias motivações tanto ao nível da *performance*, como ao nível da saúde e bem-estar do instrumentista. Demonstrou-se a partir de uma revisão da bibliografia existente, a grande preponderância de riscos ergonómicos ao nível das lesões músculo-esqueléticas com elevada prevalência em violinistas e violetistas e a necessidade de utilização de uma técnica evoluída e consciente para a diminuição das mesmas.

Os violinistas e violetistas são os instrumentistas de orquestras mais propensos a lesões músculo-esqueléticas, em especial do membro superior esquerdo uma vez que este braço e mão são responsáveis por segurar e manter o instrumento ao nível do ombro, contrariando a força gravítica e a pressão que o arco exerce sobre as cordas. Ao mesmo tempo, os dedos tocam as cordas com o máximo de precisão, com elevada força de preensão, efetuam mudanças de posição e movimentos oscilatórios de vibrato, usam técnicas de cordas dobradas e aberturas intervalares de grande dificuldade e velocidade de execução. O instrumento por si, requer uma posição de grande assimetria, de forte rotação axial do corpo para o lado esquerdo. Se a técnica de execução do mesmo não for correta e consciente, o término da carreira performativa pode acontecer por dores agudas e lesões graves e persistentes.

Apesar de se terem desenvolvido métodos adaptados ao aumento das exigências técnicas do repertório violinístico, aumentou também a capacidade de descrever essas questões, como se percebe pelos tratados mais exaustivos existentes na literatura neste domínio. Mas nenhum destes métodos aborda a mão sobre o prisma da biomecânica e funcionalidade anatómico-funcional do membro superior esquerdo, adaptando-o às propriedades mecânicas do violino e aos diferentes desafios técnicos.

Uma das particularidades anatómicas que mais influenciaram este estudo foi o ponto de flexão comum dos dedos na zona média palmar, devido à ligeira rotação interna das articulações metacarpofalângicas, e devido ao formato específico deste tipo de articulação condilóide. Esta característica de funcionamento mecânico leva a que, sem a influência dos músculos adutores e abdutores das falanges proximais, os dedos se aproximem na flexão e se afastem na extensão.

Outra particularidade anatômico-funcional importante na análise dos resultados e no desenvolvimento da metodologia proposta, foi a capacidade proprioceptiva.

A resposta à questão central do estudo exigiu uma análise crítica e posterior escolha das técnicas experimentais a usar entre as disponíveis no LABIOMEP, para a caracterização experimental do funcionamento biomecânico da mão esquerda.

Depois da utilização de várias das técnicas disponíveis como a termografia, a eletromiografia, os sensores de pressão e antropometria, a que se mostrou adequada para obter melhores resultados foi a cinemática - com determinação de posição, angulação, velocidade e aceleração - através do sistema MoCap (Qualisys AB, Suécia) que opera a uma frequência de amostragem de 200 Hz. Captou-se o posicionamento de marcadores retrorrefletores nas articulações da mão, punho, antebraço esquerdo, cotovelo, violino e arco. Os dados experimentais obtidos foram analisados no software Visual 3D (C-Motion, EUA) para extrair parâmetros como flexões / extensões e ângulos de abdução / adução sobre o punho, dedo indicador e dedo mínimo, e a posição relativa da mão em relação ao braço do violino, assim como a frequência do movimento durante a fase executada a velocidade elevada.

Foram concebidos alguns exercícios básicos realizados por 12 violinistas. Verificou-se, no entanto, não ser fácil responder às diferenças posicionais e variáveis pedidas e em alguns casos a realização de algumas secções de maior dificuldade, dando origem a resultados com pouca reprodutibilidade. Percebeu-se que o autor, por dominar as variáveis e os parâmetros em questão, na execução dos exercícios conduzia a resultados mais consistentes. Optou-se assim por realizar este estudo com apenas um indivíduo.

Executaram-se exercícios para caracterizar o funcionamento da mão em diferentes cordas, e diferentes aberturas entre indicador e dedo mínimo. Os exercícios com aberturas intervalares de 4ª perfeita foram denominados de A, os de 5ª perfeita de B e os de 6ª menor, com maior amplitude, de C.

Os resultados demonstraram que a angulação e a altura da mão em relação ao braço do violino têm uma influência significativa na ergonomia e *performance* da técnica em avaliação. Um posicionamento adequado da mão, resulta numa maior velocidade de execução, maior articulação, maior ergonomia com um alinhamento articular mais natural, o que se traduz em menor tensão e relaxamento muscular, maior amplitude de movimentos assim como maior facilidade em obter uma afinação precisa no violino.

Os resultados obtidos permitiram prever que se poderá controlar a angulação e a altura da mão em relação à escala do violino de forma a conseguir-se o posicionamento mais eficiente para cada posição ao longo da escala no violino. Podem considerar-se 4 níveis basais na *performance* da mão esquerda, que correspondem às 4 cordas do violino. Para cada um destes níveis basais, a altura da mão deve variar consoante a abertura entre dedos extremos – indicador/mínimo, sendo de intervalos de 4ª 5ª ou 6ª numa corda, que corresponde às diferentes técnicas base em cordas dobradas de oitavas, oitavas dedilhada e décimas respetivamente. Verificou-se também que a forma mais ergonómica e mais eficiente de adaptação à diminuição progressiva intervalar na escala do violino, é diminuir ou aumentar a angulação da articulação metacarpofalângica da mão em relação ao braço do violino, diminuindo ou aumentando de forma o menos tensa possível, as distâncias entre os dedos, dentro de um mesmo nível basal. Construiu-se, assim, com base nos resultados experimentais obtidos, um modelo de funcionamento biomecânico de resposta às questões colocadas inicialmente, relativas às mudanças de cordas, às técnicas de diferentes amplitudes intervalares e às diferenças intervalares nas diversas posições no violino. Achou-se importante adaptar este modelo a um programa de elevada dificuldade de execução, propondo-se várias sugestões de posicionamento da mão esquerda.

Assim, esta última secção deste trabalho doutoral, pretendeu criar uma ponte entre a ciência e a arte, entre os números e a emoção, entre o que é palpável e mensurável e o que é do domínio intangível, idiossincrasia da realização musical.

Escolheu-se um programa central no repertório violinístico de considerável dificuldade técnica, de compositores importantes na história da música, e com diversos estilos musicais. Analisaram-se excertos de peças de Beethoven, Wieniavski, Kreisler, Sarasate, Ernst, Saint Saëns e Tchaikovsky, de diferentes espécies, como sonatas para violino e piano, obras virtuosas e de encores, obras para violino solo. Selecionaram-se obras mais expositivas e dançantes, outras mais intimistas e contemplativas, variando desde o período clássico ao período contemporâneo. Pretendeu-se também divulgar/apresentar compositores portugueses representativos do panorama composicional nacional e de diferentes gerações e naturezas de escrita composicional, como Óscar da Silva, Eurico Carrapatoso e Fernando Lopes-Graça.

A abordagem foi feita sempre em função da música, da sua *performance* e interpretação, sugerindo-se a execução técnica da mão esquerda à luz do modelo desenvolvido nas secções de maior desafio técnico.

Para reforçar a demonstração da eficiência técnica deste modelo anatômico-funcional da mão esquerda, gravaram-se as peças abordadas e analisadas no capítulo 7, algumas em suporte vídeo outras em suporte áudio.

É importante salientar que, tal como foi referido no final do capítulo 6, o modelo proposto, é um conjunto de normas ou sistemas mecânico-funcionais da mão esquerda, versátil. As regras/indicações propostas são transversais e flexíveis com a possibilidade de adaptação a todo o tipo de mãos/braços e indivíduos, quer sejam violinistas ou violetistas.

É relevante terminar apresentando algumas ideias sobre possíveis futuras pesquisas deixadas em aberto por esta investigação.

Em trabalhos futuros, será interessante a realização do mesmo tipo de exercícios propostos, noutras posições ao longo da escala do violino para uma análise complementar do funcionamento da mão, por exemplo constituindo tema de várias teses de mestrado.

Um dos caminhos potenciais a seguir é adaptar o modelo proposto à saúde e qualidade da carreira dos violinistas (e violetistas) de uma forma mais efetiva. A técnica desenvolvida levou a um maior relaxamento, menor tensão, e mostrou ser biomecanicamente mais ergonómica. A sua utilização resultará numa menor incidência de lesões, com repercussões positivas para uma carreira mais longa e mais estável no tempo.

Sugere-se que esta abordagem e consciência técnica sejam aplicadas à pedagogia e à iniciação da aprendizagem do instrumento, prevendo-se numerosos benefícios, não só os relacionados com a saúde citados anteriormente, mas igualmente a obtenção de resultados mais imediatos, menor tempo de estudo para resultados mais favoráveis e consistentes, uma evolução mais rápida, melhor articulação, afinação e consistência da mesma. Estes resultados podem traduzir-se em maior prazer no estudo e na *performance* do instrumento e níveis de motivação maiores ao longo do percurso musical.

Acredita-se que quanto mais cedo o violinista ou violetista tiver conhecimento destes princípios biomecânicos, mais facilmente poderá dominá-los, encontrando assim uma maior disponibilidade e predisposição para a expressividade musical e interpretação musical, com uma *performance* mais flexível, natural e ergonómica.

O autor acredita que este estudo constitui numa mais-valia para a comunidade violinística e violetística em geral, incluindo alunos e colegas de profissão, e que pode ser um contributo positivo para o avanço do conhecimento e da pedagogia e para se alcançar um maior prazer na transmissão do belo através da música.

BIBLIOGRAFIA

(s.d.). Obtido em 21 de Março de 2014, de <http://neurobonkers.com/wp-content/uploads/2010/07/3d-homunculus.png>

Ackermann, B., Adams, R., & Marshall, E. (2002). *The effect of scapula taping on electromyographic activity and musical performance in professional violinists. Aust J Physiother*, 48(3):197–203.

Adrian, M. e. (1995). *Biomechanics of Human Movement*. Boston: McGraw-Hill.

Amadio, A., & Duarte, E. M. (1996). *Fundamentos biomecânicos para análise do movimento*. São Paulo: Laboratório de Biomecânica/Efeusp.

Andrade, E. Q., & Fonseca, J. G. (2000). *Artista-atleta: reflexões sobre a utilização do corpo na performance dos instrumentos de cordas. Per mus*, 2:118-28.

Arney, K. M. (2006). *A comparison of the violin pedagogy of Auer, Flesch, and Galamian: improving accessibility and use through characterization and indexing*. Arlington, Texas: Texas University.

Auer, L. (1921). *Violin playing as I teach it*. New York: Dover Publications.

Auer, L. (1923). *My Long Life in Music*. New York: F. A. Stokes.

Baader, A., Kazennikov, O., & Wiesendanger, M. (2005). *Coordination of bowing and fingering in violin playing. Cognitive Brain Research*, 23(2-3), 436–443.

Baillot P. F., K. R. (1803). Méthode de violon, adopte par le Conservatoire. Paris: Magasin de Musique du Conservatoire.

Baillot, P. (1834). L'art du violon. Paris.

Bang, M. (1919). Maia Bang Violin Method, Part 1 by Leopold Auer. New York: Carl Fischer.

Barber, B. (2008). Fingerboard Geography for Violin, Volume 1. Van Nuys, CA: Alfred Publishing Company.

Baumann, W. (1995). Procedimentos para determinar as forças internas na biomecânica do ser humano -aspectos da carga e sobrecarga nas extremidades inferiores. Brasília: Congresso Brasileiro de biomecânica.

Bériot, C.-A. d. (1858). Méthode de violon, Op.102. London: Scott and Ca.

Bornoff, G. (1948). Finger patterns. New York: Carl Fisher, Inc.

Boyden, D. D. (1952). Introduction to Geminiani's The Art of Playing on the Violin. London: Oxford University Press.

Boyden, D. D. (1990). The History of Violin Playing From its Origins to 1761 and its Relationship to the Violin and Violin Music. New York: Oxford University Press.

Caldron, P., & Calabrese, L. H. (1986). A survey of musculoskeletal problems encountered in high level musicians. Med Probl Perform Art, 1:136-9.

Careri, E. (1995). Francesco Geminiani (1687-1762). New York: Oxford University Press.

Casella, A. e. (1965). *Tehnica Orchestrei Contemporanea*. București: Editura Muzicală a Uniunii Compozitorilor din R.P.R.

Caus, C. J. (2000). *www.ciencia.vanguardia.es*. Obtido em 14 de 01 de 2015, de *Las enfermedades laborales de los músicos: <http://www.ciencia.vanguardia.es/ciencia/portada/p511.html>*

Corette, M. (1738). *L'école d'Orphée, Méthode pour apprendre facilement à jouer du violon*. Paris.

Costa, C. (2003). *Quando tocar dói: análise ergonômica do trabalho de violetistas de orquestra*. Brasília: Universidade de Brasília UnB.

Courvoisier, K. (2006). *The Technique of violin playing: The Joachim Method*. New York: Dover Publications.

Dancla, J. C. (1980). *Elementary and Progressive Method for Violin op.52*. New York: G. Shirmer.

De Luca, C. (1993). *The use of Surface Electromyography in Biomechanics*. Watenweiler. Watenweiler Memorial Lecture. International Society for Biomechanics.

Eco, H. (1998). *Como se faz uma tese em ciências humanas (7ª ed.)*. Lisboa: Editorial Presença.

Ernst, H. W. (s.d.). *Six etudes pour e violon*. leipzig: Stich und Druck von C. G. Roder G.m.b.H.

Falck, G. (1688). *Idea Boni Cantoris*. nuremberg: Printed by Wolfgang Moritz Endter.

Fischer, S. (1988). *The Interface: Violin*. Em I. Winspur, & C. B. Wynn parry, *The musician's hand: A cinical guide (pp. 16-22)*. Lomdon: Martin Dunitz.

Fischer, S. (1997). *Basics: 300 exercises and practice routines for the violin*. New York: Edition peters.

Fishbein, Martin, Middlestadt, S. E., Ottati, V., Straus, s., & Alan, E. (1988). *Medical problems among IMSOM musicians: Overview of a National survey*. Champaign, Urbana: Illinois University press.

Fjellman-Wiklund, A., Grip, H., Andersson, H., Karlsson, J. S., & Sundelin, G. (2004). *EMG trapezius muscle activity pattern in string players: Part II—Influences of basic body awareness therapy on the violin playing technique*. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 33(4), 357-367.

Flesch, C. (1930). *The art of violin playing. Artistic realization & instruction*. New York: Carl Fisher, inc.

Flesch, C. (1939). *The art of violin playing, book 2*. New York: Carl Fischer.

Foletto, C. G. (2010). *Padrões de dedos: uma contribuição à técnica violinística aplicada a alunos do ensino superior*. Aveiro: Universidade de Aveiro - DECA.

Frank, A., & Muhlen, C. A. (2007). Frank, A. & Mühlen, C. A. (2007). *Queixas músculo-esqueléticas em músicos: prevalência e fatores de risco*. *Revista Brasileira de Reumatologia*, 47(3), 188-196.

Fry, H. (1986a). *Incidence of Overuse Syndrome in the Symphony Orchestra*. *Medical Problems of Performing Artists*, 1(2), 51-55.

Fry, H. J. (1986). Fry, H. J. (1986). *Incidence of overuse syndrome in the symphony orchestra*. *Med Probl Perform Art*, 1(2), 51-55.

Fry, H. J. (1986b). *Overuse syndrome of the upper limb in musicians*. *The Medical Journal of Australia*, 144(4), 182-183.

Fry, H. J. (1988). *The treatment of overuse syndrome in musicians. Results in 175 patients. Journal of the Royal Society of Medicine*, 81(10), 572-575.

Galamian, I. (1962). *Principles of violin: playing & teaching. Prentice-Hall.*

Galamian, I. (1966). *Contemporary Violin Technique. EUA: ECS. Publishing.*

Gardner, E., Gray, D., & Rahilly, R. O. (1978). *Anatomia, Estudo regional do corpo humano. Guanabara: Koogan.*

Geminiani, F. (1748). *Rules for Playing in a True Taste*

Geminiani, F. (1749). *A Treatise of Good Taste in the Art of Musick.*

Geminiani, F. (1751). *The art of playing on the violin. Oxford: Oxford Univ Pr.*

Geminiani, F. (1752). *Guida Armonica.*

Geminiani, F. (1754). *The Art of Accompaniament.*

Geminiani, F. (1760). *The Art of Playing the Guitar or Cittra.*

Gerle, R. (1983). *The Art of practising the violin. London: Stainer & Bell. London: Stainer & Bell.*

Gilland, T. (2001). *Finger positions for the violin. EUA: Melbay Publications.*

Goldberg, L. (1993). *The Art of the Violin by Pierre Marie François de Sales Baillot. Obtido em 26 de junho de 2015, de Music & Letters 74, no. 1: <http://www.jstor.org/stable/735208>.*

Großhauser, T., Großekathofer, U., & Hermann, T. (2010). *New Sensors and Pattern Recognition Techniques for String Instruments. proceedings of the 2010 Conference on New Interface for Musical Expression (NIME 2010)*. Sydney, Australia.

Halliwell, R. (1998). *The Mozart Family: Four Lives in a Social Context*. Oxford University Press.

Hebeneck, F. (1842). *Méthode Théorique et pratique de violon*. Paris.

Heming, M. J. (2004). *Occupational injuries suffered by classical musicians through overuse*. (Elsevier, Ed.) *Clinical Chiropractic*, 7(2), pp. 55-66.

Hoppmann, R., & Patrone, N. A. (1989). *A review of musculoskeletal problems in instrumental musicians*. *Semin Arthritis Rheum.*, 19:117-26.

Hrimaly, J. (1905). *Scale Studies for Violin: Violin Method*.

J., D. (1968). *Twenty-four etudes and caprices, Op. 35*. New York: International.

Jambe de Fer. (1556). *Epitome Musciale*. Paris.

Joaquim, J., & Moser, A. (1905). *Violin school, Violinschule*. Berlin: N. Simrock.

Jones, S. (2003). *The legacy of the stupendous Nicola Matteis : an exploration of his life, his works for the violin and his performing style*. York: PhD thesis, University of York.

Joubrel, I., Robineau, S., Pétrilli, S., & Gallien, P. (2001). *Musculoskeletal disorders in instrumental musicians: epidemiological study*. (PubMed, Ed.) *Annales de Readaptation et de Médecine Physique*, 44(2), pp. 72-80.

Kaneko, Y., Lianza, S., & Dawson, W. J. (2005). *Pain as an incapacitating factor in symphony orchestra musicians in Sao Paulo, Brazil. Medical Problems of Performing Artists*, 20(4), pp. 168-174.

Kendall, F. P., & McCreary, E. K. (1987). *Músculos - provas e funções*. Rio de Janeiro: Manole.

Kinoshita, H., & Obata, S. (2009). *Left hand finger force in violin playing: Tempo, loudness, and finger differences. Journal of the Acoustical Society American*, 126(1), 388–395.

Kosloski, G. W. (1977). *The teaching and influence of Leopold Auer*. EUA: Indiana University.

Kreutzer, R. (1796). *40 Estudos ou Caprichos*.

L'Abbe Le Fils, J. S. (1761). *Principles du violon*. Paris.

Lederman, R. j. (2002). *Neuromuscular and musculoskeletal problems in instrumental musicians. Muscle Nerve*, 27:549-61.

Lederman, R. J. (2003). *Neuromuscular and musculoskeletal problems in instrumental musicians. Muscle Nerve*, 27:549-61.

Lederman, R., & Calabrese, L. (1986). *Overuse syndromes in instrumentalists. Med Probl Perform Art*, 1:7-11.

Lenton, J. (1693). *The Gentleman's Diversion John Lenton and the first violin tuto*. London.

Linden, J., Johnson, R., & Rodgers, Y. (2010). *MusicJacket: The efficacy of real-time vibrotactile feedback for learning to play the violin*. Atlanta, Georgia, USA.

Liu, S., & Hayden, G. F. (2002;95:727-34.). *Maladies in musicians. South Medical Journal*, 95:727-34.

Magee, D. J. (2002). *Avaliação Musculoesquelética. São Paulo: Manole.*

Manchester, R. A., & Flieder, D. (1991). *Further observations on the epidemiology of hand injuries in music students. Med Probl Perform Art*, 6(1), 11-14.

Manuel G. Calvo, A. S. (1996). *Anxiety and heart rate under psychological stress: The effects of exercise . training, Anxiety, Stress, & Coping: An International Journal*, pp. 9:4, 321-337.

Marques, A. P. (2003). *Manual de goniometria. (2. E. Manole, Ed.) Barueri, São Paulo Brasil: Marques, Amélia Pasqual – Manual de goniometria – 2. Ed. Barueri, SP: Manole, 2003.*

Mazas, J. F. (1898). *Seventy-Five Melodious and Progressive Studies For the Violin. New York: G.Schirmer.*

Mccrary, J. M., HalakiI, M., & Sorkin, E. (2015). *Acute Warm-up Effects in Submaximal Athletes: An EMG Study of Skilled Violinists. Medicine and science in sports and exercise*, 48(2).

Médico. (MÈDICO pianista faz manual sobre tendinite. *Appolon Musagète: Periódico Musical, Curitiba, n°XV. P.19, 1996 de 1996*). *pianista faz manual sobre tendinite. Appolon Musagète: Periódico Musical, Curitiba, n°XV, 19.*

Mendelsohn, M. E., Overend, T. J., & Petrela, R. J. (Agosto de 2004). *Effect on rehabilitation on hip and knee proprioception in older adults after hip fracture. A pilot study. American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 83(8), 624-632.

- Menhuin, Y. (1973). L'art de jouer du violon. Paris: Buchet/Castel.*
- Merck, D. (1695). Compendium Musicae Instrumentalis Chelicae. Augsburg.*
- Molkhou, J. M. (2011). les grands violinistes du XXe siècle: tome1 de kreiser à kremer. Paris: Buchet, Castel.*
- Montclair. (1711). Methode facile pour apprendre a jouer du violon. Paris.*
- Moraes, G. F., & Papini, A. A. (2012). Desordens musculoesqueléticas em violinistas e violistas profissionais: revisão sistemática. Itabira, MG, Brasil: Universidade Federal de Itajubá Campus.*
- Mozart, L. (1756). Versuch einer grundlichen violinschule. Augsburg Austria.*
- Nascimento, L. C., & Oliveira, C. C. (2012). Efeito de quatro semanas de treinamento proprioceptivo no equilibrio ostural de idosos. isioterapia mov. Curitiba , 325-331.*
- Netter, F. H. (2000). Atlas de Anatomia Humana. Porto Alegre, Brasil: Artmed/ Novartis editora.*
- Nyman, T., Wiktorin, C., Mulder, M., & Johansson , Y. L. (2007). Work postures and neck-shoulder pain among orchestra musicians. Am J Ind Med., 50;370-6.*
- Obata, S., & Kinoshita, H. (2012). Chin force in violin playing. European journal of applied physiology, 112(6), 2085-2095.*
- Oliveira, C. F., & Vezza, F. G. (2010). saúde dos músicos: dor na prática profissional de músicos de orquestra no ABCD paulista. Revista Brasileira de Saúde Ocupacional, 35(121), pp. 33-40.*

Ostwald, P. F., & Baron, B. C. (1994). *Performing arts medicine*. *West Journal Medicine*, 160, 48-52.

Pezzarat, C. e. (1993). *eletromiografia. Fundamentação Fisiológica. Métodos de Recolha e Processamento. Aplicações Cinesiológicas*. Lisboa: Edições da Faculdade de motricidade humana da Universidade técnica de Lisboa.

Pignolet de Montéclair, M. (1711). *Méthode facile pour apprendre à jouer du violon. avec un abregé des principes de musique necessaires pour cet instrument [Método fácil para aprender a tocar violino com uma introdução dos princípios musicais necessários para este instrumento]*. Paris: Biblioteca Nacional.

Prellieur, P. (1731). *The Art of Playing on the Violin*. London: *The universal Musician*.

Press, J., & Levy, A. E. (1992). *Electromyographic analysis of muscular activity in the upper extremity generated by supporting a violin with and without a shoulder rest*. *Medical Problem Performing Art*, 7:103–9.

Primrose, W. (1970). *Technique is memory: A method for violin and viola players based on finger patterns*. London: Oxford University press.

Prinner, J. J. (1677). *Musicalischer Schlissel [Método para cordas]*. Alemanha.

Remenyi, D. (2017). *Dictionary of research concepts and issues (2nd edition ed.)*. UK: ACPIL.

Rode, P. (1822). *24 Caprices*. New York: International.

Sadie, S. (1980). *The new Grove dictionary of Music and musicians*. london: MacMillan publisher Limited.

SchradiECK, H. (1939). *School of Violin Technics*. Kalmus Edition.

Schueneman, B. R. (2002). *The French Violin School: Viotti, Rode, Kreutzer, Baillot, and Their Contemporaries*. (W. E. Studwell, Ed.) Kingsville, Texas: Lyre of Orpheus Press.

Schultheiss, M. (1614). *Syntagma musicum*. Brunswick-Wolfenbüttel.

Serranheira, F. M. (2007). *Lesões Músculo-Esqueléticas Ligadas ao Trabalho: que métodos de avaliação do risco? Lisboa: Universidade Nova de Lisboa*.

Serranheira, f., Sousa, A. U., & Lopes, M. F. (2008). *Lesões músculo esqueléticas e trabalho: Alguns métodos de avalliação de risco*. Lisboa: Escola Nacional de Saúde publica .

Ševčík, O. (1901). *Violin method op1; op4; op.6; op.7; op.8; op.9; op.11; op.12; op.13; op.14; op.15; op.22; op.23; op.24*. Berlin : Bosworth Edition. .

Simon, J. (2003 March). *The "stupendious" Nicola Matteis: an exploration of his life, his work for violin and his performing style*. PhD: University of York.

Sousa, L. F. (2010). *Lesões por esforço repetitivo em instrumentistas de cordas friccionadas*. Aveiro: Universidade de Aveiro.

Spohr, L. (1852). *Violin Method*. London: Editori Ricordi.

Spohr, L. (1904). *Metodo per violino [Método para violino]*. Milão, Itália: Ricordi.

Stechman, N. J., Almeida, C., & Bradasch, F. R. (2009). *Stechman Neto J, Almeida C, Bradasch ER, Ocorrência de sinais e sintomas de disfunção temporomandibular em músicos*. *Rev Soc Bras Fonoaudiol*, 14:362-6.

Steinmetz, A., Ridder, P. H., & Reichelt, A. (2006). *Craniomandibular dysfunction and violin playing*. *Medical Probleml Perform Art*, 21, 183-9.

Stokes, L. T., & Reid, K. (1999). *Three-dimensional motion analysis of upper limb movement in the bowing arm of string-playing musicians. Clinical Biomechanics, 14(6), pp. 426-433.*

Stowell, R. (1990). *Violin technique and performance practice in the late eighteenth and early nineteenth centuries. Cambridge: University Press.*

Stowell, R. (1992). *The Cambridge Companion to the Violin. Cambridge: Cambridge University Press.*

Stowell, R. (2001). *The early Violin and Viola. A practical guide. United Kingdom: Cambridge University Press.*

Szigeti, J. (1979). *Szigeti on the violin. New York: Dover publications Inc.*

Tramma, L. (2016). *Sfilio's method and the awareness of the violinist's left hand. Aveiro: Universidade de Aveiro.*

Trelha, S. C. (Dezembro de 2004). *Arte e saúde: frequência de sintomas músculo-esqueléticos em músicos da orquestra sinfônica da Universidade Estadual de Londrina. Semina: ciências biológicas e da Saúde, pp. 65-72.*

Tubiana, R., & Amadio, P. C. (2000). *Medical problems of the instrumentalist musician. London: Martin Dunitz.*

Ungureanu, R. (2010). *Bach: "Sei Solo á Violino". Novos caminhos interpretativos . Aveiro: Universidade de Aveiro - Departamento de Comunicação e Arte .*

Visentin P, L. S. (2015). *Unraveling mysteries of personal performance style;*

biomechanics of left-hand position changes (shifting) in violin performance. PeerJ3: e1299, 1-20.

Visentin P, S. G. (2008). *Informing music teaching and learning using movement analysis technology. International Journal of Music Education*, 26:73–87.

Visentin P, S. T. (2010). *A pilot study on the efficacy of line-of-sight gestural compensation while conducting music. Perceptual and Motor Skills.*, 110:647–653.

Visentin, P., & Shan, G. (2011). *Visentin, P., & Shan, G. (2011). Applications of EMG Pertaining to Music Performance-A Review. Arts BioMechanics*, 1(1), 15-32.

Wagner, I. (2015). *Producing Excellence: The making of virtuosos. New Jersey E.U.A: Rutgers University Press.*

Winspur, I., & Wynn Parry, C. B. (1997). *The musician's hand. (E. Volume, Ed.) Journal of Hand Surgery* , 22(4), 433-440.

Yeung, E., & Chan, W. (1990). *A survey of playing-related musculoskeletal problems among professional orchestral musicians in Hong Kong. Med Probl Perform Art*, 14:43-7.

Young, D. (2003). *Wireless sensor system for measurement of violin bowing parameters. Stockholm Music Acoustics Conference*, pp. 111-114.

Young, D. (2007). *Bowstroke database: a web-accessible archive of violin bowing data. Proceedings of the 7th international conference on New interfaces for musical expression (NIME-07)*, (pp. 352-357). New York USA.

Young, D. (Jan 2002a). *The Hyperbow: A Precision Violin Interface. Media Lab, MIT.*

Young, D. (May 2002b). *The Hyperbow Controller: Real-Time Dynamics Measurement of Violin Performance. Proceedings of the 2002 Conference on New Instruments for Musical Expression (NIME-02). Dublin Ireland, May 24-26.*

Young, D., & Deshmane, A. (2007). *Bowstroke database: a web-accessible archive of violin bowing data*. In *Proceedings of the 7th international conference on New interfaces for musical expression*, 352-357.

Zaza, C. &. (1997). *Musicians' playing-related muscle-skeletal disorders: an examination of risk factors*. *American journal of industrial medicine*, 32(3), 292-300.

Zaza, C. (1998). *Playing-related musculoskeletal disorders in musicians: systematic review of incidence and prevalence*. *Canadian Medical Association Journal*, 158(8), 1019-1025.

ANEXO 1

LEVELS AND ANGULATIONS OF THE LEFT HAND. A CONTRIBUTE TO VIOLINISTIC TECHNIQUE

LEVELS AND ANGULATIONS OF THE LEFT HAND A CONTRIBUTE TO VIOLINISTIC TECHNIC

Eliseu Silva (1), Christopher Bochmann (1), José Xavier (2,3), Pedro Fonseca (2,3), Rui Garganta (4)

1. Évora University, Portugal 2. INEGI - Institute of Science and Innovation in Mechanical and Industrial Engineering, Portugal.
3. LABIOMEPT Porto Biomechanics Laboratory, Portugal; 4. Faculty of Sport of the University of Porto, Portugal

INTRODUCTION

All violinists and violists face the difficulties of playing a nonsymmetrical instrument, which makes it quite easy to create wrong postures and technics. Many authors discuss different ways how to work on intonation as exercises or empiric opinions about possible problems. However these approaches aren't scientifically and anatomically based and don't suggest an ergonomic and mechanical understanding of the issue.

We are proposing a conceptual understanding and functioning of the left hand so it is possible to answer in a reasonable way how to control the positional structure of the hand without creating large palmar and muscle tensions.

METHODOLOGY

Reflective spheres were placed in the left hand joints, and their movement during violin play registered by a MoCap system (Qualisys AB, Sweden), allowing the tracking of the hand and arm related to the violin fingerboard. The violinists were asked to play a selected score using their usual playing technique (A1) and next to perform some adjustment on the way they hold the violin (A2).

In a first moment the score was played with a metronome set at 63 bpm, and next at their maximum playing speed. The resulting biomechanical model was analyzed in the Visual3D software (C-Motion, USA) in order to extract relevant parameters and metrics.

RESULTS

Qualitative and quantitative results were obtained. In terms of little finger flexion, the A2 technic showed a $28,0 \pm 3,0\%$ flexion frequency increase compared to that of A1. In terms of the fingers flexion, both the index finger and little finger presented smaller angles in the A2 technic, revealing a decrease of $8,3 \pm 2,9^\circ$ in the flexion of the index finger, and $10,0 \pm 24,7^\circ$ in the flexion of the little finger.

In terms of qualitative results, the violinists that integrated the study stated that aside an initial strangeness due to a new technic, this was more comfortable and gave less pains in the hand and wrist.



CONCLUSIONS

In a pedagogical point of view this research has the intention of achieving better results in less time of study due to the understanding of the biomechanical principles of the left hand performance functioning.

In a high performance point of view it will bring easier control of intonation, less tension, higher speed, accuracy and articulation of the fingers, a general sensation of freedom that will be translated in musical expression.

REFERENCES

Auer, Leopold. (1921) *Violin Playing-As I Teach It*. New York: Dover Publications | Bang, Mala (1919) *Mala Bang Violin Method, Part 1* | Barber, Barbara (2008) *Fingerboard Geography for Violin* | Fleisch, Carl (1939) *The Art of violin playing*. | Gerle, Robert (1983) *The Art of Practising the violin*. | Menuhin, Y (1986) *The Complete Violinist: Thoughts, Exercises, Reflections of an Itinerant Violinist*. | Spohr's, Louis (1852) *Grand Violin School*. | I.A.Kapandji (2007) *The Physiology of the Joints, Volume 1: The Upper Limb*.

ANEXO 2

THE MUSICIAN AS ENTREPRENEUR – MULTIDISCIPLINARY INNOVATION WITH PERFORMING VIOLINISTS – ACHIEVING A SUSTAINABLE COMPETITIVE ADVANTAGE VIA THE BIOMECHANICAL ENHANCEMENT OF THE LEFT HAND

**The 13th European Conference on Innovation and Entrepreneurship,
ECIE 2018, University of Aveiro, 20-21 September**

FULL REFERENCE:

Silva, E., Au-Yong-Oliveira, M., Fonseca, P., Garganta, R., Bochmann, C. (2018). The musician as entrepreneur – multidisciplinary innovation with performing violinists – achieving a sustainable competitive advantage via the biomechanical enhancement of the left hand. Proceedings of the 13th European Conference on Innovation and Entrepreneurship, ECIE 2018, University of Aveiro, 20-21 September. Costa, C., Au-Yong-Oliveira, M., Amorim, M. (Editors), pp.984-994.



Proceedings of the
13th European Conference on
Innovation and Entrepreneurship
University of Aveiro
Portugal
20-21 September 2018



Edited by
Professor Carlos Costa, Dr. Manuel Au-Yong-Oliveira
and Dr. Marlene Paula Castro Amorim
University of Aveiro, Portugal

A conference managed by ACPI, UK

acpi

The Musician as Entrepreneur – Multidisciplinary Innovation with Performing Violinists – Achieving a Sustainable Competitive Advantage via the Biomechanical Enhancement of the Left Hand

Eliseu Silva¹, Manuel Au-Yong-Oliveira², Pedro Fonseca³, Rui Garganta⁴ and Christopher Bochmann¹

¹University of Évora, Portugal

²GOVCOPP, University of Aveiro, Portugal

³LABIOMEPE: Porto Biomechanics Laboratory, Portugal

⁴University of Porto, Portugal

eliseu7silv@gmail.com

mao@ua.pt

pedro.labiomepe@fade.up.pt

ruigarg@fade.up.pt

bochmann@uevora.pt

Abstract: Musicians are entrepreneurs, despite a lack of specific literature treating them thus. Musicians take the risk of launching themselves as performers, often with very little to fall back on if it does not work out. Musicians are not accustomed to creating a business plan for their careers and, more generally, lack an understanding of business models and financial investments, as often the return for hours of individual practice is simply not cost-effective. Many musicians also have careers in teaching, juggling a mix of music-related activities to make ends meet. Music is a life of passion and not one where riches are expected to flow. Additionally, at a time when the pressure to perform well is increasing daily, due also to added competition, and with performing musicians starting their music studies and careers earlier and earlier, at ever more tender ages, the probability of suffering a severe injury during one's career is exceedingly high. This research intends to discuss a process of prolonging careers and minimizing injury, while also maximizing performance, by way of leveraging technology. Research is in fact lacking linking classical music to technology, and this study shows that a biomechanical approach can produce significant changes in the hand position over the violin. All violinists and violists face the difficulties of playing on a non-symmetrical instrument, which makes it quite easy to create wrong postures and techniques. Retroreflective markers were placed on the joints of the left hand, and their movement during violin play captured by a MoCap system (Qualisys AB, Sweden) operating at a sampling frequency of 200 Hz. A violinist was asked to play a score (A1) using his usual playing technique and next to perform the same score using the enhanced technique (A2). The resulting data was analysed in the Visual 3D software (C-Motion, USA) in order to extract relevant parameters and metrics. Very positive and encouraging results were captured. The enhanced technique seems to allow the violinist to play the same score with less tension in the hand, with greater amplitude of the fingers, and a more natural position with angulations closer to the natural ones, allowing to play faster and with smaller pattern deviation, and so with more precision.

Keywords: performance, injuries, violin, excellence, technique, music, scientific innovation

1. Introduction

Should musicians become experts at marketing their own work and product (Teixeira et al., 2018)? How many musicians actually become products with exponential valuations (Au-Yong-Oliveira et al., 2018)? What training on internationalization should musicians receive (Oliveira et al., 2012, 2013)? Should musicians solely focus on improving their product and their performances – practicing hours on end? This article is about the latter, rather than about teaching musicians basic business and marketing expertise.

This is not the first time that top performers in their chosen area have turned towards anatomical aspects of their professions and techniques in order to improve their performance and to explain positions of excellence.

For example, in golf, the late Ben Hogan, one of the all-time golfing greats, was a pioneer in linking certain anatomical movements to excellent golf swings. Movements such as pronation and supination, of the forearms, were words introduced into golfing language by Ben Hogan as Ben Hogan did a full analysis of the body, linked to golf. Hogan published the ground-breaking book entitled: *Ben Hogan's five lessons: The modern fundamentals of golf* (Hogan, 1957). In this book, there is one whole chapter dedicated to how a golfer should grip the golf club. In proportion to the whole length of the book (which only had five chapters, the last being a

Eliseu Silva et al

summary and review), this was very significant. Much as with this study, the concern is with the basics and the fundamentals. This study is also concerned with the placing of the left hand on the violin, much as Hogan (1957) dedicated much of his work to how to grip the golf club.

Only those who put tremendous effort into practice may reach a point whereby they are able to question certain modes of functioning which have been taken for granted for centuries.

Pianists, for example, are known to have injuries linked to excessive practice. Certain musical compositions have even been written for one hand only, so that pianists do not have to stop playing entirely. With the violin it is not possible to play with only one hand. Thus the importance of this research – to aid in increasing levels of performance, while diminishing the number of injuries incurred.

A single violinist participated in this study (the lead author) since the new technique under development was of his authorship, and therefore he was, at the time, the only expert available. The lead author of this study, an expert violinist, first played a score (A1) using his usual playing technique and then performed the same score using the enhanced technique (A2). The resulting data was analysed in the Visual 3D software (C-Motion, USA) in order to extract relevant parameters and metrics such as the flexions/extensions and abduction/adduction angles of the fifth finger (little finger), as well as the frequency of movement during the fast phase. The enhanced technique allows the violinist to play the same score with less extension and flexion of the fourth finger and at the same time promoting its adduction. This allows the finger to be kept at a more natural position, and by decreasing the abduction it releases some tension in the surrounding muscles.

This study is a small part of the doctoral research being undertaken by the lead author. It includes some of the major points raised by the research as well as some of the images used to portray and explain the anatomical issues involved. In the lead author's own words, during over twenty years of an intense and passionate career linked to the violin, a number of curiosities and queries have arisen, which have subsequently motivated analysis. As a student, then a performer, and later on as a teacher, several frailties linked to generalized problems of violinists and violists have been discovered. Time has been spent with students / violinists of all ages and in what may be considered an intense way. As a performer, and so from a more personal perspective, and having worked in several orchestras, done symphonic and opera programmes, performed recitals and solo performances with orchestras all over the world, the realisation is that there are several limitations on diverse levels, which have provided the motivation to seek more in-depth solutions, from a more scientific and provable perspective. Below, a set of problems and circumstances which originated this research project will be discussed.

One may well adopt the perspective that musicians are entrepreneurs, who depend on their talents, initiative and efforts to make a living in their chosen profession, as their own bosses – which will often benefit greatly from a passion for music, in its many forms. Being able to practice longer and while also avoiding injury is considered to be a major breakthrough in music and for the musician-entrepreneur. To analyse performance in a laboratory, as described herein, is also a form of innovation, so essential to the entrepreneurship process.

2. Literature review

2.1 Innovation

"Innovation enhances employment and society through its improvement of competitiveness" (Oliveira et al., 2008, p.353). Musicians as entrepreneurs also depend on innovation to achieve desired success rates. Innovation for performing artists is linked to how they convey their message and to novel ways of interpreting musical scores (their degree of passion, how they dress, how they move their bodies to capture the attention of audiences, among others).

Educational innovation is innovation (Au-Yong-Oliveira et al., 2015) pertaining to educational contexts (Moreira et al., 2017) and may be seen as innovative activities undertaken to improve the learning experience, including across national borders (Spyrtou et al., 2018). This research paper pertains to this category whereby the objective is to improve advanced performance learning of the violin following an innovative form of analysis using technology.

Eliseu Silva et al

The current research may also be named research pertaining to high performance work systems (HPWS), as discussed by Zhu et al. (2018), where an entrepreneurial orientation has a positive effect on the outcomes achieved, indeed as should occur in a teacher–student relationship.

We consider that the teacher and the quality of the learning experience may greatly contribute to the attainment of competitive advantage, by students. When students are competing at the international level as well as in other performances, as musicians, and aimed at the general public with an interest in high-performing artists and, in this case, classical music, their mentors, past and present will have had a tremendous effect on how well they are able to perform.

A sustainable competitive advantage will exist when a student may practice and study his or her instrument for a longer period of time without incurring an injury due to excessive practice and while maintaining exceptionally high levels of performance while doing so. This article shows how this may be possible.

2.2 Muscle Diseases in Musicians

Regardless of the instruments used, the left wrist is till the body zone most affected by musculoskeletal problems (Frank & Muhlen, 2007). Between the various groups of musicians studied, most studies point to string players as those with a higher prevalence of musculoskeletal problems. In addition, when comparing the two arms of violinists and violists, they also demonstrate that those groups have twice the prevalence of muscle disorders in the upper left limb compared to the upper right limb. This can be justified by the fact that the right-hand flexors do not have great mobility, only having the task of holding and controlling the movements of the bow.

Moraes & Papini (2012) argue that the great majority of musculoskeletal problems in violinists and violists stem from technical inaccuracies or muscular tensions that violinists develop in the performance of their instrument in a specific passage or in a more generalized approach. Both advocate that the amount of force, coordination, speed and fine motor control required in the daily performance of the instrument done for hours, added to a poorly conscious or even incorrect technique, can effectively lead to quite serious musculoskeletal problems that can result, in the last instance, in the termination of all such professional activity.

Work-related musculoskeletal disorders (WMSD) are common in the upper limbs and in the spine vertebrae associated to the various professions in which physical movements are very repetitive, such as the study and performance of string instruments (Sousa, 2010). One is able to enumerate a list of inflammatory and degenerative diseases, associated to repetitive movements, muscular overload and incorrect body posture that result in professional risk factors (Zaza, 1998).

2.3 Violin Methods

The entire literature regarding the violin, which includes methods, and other documents such as theses and literature on the performance of the instrument and its technique, is quite diverse and is based essentially on three different approaches. The first deals with purely technical aspects through a simple theoretical explanation of the various competences and how to develop them: placement of the violin, placing of the hand on the bow, operation of some types of bow strokes, vibrato and its development, improvement of the tuning and coordination, and issues such as left-hand functioning, vibrato, double stops, finger placement, thumb and others (Fischer, 1997).

The second type of approach deals with more meta-theoretical and generalist issues concerning the life of a violinist, his career as a recitalist, orchestra musician or soloist, psychological questions about performance and attitude on stage, such as studying and others.

As for the third type, it can be said that from this vast and diversified conceptual body of the violinist domain and property, there is a much more practical and musical literature, composed essentially of technical exercises and small musical excerpts. Most of the time, these examples and various exercises are accompanied by short technical explanations, points strictly essential to anticipate and take care of, and aim at the gradual development of a certain skill or technical difficulty.

Eliseu Silva et al

These are the technical aspects most recurrent in the approaches of these instrumental manuals, distributed mainly, in the different tasks and competences of the left hand:

- Tuning
- Change of position
- Position and action of the fingers on the string (pressure and speed)
- Arpeggio scales
- Fingerings
- Chords
- Double stops
- Finger patterns
- Ornaments, articulation, pizzicatos
- Harmonics
- Vibrato
- Independence and finger speed

The technical evolution and awareness of the various violin methods written throughout history has been increasing exponentially. This has led to increasingly virtuous and demanding compositions and technical issues. In turn, and in order to accompany and aid this compositional evolution (that translates into more complex violin techniques), the ability to describe its operation has also increased. Also, on the detailed functioning of the left hand, there are some authors who have approached the theme of "finger patterns" such as Gerle (1983), Primrose (1960) and Bang (1919) who explain in a schematic and rational way different combinations between the interval distances between fingers which facilitates the operational mechanic of the left hand.

None of these methods deal with the prism of the biomechanical and anatomical functionality of the left upper limb, adapting it to the mechanical properties of the violin and to the different technical challenges involved.

On the other hand, and from a scientific point of view, recently a lot of research has been done on instrumental performance and in the field of biomechanics. However, the existing studies focus primarily on electromyography and on the right upper limb. Studies on the left upper limb, which in violin performance is highly demanding along the dimensions of strength, precision, and biomechanical efficiency, are rather sparse.

2.4 Anatomy and specific properties of the left upper limb

The intrinsic muscles of the hand are mostly responsible for digital adduction and abduction. With these movements, which allow individuals to tighten the fingers holding a sheet of paper between them or to separate the fingers fully, the intrinsic muscles interlock the lumbricals and the abductor muscle of the little finger.

The muscles responsible for the flexion and extension of the digital phalanges have their origin in the arm and not the hand (Magee, 2002).

One of the most relevant anatomical-functional features of the hand to be considered for this study is digital movement. The intersection point of the metacarpals and phalanges, which results from the digital rotation at the moment of the flexion of the fingers, is shown by the condyloid joints (Gardner, Gray, & Rahilly, 1978). At the moment of the flexion of the fingers these touch in the center of the palmar zone.

2.5 Entrepreneurship

Entrepreneurship and economic growth and development are related, according to the literature (Velilla et al., 2018). An additional connection may be made between entrepreneurs and being one's own boss. "As Schumpeter (1934) said, innovation signifies entrepreneurship; and Drucker (1985) defended that innovation and entrepreneurship go hand-in-hand, all successful entrepreneurs are committed to systematically practicing innovation" (Oliveira et al., 2008, p.354). Herein, we see an example of a musician innovating.

Innovation, or pioneering in some aspect relevant to society, and putting it into practice, is an essential part of entrepreneurship. Musicians are entrepreneurs who depend upon themselves and on their ability to perform

Eliseu Silva et al

to be able to make a living. To be able to perform for as long a period as possible, without suffering injuries due to excessive practice, is an objective that this study seeks to promote.

Much as Mark Zuckerberg, the entrepreneurial co-founder of Facebook, who sought to bring a new mode of interacting and communicating to society, so do musicians also speak a global language understandable by all, whatever one's cultural background. Music speaks a universal language and needs no interpreter, as do images and videos posted on social networks such as Facebook and YouTube. Musicians attempt to give their own interpretations to often centuries-old creations, innovating once more; likewise, entrepreneurs in the technological world try to reinvent something which has been done for centuries by men and women around the world.

Musicians, though being self-employed, and thus entrepreneurial, do not pursue or otherwise receive training on how to run a business. All business activity is focused on improving the product – namely, their performance. Perhaps in the future we shall see musicians attending business and management courses, with the objective to be able to boost their careers further. Besides planning, one might foresee that such training may also involve how to choose a recording label, how to negotiate recording contracts, and how to develop relationships with music agents and other stakeholders in the music industry. Consumer segmentation and targeting may also be of use, as musicians seek out those most interested in their genre. A digital marketing competence may be deemed essential – as musicians seek to be heard by a larger audience over time and leveraging social networks in the process. To date, however, all training is, as mentioned above, mainly product-oriented, and this study follows a similar line of thought.

3. Methodology

The purpose of this research is to identify techniques that offer potential improvements in technique that may prolong careers and minimize injury. The method used was that of an experiment – and the 3D motion capture Qualysis was chosen (chosen over a number of others, a choice which took around one year), given its ability to measure in great detail the most sensitive variation of the position regarding angulation and height of the hand in relation to the scale of the violin, and to be able to analyze in a subtle form all the biomechanical functioning of the left hand. In addition, it allows to relate data and results of different parameters and in the three axes X Y Z that correspond to the three axes of the movement of the various joints that would be analyzed, as can be seen in the following image (image 1). The subject of the experiment was the lead author – due to availability and to convenience.

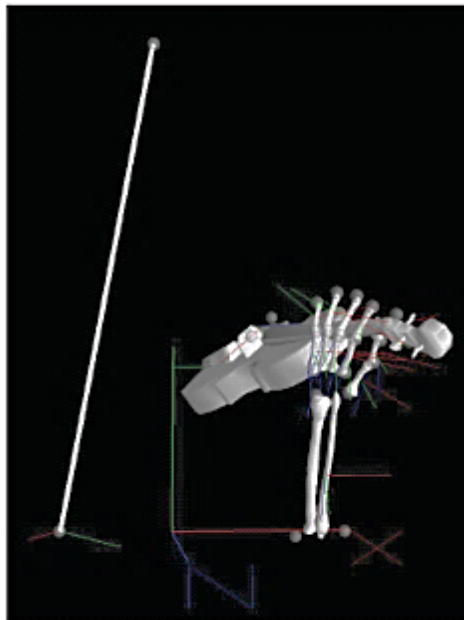


Image 1: Markers and vector system on the X, Y and Z axis (three dimensions)

Eliseu Silva et al

A set of very practical and intuitive exercises were determined in order to eliminate the repetition variable as a way to increase the type of preparation in the execution of the exercise. The main objectives were to:

1. Analyze the mechanical behavior of the hand, with different heights, on the same string, in relation to the point of contact with the violin arm, in the same position and with the fingers on a single string.
2. Understand the behavior of the fingers, hand and the wrist, with different angulations, in the same position.
3. Analyze and compare the position of the hand in the different possible interval openings between the index and little finger, taking into account the height and the angle of the hand in relation to the violin arm. Intervals can range between perfect 4th intervals, perfect 5th intervals, 6th minor intervals.

3.1 The Types of Exercises

These were:

3.1.1 A1E and A2E exercises



Eliseu Silva et al



Image 6: Left upper limb position 1

Image 6 shows the point of contact changed, on purpose, in exercises A1 and A2 (in images 2 to 3), above, between the line of the fingerboard and the proximal phalange of the index finger. This has to be done to play a certain string and in a certain way, to the level of excellence; the distance has to be exactly right, done purposefully.



Image 7: Left upper limb position 2

Image 7 shows a different point of contact (compared to image 6), between the fingerboard and proximal phalange. As it is the biomechanically most efficient position in the E string, the metacarpophalangeal joint articulation is more distant from the line of the fingerboard than in the upper image (image 6), in G string. This position may originate awkward and wrong positions of the left hand, fingers and wrist and is not easily attainable. Albeit, the correct position is very important, and if incorrect a number of lesions may result. With the methodology followed in this study the software showed that image 7 has the correct position to avoid lesions. Image 7 is the natural correct position. Incorrect positions lead to slower, less efficient playing, more prone to error, and less regular finger articulation (as shown by the standard deviation detected and captured by the specialized software); as well as a greater tension in the hand, as detected in this study.

Eliseu Silva et al

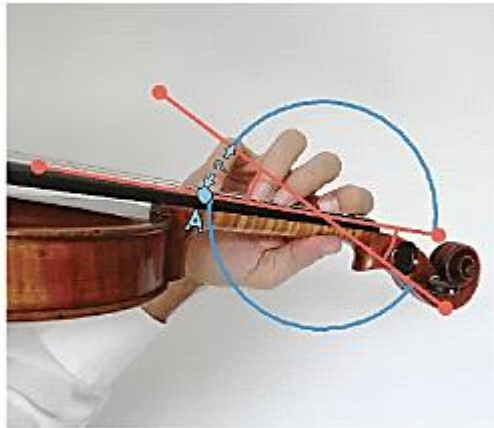


Image 8: Left upper limb position 3

Images 8 and 9 show the parameter studied in exercises B and C (images 4 and 5 above). As demonstrated, a different angulation between the metacarpophalangeal joint and the fingerboard, determines the position of the attack of the finger on the string, considering a natural and non-tense position of the hand. Of course, if one wants to attack point A (image 8) with a flat angulation of the metacarpophalangeal joint, one must tense the little finger to abduct as much as possible, to reach point A (image 9). As is shown in image 9, without finger tension and a flat angulation of the metacarpophalangeal joint and the fingerboard (the red lines, captured by the MoCap system – Qualisys AB, Sweden), the natural point of attack of the finger is point B, the wrong note, or the note not desired by the exercise.

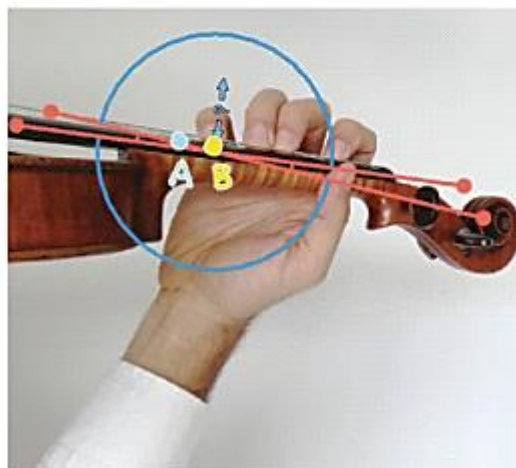


Image 9: Left upper limb position 4

5. Conclusion

Given that there are orchestras (including the famous Gulbenkian orchestra, in Portugal) with up to half of their musicians on sick leave, at any given moment in time, which represents a tremendous expense for the orchestras in question, this study could not come at a better time. In the intervals of some orchestra rehearsals (rehearsals which may go on for up to 7-8 hours at a time, for several days, before a major performance at a major venue), such as the Vienna Symphony Orchestra, there are certain group postural exercises aimed at the musicians (e.g. Pilates workouts, stretching exercises, posture exercises, and / or weight training). What our study is emphasizing is that the technique adopted – correct or incorrect – will have a very significant effect on the quality of the music produced as well as on the longevity of the musician-entrepreneur.

Eliseu Silva et al

All violinists and violists face the difficulties of playing on a non-symmetrical instrument, which makes it quite easy to create wrong techniques. Scientific research on the left hand is very sparse. The approach described herein is unconventional and scientifically and anatomically based.

A scientific methodology was developed, composed of some simple and repeatable note patterns, and this performance was analyzed in 3D by a MoCap system (Qualisys AB, Sweden) that operates at a sampling frequency of 200 Hz, capturing the positioning of retroreflective markers on the joints of the hand, wrist, left forearm, violin and bow.

The influence of the height and angulation of the hand in relation to the violin arm at different amplitude intervals was analyzed, at both regular and fast execution speeds.

The resulting data were analyzed using Visual 3D software (C-Motion, USA) to extract relevant parameters and metrics such as flexion / extension and abduction / adduction angles on the wrist, index finger and little finger, and the relative position of the hand to the violin arm, as well as the frequency of movement during the fast execution.

The enhanced technique seems to allow the violinist to play the same score with less tension in the hand, with greater amplitude of the fingers, and a more natural position with angulations closer to the natural ones, allowing to play faster and with smaller pattern deviation, and so with more precision.

This study thus deals with the biomechanics of the left limb; 3D motion analysis; MoCap Qualisys AB; angulation and level of the metacarpophalangeal joint; an application to a virtuoso program; and an anatomical functional model.

Much as with entrepreneurs, musicians cannot interrupt their playing and practice (equivalent to interrupting the sales and source of revenue of any regular enterprise) at any point in their careers, especially not for long periods. This article and study is part of a doctoral research project and seeks to give a view on what the research project involves. The end result aims to be the longevity and general good health of musicians – in this case, violin and viola players.

6. Suggestions for future research

The lead author has had significant contact with a number of elite performers during his career. Many top athletes, in Portugal, from sports as different as the martial arts, golf and soccer (football) complain that, after many years of practice, arduous training and competition, they have acquired lesions and injuries that affect their quality of life. Some are on medication, and are postponing having operations to have artificial bones put in (knees and hips, mainly). Others have already had operations – one Portuguese martial artist expert has two “new” artificial hips. World-renowned golfers Jack Nicklaus and Tom Watson have had new hips put in. The former had both hips replaced, the latter only one. Therefore, when a former President of the Portuguese Republic, when asked about what the secret to his longevity was, answered “Sport! I never did any!” this may not be surprising. What this article has discussed is a new technique to help avoid lesions when playing the violin at an advanced level. It would be interesting to interview sportspersons and musicians to ascertain just how much they were forewarned by their teachers about such health hazards and if they would have acted differently if they had had the chance. Furthermore, what do they think of a research program to help avoid lesions for violin players? Finally, more musicians need to be involved in the experiment described herein, in order to confirm the results obtained.

References

- Au-Yong-Oliveira, M., Costa, J.P., Gonçalves, R., Branco, F. (2018) The rise of the unicorn: shedding light on the creation of technological enterprises with exponential valuations. *Proceedings of the World Cist 2018*, 27-29 March, Naples, Italy. In: Rocha, A., Adell, H., Reis, L.P., Costanzo, S. (Editors), *Trends and Advances in Information Systems and Technologies*, Vol 1, pp 967-977. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, Vol 745. Springer.
- Au-Yong-Oliveira, M., Moutinho, R., Ferreira, J.J.P., Ramos, A.L. (2015) Present and future languages – How innovation has changed us. *Journal of Technology Management and Innovation*, Vol 10, Nº2, pp 166-182. DOI: 10.4067/S0718-27242015000200012
- Bang, M. (1919). *Maia Bang Violin Method, Part 1* by Leopold Auer. New York: Carl Fischer.
- Fischer, S. (1997). *Basics: 300 exercises and practice routines for the violin*. New York: Edition peters.

Eliseu Silva et al

- Frank, A., & Muhlen, C. A. (2007). Frank, A. & Mühlen, C. A. (2007). Queixas músculo-esqueléticas em músicos: prevalência e fatores de risco. *Revista Brasileira de Reumatologia*, 47(3): 188-196.
- Gardner, E., Gray, D., & Rahilly, R. O. (1978). *Anatomia, Estudo regional do corpo humano*. Guanabara: Koogan.
- Gerle, R. (1983). *The Art of practising the violin*. London: Stainer & Bell.
- Magee, D. J. (2002). *Avaliação Musculoesquelética*. São paulo: manole.
- Moraes, G. F., & Papini, A. A. (2012). *Desordens musculoesqueléticas em violinistas e violistas profissionais: revisão sistemática*. Itabira, MG, Brasil: Universidade Federal de Itajubá Campus.
- Moreira, F., Gonçalves, R., Martins, J., Branco, F., Au-Yong-Oliveira, M. (2017) Learning analytics as a core component for higher education disruption: Governance stakeholder. TEEM 2017, October 18-20. Cádiz, Spain.
- Oliveira M., Ferreira J.J.P., Barandas H. (2008) Innovation And Entrepreneurship: What Professors From Leading Universities Say? BASYS 2008 – 8th IFIP International Conference on Information Technology for Balanced Automation Systems – Hotel Ipanema, Porto - 23-25 June. In: Azevedo A. (eds) Innovation in Manufacturing Networks. IFIP – The International Federation for Information Processing, vol. 266, chapter 38. Springer, Boston, MA, pp. 353–362. DOI: https://doi.org/10.1007/978-0-387-09492-2_38
- Oliveira, M.A., Ferreira, J.J.P., Xavier, A., de Sousa, J.C.C.P., Meireles, G., Sousa, M., Tomperi, S., Torckeli, M., Salmi, P., Tolsma, A., Ye, Q., Tzmielak, D., van Geenhuizen, M. (2012) Spin-Up – Creating an entrepreneurship coaching and training program for university spin-offs. *Proceedings of the ECIE 2012 – Santarém, 20-21 September*, vol. 2, pp.530-538, Viva, C., e Lucas, F. (Eds.).
- Oliveira, M.A., Ferreira, J.J.P., Ye, Q., van Geenhuizen, M. (2013) Spin-Up: A Comprehensive Program Aimed to Accelerate University Spin-Off Growth. *Proceedings of the ECIE 2013, Brussels, Belgium, 19-20 September*, vol. 1, pp.34-44.
- Primrose, W. (1960). *Technique is memory: A method for violin and viola players based on finger patterns*. London: Oxford University press.
- Sousa, L. F. (2010). *Lesões por esforço repetitivo em instrumentistas de cordas friccionadas*. Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Spyrtou, A., Lavonen, J., Zoupidis, A., Loukomies, A., Pnevmatikos, D., Juuti, K., Kariotoglou, P. (2018) 'Transferring a Teaching Learning Sequence Between Two Different Educational Contexts: the Case of Greece and Finland'. *International Journal of Science and Mathematics Education*, vol. 16(3), 1 February, pp.443-463. DOI: 10.1007/s10763-016-9786-y
- Teixeira, S., Branco, F., Martins, J., Au-Yong-Oliveira, M., Moreira, F., Gonçalves, R., Pérez-Cota, M., Jorge, F. (2018) Main factors in the adoption of digital marketing in startups - An Online Focus Group Analysis. *The proceedings of the 13th Iberian Conference on Information Systems and technologies (CISTI 2018)*, Cáceres, Spain, June, pp.1-5.
- Velilla, J., Molina, J.A., Ortega, R. (2018). Why older workers become entrepreneurs? International evidence using fuzzy set methods. *The Journal of the Economics of Ageing*, vol.12, pp.88-95. <https://doi.org/10.1016/j.jeoa.2018.03.004>
- Zaza, C. (1998). Playing-related musculoskeletal disorders in musicians: systematic review of incidence and prevalence. *Canadian Medical Association Journal*, 1019-1025.
- Zhu, C., Liu, A., Chen, G. (2018) 'High performance work systems and corporate performance: the influence of entrepreneurial orientation and organizational learning'. *Frontiers of Business Research in China*, vol. 12(4), <https://doi.org/10.1186/s11782-018-0025-y>

ANEXO 3

A TECNOLOGIA AO SERVIÇO DA MÚSICA –
UM ESTUDO NO SENTIDO DE SE EVITAR
LESÕES MAXIMIZANDO-SE A PERFORMANCE

A tecnologia ao serviço da música – Um estudo no sentido de se evitar lesões e maximizando-se a *performance*

Eliseu Silva¹, Manuel Au-Yong-Oliveira², Pedro Fonseca³, Rui Garganta⁴, Christopher Bochmann¹

eliseu7silv@gmail.com, mao@ua.pt, pedro.labiomep@fade.up.pt, ruigarg@fade.up.pt, bochmann@uevora.pt

¹Music Department, University of Évora, Largo dos Colegiais 2, 7000 Évora, Portugal.

²GOVCOPP, Department of Economics, Management, Industrial Engineering and Tourism, University of Aveiro, Campus Universitário de Santiago, 3810-193 Aveiro, Portugal.

³LABIOMEPE - Porto Biomechanics Laboratory, Rua Dr. Plácido Costa, 91, 4200-450 Porto, Portugal.

⁴Faculty of Sports of the University of Porto, Rua Dr. Plácido Costa, 91, 4200-450 Porto, Portugal.

Pages: 349–362

Resumo: Todos os violinistas e violetistas enfrentam as dificuldades de tocar um instrumento não simétrico e pouco ergonómico, o que torna bastante fácil criar técnicas erradas. Foi elaborado uma metodologia científica, composta por alguns padrões de notas simples e repetíveis, e analisada a *performance* em 3D, por um sistema MoCap (Qualisys AB, Suécia) que opera a uma frequência de amostragem de 200 Hz, captando o posicionamento de marcadores retrorrefletores nas articulações da mão, punho, antebraço esquerdo, violino e arco. Os dados resultantes foram analisados no software Visual 3D (C-Motion, EUA) para extrair parâmetros e métricas relevantes. Com base neste estudo foi elaborado um modelo anatómico-funcional do posicionamento da mão esquerda, a divulgar brevemente. Com base na tecnologia, aqui discutida, apurou-se que a técnica certa leva a menos tensão e lesões, a uma melhor evolução, levando também a uma evolução mais rápida, e com menos esforço, sendo por isso mais produtivo.

Palavras-chave: Biomecânica do membro esquerdo; análise movimento 3D; MoCap Qualisys AB; angulação e nível da articulação metacarpicofalângica; programa virtuoso.

Technology at the service of music: A study on how to avoid injury while maximizing performance.

Abstract: All violinists and violists face the difficulties of playing on a non-symmetrical instrument, which makes it quite easy to create wrong techniques. A scientific methodology was developed, composed of some simple and repeatable note patterns, and this performance was analyzed in 3D by a MoCap system (Qualisys AB,

A tecnologia ao serviço da música – Um estudo no sentido de se evitar lesões e maximizando-se a performance

Sweden) that operates at a sampling frequency of 200 Hz, capturing the positioning of retroreflective markers on the joints of the hand, wrist, left forearm, violin and bow. The resulting data were analysed in Visual 3D software (C-Motion, USA) to extract relevant parameters and metrics. Based on this study, supported by technology, and on a soon-to-be divulged anatomical-functional model of the positioning of the left hand, we are able to state that the right technique leads to less tension and injury, to a better and faster evolution, with less effort, thus being more productive.

Keywords: Biomechanics of the left limb; 3D motion analysis; MoCap Qualisys AB; angulation and level of the metacarpophalangeal joint; virtuoso program.

1. Introdução e enquadramento

Não é comum em Portugal profissionais de música clássica procurarem na tecnologia um meio para prevenir lesões (Silva et al., 2018). As lesões são um problema real e tendem a aparecer em um, ou até em mais que um, momento da carreira de músicos profissionais. Cada vez mais se começa a tocar mais jovem, e dada a extrema competitividade, cada vez mais se treina durante mais horas. Ora, isto faz com que as lesões apareçam, mais cedo ou mais tarde. Este estudo é sobre como se poderão evitar essas mesmas lesões, no caso do violino, e baseia-se no uso e apoio em tecnologia avançada para se determinar incorreções de postura (e de colocação da mão esquerda, em particular) a corrigir o quanto antes pelo músico.

Este estudo é assim inédito pois envolve uma equipa multidisciplinar, em Portugal, na resolução de um problema recorrente na música – o das lesões músculo-esqueléticas. Este tipo de lesões, quando mais graves, poderão significar a interrupção involuntária de uma carreira de topo, obrigando assim um músico a ter que procurar outra via de subsistência que não a da *performance* em espetáculos ou para gravação. Fizeram parte da equipa especialistas em anatomia e em fisiologia, assim como um músico de topo (o primeiro autor) a par das atuais exigências de profissionais de orquestra assim como os que atuam mais a solo e/ou em grupos mais pequenos (por exemplo, em duetos ou em quartetos). Também foi necessário ter um especialista em tecnologia na equipa, para as medições e a recolha de informação.

No caso do violino, uma parte do corpo que tende a ser mais afetada é a mão esquerda, dado o ângulo acentuado e movimentos antinaturais que se têm que fazer, e durante um tempo prolongado – tanto no treino, como na *performance* em si.

A investigação sobre a mão esquerda de um violinista/violetista é também muito parca e muitos autores/violinistas nos seus métodos discutem diferentes maneiras de trabalhar a afinação ou oferecem opiniões pessoais sobre possíveis resoluções. No entanto, essas abordagens convencionais não são cientificamente e anatomicamente baseadas e não sugerem uma compreensão ergonómica e biomecânica do funcionamento da mão esquerda nos seus vários desafios. Este estudo pretende assim preencher uma lacuna que existe atualmente na literatura científica e ligado ao instrumento violino em particular.

Para Frank e Mühlen (2007) no seu trabalho de investigação intitulado *Queixas Musculares em Músicos: Prevalência e Fatores de Risco*, defendem que, independentemente dos instrumentos praticados, a zona corporal que mais era afetada por problemas músculo-esqueléticos, é o pulso esquerdo.

Estes resultados talvez se relacionem com o facto de que, dos vários grupos de músicos estudados, a maior parte dos estudos apontam os instrumentistas de cordas como aqueles que apresentam uma maior prevalência de problemas músculo-esqueléticos.

Demonstram ainda que comparando os dois braços de violinistas e violetistas, estes apresentam o dobro da predominância de desordens musculares no membro superior esquerdo em comparação com o membro superior direito. Isto porque os flexores da mão direita não têm grande mobilidade, apenas a tarefa de segurar e controlar os movimentos do arco.

Outros autores, Moraes e Papini (2012), defendem que a grande maioria dos problemas músculo-esqueléticos em violinistas e violetistas advêm de incorreções técnicas, ou de tensões musculares que os violinistas desenvolvem na *performance* do seu instrumento numa passagem em específico ou numa abordagem mais generalizada.

Ambos advogam que a quantidade de força, coordenação, velocidade e motricidade fina exigida na *performance* diária do instrumento feita durante horas a fio, adicionada a uma técnica pouco consciente ou até mesmo incorreta, pode efetivamente originar problemas músculo-esqueléticos bastante graves que podem resultar, em última instância, na cessação da atividade profissional, conforme já foi referido.

Este estudo pretende mostrar a relevância da tecnologia para os problemas expostos em cima, e o quão importante esta relação com a tecnologia pode ser para o bem-estar das pessoas e dos músicos em particular.

2. Revisão da literatura

Este capítulo tem como objetivo central fazer uma revisão bibliográfica sobre as várias abordagens tecnológicas que se fizeram à performance violinística conjugando-a com a tecnologia científica. Isto porque este estudo pretende efetivamente analisar a biomecânica do braço esquerdo do violinista. Desta forma foi nossa intenção perceber o que se tinha feito até então.

Efetivamente algum trabalho científico já foi realizado ao nível da performance violinística, recorrendo a diversos dispositivos e tecnologias científicas.

A pesquisa seguinte foi realizada relativamente há pouco tempo, na Austrália, em Sidney. Foi utilizada essencialmente a eletromiografia na análise de violinistas profissionais, de forma a perceberem as vantagens do aquecimento na performance. Este trabalho, desenvolvido por McCrary, Halaki e Sorkin (2016), que tem como título *Acute Warm-up Effects in Submaximal Athletes: An EMG Study of Skilled Violinists* analisou através da EMG¹ o trabalho muscular, o trabalho cardiovascular e o aquecimento, medindo os seus resultados na performance violinística e na opinião de violinistas dotados. Desta forma foi pedido a 55 violinistas desde licenciados a profissionais, que tocassem 45 segundos de excertos musicais antes e depois de 15 minutos de aquecimentos gerais, muscular, cardiovascular e técnico. Os elétrodos para medição eletromiográfica foram colocados em 16 músculos diferentes. Os resultados sonoros também foram obtidos e gravados. Os

¹ EMG – equivalente a Eletromiografia.

A tecnologia ao serviço da música – Um estudo no sentido de se evitar lesões e maximizando-se a performance

resultados mostraram que nenhum dos três protocolos de aquecimento tiveram resultados significativos na atividade muscular e na qualidade da performance. Os resultados demonstraram que o aquecimento traz benefícios somente no limiar da força máxima.

Um outro autor relevante no estudo biomecânico na performance violinística é Young (2003).

O seu trabalho apresentado em Young (2002a, 2002b) baseou-se essencialmente num interface denominado de *Hyperbow*. O objetivo era criar um arco de violino capaz de medir os aspetos mais intrínsecos e minuciosos dos gestos musicais que têm impacto direto no som do instrumento. De forma a poder-se observar e analisar as nuances mais ínfimas da articulação do arco, foi desenvolvido um sistema de sensores, que usam o campo eletromagnético e acelerómetros comerciais MEMS e medidores de tensão.

Já o trabalho realizado em 2007 com o título de *A Methodology for Investigation of Bowed String Performance Through Measurement of Violin Bowing Technique* (Young, 2007) é um desenvolvimento do anterior. Este estudo foca-se essencialmente sobre o braço direito do violinista, tentando descodificar a complexidade dos gestos que produzem os resultados sonoros e as diferentes nuances e cores no violino. Assim através de tecnologia avançada, são colocados um sistema de sensores num arco de fibra de carbono, de forma a serem pequenos, leves e portáteis. Estes sensores são essencialmente inerciais e de posição de forma a poder medir o movimento e aceleração. Todos os sistemas foram uniformizados em SI². Este sistema é denominado de *Hyperstring*, onde para além de recolherem os vários resultados inerciais destes sensores aplicados ao instrumento e arco, também é gravado o resultado sonoro em áudio, e em cenários realistas de performance. Este sistema de medida e análise de movimento foi usado para o estudo de técnicas básicas de arco como a realização de *detaché*, de *martelé* e até *pizzicato*. Este trabalho de recolha de dados foi sistematizado por forma a criar uma abordagem mais científica no ensino e performance de alguns golpes de arco.

Outro estudo bastante semelhante é o de Großhauser, Großkathofer, e Hermann (2010) com a sua pesquisa científica sobre a mão direita e o arco do violinista: *New Sensors and Pattern Recognition Techniques for String Instruments*. Este estudo pesquisou forças de pressão na *performance* do violinista. Para isto, usou um complexo sistema de sensores acoplados ao arco e ao violino, juntamente com giroscópios acelerómetros, e outros sensores transmitidos por rádio frequência e integrados numa pequena caixa colocada no talão do arco do violino. Foi usado também um sistema de captação e análise do movimento em 3D e gravado o resultado musical. Desta forma conseguiram detetar e interpretar as diferentes forças, muitas das vezes impercetíveis e bastante complexas, que atuam durante a performance instrumental.

Desta forma analisaram o trabalho da mão direita em consonância com a mão esquerda e a coordenação de ambas.

Conseguiram analisar, por meio de sensores de pressão, a relação da força que no queixo faz durante as mudanças de posição de forma a suportar o instrumento, quando a mão esquerda exerce menos pressão para se movimentar na escala do violino.

² SI – Sistema Internacional.

Este estudo foi uma combinação de informações por vídeo, áudio e software de recolha de informação de pressão e movimento que poderá ser futuramente usado para o ensino e para a melhoria do estudo diário (figura 1).



Figura 1 – Imagem do arco montado com sensores de pressão

O seguinte estudo tem muitas similaridades com o anterior e é uma pesquisa científica sobre o braço direito de instrumentistas de cordas.

Foi desenvolvido no Reino Unido, pela unidade de reabilitação de Northwick Park e St Mark's Hospital Trust e dirigido pelos investigadores Turner-Stokes e Reid (1999) com o título de *Three-dimensional motion analysis of upper limb movement in the bowing arm of string-playing musicians*. Este estudo teve o objetivo de pesquisar o papel de cada articulação do braço direito a nível tridimensional, na performance de um instrumentistas de cordas, de forma a poder ser usado este conhecimento clinicamente, ao nível da reabilitação de problemas músculo-esqueléticos. Desta forma foi usado um dispositivo de análise biomecânica tridimensional MacReflex 3-D analysis system, onde incluía a colocação de marcadores calibrados no espaço, ao longo do braço direito, que analisavam sequencias de arcadas pré-estabelecidas. Este estudo abrangeu 39 instrumentistas de violino, viola e violoncelo. Os resultados demonstraram as diferenças claras entre os vários instrumentos e os vários instrumentistas.

A amplitude do movimento do ombro diminuía desde o violoncelo ao violino, e a máxima elevação do ombro tinha registos máximos no violoncelo ($P < 0.001$) enquanto os maiores registos de flexão no cotovelo eram obtidos nos violinistas. Os resultados demonstraram que existiam diferenças consideráveis mesmo entre instrumentistas do mesmo instrumento. Os violoncelistas, pela predisposição técnica própria do instrumento, eram mais predispostos a sintomas de problemas músculo-esqueléticos.

Um outro autor relevante no estudo da performance do violino aliado às técnicas científicas e laboratoriais é Peter Visentin (Visentin, 2010; Visentin e Shan, 2011).

O projeto desenvolvido por este autor em 2008 (Visentin, 2008) em colaboração com Shan Gongbing e Edwin B. Wasiak, tem como título original *Informing music teaching and learning using movement analysis technology*, e foi desenvolvido pela Universidade de Lethbridge, no Canadá. Este estudo explora a utilidade da tecnologia na análise do movimento como contribuição para a pedagogia do instrumento. Duas perguntas cimeiras foram investigadas:

1. Poderão as capacidades biomecânicas na performance do violino, ser caracterizadas de uma forma objetiva e precisa de forma a serem generalizadas?

A tecnologia ao serviço da música – Um estudo no sentido de se evitar lesões e maximizando-se a performance

2. Poderão estes dados obtidos serem úteis à pedagogia de forma a maximizar a eficiência performativa e minimizar as lesões?

Foi neste estudo usada tecnologia capaz de estudar e analisar os fenómenos biomecânicos relacionados com o arco, mais especificamente, o legato com EMG e tecnologia de análise do movimento em 3D.

Marcadores foram colocados no ombro e no cotovelo direito. Os resultados obtidos em violinistas profissionais foram então adaptados com objetivos pedagógicos. Os resultados salientam também a importância de uma colaboração mais sistematizada entre a análise da performance e o ensino, e o perigo do trabalho excessivo, que aumenta exponencialmente o risco de lesão.

Um dos poucos estudos que se focam sobre o funcionamento da mão esquerda foi desenvolvido por Visentin, Li, Tardif, e Shan, (2015). Este projeto foi denominado de *Unravelling mysteries of personal performance style: biomechanics of left-hand position changes (shifting) in violin performance* e analisa as mudanças de posição na mão esquerda de violinistas.

Este estudo pretendeu trazer uma abordagem científica à pedagogia do violino em especial à mão esquerda. Pretende examinar e medir cientificamente através da captura de movimento a 3D aspetos relacionados mais especificamente com as mudanças de posição, como, “quando” e “o quê”, um movimento que é essencial na performance do violino.

Foram analisados 540 mudanças de posição entre 6 violinistas profissionais, sobre o estudo numero 11 de Kreutzer com 12 câmaras VICON MX40 de captura de movimento a 3D (VICON Motion Systems, Oxford Metrics Ltd., Oxford, England) e que seguiam os marcadores a uma velocidade de 200 *frames/s*. Demonstrou que estes movimentos continham aspetos antropométricos e ergonómicos passíveis de serem explicados e generalizados, mas também tinham uma componente individualizada e pessoal, do domínio da interpretação. Demonstraram, portanto, que cada violinista tinha o seu próprio estilo de mudança, que afetava o início do movimento, o tempo do mesmo, e casualmente o resultado estético durante a performance.

3. Metodologia

Depois de uma ponderação mais profunda sobre as estratégias e dispositivos científicos disponíveis e passíveis de serem aplicados neste projeto científico, chegamos à conclusão que aquele que melhor resultados prometia conseguir, seria a captura de movimento em 3D Qualysis. Também foi usado, numa fase experimental, a termografia (FLIR SC7000 - captação e medição do calor emitido pelo braço e pela mão – figura 5 – não avançou porque era exigido sobreuso da atividade muscular, ao longo de um tempo mais prolongado, que saía fora do âmbito do projeto; adicionalmente, os resultados não eram tão precisos), a eletromiografia (Delsys Trigno Wireless - captação da atividade muscular através de sensores colocados no braço e na mão – mas que não tiveram os resultados pretendidos porque descolavam e não mediam os músculos internos mas sim somente os músculos superficiais – teria sido necessário colocar agulhas dentro dos músculos e optou-se por evitar este processo fisicamente desconfortável) e sensores de pressão (WalkinSense - pequenos sensores, no entanto

afastados demasiado, para a afinação milimétrica necessária com o estudo do violino; igualmente, ao serem colocados em linhas paralelas, era diferente do alinhamento das cordas do violino, que se afastam no espaço e não estão paralelas). Contudo, os melhores resultados foram efetivamente conseguidos com cinemática e com a análise tridimensional do movimento. Isto porque consegue medir com grande detalhe a variação mais sensível da posição, em termos de angulação e altura da mão em relação à escala do violino, e consegue analisar de uma forma subtil todo o funcionamento biomecânico da mão esquerda.

Existe também a possibilidade de relacionar dados e resultados de diferentes parâmetros e nos três eixos X Y Z que correspondem aos três eixos do movimento das variadas articulações que seriam analisadas, como se pode ver na figura 2.

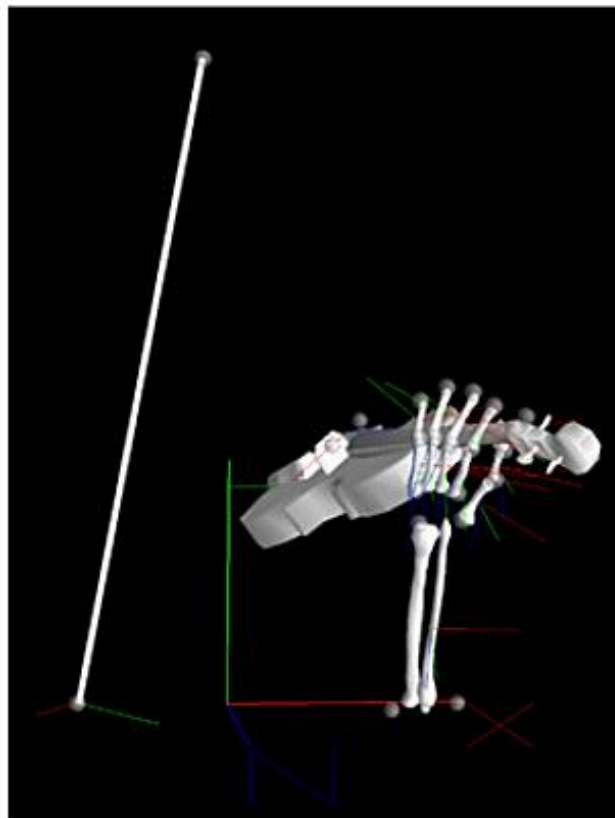


Figura 2 – Marcadores e sistema vetorial no eixo dos X, Y, Z

Deste modo delineamos um conjunto de exercícios bastante práticos e intuitivos, em forma de padrão, capazes de serem facilmente repetidos em forma de ciclo, sem haver grande necessidade de estudo.

Assim, conseguiríamos eliminar a variável da repetição (a necessidade de estudar em casa, que não existia, dado os exercícios serem acessíveis) como forma de aumentar o tipo de preparação na execução do exercício (cada exercício A, B e C foi repetido, e analisado, três vezes em laboratório).

A tecnologia ao serviço da música – Um estudo no sentido de se evitar lesões e maximizando-se a performance

Assim, os objetivos principais dos exercícios propostos seriam:

1. Analisar o comportamento mecânico da mão com diferentes alturas na mesma corda em relação ao ponto de contacto com o braço do violino, numa mesma posição e com os dedos numa só corda.
2. Perceber qual o comportamento digital, da mão e do punho, com diferentes angulações, numa mesma posição.
3. Analisar e comparar o posicionamento da mão nas diferentes aberturas intervalares possíveis entre o primeiro e o quarto dedo, tendo em atenção a altura e a angulação da mesma em relação ao braço do violino. Os intervalos podem oscilar entre intervalos de 4^a perfeita, intervalos de 5^a perfeita, intervalos de 6^a menor.

Em cada um dos seguintes grupos de exercícios em A, B e C (com amplitudes de dedos diferentes – “A” com amplitude de quarta perfeita, “B” de quinta perfeita e “C” com sexta menor – sendo as amplitudes medidas as que se verificavam entre o dedo indicador e o dedo mínimo) foram analisados exatamente os mesmos parâmetros por forma a tentarmos encontrar respostas para as perguntas que colocamos nos objetivos iniciais. Sendo assim as secções que privilegiamos foram, inclusive, as seguintes:

- Foi dada ênfase ao funcionamento do dedo mínimo (figuras 3 e 4), que corresponde ao dedo 4 na dedilhação violinística, isto porque é o dedo mais frágil e com menos força muscular. Para além do mais, nos exercícios de quarta perfeita, o A1 mi, A2 mi, A1 sol e A2 sol, este dedo, nos exercícios propostos e apenas num ciclo, realizam apenas um batimento. Portanto os parâmetros são mensuráveis mais facilmente por cada ciclo. É também o dedo mais solicitado nas aberturas superiores a quartas perfeitas, pois está no extremo do primeiro dedo e, portanto, está sujeito a maiores tensões.

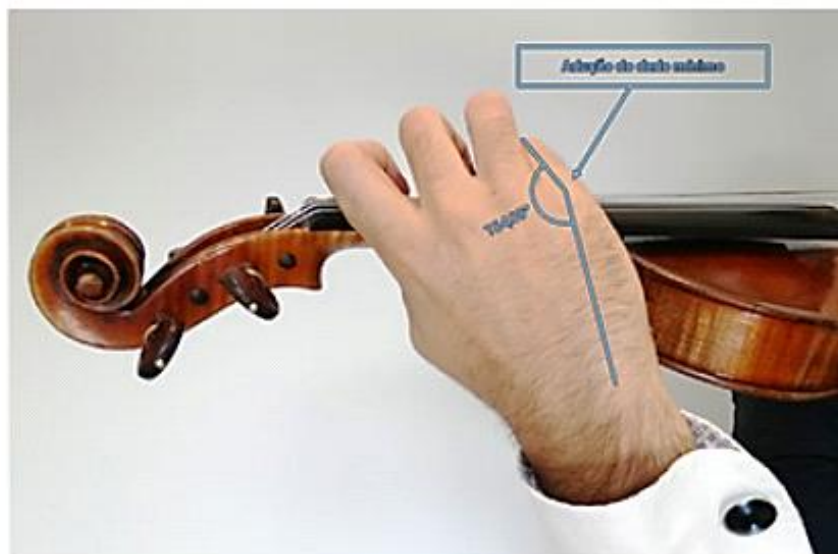


Figura 3 – Adução do dedo mínimo na performance violinística

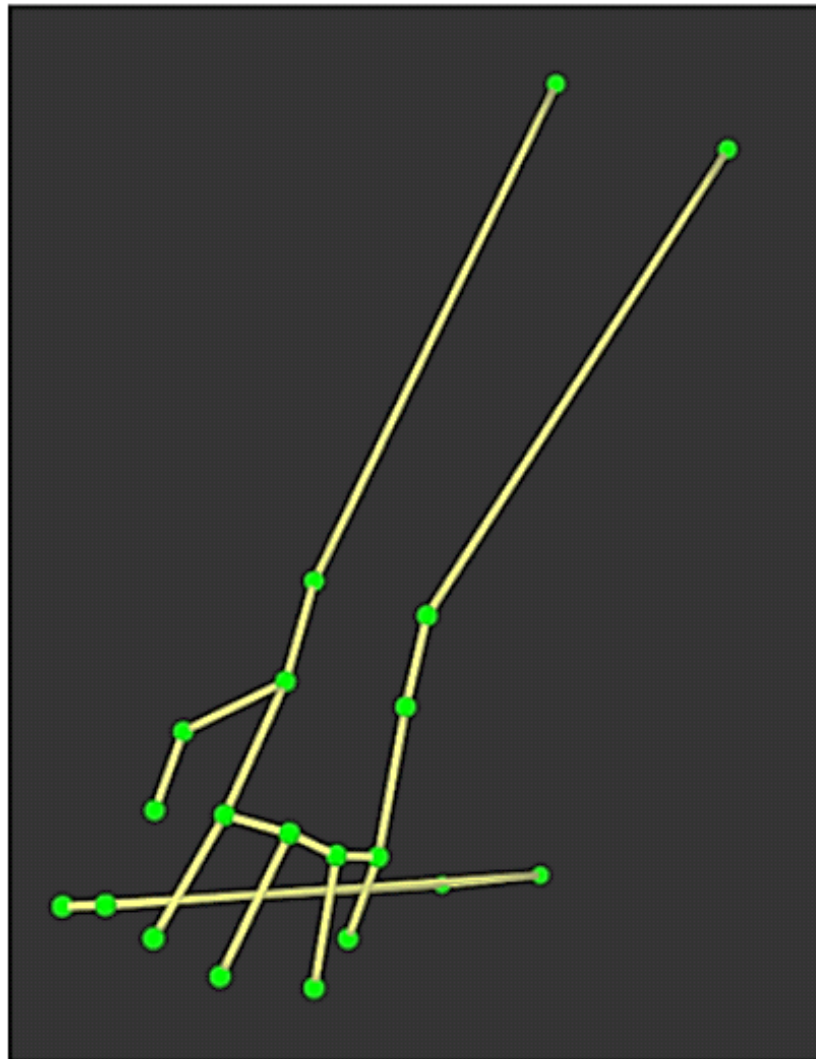


Figura 4 – Adução do dedo mínimo na *performance* violinística em imagem computadorizada

Analisou-se também a abdução do dedo mínimo, a adução do dedo indicador, a abdução do indicador, a flexão do punho, a extensão do punho, a adução do punho (ou desvio ulnar do carpo), a abdução do punho (ou desvio radial do carpo), a altura da mão em relação ao braço do violino, e a angulação da mão com o braço do violino.

O estudo com o dispositivo de análise a três dimensões Qualisys teve o objetivo de analisar duas variáveis principais no funcionamento mecânico da mão em relação ao violino procurando responder às quatro questões de investigação, que passamos a enunciar:

1. Como controlar a posição da mão nas diferentes cordas, de modo a obter uma relação intervalar idêntica, com o mínimo de tensão muscular e máxima eficiência?

A tecnologia ao serviço da música – Um estudo no sentido de se evitar lesões e maximizando-se a performance

2. Existirá algum modo mecânico-funcional da mão capaz de controlar a abertura dos dedos, nos intervalos de grande extensão, que diminua a tensão muscular palmar e aumente a eficácia performativa?
3. Existirá algum modo estrutural e posicional para controlar a diminuição progressiva da relação intervalar, que acontece ao longo da escala do violino?
4. Será possível usar uma tecnologia específica de forma benéfica e para resolver as questões acima descritas?

Inicialmente foram analisadas doze pessoas de vários níveis, idades, géneros e dimensões antropométricas diferentes. Contudo, as variáveis que se pediam para alterar não eram executadas de uma forma regular, o que originava um desvio padrão considerável e por isso pouca precisão nos resultados. Optou-se então por fazer um estudo piloto com um só violinista (o primeiro autor deste estudo).

4. Discussão e conclusões

A termografia analisa a atividade biomecânica através da distribuição e variação do calor no organismo analisado (foi usada numa fase experimental, tais como a eletromiografia e os sensores de pressão o foram).

Já que os seres humanos na realização de atividades mais ou menos intensas libertam uma quantidade de energia maior, esta energia libertada, é traduzida na variação da temperatura corporal, que pode ser analisada de uma forma mais pormenorizada, tanto na dimensão como na variação dessa mesma energia com dispositivos ultra-desenvolvidos na detecção do calor.

Um dos dispositivos passíveis de serem utilizados para eventualmente analisar a tensão, cansaço e esforço dos músculos dos dedos da mão e do braço seria o FLIR SC7000.

Esta é uma câmara termográfica de infravermelho, um dispositivo sem contacto direto, e que deteta energia infravermelha (calor) convertendo-a num sinal eletrónico, que é então processado para produzir uma imagem térmica num monitor, que realiza cálculos de temperatura.

O calor detectado por esta câmara de infravermelhos pode ser medido com bastante precisão, o que lhe permite monitorizar não só o desempenho térmico, mas também identificar e avaliar a gravidade relativa dos problemas relacionados com o calor. Em relação às mais recentes inovações referentes à tecnologia de detecção, a incorporação de um sistema de imagiologia, funcionalidades automáticas e o desenvolvimento de software infravermelho, oferece mais soluções de análise térmica e de custo-benefício do que nunca.

Após um estudo ponderado sobre as vantagens da utilização deste dispositivo chegamos à conclusão que a termografia seria uma forma de avaliar o cansaço muscular.

Em relação a este método de medição termodinâmico, tentamos uma abordagem analisando a variação do calor no dorso da mão na altura da performance.

Executamos um exercício bastante simples, mas repetido consequentemente para percebermos a fadiga muscular e as variações de cor na imagem.

Isto é somente um exemplo de como a tecnologia poderá ajudar a resolver problemas do dia-a-dia de músicos de topo e outros (figura 5).

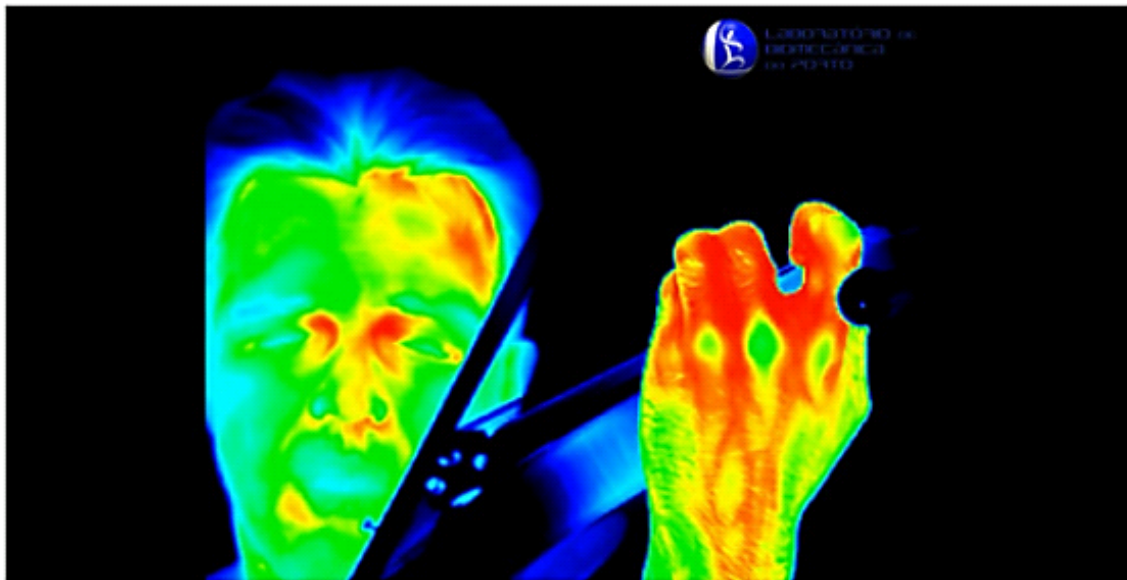


Figura 5 - Imagem resultante da termografia da performance da mão esquerda

Decisivo para este projeto científico foi usar o dispositivo Qualisys Oqus Camera series que analisa o movimento tridimensionalmente.

Este sistema também é utilizado amplamente por outras áreas científicas e industriais como no desenvolvimento de automóveis. Por exemplo, o design de interiores pode ser melhorado com o uso de tecnologia de captura de movimento tanto na ergonomia como para avaliar o conforto e segurança para o motorista. Igualmente em áreas como a Animação e a Realidade virtual usam captura de movimento para aumentar o realismo e um ambiente mais interativo.

Este dispositivo laboratorial contém os seguintes elementos constituintes e suas características de funcionamento:

- O componente central do sistema de captura de movimento Qualisys tem várias câmaras com infravermelhos ópticos, Oqus, ao redor do sujeito a ser analisado em diferentes alturas e que emitem um feixe de luz infravermelha.
- tem vários marcadores pequenos e leves, retro-reflexivos, que são colocados num objeto/pessoa, nas zonas articulares.
- As câmaras emitem uma luz infravermelha para os marcadores que refletem a luz de volta para o sensor da câmara. Esta informação é então usada para calcular a posição de alvos com uma elevada resolução espacial.
- Para fazer uma reconstrução 3D de dados 2D o sistema precisa de ser calibrado. Uma varinha é movida em torno do volume de captura, enquanto um objeto de referência fixo define o sistema de coordenadas do laboratório.
- Com um sistema Qualisys, o processo de calibração é de apenas um exercício 10-20 segundos.

A tecnologia ao serviço da música – Um estudo no sentido de se evitar lesões e maximizando-se a performance

- Uma vez que o sistema é calibrado e que a pessoa está a ser analisada usa um conjunto de marcadores reflexivos, o movimento pode ser gravado, processado e analisado.

Os procedimentos metodológicos incluem, num primeiro momento, a filmagem de um objeto de calibração e do movimento em estudo, por câmaras colocadas em diversos planos (estudo tridimensional).

Numa segunda fase, é utilizado um sistema vídeo-analógico de medição do movimento, ou seja, um programa informático, através do qual se captará os dados por meio de um procedimento manual ou automático de digitalização dos pontos de referência anatómica do indivíduo, em cada fotograma. Este procedimento tem como objetivo a criação de imagens animadas de modelos espaciais, isto é, de um modelo que represente o sujeito através de segmentos rígidos e articulados, correspondentes aos diversos segmentos anatómicos a realizar na tarefa em estudo.

Após a digitalização das imagens, os dados serão tratados. Isto é, através de determinadas técnicas de filtragem, as informações obtidas serão corrigidas, aumentando a fiabilidade dos resultados.

Finalmente, serão recolhidos os dados de interesse para o estudo sob a forma numérica, gráfica ou pictórica.

Depois de uma reflexão sobre a abordagem cinematográfica e da capacidade dos dispositivos existentes no LABIOMEPE consideramos que este sistema de medição e a plataforma de análise de movimento Qualisys seria a forma mais indicada para investigar os objetivos propostos para este projeto.

Pensamos assim ter discutido sobre como a tecnologia poderá servir a sociedade e a música – e, em especial, os profissionais de música (figura 6).



Figura 6 – Disposição das câmaras Qualisys no Labiomepe

O objetivo de encontrar uma técnica mais eficiente, aplicável desde um nível mais de iniciação, até a um nível mais avançado, foi alcançado, com o uso da tecnologia de captura e análise de movimento 3D. Diminuiu-se o tempo de estudo, o esforço, aumentou-se o conforto na *performance* e a eficiência dos movimentos, podendo ser aplicado no ensino desde o início da aprendizagem. Mais importante é o potencial de diminuir as lesões, com a nova técnica, uma técnica mais natural, que consiste em ter, acima de tudo, um alinhamento dos segmentos ossiculares mais uniforme. Certas posições, em determinados trechos musicais, têm tendência a ter uma posição da mão esquerda que poderá ser menos ergonômica, o que agora se evita com os resultados apurados.

Referências

- Frank, A., Mühlen, C.A. (2007). Queixas músculo-esqueléticas em músicos: prevalência e fatores de risco. *Revista Brasileira de Reumatologia*, 47(3), 188–196.
- Großhauser, T., Großekathofer, U., Hermann, T. (2010). New sensors and pattern recognition techniques for string instruments. Proceedings of the 2010 Conference on New Interfaces for Musical Expression++ (NIME 2010), Sydney, Australia, 271–271.
- McCrary, J.M., Halaki, M., Sorkin, E. (2016). Acute Warm-up Effects in Submaximal Athletes: An EMG Study of Skilled Violinists. *Official Journal of the American College of Sports Medicine*.
- Moraes, G. F., Papini, A. A. (2012). *Desordens musculoesqueléticas em violinistas e violistas profissionais: revisão sistemática*. Itabira, MG, Brasil: Universidade Federal de Itajubá Campus.
- Silva, E., Au-Yong-Oliveira, M., Fonseca, P., Garganta, R., Bochmann, C. (2018). The musician as entrepreneur – multidisciplinary innovation with performing violinists – achieving a sustainable competitive advantage via the biomechanical enhancement of the left hand. Proceedings of the ECIE 2018, University of Aveiro, Aveiro, Portugal, 20-21 September. Costa, C., Au-Yong-Oliveira, M., e Amorim, M. (Coordenação), pp.984-994.
- Turner-Stokes, L., Reid, K. (1999). Three-dimensional motion analysis of upper limb movement in the bowing arm of string-playing musicians. *Clinical Biomechanics*, July, 14(6), 426–433.
- Visentin P. (2008). Informing music teaching and learning using movement analysis technology. *International Journal of Music Education*, 26, 73–87.
- Visentin, P. (2010). A pilot study on the efficacy of line-of-sight gestural compensation while conducting music. *Perceptual and Motor Skills*, 110, 647–653.
- Visentin P., Li, S., Tardif, G., Shan, G. (2015). Unraveling mysteries of personal performance style; biomechanics of left-hand position changes (shifting) in violin performance. *PeerJ*, pre-print.
- Visentin, P., & Shan, G. (2011). Applications of EMG Pertaining to Music Performance - A Review. *Arts BioMechanics*, 1(1), 15–32.

A tecnologia ao serviço da música – Um estudo no sentido de se evitar lesões e maximizando-se a performance

- Young, D. (2003). Wireless sensor system for measurement of violin bowing parameters. Proceedings of the Stockholm Music Acoustics Conference, August 6-9 (SMAC 03), Stockholm, Sweden, 111–114.
- Young, D. (Jan 2002a). The Hyperbow: A Precision Violin Interface. International Computer Music Association.
- Young, D. (2002b). The Hyperbow Controller: Real-Time Dynamics Measurement of Violin Performance. Proceedings of the 2002 Conference on New Instruments for Musical Expression (NIME-02), Dublin, Ireland, May 24–26.
- Young, D. (2007). *A Methodology for Investigation of Bowed String Performance Through Measurement of Violin Bowing Technique*. PhD Program in Media Arts and Sciences, School of Architecture and Planning, Massachusetts Institute of Technology.

ANEXO 4

PROCESS INNOVATION SUPPORTED BY
TECHNOLOGY – MAKING FOR LONGER
INJURY-FREE CAREERS IN THE CASE OF
HIGH PERFORMANCE MUSICIANS

Advances in Intelligent Systems and Computing 932

Álvaro Rocha
Hojjat Adeli
Luís Paulo Reis
Sandra Costanzo *Editors*

New Knowledge in Information Systems and Technologies

Volume 3

 Springer



Process Innovation Supported by Technology – Making for Longer Injury-Free Careers in the Case of High Performance Musicians

Eliseu Silva¹, Manuel Au-Yong-Oliveira²(✉), Pedro Fonseca³,
Rui Garganta⁴, and Christopher Bochmann¹

¹ University of Évora, Évora, Portugal

eliseu7silv@gmail.com, bochmann@uevora.pt

² GOVCOPP, Department of Economics, Management,
Industrial Engineering and Tourism, University of Aveiro, Aveiro, Portugal
mao@ua.pt

³ LABIOMEPT: Porto Biomechanics Laboratory, Porto, Portugal
pedro.labiomep@fade.up.pt

⁴ Faculty of Sports of the University of Porto, Porto, Portugal
rui.garg@fade.up.pt

Abstract. Technology and its widespread usage has dictated a far-reaching revolution in many domains, including in the teaching of music, as described in this study. Using technology (costing €150,000 for the cameras – MoCap – Qualisys AB, Sweden; and €150,000 for the system for analysis – Visual 3D software – C-Motion, USA) it was possible to predict that the duration of the career of a violinist supported by such tools – correcting one’s technique – may be prolonged significantly – as much as fifteen years or more. This approach may even mean the difference between being able to continue with one’s chosen profession or having to end it prematurely. Such technology may be applied to even the youngest of performers – aged 6 or 7 years old – a number of whose careers we suggest be followed to provide further support for our study. The correct placing of the left hand will help avoid injury and support a quicker evolution. Less time will be wasted, for better results. The musician will be more efficient, more flexible, and will have a more natural position and less musculoskeletal problems. The technology used compared the data and it was verified that for each chord there was an ideal height – corresponding to a more relaxed and natural position of the left hand when playing. One may represent the study’s findings as a model, as follows: OPIH (optimal performance and ideal height of the left hand) = function of {dimension of the instrument, length of the strings, dimension of the hand, dimension of the fingers}.

Keywords: Software · Biomechanics of the left hand · Injuries · Ergonomics · Violin

1 Introduction and Background of the Study

This study proposes an exploratory model on the placement of the left hand on the violin in the different technical-performative challenges, supported by technology. In this article we publish the results and discuss the model at which the scientific methodology has arrived. The study was in its sixth year of development, at the time of the writing of this article, and has been self-financed.

It should be noted that the theoretical model, verified with the experimental work performed in a controlled and monitored environment, and with the participation of a single internationally renowned violinist (the first author of this work, working in a multidisciplinary team including a specialist in technology – other violinists were also used, initially, however it was not deemed practical and so the experiment was finally concluded with only one expert violinist – the lead author – who was able to provide more stable results) – has already been put into practice with musicians of varied ages and levels of specialization. Our perspective is that we are already currently working to avoid injuries in musicians - including younger musicians - who will thus have an opportunity to have a longer, more fulfilling and more barrier-free career, avoiding damaging injuries that can shorten careers at the highest level [1].

We discuss how the study was done, with which guidelines, which exercises, as well as discussing the anatomical models under analysis. In addition, the study benefits from numerous original images, some of which are presented here. For example, we have images taken from Visual 3D software (C-Motion, USA) - which also measures distances. Everything is captured in 3D.

The best results were achieved with technique B (the second technique) proposed by the principal researcher. There is thus a higher finger speed, greater precision, a more natural position and greater flexibility and joint amplitude with this technique. The techniques are two “A” s, one “B” and one “C”. The techniques were first played at a controlled speed and then as fast as possible, for the techniques “A”, “B” and “C”. It was found that the correct precise angulation and height of the hand related to the fingerboard, corresponds to an optimized left-hand performance. Detected by technology - Qualisys 3D LABIOMEPE software. MoCap system. A total of 12 image capturing cameras were used (the investment was € 150,000 for MoCap cameras - Qualisys AB, Sweden and € 150,000 in the analysis system - Visual 3D software - C-Motion, USA - equipment made available for this study).

2 Literature Review - Injuries of Orchestra Musicians, Especially Violinists and Viola Players, and the Importance of Technology

In the research of [2] it is argued that, regardless of the instruments played, the body zone that is most affected by musculoskeletal problems is the left wrist. These results may relate to the fact that, of the various groups of musicians studied, most studies point to string players as those with a higher prevalence of musculoskeletal problems. They also show that by comparing the two arms of violinists and viola players, they

have twice the prevalence of muscular disorders in the left upper limb compared to the right upper limb. This is because the right hand flexors do not have great mobility, just the task of holding and controlling the movements of the bow. [3] argue that the great majority of musculoskeletal problems in violinists and viola players stem from technical inaccuracies or muscular tensions that violinists develop in the performance of their instrument in a specific passage or a more generalized approach.

To address such an important issue in the life of string musicians, it is important to first talk about work-related musculoskeletal injuries or disorders – which are repetitive strain injuries [4]. There is a list of inflammatory and degenerative diseases, associated with repetitive movements, muscular overload and incorrect body posture that result in occupational risk factors [5]. These injuries are predominant in the upper limbs and in the spine associated to the various professions in which physical movements are very repetitive, as is the case of the performance of string instruments [6].

The types of injury can be characterized as muscular, tendon and/or as being connected to the nervous system. The muscular lesions come essentially from the laceration of the junction of the muscle with the tendon coming from it, or may even be caused by muscle fatigue, translated into degenerative inflammatory diseases [7]. Tendon lesions translate into tendinitis, which is a result of large loads. Tenosynovites are also tendon problems resulting from friction between them which creates synovial thickening [8].

In order to reinforce the importance of the quality of the technique when performing, so as to diminish the prevalence of injuries, we must mention that a great part of the injuries come from a lack of ergonomics in the performance itself and therefore from poorer technique, which involves great muscular effort to get the work done, with strained postures.

The importance of technology in solving this process is fundamental because the high-performance artist or musician will have a strong personality – that leads him/her in his/her activity, often solitary and without great help from third parties, in human terms and especially in commercial terms - and associating this aspect with the fact that positions, even if wrong, have in most cases hundreds or thousands of individual training hours behind them, the artist will resist the change, unless, as process, there is technology to report position and posture errors. In effect, technology may provide the necessary pre-arrangement for necessary change, to healthier techniques, for example with the violin. Resistance to change arises when there is the realization that change will be threatening to the individual. The success of change will depend on whether you can persuade and change mindsets [9]. It is necessary to persuade to think differently - perhaps with the long term and health in focus - in order to also work differently with a greater awareness of ergonomics of movement [9].

Technology refers to “new resource combinations” [10, p. 3], or to new combinations of resources. The innovation proposed in this study is process innovation based on technology [10], as defined in the [11, p. 49]: “A process innovation is the implementation of a new or significantly improved production or delivery method. This includes significant changes in techniques, equipment and/or software.” We thus propose process improvements in order to increase the returns of the activity. We can even make a parallel to the manufacturing process in which there will now be more process quality control, faster response times, as well as the improvement of a number

of dimensions that improve performance over time. A musician's career may even last for many years, until a very old age, with the motivation to do so, and better performance results and a career free from injury and subsequent stops associated with this can be decisive.

High performance work systems (HPWS), although they have not existed for a long time, and despite their definition not being a consensual one, they have been widely discussed in the literature [12]. As the objective is the improvement of individual performance, the system described in this study can be considered to be a HPWS. Our study focuses on training, human resource safety, career management and productivity enhancement, which can lead to important benefits in long-term development and learning, including greater satisfaction with the activity (Fig. 1).

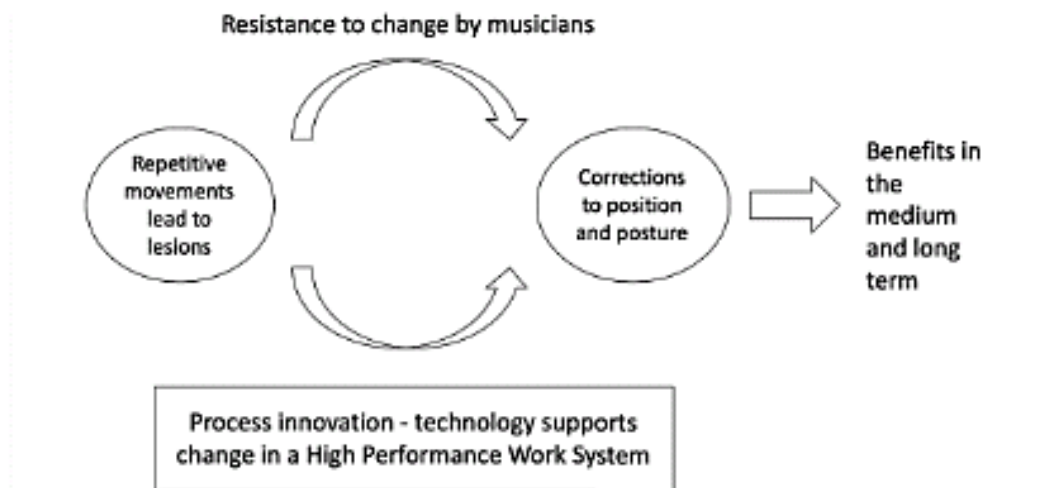


Fig. 1. Technology leveraging change in music and in a High Performance Work System (own elaboration)

3 Methodology

It should be noted that diverse technology is used in cycling and swimming, for example, so the approach is not entirely new. However, it should be noted that this technology in LABIOMEPE to date has not been applied in this way to musicians (so-called "arts professionals", as opposed to sports professionals or high-level athletes). We see the performance of the violinist here as being analogous to that of the elite athlete. Thus, as mentioned above, in LABIOMEPE they did this type of analysis for the first time with violinists (from the arts), although they have already done so in other activities, more specifically in sports. Everything is analysed "to the millimeter". They work, at LABIOMEPE, with sports entities such as from the city of Barcelona, in neighboring Spain, and also with swimming federations from Qatar and Thailand. At the national level, they have worked with the three main clubs in Portugal – F.C. Porto, Sporting, and Benfica – having used advanced technology to analyze the performance in different sports, such as in football, cycling, swimming, waterpolo, and hockey, among others.

After an analysis of the strategies and scientific devices available and applicable in this scientific project, we came to the conclusion that the most promising method of analysis would be the motion capture in 3D Qualysis.

It is possible to measure with greater precision the most sensitive variation of the position, in terms of angulation and height of the hand in relation to the scale of the violin, and to analyze the biomechanical functioning of the left hand.

There is also the possibility to relate data and results of different parameters and in the three X, Y, Z axes that correspond to the three axes of the movement of the various joints that would be analyzed, as can be seen in image 1 (image taken from Visual 3D software).

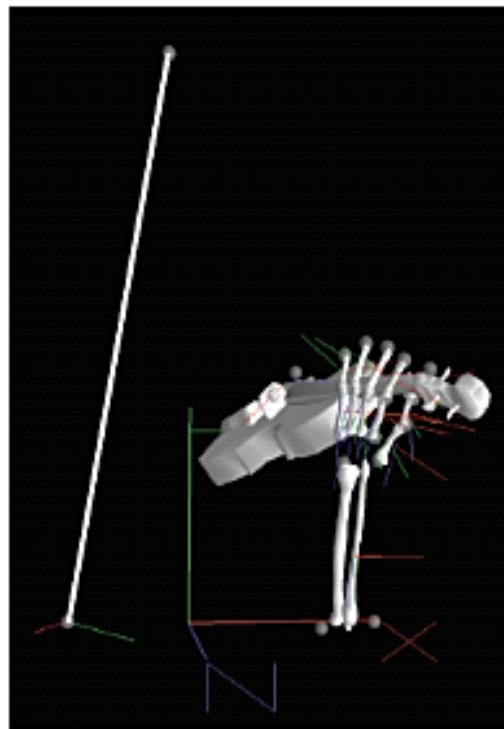


Image 1. Markers and vectorial system on the three axes X, Y, and Z

The exercises were elaborated in order to analyze the variation of several parameters:

- The variation of “hand height” (or distance from the metacarpophalangeal joint of the index finger to the edge of the violin scale) on the same string: deliberately high position, comfortable position, low hand position.

This height variation was performed in the first position and with a perfect fourth interval between the first and fourth finger.

- Variation of the angle of the hand in relation to the scale of the violin.

320 E. Silva et al.

This exercise was performed at intervals of greater extension, such as the 5th perfect, generally used in exercises with fingered octaves, and intervals of the minor 6th generally used in intervals of minor 10th, when referring to double stops. The three types of exercises were chosen for the different types of opening of the left-hand fingers. The three forms of opening of the fingers correspond to the interval between the first (index finger) and fourth finger (little finger).

The “perfect fourth” interval - where we find an octave between two adjacent strings, will be translated with the letter A. The “perfect fifth” interval - which represents the technique of fingered octaves on adjacent strings - will be represented by the letter B. Finally, the intervals of greater extension, intervals of sixth, equivalent to the technique of greater extension that represents the position of tenths in double stops, that will be analyzed in C.

Different exercises: Exercises A1mi and A2mi (Fig. 2).



Fig. 2. Musical exercise used to perform A1mi and A2mi

The first exercise was performed with a deliberately high hand height, therefore with a smaller distance from the metacarpophalangeal joint in relation to the violin arm, called A1mi. The second exercise was performed with the same musical score but with the lower hand position than in A1mi, therefore with the most distant joint from fingerboard, called A2mi.

Exercises A1sol and A2sol (Fig. 3).



Fig. 3. Musical exercise used to perform A1sol and A2sol

The exercise performed with the low hand height in relation to the violin arm was called A1sol and with a slightly higher height and more comfortable position for the G string denominated A2sol.

Exercises B1 and B2 (Fig. 4).

The following exercises were performed at bigger intervals and the variation of the angulation and its relation to the biomechanical functioning of the hand were analysed, in particular. Therefore, the following exercise was performed with a small angulation in B1 and with a greater angulation between the metacarpophalangeal joint and the fingerboard in B2.



Fig. 4. Musical exercise used for the execution of B1 and B2

Exercises C1 and C2 (Fig. 5).

The last exercises were also performed on the G string, but with an even wider interval between the first and Little finger, called 6th minor.

The first exercise of this group was performed with a little angulation between the metacarpophalangeal joint alignment in relation to the violin fingerboard in C1 and with a more pronounced angulation in C2.



Fig. 5. Musical exercise used to perform C1 and C2

In each experiment, two sequences were performed. The first was controlled metronomically with the tempo at 1 beat per second and for 5 s. The second part was immediately performed for about the same time but at the highest possible speed.

4 Results

The technology applied has provided numerical analytical results that has allowed us to compare values of angulations and distances. Additionally, we were able to measure the height of the hand relative to the violin. There is an ideal height for each positioning - for the four strings of the violin - so there are four different ideal heights.

In the various exercises proposed, with the three different intervals between the index and little finger, of perfect 4th - exercise A - intervals of perfect 5th - exercise B - and interval of minor 6th - Exercise C - the results were very encouraging.

The proposed technique “2” (the second official exercise in each category), which imposed a specific position of the hand very precise in terms of angulation and height in relation to the violin fingerboard, showed very concrete and transversal results: higher finger speed; higher precision, lower error predisposition, demonstrated by a lower standard deviation; a more natural position of the wrist, hand and fingers, as the medial position is closer to the natural joint position; greater flexibility and joint amplitude. In general, we can say that better ergonomic performing results were achieved.

5 Analysis and Discussion of Objectives

In light of the results we sought to converge the objectives and results of the research into a more organized and thoughtful perspective of the functional mechanics of violin performance, so we may elaborate a functional anatomical model of left hand positioning. Therefore, we may respond scientifically to the three (research) questions, as portrayed below.

Question 1 - How to control the position of the hand in different strings, obtaining the same interval relation, with the minimum muscular tension and maximum efficiency?

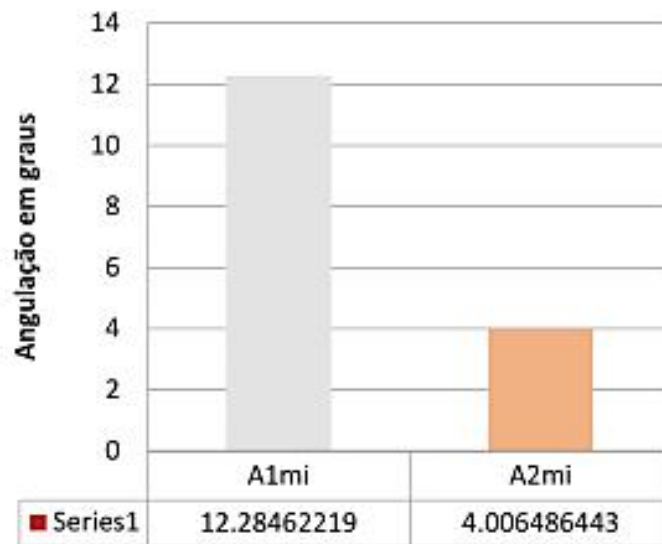
The results obtained demonstrate that the biomechanical functioning of the hand in A2mi is quite similar in A2sol. The practical experiments analyzed the following aspects: the general movement of the little finger in the two planes of motion of the metacarpal joint, the functioning of the index finger on the sagittal axis of the adductions and abductions, and the movement of the wrist in its two axes of movement. We conclude that it is a clearly more ergonomic and efficient movement than in A1mi and A1sol.

These are parameters that indicate that there is actually an ideal specific height for each of the four strings, so that the digital operation and the wrist movement are as efficient and as free as possible. The technology used compared the data – data which was captured by the cameras utilized and translated into images and numbers – for the exercises A1mi, A2mi, A1sol, A2sol – and it was verified that for each chord there was an ideal height – corresponding to a more relaxed and natural position of the hand when playing – in accordance with Figs. 2 and 3 – please refer also to Table 1 – where A2 has values much closer to zero and is therefore better (see also Graphs 1 and 2). Supported by the functional peculiarity of the hand, which, due to the condyloid joints, in the metacarpophalangeal joint, at the moment of flexion of the fingers these touch the center of the palmar zone, the results demonstrate that, in the different strings, there is a specific position, in terms of distance of the metacarpophalangeal joint of the index finger and the superior edge of the violin fingerboard, which makes the biomechanical and performative functioning of the hand more efficient and natural. Thus, it can be deduced that there are four basal levels with four levels of distance from the metacarpophalangeal joint to the edge of the violin fingerboard. The basal level of

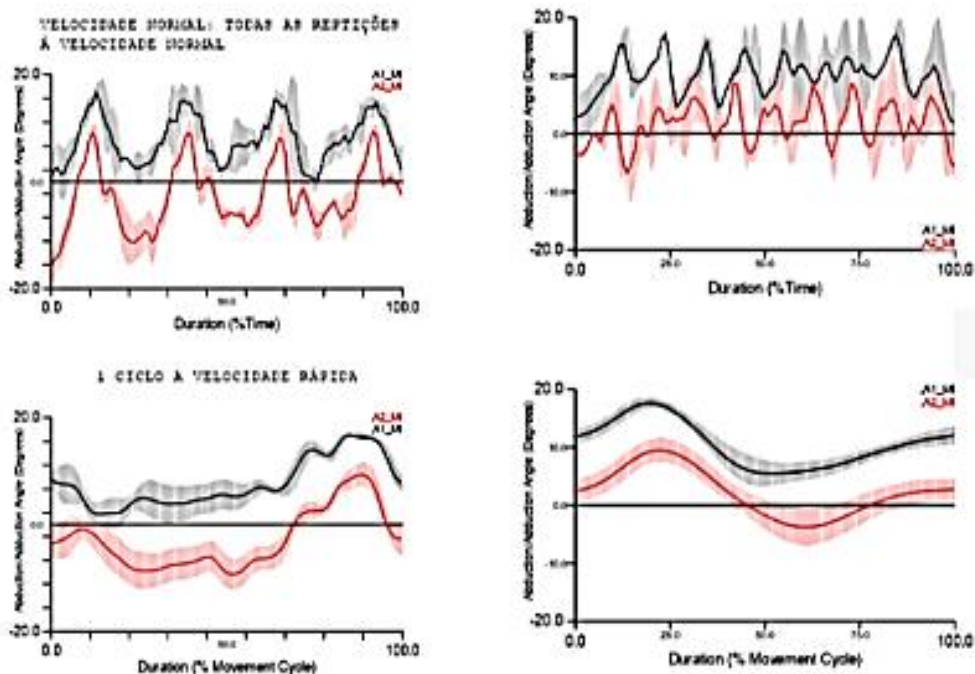
Table 1. Values for adduction and abduction of the little finger in A1mi and A2mi

A1 slow abduction	2.61°
A1 slow adduction	16.31°
A1 rapid abduction	17.41°
A1 rapid adduction	12.80°
A2 slow abduction	-4.48°
A2 slow adduction	9.30°
A2 rapid abduction	2.46°
A2 rapid adduction	8.75°

greater distance is that of the E string, followed by the level of the A string, the D string and finally the G string that has the smallest distance between the metacarpal-phalangeal joint and the edge of fingerboard.



Graph 1. Little finger adduction and abduction on average in A1mi e A2mi



Graph 2. Adduction and abduction of the little finger. On the left at a normal speed and on the right at a rapid speed. The higher graphs showing play throughout the exercise and the lower graphs just for one cycle (one cycle is the average of all the cycles).

One can therefore consider four basal levels on which the hand moves, on the four different strings, E(mi), A(la), D(rê), and G(sol).

It should be remembered that in these exercises attention has been taken to maintain the same angle of the hand in relation to the violin's arm, and the height of the hand has been purposely changed in relation to the point edge. This leveling of the hand on the different strings must occur (as shown in the images captured and analysed), otherwise interpalmar tensions will be created, especially in the lumbrical and interosseous muscles, responsible for the adduction and abduction of the fingers, which creates a greater tension in the performance, greater stiffness, and slower speed, especially in muscles that are small, are not as strong as the deep flexors, and because most of the time they are not the muscles referring to the motion plane of greater amplitude of the joints, as are the case of lumbricals and interosseous. These, as they are responsible for the movements of digital laterality in the frontal plane, are less powerful and extenuate themselves with great ease, potentiating a whole panoply of problems, being able to arrive, in the last instance, at performative musculoskeletal injuries like tendinitis and syndromes of nervous compression.

Question 2 - Will there be any mechanical-functional way of the hand capable of controlling, in the intervals of great extension, the opening of the fingers, which, being limited, generates a great palmar muscular tension?

Regarding the second question and referring to the objectives, we will consider the following exercises: B, with special focus on the intervals of perfect 5th, between the index and the little finger; and C reserved to minor 6th intervals. We will also compare the exercises in A that refer to the intervals of the perfect 4th. Based on the same mechanical-functional principle of the extension and flexion of the fingers, which by having a condyloid joint joining the proximal phalanx and the metacarpal, and the fact that the flexion of the fingers is directed towards the center of the palm by deduction, the greater the extension, the greater the opening of the fingers. In this way, we can consider different heights of the hand, relative to the basal level of a given string, so that the different openings of the 4th, 5th and 6th intervals are feasible. Distancing the metacarpophalangeal joint from the edge of the violin, allows us a greater general extension of the fingers which, in turn, allows a greater amplitude of the fingers especially between the index and the little finger.

Question 3 - Will there be any structural and positional way to control the progressive decrease of the interval relation, which happens along the violin fingerboard?

As for this question, which was initially used to mark this scientific research, it is important to begin by noting the fact that, on the violin fingerboard, as the fingers go up in the direction of the bridge, the distances between fingers gradually decrease. One can better perceive this phenomenon in a visual way, on the fingerboard of a guitar, where the frets are getting closer and closer to each other. The less optimized performative results in B1 and C1 are essentially due to the fact that the hand angle to the violin scale is not the most favorable for the desired exercises. Thus, since in these exercises the position of the hand with the most natural digital flexion is not the most favourably indicated, there is a string abduction or ulna deviation of the wrist in order to get the little finger closer to the string, and this in turn, at the moment of the attack on the string that represents the most flexible angle, a strong abduction is also performed in order to achieve the right pitch, creating great discomfort, and in turn, since the position is not

the most free and natural, the index finger is strongly adducted in order to control the intended note. However, even if these exercises were not performed in other positions along the violin scale and by varying the angulation to perceive differences in performance (something that would make this research work even more exhaustive), we perceive that we are within the possibility of deducing that the angulation in both B1 (43.66) and C1 (38.44) could result in higher positions, such as the third or fourth position, where the intervals are closer.

The use of technology leads us to conclude that, based on an anatomical-functional analysis and the results in different interval amplitudes, varying the angulation in relation to the violin point, although only in the first position, we can also control in a detailed way the interval relation, that is to say, the gradual decrease in intervals along the scale.

6 General Considerations

To conclude this theoretical explanation, it would be important to mention a subject of the utmost importance. All this scientific study was a theoretical and practical attempt to be able to resort to an anatomical-functional mechanism to solve the various requirements in the violin performance of the left upper limb – especially of the hand – where a very high prevalence of musculoskeletal problems occurs, related to performance. At the end of this study (in the PhD thesis undertaken by the first author), some considerations are set forth based on exercises analyzed by three-dimensional motion analysis devices which led to the extraction of numbers and concrete data.

However, we have to consider that all hands are different. The dimensions of the hands, arms, fingers, and joint amplitude of the various levers are different in the many individuals who play, or may come to play, the violin. We would like to point out that this study may be perfectly adapted to viola players, since the mechanical phenomena of the instrument are the same as for violinists. With this study we intend to simply perceive, in a more systematized way, mechanically-functional systems of the hand capable of responding to different instrumental techniques and demands.

These conditions change and must, in each case, be adapted to the dimensions of the instrument, the length of the strings from the top nut and the bridge, the dimensions of the hands and the fingers.

One may represent the study's findings as a model, or formula, representing reality, as follows: OPIH (optimal performance and ideal height of the left hand) = function of {dimension of the instrument, length of the strings, dimension of the hand, dimension of the fingers}.

An example of the above is: the bigger the dimension of the hand, the smaller the angulation and distance between the metacarpophalange articulation and the fingerboard.

It is also important to realize that this approach based on the angulation and leveling of the height of the hand in relation to the violin fingerboard is executed and controlled by a phenomenon relative to the individual - it is the proprioceptive capacity, which has the power to regulate our positions and muscular force exerted on objects.

326 E. Silva et al.

Image 2 shows reflectors placed on the metacarpophalangeal joints, and at the four extremities of the violin fingerboard. Image 3 shows the angulation of the metacarpophalangeal joint in relation to the edge of the violin point.



Image 2. Reflectors placed on the metacarpophalangeal joints, and at the four extremities of the violin fingerboard



Image 3. Angulation of the metacarpophalangeal joint in relation to the edge of the violin fingerboard

7 Conclusion and Suggestions for Future Research

This study seeks to show the knowledge and depth to which musicians (and teachers in particular), in the laboratory, can descend in order to optimize their performance and aided by technology. It focuses on the left hand of the violinist, which executes one of the finest and most detailed jobs when performing at a high level, requiring a huge amount of strength, accuracy, speed, endurance, supporting the instrument, while flying over the finger board all together, and which is the most complicated point in terms of the health of the elite musician. It should be noted that this methodology applied to the reality of the violin is already bearing fruit in practice, and with students of the first

author. It is with enthusiasm that we are close to the end of the project which, like other activities, such as high competition sports, promises to bring musicians to play for more time and with greater efficiency and naturalness. To point out that using this technology could boost a musician's career for a period of fifteen years (or more) may seem ambitious. However, one has only to look at the example of technology applied to other aspects of human life to realize the possible scope of improvement. In this way, we find that technology - the applied knowledge of the human being to solve certain problems - is fundamental and has surprising results - if well implemented. We suggest a longitudinal study over time in order to track the effects of the technology described herein (establishing a contrast between groups of violin players with correct and incorrect positions of the left hand).

In swimming the technology can be applied to the range of shoulder and arm movement in order to minimize, for example, the "swimmer's shoulder" - a recurring problem that "plagues" top swimmers. This technology could also be applied to the movement of the golf player who, at the end of his or her career (as has occurred with several renowned players) may require the total replacement of the hips by prostheses - due to the forcing of the amplitude of rotation, linked to a blocking of the front supporting foot, an unnatural movement with harmful effects. For example, we can consider the best golfer of all time, and still alive at the time of writing - the North American and former player Jack Nicklaus - who has two prosthetics on his hips; but there are more cases of this type of injury which have led to such an outcome. It will not be too much to stress the importance of technology to increase the quality of life and prolong careers at the highest level.

The techniques and methodology discussed herein deserve to be monitored so that, with a longitudinal study, over several decades, one can prove that the course indicated is indeed right - for this study that is exploratory, for the moment - but which may eventually become commonplace in the industry - alongside other technologies that have become mainstream - such as the use of smartphones, even by children. A use that, being prolonged, and from a very young age, may in turn lead to other types of injuries - still undiscovered. This will certainly lead to the need for other specific studies (see, for example, [13]).

Technology has been widely used in several activities [14-16], as the world is increasingly complex, which leads to changes in people themselves [17].

We hope this study has been able to elucidate how a violinist may be monitored in order to maximize his/her performance and well-being.

References

1. Silva, E., Au-Yong-Oliveira, M., Fonseca, P., Garganta, R., Bochmann, C.: The musician as entrepreneur - multidisciplinary innovation with performing violinists - achieving a sustainable competitive advantage via the biomechanical enhancement of the left hand. In: Costa, C., Au-Yong-Oliveira, M., Amorim, M. (eds.) Proceedings of the 13th European Conference on Innovation and Entrepreneurship, ECIE 2018, University of Aveiro, 20-21 September, pp. 984-994 (2018)

2. Frank, A., Muhlen, C.A.: Queixas músculo-esqueléticas em músicos: prevalência e fatores de risco. *Revista Brasileira de Reumatologia* 47(3), 188–196 (2007)
3. Moraes, G.F., Papini, A.A.: Desordens musculoesqueléticas em violinistas e violistas profissionais: revisão sistemática. Universidade Federal de Itajubá Campus, Itabira (2012)
4. Serranheira, F., Sousa, A.U., Lopes, M.F.: Lesões músculo esqueléticas e trabalho: Alguns métodos de avaliação de risco. Escola Nacional de Saúde pública, Lisboa (2008)
5. Zaza, C.: Playing-related musculoskeletal disorders in musicians: systematic review of incidence and prevalence. *Can. Med. Assoc. J.* 158, 1019–1025 (1998)
6. Sousa, L.F.: Lesões por esforço repetitivo em instrumentistas de cordas friccionadas. Universidade de Aveiro, Aveiro (2010)
7. Caldron, P., Calabrese, L.H.: A survey of musculoskeletal problems encountered in high level musicians. *Med. Probl. Perform. Art.* 1, 136–139 (1986)
8. Hoppmann, R., Patrone, N.A.: A review of musculoskeletal problems in instrumental musicians. *Semin. Arthritis Rheum.* 19, 117–126 (1989)
9. Huczynski, A.A., Buchanan, D.A.: *Organizational Behaviour*, 8th edn. Harlow, Pearson (2013)
10. Burgelman, R.A., Christensen, C.M., Wheelwright, S.C.: *Strategic Management of Technology and Innovation*, 5th edn. McGraw-Hill International Edition, New York (2009)
11. Oslo Manual. Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data, 3rd edn. Paris, France, OECD, Eurostat and the European Commission (2005)
12. Zhu, C., Liu, A., Chen, G.: High performance work systems and corporate performance: the influence of entrepreneurial orientation and organizational learning. *Front. Bus. Res. China* 12(4), 1–22 (2018)
13. Au-Yong-Oliveira, M., Gonçalves, R., Martins, J., Branco, F.: The social impact of technology on millennials and consequences for higher education and leadership. *Telematics Inform.* 35(4), 954–963 (2018). <https://doi.org/10.1016/j.tele.2017.10.007>
14. Gonçalves, R., Martins, J., Branco, F., Perez-Cota, M., Au-Yong Oliveira, M.: Increasing the reach of enterprises through electronic commerce: A focus group study aimed at the cases of Portugal and Spain. *Computer Science and Information Systems* 13(3), 927–955 (2016). <https://doi.org/10.2298/isis160804036g>
15. Gonçalves, R., Martins, J., Pereira, J., Cota, M., Branco, F.: Promoting e-commerce software platforms adoption as a means to overcome domestic crises: the cases of Portugal and Spain approached from a focus-group perspective. *Trends and Applications in Software Engineering*, pp. 259–269. Springer (2016)
16. Gonçalves, R., Rocha, T., Martins, J., Branco, F., Au-Yong Oliveira, M.: Evaluation of e-commerce websites accessibility and usability: an e-commerce platform analysis with the inclusion of blind users. *Univ. Access Inf. Soc.* 17(3), 567–583 (2018). <https://doi.org/10.1007/s10209-017-0557-5>
17. Au-Yong-Oliveira, M., Moutinho, R., Ferreira, J.J.P., Ramos, A.L.: Present and future languages – how innovation has changed us. *J. Technol. Manag. Innov.* 10(2), 166–182 (2015). <https://doi.org/10.4067/S0718-27242015000200012>

ANEXO 5

OBSERVING FROM OUR OWN “CULTURAL WINDOW” – PRESENTING AUTOETHNOGRAPHIC NARRATIVES FROM TOURISM TO MUSIC



**Proceedings of the
18th European Conference on
Research Methodology for Business
and Management Studies
Wits Business School
Johannesburg, South Africa
20-21 June 2019**



**Edited by
Prof. Anthony Stacey**

A conference managed by ACPI, UK



G

Observing from our own “Cultural Window”: Presenting Autoethnographic Narratives from Tourism to Music

Manuel Au-Yong-Oliveira¹ and Eliseu Silva²

¹GOVCOOP, University of Aveiro, Portugal

²University of Évora, Portugal

mao@ua.pt

eliseu7silv@gmail.com

DOI: 10.34190/RM.19.079

Abstract: According to the literature students have difficulty in publishing academic autoethnographic stories, and it is our objective to provide advice in order to change this. Autoethnography is a qualitative research approach which is self-reflective and which seeks to address social issues with which the author comes into contact. This study is about the experience of the authors and one personal experience in the study focuses on a holiday trip to Australia, in 2017, and on certain events that warranted documenting during that trip, including events that took place with locals. Another (very different) personal experience involves the reflections of a concert violinist and his teachings. How may one avoid injury in violin players right from the outset of the learning process? What is the role of the equipment used? An objective of the study is to get major research publications to view autoethnography with different eyes. Brainstorming sessions were held in Master’s degree and PhD classes on research methodology to help shed light on this issue and the results show that students are interested in autoethnography and do consider it a worthwhile academic research endeavor. An alternative of course is to do traditional research, as one set of reviewers for a journal stated to the lead author, involving questionnaires and interviews and focus groups. What is argued, however, is that an enriching personal experience is worth communicating and understanding, in depth, and in more theoretical terms, if it is seen to benefit communities at large and if lessons may be learned. Academia may have some trouble in making autoethnography a mainstream method, as some authors have stated. Looking at events as an outsider, from our own “cultural window”, from a different context, and narrating what one observes to be different, is essential if one wants to publish worthwhile autoethnographic research accounts. Autoethnography questions cultural assumptions, behaviours and values. Note that specific target audiences should be considered as what is normal in one environment may not be in the next, and here lies the power of autoethnography – in its being able to capture the difference.

Keywords: novelty, academia, subjective experience, research, practical contribution, autoethnographic research

1. Introduction

We seek herein to provoke a discussion on alternative research methods in business and management. Taking a stance very distant from more “academic”, complex statistical (positivist) research methods, autoethnography as a form of expression reveals more creativity which is not necessarily a bad thing in the age of artificial intelligence – and where there is much discussion on robots and on machines taking on the [more repetitive and straightforward] jobs of human beings.

Academia needs to connect more to reality rather than remaining distant from real-life occurrences. Autoethnography is seen to be suitable as a pointer to future, more in-depth research. The value of observations of attentive researchers should not be simply discarded for being “unscientific”, as one set of anonymous journal reviewers told the lead author of this article not so long ago. An objective of this article is to gain more support for the autoethnographic method. It must be said, however, that a search on the Web of Science database with the search term “autoethnography”, reported over 1500 papers, and also showed an upward trend in the number of citations in the last 5 years. Which is seen to be very positive.

As Mason stated (2002, p.1): “Qualitative researching is exciting and important. It is a highly rewarding activity because it engages us with things that matter, in ways that matter.” Thus, autoethnography should be considered a valid avenue for research as it explores the social world and everyday life and “the ways that social processes, institutions, discourses or relationships work, and the significance of the meanings that they generate” (Mason, 2002, p.1). Autoethnographers need to be talented, self-reflexive storytellers with acute literary skills (Davies, McGregor and Horan, 2019). Researchers must accomplish this without being egocentric.

Brainstorming sessions were held in Master’s degree and PhD classes on research methodology to help shed light on this issue and students showed a genuine interest in autoethnography and in specific experiences shared by the lead author. Images with rich cultural content were shown, taken during a holiday trip, which

Manuel Au-Yong-Oliveira and Eliseu Silva

shed light on religious traditions very distant from those existing in Western Europe, albeit with technology bringing us closer in many ways (Figure 1). Autoethnography was thus considered a very worthwhile academic research endeavor, indeed a true “window” to the world.



Figure 1: A mix between new technology and traditional attire in Istanbul, Turkey

The article proceeds with a look at some of the literature on research methods and autoethnography, followed by autoethnographic accounts and more “academic” commentary. We end with some conclusions related to our study.

2. A look at the literature on research methods and autoethnography

Nowadays, in academia, performing research is a major duty of lecturers; in particular if career advancement is an ambition. However, not only should higher education lecturers publish, but graduate students should publish also. The latter, involving publishing by students, is, indeed, an objective decided at the highest level and by those who govern academia – the publishing of new knowledge in peer review outlets is a major part of modern education involving graduate students.

According to Remenyi (2017, p.189), research is “an intellectual activity in which a question is attempted to be answered [...] a formal procedure [where there is] the collection of data or evidence, the analysis of the data and the reaching of a conclusion thereof”. Research is closely linked to theory. According to Saunders and Lewis (2018, p.111) “theory is broadly defined as an explanation of the relationship between two or more concepts or variables. The role of theory will loom large in your study, as all research projects will need to link to theory in some way”. Autoethnography, on the other hand, is “a narrative account written in a reflexive manner which relates the detailed experiences of the researcher to the wider context of his or her environment. It is a relatively new approach to academic research which at present would only be accepted by a small community of scholars” (Remenyi, 2017, p.16).

Manuel Au-Yong-Oliveira and Eliseu Silva

It is also relevant to state that “observation is regarded as the central platform on which research designs such as participant-observer works as well as on which action research and ethnographic studies are based [...] Observation refers to data acquired that is not obtained as a direct response to a question asked by a researcher” (Remenyi, 2013, p.197). Observation plays a central role in autoethnographic studies. The author must (often passively) observe interactions which involve him/her, or not, in situations deemed of importance and relevance to readers and researchers. What is to be considered relevant and important? For the purpose of this study, any problem which, when resolved, may lead to improved quality of life and to the advancement of local communities and society at large, is deemed important and worth observing and theorizing on.

What are ethnographic studies? “Ethnography is concerned with understanding [and learning from] another way of life from the perspective of those pursuing that way of life” (Saunders and Lewis, 2018, p.124) and is thus linked to anthropology. Ethnography, occurring as field research, tends to be based on less formal data (e.g. observation) as compared to interviews or focus groups, for example (Remenyi, 2013). Researchers who observe see, feel, hear, smell and/or taste. According to Remenyi (2013, p.197), “observation data which is properly recorded can be a useful source of understanding and should be regarded as a potential source of important data”.

Ethnography is further defined in Remenyi (2017, p.75) as “a qualitative research approach which requires the researcher to become familiar with the lived experiences of the research subject(s).” Autoethnography is slightly different as it is a narrative / story told in the first person (Ohito, 2019).

An abductive approach, very suitable to autoethnography, is an “approach to theory development involving the collection of data to explore a phenomenon, identify themes and explain patterns, to generate a new – or modify an existing – theory which is subsequently tested” (Saunders, Lewis, and Thornhill, 2016, p.710).

Davies, McGregor and Horan (2019, p.201) state that autoethnography (as performed in doctorates in business administration) should have “personal, practical and scholarly impacts”. Albeit, they recognize that such experiential knowledge and reflections are “not widely disseminated in well ranked academic journal articles” (Davies, McGregor and Horan, 2019, p.201). As a consequence, “the academic potential of students is lost (Davies, McGregor and Horan, 2019, p.211).

An example of autoethnography and of a self-reflexive story is found in Ohito (2019, p.251): “The story peaks hours earlier, in the middle of the morning. I am standing – feet planted and arms akimbo – in Room 208 on the second floor of Armstrong Middle School, which is located in the Bronzeville neighborhood.” The scene is set for an emotional racial encounter between Andrew, a black student, and Jason, a white pre-teacher. The storyteller, a tutor-teacher, is also black in this critical autoethnographic study linking “whiteness, pedagogy, and urban teacher education” (Ohito, 2019, p.250). The well-articulated narrative could well have been taken from a novel rather than from a scientific paper, if it were not for the theory meticulously inserted in the text.

“Words fail both Jason and me. The loudness of the loaded silence stuns us. [...] The lesson this morning, which focuses on the history of the KKK [Ku Klux Klan], has been planned and executed by Jason. By the end of the lesson, Jason, Andrew, and I are stalled along the emotionally bumpy road on which teaching and learning occurs.” (Ohito, 2019, p.251). The reader feels the environment, watching on, as if peering in from a perhaps distant cultural window, at scenes where children, marginalized by racism, interact in a learning environment. The research is presented as a puzzle, gentling unfolding as one becomes immersed in the story. Is such a narrative within the reach of all researchers? It is a challenge, certainly.

3. Auto-ethnographic accounts and subsequent theorizing on the subjects discussed

A number of situations have occurred to the authors and are narrated below. These are situations that the authors intuitively saw to be of interest to readers and researchers. Following the description of the event, some theorizing is included in the study.

3.1 The costs of tourism and “Tourist-haters”

While on holiday, even in the kindest of places (and Australia is seen to be very kind), one will always and invariably run into people who are “tourist haters” (an add-on to “people haters”). Tourists, including from an increasingly affluent and mobile Asia (from Malaysia and China, for example), tend to be noisy and pushy, in their enthusiasm, and a major discomfort for certain “touristy” zones where citizens and residents are trying to

Manuel Au-Yong-Oliveira and Eliseu Silva

get on with their day-to-day lives. Busy tourist areas tend to be more expensive, due to the demand of tourists being so high. Therefore, yes, tourists send prices up (including of real estate) and make life more difficult for local residents. Tourists also cause more traffic and longer queues, including for taxis and local transport which local residents may use regularly. Tourist haters will generally not be of help. For example, if you ask for directions from one such an individual, he or she may very well send you in the opposite direction to where you want to go. This following situation happened to the lead author, in Sydney, Australia, in early August 2017:

“Lead author: “Which way to the Town Hall train station please?”.

Individual in workers’ overalls: “Back that way, and turn left, and follow the street down [gesticulating]”.

Lead author: “But we just came from there, and we were told to come down this way, to the end of the shopping mall! Are you sure?”.

Individual in workers’ overalls: “Yes, I am sure. No, you cannot go that way. I work here every day and I go to that train station myself! [hurrying off].”

The lead author, before heading back, double-checked the directions with a lady working at a booth. She confirmed that in fact the right way was to go down to the end of the shopping mall (actually now only 50 metres away), which led into the Town Hall train station directly. These correct directions had been given by the waitress at the restaurant where the lead author and his family had had lunch. Doubt had appeared as the path to be followed was a little longer than at first imagined (this tends to happen in much larger countries than where we have our homes – and where distances are seen in a different perspective). Thus the query with the worker gentleman, who gave the wrong indications entirely.

Another situation occurred while actually on the train, shortly afterwards. The lead author was with his two young daughters (aged nine and twelve years of age, at the time) and they were sitting comfortably and relaxed on a train about half full (there were vacant seats all around). An older lady came onto the train and abruptly chastised and was rude to one of the lead author’s daughters for occupying “her” seat – destined for less mobile individuals. “Get up, get up, get off!” she gesticulated. Indeed, the newcomer to the train seemed energized by this seeming lack of respect! My youngest daughter was surprised and frightened by the gestures, and quickly vacated her seat, taking another seat just adjacent to that one. A local and also older lady, sitting opposite, defended my daughter saying to the other lady “You gave her no chance to stand up, I am sure she would have shown her good manners and would have given you the seat, if she had been given the time! [winking at the lead author and father]”. However, as a local Australian citizen later explained, if there are vacant seats then a priority seat may be taken by a normally mobile person – only if there are no vacant seats should that specific seat be given up. We were not at fault but, however, experienced first-hand the frustration of a local older lady.

As it turned out, the older lady who had complained (quite aggressively) did not suffer from a lack of mobility at all. Getting off at the same train stop she quickly pushed ahead of the individuals already standing in line for the escalator (including the lead author and his two daughters), taking a route outside of the queue, and overtaking people who were patiently waiting for the escalator. A true “tourist hater”, possibly a “people hater”. The lead author felt compelled and indeed did tell the lady that she had to queue up like everyone else. The older lady took no notice. This incident occurred right after having experienced the worker gentleman giving the wrong directions to the train station. It is expected that, as air travel and lodging become more accessible and economical, more and more situations like this will occur, as more and more people will be travelling, to the annoyance of locals. Let it be noted that the lead author had a large Nikon camera in his hands, on the train, easily identifying him as a tourist, in an era when smartphone cameras have ruined the camera market (only a keen tourist will carry a large camera around, which tends to be too heavy and cumbersome for everyday use).

Luckily tourist haters are still in a very small minority, including in Australia, and numerous well-wishers are to be found for each of the former.

3.2 Discussion of the case involving the costs of tourism and “tourist-haters”

Cultures tend to change very slowly. Indeed, “cultures, especially national cultures, are extremely stable over time” (Hofstede, 2001, p.34). Culture is defined as a way of “thinking and social action that exist among members” (Hofstede, 2001, p.xix) of a group or nation. Our proposition for culture change is as follows, in figure 1. Decreasing costs to travel (with the existence of low cost carriers such as Ryanair and Easyjet, as well as due to the existence of Airbnb and others making lodging more accessible; as is Uber also making travel cheaper in a number of geographical locations) will increase the number of tourists worldwide and lead also to an increase in the number of tourist haters. We propose that this phenomenon be researched more in depth, namely how it is possibly rising across nations around the globe.

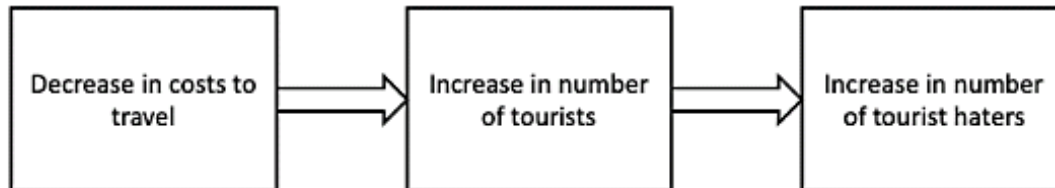


Figure 1: Decreasing costs to travel will increase the number of tourists worldwide and lead also to an increase in the number of tourist haters

3.3 Teaching young musicians to play the violin in a correct ergonomic way

The progress of a young student has been remarkable, as this collaborative autoethnographic piece shows – whereby two researchers come together “to report on their shared personal experiences” (McGregor and Fernández, 2019, p.229). In a very short period of time a pre-adolescent has jumped two international violin levels. This has occurred due to a superior motivation level, in this case, and also due to a passion for music, which the student has. Also very essential is the environment in which the student is growing up in, namely her mother is also very passionate about music and insists on regular (daily) and prolonged practice. The two co-authors of this article have been collaborating in a doctoral research project focusing on the correct placing of the left hand on the violin, in order to avoid injuries later on in one’s career, and both have coached this student. The objective is to produce students with a healthy technique, who may play over a long career, injury-free (Silva et al., 2018; Silva et al., 2019). In this particular case being discussed, irrespective of natural talent and of motivation, the student was not able to correct the position of her left hand on the violin, despite the insistency by the second author. This led to another conclusion, as the second author was convinced, due to prior research (Silva et al., 2018; Silva et al., 2019), that the position of the left hand was of utmost importance. It was thus decided to invest more in equipment, namely to change violin, from a half size violin to a full-size violin. Thankfully, the [family] funds to do so existed. The student had grown a lot and a new violin would make her stretch more and very naturally produce a more correct positioning of the left hand.

Being a right-handed player the left hand takes on many different positions, in order to play on four different strings, involving specific positions and techniques, including holding up the violin. The right hand only holds the violin bow and so is generally injury-free.

The solution, based on the objective to have a correct position of the left hand, proved to be successful. Within a matter of minutes the very much sought after objective was attained. This proved the research done to date to be correct. That a correct position of the left hand on the violin was imperative to progress and if incorrect then something structural may be occurring and require attention (please see figures 2 and 3, involving the second author).

3.4 The success of the violin player

The success of a violin player (SV) and musician is seen to be the result of five factors: natural talent (NT), motivation (M), family network (FN), infrastructure (IS) and financial capital (FC) (see also Oliveira, 1993):

$$SV = f \{ NT, M, FN, IS, FC \}$$

The importance of the family network, infrastructure and financial capital may have been downplayed somewhat in the literature (Oliveira, 1993) as one may argue, for example, that with the right motivation most ambitions may be achieved. This, however, is not the case. In the absence of the necessary financial capital and backup – in terms of family environment – success will be compromised. Former [young and] very

Manuel Au-Yong-Oliveira and Eliseu Silva

talented and motivated students have given up music due to the divorce of their parents. A solid and supporting family unit makes for the best in terms of healthy musical development. The right equipment is also a necessary supplement to the above. Natural talent will thus only take you so far, and is a factor amongst five factors which will determine one's success. Note that in close-knit Catholic cultures family takes on added value and perspective; the extended family is also important – those close friends and network who have a profound effect on results and outcomes achieved. Motivation is also important but can also only guarantee results to a certain point. We thus propose the further development of previous research on what leads to the success of the individual (Mansfield and Oliveira, 1994, 1995).



Figures 2 and 3: Incorrect position of the left hand (first picture) versus the correct position (second picture) when playing the violin

Experience as a teacher has led to the realization that motivation is not enough. Nor is natural talent. Extremely talented individuals without the necessary motivation will fail in the sense that they will probably stop playing altogether, in the long-run. Success is thus very susceptible to at least the five factors named above, in this study.

3.5 Local stories and the precious knowledge of tour guides

Paying extra money for a tour is probably, in most cases, a good option. In one such case, in Queensland, Northern Australia, the lead author and his family opted to go on a tour (in 2017) into the Daintree rainforest (near Port Douglas), said to be the oldest rainforest in the world. Though at the hotel reception the receptionist had said to go alone, to save money (as our family had rented a car), this advice was not taken.

Manuel Au-Yong-Oliveira and Eliseu Silva

The main reason for booking the tour was that the lead author had heard of tourists being eaten by estuarine crocodiles in the area (also known as salt water crocodiles, as they swim beyond the rivers, into the sea, thus catching badly informed tourists off guard). These crocodiles are very large, much larger than freshwater crocodiles. Indeed, an estuarine crocodile can get to weigh over a ton. They are very aggressive, and eat anything, and have been around since before the dinosaurs, having perfected their ambushing technique.

Indeed, the Daintree tour guide only took the lead author and his family to places where there were no crocodiles, in what was, for the most part, a crocodile inhabited area. The following situation occurred at the river side in the heart of the Daintree rainforest:

Tour guide: "You can swim here. It is very nice."

Lead author: "Are there no crocodiles here?"

Tour guide: "No, there are no crocodiles here, as the water is too cold."

Lead author: "May we also swim over there, down river, beyond those rocks?"

Tour guide: "No, because there are crocodiles there".

So, the lead author and his family actually swam in the river, at a place where the water was too cold for crocodiles. It was truly beautiful, the water was very clear, and many fish could be seen swimming in the water. A truly memorable experience.

It could have been a disaster though, had we, without the right knowledge, chosen to bathe elsewhere in the river.

3.6 The importance of an independent mental attitude

The importance of an independent mental attitude and independent thought processes – possibly close to a definition of leadership in so far as leaders are seen to think for themselves – is paramount and may mean the difference between life and death (figure 2). Tales of tourists being eaten by crocodiles – for having taken a swim in the wrong location – abound (Pearlman, 2016). Leadership qualities – with leadership defined as involving leading people to better futures (King and Lawley, 2016) – may thus be essential to staying alive and surviving, even when on holiday and apparently far from harm's way. More such research on leadership outside the organizational setting is seen to be beneficial.

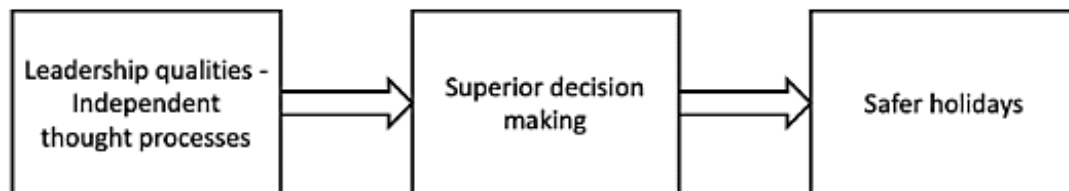


Figure 2: Leadership qualities may be essential to us staying alive outside our day-to-day environment

As concerns the following passages of text, how might one theorize around them to build publishable autoethnographic narratives?

3.7 The Sydney Opera House

During a more urban tour guide, to the Sydney Opera House (which has over one thousand rooms and 300 corridors; and is a UNESCO World Heritage Centre and symbol of Australia), also in early August 2017, the lead author and his family learned of how the brilliant architect, who was its creator, from Copenhagen (Denmark), Jørn Utzon, was such a perfectionist, that the projected three years for the building of the Opera House turned into 15 years. This was also due to the fact that the original architectural project had not been passed by an engineer, to see if it was even possible:

"The architect of Sydney Opera House, Jørn Utzon was a relatively unknown 38-year old Dane in January 1957 when his entry was announced winner of the international competition to design a 'national opera house' for Sydney's Bennelong Point. His vision for a sculptural, curved building on the Harbour broke radically with the

Manuel Au-Yong-Oliveira and Eliseu Silva

cube and rectangular shapes of modernist architecture. The building transformed his career and, in turn, transformed the image of an entire nation.” (sydneyoperahouse.com, no date).

Furthermore, it took 107 million dollars to build the Sydney Opera House, which was way above the initial projection and budget of 7 million dollars. Jorn Utzon worked on his project from 1958 to 1966, the year he left, when no longer welcome on the project, only to never return to see his masterpiece (based on a sphere, or on an orange he had eaten) when finished. The architect Jorn Utzon was not invited to the opening of the Sydney Opera House, in 1973, a ceremony led by Queen Elizabeth of England.

Politics and internal fighting is to be found everywhere, though one may not be aware of it unless given local knowledge. When invited back, to do some refurbishing at the Sydney Opera House, Jorn Utzon, aged 80 years at the time, refused to come, stating it was too far to travel. Was this the real reason?

“In 2003, the same year the Opera House celebrated its 30th birthday, Jørn Utzon was awarded the Pritzker Prize for Architecture, the highest award in its field. In 2007 the Sydney Opera House was formally recognised as one of the most outstanding places on Earth with its inclusion on the UNESCO World Heritage List under the World Heritage Convention.” (sydneyoperahouse.com, no date).

3.8 Ayers Rock and the native Aboriginals

Finally, of note is how in Australia there is currently apparently great respect for Aboriginal culture, tradition and values. While at Ayers Rock, in Uluru, for example, the tour guides would not allow tourists to photograph certain sacred Aboriginal places. At Uluru the Aboriginal influence on the Natural Park was indicated by a 66% say versus local government’s lesser 33% weight in what happens there. We also saw no one climbing the rock, which has been a subject of dispute in the past (Haines, 2016). However, the relationship has not always been a smooth one and “local indigenous communities claim they receive a fraction of the tourism revenue from Uluru, which is leased by them to the federal government.” (Haines, 2016). Are native Aboriginals that well-treated by white Australians? We became very much aware of the existing tension when in Australia and learning of local stories which may only rarely reach an international audience.

3.9 On the richness of locals’ knowledge

The richness of the locals’ knowledge was amazing and even though the lead author considers himself to be well-read nothing would have led to the discoveries made first-hand if the physical trip had not occurred in the first place. Thus, those who may predict that immersive technological experiences may replace physical tourism trips may be mistaken (figure 3). An experience on Facebook versus a real encounter is also very different.

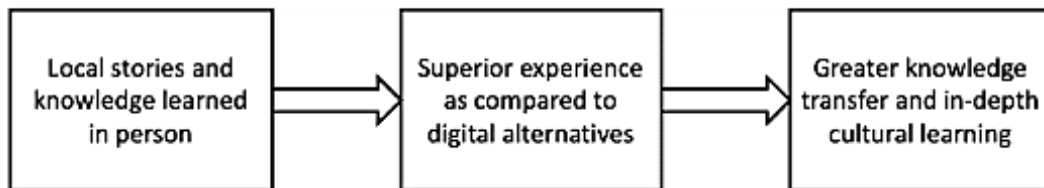


Figure 3: Technology may not in fact be able to replace the richness of encounters with locals during holiday trips

4. Conclusions

We have discussed herein some personal experiences by the authors in light of a research methodology called autoethnography, which is increasing in its popularity. Interest by students is high in experiences told first-hand by those who experienced them and so, in an age where we are battling for the attention of our students, with rivals often being digital forms of expression and communication (Au-Yong-Oliveira et al., 2015, 2018), autoethnography is seen to be a very positive form of research.

One has to peer at one’s immediate experience as if from a unique “cultural window” (figure 4), while considering what would be deemed very different to our day-to-day cultural context. In proceeding thus, a valid autoethnographic research account may be created, for a specific target audience. Dangers of

Manuel Au-Yong-Oliveira and Eliseu Silva

autoethnography include being “navel gazing, confessional, overindulgent and sensational like reality TV diaries” (Davies, McGregor and Horan, 2019, p.211).

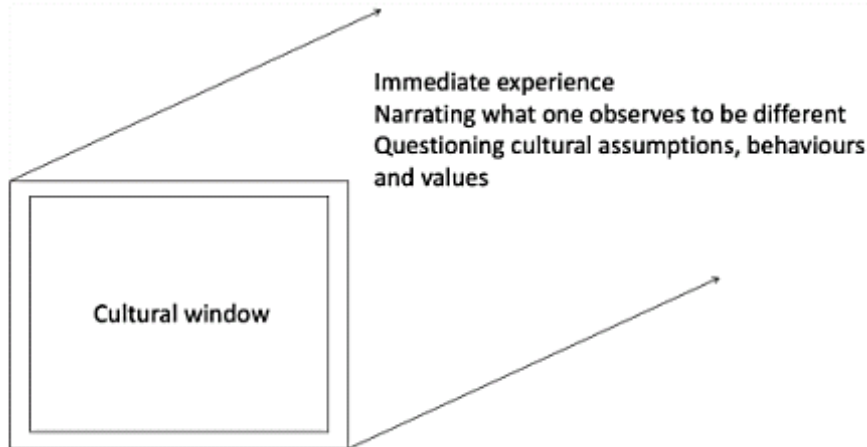


Figure 4: Autoethnography – peering from a unique “cultural window”

Some of the stories told involve a holiday trip to Australia. Some of these stories have important lessons to be learned and which may be important for survival, but that certainly are important from a cultural standpoint.

During a visit to the Australian Museum, in mid-August 2017, one could read the following statement, placed on a wall: “Dangerous Australians – There are about 120,000 deaths in Australia each year. On average, you can count all the people killed by snakes, crocs and sharks on one hand. So is our dangerous reputation really fair?” In effect, by doing what the locals suggested, and by following signs about dangerous animals in the wild, we had a safe journey and holiday. However, other less attentive tourists may not claim the same.

Another story is about success as a musician, namely about success as a violin player. Previous research on the correct positioning of the left hand, as a part of ongoing doctoral studies, at the time of writing, reveal themselves to be true in so far as technique and health go hand-in-hand. Success, however, may be more complex than what previous studies have predicted. More variables may in fact be involved in what is a complex process.

We have thus lain down the foundations for future research, following our exploratory effort. And it is here that we see lies the value of autoethnography. In picking up on clues in the environment noticed by attentive researchers. And what could be of more value than that?

References

- Au-Yong-Oliveira, M., Gonçalves, R., Martins, J., Branco, F. (2018). The social impact of technology on millennials and consequences for higher education and leadership. *Telematics and Informatics*, vol.35(4), July, pp.954-963.
- Au-Yong-Oliveira, M., Moutinho, R., Ferreira, J.J.P., Ramos, A.L. (2015). Present and future languages – How innovation has changed us. *Journal of Technology Management and Innovation*, vol.10(2), pp.166-182.
- Australian Dictionary of Biography (2018). Available at: <http://adb.anu.edu.au>, accessed on 23-12-2018.
- Haines, G. (2016). Why are indigenous Australians threatening to ‘close’ Uluru? *The Telegraph*, 1st November. Available at: <https://www.telegraph.co.uk/travel/destinations/oceania/australia/northern-territory/articles/why-are-indigenous-people-threatening-to-close-ularu/>, accessed on 23-12-2018.
- Hofstede, G. (2001). *Culture’s consequences – comparing values, behaviors, institutions, and organizations across nations*. 2nd ed. Sage, California.
- Davies, J., McGregor, F., Horan, M. (2019). Autoethnography and the doctorate in business administration: Personal, practical and scholarly impacts. *The International Journal of Management Education*, vol.17, pp.201-213.
- King, D., Lawley, S. (2016). *Organizational behavior*. 2nd ed. Oxford University Press, Oxford, UK.
- Mansfield, R., Oliveira, M.A. (1994). Being the best: attitudes and motivation amongst the World’s leading golfers. *Proceedings of the 2nd International Federation of Scholarly Associations of Management (IFSAM) – Texas, USA, 17-20 August*, pp.153-154.

Manuel Au-Yong-Oliveira and Eliseu Silva

- Mansfield, R., Oliveira, M.A. (1995). Distinguishing the great from the good: a study of the World's leading golfers. Proceedings of the British Academy of Management Annual Conference, Sheffield University Management School / Sheffield Business School, England, 11-13 September, pp.1-10.
- Mason, J. (2002). Qualitative researching. 2nd ed. Sage, London.
- McGregor, J., Fernández, J. (2019). Theorizing qualitative interviews: Two autoethnographic reconstructions. *The Modern Language Journal*, vol.103(1), pp.227-247.
- Ohito, E.O. (2019). Thinking through the flesh: a critical autoethnography of racial body politics in urban teacher education. *Race Ethnicity and Education*, vol.22(2), pp.250-268.
- Oliveira, M.A. (1993). Motivation and the individual sportsperson. Cardiff Business School. Master's dissertation.
- Pearlman, J. (2016). Woman who died after night swim in crocodile-infested waters named locally as Cindy Waldron, 46. *The Telegraph*, 30th May. Available at <https://www.telegraph.co.uk/news/2016/05/30/crocodile-snatches-woman-during-night-swim-in-australia/>, accessed on 23-12-2018.
- Remenyi, D. (2013). Field methods for academic research – Interviews, focus groups and questionnaires. 3rd ed. ACPI, Reading, UK.
- Remenyi, D. (2017). Dictionary of research concepts and issues. 2nd ed. ACPI, Reading, UK.
- Saunders, M., Lewis, P. (2018). Doing research in business and management – An essential guide to planning your project. 2nd ed. Pearson, Harlow, UK.
- Saunders, M., Lewis, P., Thornhill, A. (2016). Research methods for business students. 7th ed. Pearson, Harlow, UK.
- Silva, E., Au-Yong-Oliveira, M., Fonseca, P., Garganta, R., Bochmann, C. (2018). The musician as entrepreneur – multidisciplinary innovation with performing violinists – achieving a sustainable competitive advantage via the biomechanical enhancement of the left hand. Proceedings of the 13th European Conference on Innovation and Entrepreneurship, ECIE 2018, University of Aveiro, 20-21 September. Costa, C., Au-Yong-Oliveira, M., Amorim, M. (Editors), pp.984-994.
- Silva, E., Au-Yong-Oliveira, M., Fonseca, P., Garganta, R., Bochmann, C. (2019). A tecnologia ao serviço da música – Um estudo no sentido de se evitar lesões e maximizando-se a performance [Technology at the service of music – A study to avoid injuries while maximizing performance]. *RISTI – Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, N^o E17, 01/2019, pp.349-362.
- sydneyoperahouse.com (no date). Available at: <https://www.sydneyoperahouse.com/our-story/the-architect-jorn-utzon.html>, accessed on 23-12-2018.

ANEXO 6

LINKS DE GRAVAÇÕES ÁUDIO E VÍDEO

Ludwig Van Beethoven - 1ª sonata para violino e piano op.12 n.1

<https://youtu.be/I4YgYJQx18Q>

Henryk Wieniavski - Scherzo e Tarantela op.18

<https://www.youtube.com/watch?v=d7xb4NAFLhs>

Henryk Wieniavski - Mazurka Obertass op.19 nº1

<https://www.youtube.com/watch?v=eiszhaT7HN8>

Pablo de Sarasate - Zapateado op.23

<https://www.youtube.com/watch?v=8XGmF8259-E>

Fritz Kreisler - Prelúdio e Allegro - in the style of Pugnani

<https://youtu.be/lcyYC6hLOno>

Fritz Kreisler - Tambourin Chinois op.3

<http://youtu.be/qoHoacixC4k>

Heinrich Wilhelm Ernst - Last Rose of Summer

https://www.youtube.com/watch?v=Sh4Q_cGE1f0

Piotr I. Tchaikovsky - Valse-scherzo op.34

<https://www.youtube.com/watch?v=foWsggoibV8>

Camile Saint-Saëns - Introdução e Rondo Caprichoso op.28

<https://www.youtube.com/watch?v=qPqiumzIWQk>

Fernando Lopes-Graça - Prelúdio e Fuga para violino solo

<https://youtu.be/OJ17flcpMXs>

Eurico Carrapatoso - Fantasia em sol para violino solo

https://youtu.be/21-Yha_gv3o

Óscar da Silva - Divertimento

https://www.youtube.com/watch?v=7AG0N_p-dm0