UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto
Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde Aplicadas ao
Aparelho Locomotor

Rodrigo Romero Faria Santos

**Análise biomecânica das alterações posturais em cadetes da Força Aérea
Brasileira integrantes da equipe de tiro esportivo olímpico**

Ribeirão Preto/SP

2020

RODRIGO ROMERO FARIA SANTOS

Análise biomecânica das alterações posturais em cadetes da Força Aérea Brasileira integrantes da equipe de tiro esportivo olímpico

Tese apresentada a Faculdade de Medicina de
Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo para
a obtenção do título de Doutor em Ciências

Orientador: Prof. Dr. Antônio Carlos Shimano

Coorientador: Prof. Dr. Paulo Roberto Pereira
Santiago

“Versão corrigida. A versão original encontra-se disponível tanto na Biblioteca da Unidade que aloja o Programa, quanto na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da USP (BDTD)”

Ribeirão Preto/SP

2020

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

Ficha catalográfica

Santos, Rodrigo Romero Faria

Análise biomecânica das alterações posturais em cadetes da Força Aérea Brasileira integrantes da equipe de tiro esportivo olímpico. Ribeirão Preto, 2020.

157f.: 59il. 30cm

Tese apresentada à Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo.

Orientador: Shimano, Antonio Carlos.

1. Biomecânica. 2. Análise Postural. 3. Tiro Esportivo. 4. Academia da Força Aérea Brasileira.

Esta tese foi redigida de acordo com as
Diretrizes para Apresentação de Dissertações
e Teses da USP: Parte I (ABNT).

FOLHA DE APROVAÇÃO

Nome: Santos, Rodrigo Romero Faria

Título: Análise biomecânica das alterações posturais em cadetes da Força Aérea Brasileira integrantes da equipe de tiro esportivo olímpico

Tese apresentada a Faculdade de Medicina de
Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo
para a obtenção do título de Doutor em Ciências

Aprovada em: 05/08/2020

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus familiares: a minha mãe ***Maria Sueli Romero***; a minha irmã, ***Renata Romero Faria Santos***; a minha esposa, ***Camila Araujo Silva*** e ao meu filho, ***Caio Araujo Romero***.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Ao meu orientador, Prof. Dr. **Antonio Carlos Shimano**, pela oportunidade e confiança na realização desta pesquisa. Meus sinceros agradecimentos.

Ao meu co-orientador, Prof. Dr. **Paulo Roberto Pereira Santiago**, pelos prestativos apoios na realização da coleta de dados, processamento e conclusões desta pesquisa.

Ao Prof. Dr. **Thiago Augusto Rochetti Bezerra**, pelo incentivo de transformar vivências e experiências adquiridas na AFA em pesquisas.

AGRADECIMENTOS

Ao Brigadeiro do Ar **Mário Augusto Baccarin** pela autorização inicial para realização desta pesquisa na Academia da Força Aérea (AFA) de Pirassununga, SP.

Ao Coronel Aviador **Webert Romeiro Freire** pela autorização concedida na realização desta pesquisa no Corpo de Cadetes da Aeronáutica da AFA, em Pirassununga, SP.

Ao Coronel Intendente **Gabriel Domingos Barreto Soares** pela autorização de realização da pesquisa na Seção de Educação Física no Corpo de Cadetes da Aeronáutica da AFA em Pirassununga, SP.

Ao coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde Aplicadas ao Aparelho Locomotor, Prof. Dr. **Marcello Henrique Nogueira-Barbosa** e à secretária do Programa de Pós-Graduação **Rita de Cássia Stela Cossalter** pela cordialidade e prestativos esclarecimentos em momentos importantes.

Ao meu amigo de Pós-Graduação Médico Ortopedista **Anderson Freitas**, que, juntos entramos, juntos qualificamos e defendemos.

Agradeço aos cadetes participantes voluntários da pesquisa.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pelo apoio financeiro.

E agradeço a todos que diretamente e indiretamente contribuíram para a realização desta pesquisa.

“Existe uma maré nos assuntos humanos, que, aproveitando-se da correnteza, leva à fortuna; omitida, toda a viagem de suas vidas, está destinada a dar em bancos de areia e misérias”.

(The Tragedie of Julius Caesar, Willian Shakespeare)

RESUMO

SANTOS, R.R.F. Análise biomecânica das alterações posturais em cadetes da Força Aérea Brasileira integrantes da equipe de tiro esportivo olímpico. 2020. Tese – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2020.

O presente estudo analisou atiradores esportivos da Academia da Força Aérea nas modalidades de carabina e pistola de ar olímpicas, através da avaliação postural com fotogrametria digital, plataforma de força e eletromiografia, a fim de comparar alterações e diferenças posturais entre dois grupos de atiradores, distintos entre si pelo tempo de experiência de treino, ranqueamento e modalidades. A hipótese principal foi que atiradores treinados, com experiência, e atiradores ranqueados apresentam diferenças ao comparar com um grupo de atiradores controle, iniciantes, com até três meses de treino. Medições antropométricas foram realizadas e o cômputo do tempo de experiência do grupo de atiradores experientes foram correlacionados com os resultados obtidos em todas as análises. As análises foram realizadas com 32 atiradores. Para avaliação postural foram realizadas análises com fotogrametria digital, em variáveis de interesse em ângulos posturais na vista anterior, posterior e lateral direita. Nas análises com plataforma de força as variáveis de interesse foram avaliadas na posição de sustentação do armamento na posição de tiro. Nas análises com eletromiografia, os atiradores foram avaliados na variável ativação muscular na posição de tiro em seis músculos para atiradores de pistola e oito músculos para atiradores de carabina. Para a comparação do indivíduo foi proposto o teste *t-Student*. Nas comparações dos grupos foi proposta a análise de covariância ANCOVA. A fim de relacionar o tempo de experiência com as variáveis de interesse, foi proposto o coeficiente de correlação de Spearman (ρ). Todas as análises foram feitas separadamente para carabina e pistola e adotou-se um nível de significância de 5%. Constatou-se diferença significativa na variável ângulo entre os dois acrômios e as duas espinhas ilíacas ântero-superiores, na modalidade pistola, sendo que o grupo experiente apresentou um valor de média menor de ângulo obtido. Com relação aos resultados obtidos pelo grupo de atiradores experientes e a correlação com o tempo de experiência, na modalidade carabina, foi observado forte correlação na variável ângulo dos dois acrômios e as duas espinhas ilíacas ântero-superiores. As demais variáveis não apresentaram correlação e diferenças. Nas análises com plataforma de força os resultados mostraram que mediante a tarefa que foram submetidos não houve diferenças significantes. Os atiradores apresentaram um padrão semelhante nas medidas analisadas. As análises com EMG mostraram que houve uma correlação na diferença de porcentagem na ativação dos músculos deltoide e deltoide anterior, nas modalidades de carabina e pistola de ar respectivamente, com o tempo de experiência dos atiradores. Esta correlação foi atribuída ao fator de adaptação e condicionamento muscular de treino na postura específica da modalidade. Nas demais análises e comparações não foram observadas mudanças ou alterações. A atividade esportiva de tiro de carabina e pistola olímpicas não predispõe o cadete da AFA a alterações posturais e sugere-se que a homogeneidade da amostra tenha representado um fator importante para os resultados apresentados.

Palavras-chave: Biomecânica. Análise postural. Tiro esportivo. Academia da Força Aérea Brasileira.

ABSTRACT

SANTOS, R.R.F. Biomechanical analysis of postural changes in cadets of Brazilian Air Force members of the olympic shooting team. 2020. Thesis - Faculty of Medicine, University of São Paulo, Ribeirão Preto, 2020.

The present study analyzed Sporting shooters at the Brazilian Air Force Academy in the modalities of olympic air pistol and air rifle, through postural assessment with digital photogrammetry, force platform and electromyography, in order to compare postural changes and differences between two groups of different shooters, according the time of training experience, ranking and modalities. The main hypothesis was that experienced shooters and ranked differ when compared to a control group of novice shooters, with up to three months of training. Anthropometric measurements were performed and the experience time of the experienced shooters group was correlated with the results obtained in all analyzes. The analyzes were carried out with 32 individuals. For postural evaluation, analyzes were performed with digital photogrammetry, on variables of interest in postural angles in the anterior, posterior and right lateral views. In the force platform analysis, the variables of interest were evaluated in the position of holding the weapon in the firing position. In the analyzes with electromyography, the shooters were evaluated in the variable muscle activation in the firing position in six muscles for pistol shooters and eight muscles for rifle shooters. For the comparison of the individual, the t-Student test was proposed. In the group comparisons, ANCOVA covariance analysis was proposed. In order to relate the time of experience with the variables of interest, Spearman's correlation coefficient (ρ) was proposed. All analyzes were performed separately for rifle and pistol and a significance level of 5% was adopted. A significant difference was found in the angle variable between the two acromions and the two anterior superior iliac spines, in the pistol modalities, and the experienced group had a lower average value of angle obtained. Regarding the results obtained by the group of experienced shooters and the correlation with the time of experience, in the rifle modality, a high correlation was observed in the angle variable of the two acromions and the two anterior superior iliac spines. The other variables showed no correlation and differences. In the analysis with the force platform, the results showed that there were no significant differences through the task they were submitted to. The shooters showed a similar pattern in the measures analyzed. The analyzes with EMG showed that there was a correlation in the percentage difference in the activation of the deltoid and anterior deltoid muscles, in the modalities of rifle and pistol, respectively, with the experience of the shooters. This correlation was attributed to the adaptation factor and muscle conditioning of training in the specific posture of the sport. In the other analyzes and comparisons, no changes or alterations were observed. The sporting activity of shooting in olympic rifle and pistol modalities does not predispose the AFA cadet to postural changes and it is suggested that the homogeneity of the sample has represented an important factor for the results presented.

Keywords: Biomechanics. Postural Analysis. Shooting Sports. Brazilian Air Force Academy.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Posição de tiro na pistola de ar	39
Figura 2A/B	Posição de tiro na carabina de ar	40
Figura 3	Empunhadura para o tiro de pistola de ar ilustrada no círculo vermelho, efetuado somente com a mão dominante do atirador	41
Figura 4	Empunhadura para o tiro de carabina de ar, ilustrada com as marcas em amarelo, demonstrando os pontos de apoio na empunhadura e sustentação do armamento	41
Figura 5	Aparelho de pontaria da pistola de ar	43
Figura 6	Aparelho de pontaria da carabina de ar	43
Figura 7	Posição do dedo correta no acionamento do gatilho, tracionando a tecla do gatilho para trás	45
Figura 8	Atirador de pistola de ar na posição final de tiro com arma empunhada realizando a visada	46
Figura 9	Atirador de carabina de ar na posição final de tiro com arma empunhada realizando a visada	47
Figura 10	Atiradora utilizando haste de suporte para apoio da carabina	49
Figura 11	Pistola de Ar Morini	58
Figura 12	Carabina de Ar Feinwerkbau.....	59
Figura 13A	Trena Cescorf ®.....	60
Figura 13B	Balança com estadiômetro da marca Toledo®	60
Figura 14A	Pontos de referência para medições em cineantropometria. Medida do ponto acromial ao ponto radial	61
Figura 14B	Pontos de referência para medições em cineantropometria. Medida do ponto estiloidal ao ponto dactiloidal	61
Figura 14C	Pontos de referência para medições em cineantropometria. Medida do ponto estiloidal ao ponto radial	61
Figura 15	Pontos possíveis e pontos do protocolo na vista anterior	62
Figura 16	Pontos possíveis e pontos do protocolo na vista posterior	63
Figura 17	Pontos possíveis e pontos do protocolo na vista lateral direita	63
Figura 18	Figura esquemática utilizada como referência para coleta de fotos utilizando o <i>software</i> S.A.P.O	64
Figura 19	Pontos anatômicos do protocolo utilizado na coleta	65

Figura 20A	Fotos com marcadores na vista anterior	66
Figura 20B	Fotos com marcadores na vista anterior lateral direita	66
Figura 20C	Fotos com marcadores na vista posterior	66
Figura 21	Representação esquemática na vista anterior de ângulos possíveis a partir da ilustração de OKAI (1998) no estudo de Ferreira (2005), adaptados para este estudo	67
Figura 22	Representação esquemática na vista posterior de ângulos possíveis a partir da ilustração de OKAI (1998) no estudo de Ferreira (2005), adaptados para este estudo	67
Figura 23	Representação esquemática na vista lateral de ângulos possíveis a partir da ilustração de OKAI (1998) no estudo de Ferreira (2005), adaptados para este estudo	68
Figura 24	Plataforma de força móvel AMT1 OR6-WP® utilizada nas coletas. Fonte: Barela, Duarte, 2011	70
Figura 25	Direção vertical (V), antero-posterior (AP) e médio-lateral (ML) analisadas. Fonte: Próprio autor	70
Figura 26A	Sujeitos realizando tarefa específica de tiro durante coleta com plataforma de força e EMG. Fonte: Próprio autor	71
Figura 26B	Sujeitos realizando tarefa específica de tiro durante coleta com plataforma de força e EMG. Fonte: Próprio autor	71
Figura 27	Momentos observados durante a análise com plataforma de força	72
Figura 28	Preparação do atirador e colocação dos eletrodos. Fonte: Próprio autor.	73
Figura 29	Atirador de pistola durante coleta. Fonte: Fonte: Próprio autor	74
Figura 30	Atirador de carabina durante coleta. Fonte: Fonte: Próprio autor	74
Figura 31	Atirador em posição estabilizada durante coleta de dados. Fonte: Próprio autor	76

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Comparação entre os grupos G1P e G2P; G1C e G2C na variável assimetria horizontal das escápulas em relação à T3	84
Gráfico 2	Comparação entre os grupos G1P e G2P; G1C e G2C na variável ângulo entre os dois acrômios e as duas espinhas ilíacas	84
Gráfico 3	Comparação entre os grupos G1P e G2P; G1C e G2C na variável nas variáveis alinhamento vertical da cabeça	84
Gráfico 4	Comparação entre os grupos G1P e G2P; G1C e G2C na variável alinhamento horizontal dos acrômios	84
Gráfico 5	Comparação entre os grupos G1P e G2P; G1C e G2C na variável alinhamento horizontal das espinhas ilíacas	85
Gráfico 6	Comparação entre os grupos G1P e G2P; G1C e G2C na variável alinhamento horizontal da cabeça	85
Gráfico 7	Comparação entre os grupos G1P e G2P; G1C e G2C na variável alinhamento horizontal da cabeça com a C7	85
Gráfico 8	Correlação do resultado da variável assimetria horizontal da escápula em relação à T3 com o tempo de experiência	90
Gráfico 9	Correlação do resultado da variável ângulo dos dois acrômios e as espinhas ilíacas AP com o tempo de experiência	90
Gráfico 10	Correlação do resultado da variável alinhamento vertical da cabeça (acrômios) com o tempo de experiência	90
Gráfico 11	Correlação do resultado do alinhamento horizontal dos acrômios com o tempo de experiência	90
Gráfico 12	Correlação do resultado do alinhamento horizontal das espinhas-ilíacas AP com o tempo de experiência	91
Gráfico 13	Correlação do resultado do alinhamento horizontal da cabeça com o tempo de experiência	91
Gráfico 14	Correlação do resultado da variável alinhamento horizontal da cabeça com a C7 e tempo de experiência	91
Gráfico 15	Comparação entre os grupos G1P e G2P; G1C e G2C na variável eixo 1.....	93
Gráfico 16	Comparação entre os grupos G1P e G2P; G1C e G2C na variável eixo 2.....	93

Gráfico 17	Comparação entre os grupos G1P e G2P; G1C e G2C na variável distância (cm)	93
Gráfico 18	Comparação entre os grupos G1P e G2P; G1C e G2C na variável distância área (cm ²)	93
Gráfico 19	Comparação entre os grupos G1P e G2P; G1C e G2C na variável ângulo 1	94
Gráfico 20	Comparação entre os grupos G1P e G2P; G1C e G2C na variável ângulo 2	94
Gráfico 21	Comparação entre os grupos G1P e G2P; G1C e G2C na variável velocidade	94
Gráfico 22	Correlação entre os grupos G2P e G2C na variável eixo 1 com o tempo de experiência em meses	97
Gráfico 23	Correlação entre os grupos G2P e G2C na variável eixo 2 com o tempo de experiência em meses	97
Gráfico 24	Correlação entre os grupos G2P e G2C na variável distância em cm, com o tempo de experiência em meses	97
Gráfico 25	Correlação entre os grupos G2P e G2C na variável área em cm ² , com o tempo de experiência em meses	97
Gráfico 26	Correlação entre os grupos G2P e G2C, na variável ângulo 1, com o tempo de experiência em meses	98
Gráfico 27	Correlação entre os grupos G2P e G2C, na variável ângulo 2, com o tempo de experiência em meses	98
Gráfico 28	Correlação entre os grupos G2P e G2C, na variável velocidade, com o tempo de experiência em meses	98
Gráfico 29	Comparação entre os grupos G1P e G2P; G1C e G2C, na variável ativação muscular no músculo bíceps direito	100
Gráfico 30	Comparação entre os grupos G1P e G2P; G1C e G2C, na variável ativação muscular no músculo deltoide médio direito	100
Gráfico 31	Comparação entre os grupos G1P e G2P; G1C e G2C, na variável ativação muscular no músculo trapézio descendente direito	101
Gráfico 32	Comparação entre os grupos G1P e G2P; G1C e G2C, na variável ativação muscular no músculo trapézio transversal direito	101
Gráfico 33	Comparação entre os grupos G1P e G2P; G1C e G2C, na variável ativação muscular no músculo deltoide direito	101

Gráfico 34	Comparação entre os grupos G1P e G2P; G1C e G2C, na variável ativação muscular no músculo deltoide esquerdo	101
Gráfico 35	Comparação entre os grupos G1P e G2P; G1C e G2C, na variável ativação muscular no músculo tríceps direito	102

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Características das provas e do armamento nas modalidades estudadas	37
Tabela 2	Resultados descritivos antropométricos e de tempo de experiência na modalidade de pistola	79
Tabela 3	Resultados descritivos antropométricos e de tempo de experiência na modalidade de carabina	80
Tabela 4	Resultados das amostras de ranqueados nas modalidades de carabina e pistola	80
Tabela 5	Resultados das variáveis descritivas do grupo 1 de carabina	81
Tabela 6	Resultados das variáveis descritivas do grupo 2 de carabina	81
Tabela 7	Resultados das variáveis descritivas do grupo 1 de pistola	82
Tabela 8	Resultados das variáveis descritivas do grupo 2 de pistola	82
Tabela 9	Comparação entre os grupos nas variáveis entre G1P, G1C, G2P e G2C	83
Tabela 10	Resultados das variáveis descritivas do grupo 2 e de ranqueados no grupo de carabina	86
Tabela 11	Resultados das variáveis descritivas do grupo 2 e de ranqueados no grupo de pistola	87
Tabela 12	Diferenças observadas entre os ranqueados e os integrantes do G2 nas variáveis de interesse	88
Tabela 13	Correlação dos resultados das variáveis com o tempo de experiência do indivíduo.....	89
Tabela 14	Resultados da comparação entre grupos das variáveis de interesse na plataforma de força	92
Tabela 15	Valores obtidos na comparação entre ranqueados e integrantes do grupo 2	95
Tabela 16	Correlação dos resultados das variáveis com o tempo de experiência do indivíduo	96
Tabela 17	Comparação dos grupos em relação a diferença de porcentagem de ativação de cada músculo	99

Tabela 18	Resultados da porcentagem de ativação muscular em indivíduos ranqueados e não ranqueados do grupo de atiradores experientes	103
Tabela 19	Diferenças da porcentagem de ativação muscular em indivíduos ranqueados e não ranqueados do grupo de atiradores experientes	104
Tabela 20	Correlação entre o tempo de treino dos atiradores e porcentagem de ativação muscular	105

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS, SÍMBOLOS E UNIDADES

FAB	Força Aérea Brasileira
AFA	Academia da Força Aérea
CP	Centro de Pressão
SEF	Seção de Educação Física
EAM	Estágio de Adaptação Militar
MCA	Manual do Comando de Aeronáutica
mm	Milímetros
°	Grau
Eixo X	Eixo Horizontal
Eixo Y	Eixo Vertical
TCLE	Termo de consentimento livre e esclarecido
CCAER	Corpo de Cadetes da Aeronáutica
USAFA	Força Aérea Americana
GP	Grupo de atiradores de pistola
GC	Grupo de atiradores de carabina
G1P	Grupo 1 de atiradores de pistola
G1C	Grupo 1 de atiradores de carabina
G2P	Grupo 2 de atiradores de pistola
G2C	Grupo 2 de atiradores de carabina
S.A.P.O	<i>Software</i> de avaliação postural
®	Marca Registrada
AP	Movimento ântero-posterior
ML	Movimento médio-lateral
Hz	Hertz
CM	Centro de massa
AMT	<i>Advanced Mechanical Technologies</i>
EMG	Eletromiografia
SENIAM	<i>Surface EMG for the Non-Invasive Assessment of Muscles</i>
cm	Centímetros
kg	kilograma

T3	3ª vértebra torácica
C7	7ª vértebra cervical

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	31
1.1 Tiro esportivo na Academia da Força Aérea Brasileira	35
1.2 Modalidades de Carabina e Pistola de Ar olímpicas	37
1.3 Fundamentos do tiro esportivo	38
1.3.1 Posição	39
1.3.2 Empunhadura	40
1.3.3 Visada	42
1.3.4 Respiração	43
1.3.5 Acionamento do gatilho	44
1.4 Posições durante o ciclo de disparos	46
1.4.1 Pistola de ar olímpica	48
1.4.2 Carabina de ar olímpica	48
2 HIPÓTESES	51
3 OBJETIVOS	53
3.1 Objetivo geral	53
3.2 Objetivos específicos	53
4 MATERIAL E MÉTODOS	55
4.1 Tipo de estudo	55
4.2 Ética experimental	55
4.3 Participantes	55
4.3.1 Critérios de inclusão	56
4.3.2 Critérios de exclusão	56
4.4 Grupos - Caracterização da amostra e armamento	57
4.5 Medidas antropométricas – procedimentos	59
4.6 Fotogrametria digital – procedimentos	61
4.7 Estabilometria e Eletromiografia – procedimentos	68
4.8 Análise estatística	76
5 RESULTADOS	79
5.1 Medidas antropométricas	79
5.2 Amostra de ranqueados	80
5.3 Variáveis descritivas – Fotogrametria digital	81
5.3.1 Comparação entre os grupos	82

5.3.2 Comparação entre os ranqueados e o grupo experiente	86
5.3.3 Grupo experiente e correlação com tempo de experiência	88
5.4 Variáveis descritivas – Estabilometria	92
5.4.1 Comparação entre os grupos	92
5.4.2 Comparação entre os ranqueados e o grupo experiente	95
5.4.3 Grupo experiente e correlação com tempo de experiência	96
5.5 Variáveis descritivas – Eletromiografia	99
5.5.1 Comparação entre os grupos	99
5.5.2 Comparação entre os ranqueados e o grupo experiente	102
5.5.3 Grupo experiente e correlação com tempo de experiência	104
6 DISCUSSÃO	107
7 CONCLUSÕES	125
8 SUGESTÕES PARA FUTUROS ESTUDOS	127
REFERÊNCIAS	131
ANEXOS	137
APÊNDICES	141

1 INTRODUÇÃO

A prática do tiro pode ser considerada uma atividade esportiva, caracterizada por competições regionais, nacionais, sul-americanas, mundiais e olímpicas em diferentes modalidades, divididas no cerne de armas longas e armas curtas. É também caracterizada por ser uma atividade profissional, relacionada com Forças Armadas e Forças de Segurança Pública conforme normas, condutas e legislações específicas que determinam sua utilização ao redor do mundo.

Enquanto esporte olímpico, o tiro esteve presente nos Jogos Olímpicos desde a primeira edição, em 1896, em Atenas. Até 1964, em Tóquio, somente os homens participavam. As primeiras mulheres competiram na Cidade do México-1968, nas provas com os homens sendo que as disputas exclusivamente femininas surgiram em Los Angeles-1984, em duas categorias: pistola de ar e carabina de ar. Atualmente, o tiro esportivo é disputado em 15 categorias, sendo nove masculinas e seis femininas (CBTE, 2017).

Tratando-se de um esporte de alta acurácia, onde a execução técnica e o máximo controle corporal de todos os movimentos são fatores essenciais para o êxito em competições, atiradores de alto nível atingem níveis de excelência. Pontuações em competições são computadas com 594/600 pontos de 600 pontos possíveis, equivalente a uma precisão de, em média, 99% em casos de atletas de alta performance (ISSF, 2013).

Mon et al. (2015) sugerem que muitos são os fatores que influenciam a performance de atiradores de pistola olímpica. Um dos fatores amplamente aceitos é a relação do movimento da arma e da capacidade de estabilização corporal do atirador. Quanto menor a variação da arma antes do momento do disparo maior será a probabilidade de êxito no disparo e maior pontuação. Isso é relacionado com o controle corporal estático do atirador (GULBINSKIENE; SKARBALIUS, 2009).

A utilização de estudos e pesquisas, que tratam das metodologias de treinamento, de fatores fisiológicos e psicológicos que podem ser relacionadas com o treinamento do esportista, bem como os que tratam da evolução de equipamentos, armamentos e munição, caminham em comunhão com uma tendência investigativa atual sobre o esporte de um modo geral. Nos últimos 20 anos, há um crescente interesse em estudos teóricos e aplicados no campo dos esportes e atividade física que fornecem novos parâmetros de compreensões, atuações e prescrições aos

técnicos, atletas e envolvidos no esporte de um modo geral (DI FRONSO et al., 2017).

A investigação detalhada sobre questões biomecânicas, musculares e posturais em indivíduos que se submetem aos treinamentos e peculiaridades das modalidades de tiro esportivo olímpicos, representa um grande desafio para a realidade da Força Aérea Brasileira (FAB) e da Academia da Força Aérea (AFA), por ser uma área incipiente e restrita pela natureza das modalidades esportivas de tiro.

Os esportes de tiro são restritos pelos altos custos de equipamentos e pela burocratização e questões de logística e segurança no transporte de armas. Estas questões impactam eventuais participações em pesquisas, ou até mesmo a dificuldade em participar de campeonatos.

Além disso, a falta de conhecimento sobre a prática esportiva do tiro assim como a pouca democratização no acesso de interessados pelo esporte, não contribuem para um número grande de interessados e novos participantes. É uma área incipiente e foi uma pesquisa pioneira no âmbito da AFA até 2018, ano inicial desta pesquisa.

Zanevsky et al. (2010) corroboram com o crescente interesse por investigações de treinamentos bem como materiais que possam aumentar a performance do atirador ou o maior entendimento sobre o esporte.

Compreendida como prioridade no treinamento de pistola de ar olímpica a análise de medidas mecânicas de fundamentos técnicos, como empunhadura do armamento (habilidade de segurar a arma na posição de tiro estabilizada até o momento do disparo), o tempo de empunhadura até o disparo e a capacidade de manter-se na posição de empunhadura realizando a visada (técnica de utilização do aparelho de pontaria da arma) em direção ao alvo, representam grandes variáveis entre atiradores de alto nível. Resultados de pesquisas sugerem que treinamentos devam ser direcionados com maior atenção aos três fundamentos citados (REIKEMEIER et al., 2002)

Mon et al. (2014) definem modalidades de tiro olímpicas como esportes precisos, certos e necessitam de acurácia para o êxito de seus praticantes. Muitos são os fatores que interferem em pontuações e práticas para conduzirem seus esportistas para melhores rendimentos, porém, defendida por alguns autores, a principal habilidade é a capacidade de estabilização na postura de tiro realizando a

empunhadura do armamento (REIKEMEIER et al., 2006; LOURENÇO; SILVA, 2013).

Praticantes de tiro olímpico necessitam de uma performance motora apurada e que demanda uma boa capacidade de estabilização postural (ERA et al., 1996; KONTTINEN, 2000).

No tiro de pistola olímpica, fatores relacionados aos componentes estáticos corporais, definidos por Mon et al. (2014), como habilidades de estabilização da postura e a habilidade de manutenção da arma na posição de tiro são cruciais e determinantes para um bom desempenho.

Sob demanda de um determinado esporte, posições atreladas a biomecânica são treinadas e ajustadas para cada indivíduo, resultando em uma estética própria de cada modalidade, assim como padrões corporais típicos, próprios e específicos de cada modalidade esportiva (SANTOS, 1993).

Na prática do tiro a estabilidade postural é muito relevante e primordial ao desempenho segundo Su et al. (2000) e pequenas oscilações posturais ou desajustes podem impactar diretamente no resultado desejado pelo atleta (ERA et al., 1996). Em atiradores experientes a oscilação postural está relacionada com os piores disparos em uma série de tiros pontuada e atiradores experientes apresentam menores oscilações ao comparar com atiradores com menos experiência (SU et., al, 2000).

As adaptações musculares em esportistas ocorrem em muitos casos devido a necessidade de organização de cadeias musculares de compensação, normalmente, evidenciados pela repetição excessiva de posições específicas e habituais por períodos de treinamento. Ocorrendo isso, adaptações orgânicas podem ocorrer em diversos esportistas em diferentes modalidades (SANTOS, 2007).

No âmbito da AFA, nos departamentos e seções responsáveis pelo desenvolvimento do esporte, são escassos os trabalhos aplicados aos esportes. Especificamente no tiro esportivo, até 2018, somente estudos de revisão haviam sido relacionados com modalidades de tiro ou envolvendo, respectivamente, seus praticantes.

O desenvolvimento do esporte de tiro na AFA assume uma característica empírica, baseada em experiências de militares que se reproduzem ao longo dos anos, com a premissa de que os cadetes devam se adaptar ao esporte mediante aos treinamentos. As posturas mecanicamente instáveis adotadas por atiradores de

carabina e pistola olímpicas são consequências de constantes ajustes corporais de estabilização e sustentação do armamento no alinhamento da visada, na altura dos olhos do atirador com o aparelho de pontaria da arma.

Deste modo, julgou-se que, a partir das análises comparativas, seja através da estabilometria e da eletromiografia, na posição de disparo do armamento, e através da análise comparativa pela fotogrametria na posição natural do atirador, não seria válido restringir ou aceitar como casualidade diferenças, ora comprovadas.

A opção de utilização para fotogrametria digital foi o *software* S.A.P.O. (*Software* de Avaliação Postural) que foi um projeto que visou disponibilizar uma ferramenta livre e de código aberto para análise postural. Destaca-se também por ser um método não-invasivo de mensuração, ferramenta de avaliação quantitativa, que apresenta vantagens e efetivação na aplicação clínica, como baixo custo no sistema de obtenção de imagens, facilidade de foto-interpretação e reprodutibilidade dos resultados (TOMMASELINI et al., 1999).

Há um número crescente de estudos que utilizam a fotogrametria digital em busca de comparações, análises clínicas, planejamentos e acompanhamento de diferentes segmentos e é considerada confiável e consistente e apresenta validade inter e intraexaminadores (SOUZA et al., 2011).

Santos e Fantinati (2011), classificam o SAPO como uma eficiente alternativa para avaliação de alterações posturais, útil na mensuração da posição, comprimento, ângulo e alinhamento, entre outras funções, dos segmentos corporais do indivíduo. Porém, para esta análise, as alterações posturais propostas referem-se às adaptações que eventualmente os sujeitos apresentarão nas avaliações. A fotogrametria foi utilizada neste trabalho para um comparar medidas e ângulos do tronco e da cabeça entre os grupos de atiradores.

Seguindo a recomendação de Duarte e Freitas (2010), a postura puramente estática é praticamente inexistente e por isso no controle ortostático parado é correto referir-se como postura semi-estática. A manutenção da posição de tiro, sustentando o armamento segundos antes do disparo representa o maior desafio ao atirador.

O registro das oscilações do centro de pressão (CP) gera inúmeras variáveis com muitas informações importantes. O CP é o ponto de aplicação da força resultante das forças verticais que atuam sobre a base de suporte. O CP possui componentes de alta frequência de oscilações que supostamente se relacionam com comandos de antecipação dos movimentos do CM e cujos registros são

proporcionais ao torque do tornozelo (BARATTO et al., 2002; DUARTE; FREITAS, 2010).

Oscilações corporais podem estar relacionadas com um baixo controle postural e para isso, as variáveis normalmente consideradas e encontradas nos estudos com estabilometria são a área de oscilação, velocidade média e a frequência média de oscilações do CP. Segundo Baratto et al. (2002), as variáveis da estabilometria são gerais e globais e proporcionam entendimento sobre a magnitude das oscilações posturais no domínio do tempo e da frequência.

Para o estudo de ativação muscular foi utilizada a técnica da eletromiografia de superfície, que é uma técnica para monitorar a atividade elétrica das membranas excitáveis, representando a medida dos potenciais de ação do sarcolema. A eletromiografia (EMG) é a soma algébrica de todos os sinais captados de uma área específica, podendo estar relacionado e ser afetado por propriedades musculares, anatômicas e fisiológicas. Inclusive pode ser afetado pela instrumentação utilizada na aquisição dos sinais (ENOKA, 2000).

A aquisição do sinal de EMG é adquirido por um eletromiógrafo acoplado, normalmente, a um computador. Este sinal é analógico e deve ser convertido para digital, definido em intervalos de tempo para registro pelo computador. Diferentes parâmetros durante as coletas devem ser ajustados na aquisição do sinal de EMG. Os principais apresentados na literatura (MARCHETTI; DUARTE, 2006) são a frequência de amostragem, eletrodos, amplificadores, filtros, conversor analógico/digital e computador para armazenamentos de dados.

Para tanto, analisar as variáveis biomecânicas que diferenciam os indivíduos praticantes, em grupos por experiência e também ranqueados por desempenho, pode-se transformar possíveis diferenças em novos conceitos e dados para o treinamento do tiro, e, por conseguinte, na forma de analisar e interpretar a ação motora dos atiradores de modalidades olímpicas da AFA.

1.1 Tiro esportivo na Academia da Força Aérea Brasileira

O tiro esportivo praticado no âmbito da AFA é atrelado às práticas esportivas regulares, expressas na forma de Educação Física, previstas nos currículos dos cursos de formação dos cadetes, militares em formação em nível superior nas carreiras de aviadores, intendentes e de infantaria da Aeronáutica Brasileira.

Como parte do currículo, são consideradas obrigatórias bem como as práticas técnicas especializadas, como modalidades de tiro não esportivo, voltado para atividade profissional as práticas de conduta de uso de armamento de fogo, habilitação, manutenção, entre outras, durante os quatro anos de formação.

A principal diferença das práticas de tiro profissionais especializadas para as práticas de tiro esportivas são que as especializadas ocorrem na condição de disciplinas obrigatórias, em períodos de até 20 horas aula no semestre alocadas e divididas por aulas teóricas, práticas, avaliação teórica e avaliação prática.

Enquanto esporte, o tiro é presente na rotina do cadete na AFA no mínimo cinco vezes por semana, em períodos de até 2 horas de duração, durante aproximadamente 10 meses por ano.

Especificamente na parte esportiva, após as vivências práticas em um sistema de rodízio de modalidades esportivas em todo início de ano na AFA é realizada uma avaliação coordenada pelos técnicos, professores e responsáveis pelas equipes onde os indivíduos são selecionados. Desta seleção, na maioria dos casos, encontram-se indivíduos que apresentaram interesse pela modalidade, aptidão, biotipo, experiências anteriores esportivas na modalidade, entre outras capacidades físicas observadas e desejadas por comissões técnicas.

Ao término do período de revezamento de modalidades, ocorre o extrato e seleção de novos integrantes mediante resultado de avaliação técnica e prática dos ingressantes submetidos aos testes esportivos.

Para as equipes de tiro esportivo a fase preliminar de composição de equipes se inicia com uma apresentação teórico e prática dos princípios básicos de posição do atirador, funcionalidades do armamento, questões de segurança de rotina de treino, características da modalidade e uma vivência prática de séries de tiros para verificação de pontuação, com carabina de ar olímpica e pistola de ar olímpica.

Deseja-se durante o processo de seleção nas equipes de tiro esportivo que o cadete atinja um mínimo de proficiência na série de disparos bem como demonstre uma adequação mínima na sustentação do armamento na posição de tiro, precisão mínima nos disparos utilizando o aparelho de pontaria do armamento.

1.2 Modalidades Carabina de Ar e Pistola de Ar Olímpicas

No escopo do tiro esportivo realizado na AFA, no total são seis modalidades praticadas, divididas no cerne de armas curtas e armas longas. As modalidades de pistola de ar olímpica, pistola de fogo calibre .32 polegadas e pistola de fogo calibre .22 polegadas formam as modalidades de armas curtas. As modalidades de fuzil *standard* são de calibre 6mm ou 7,62 mm, carabina calibre .22 polegadas e carabina de ar olímpica formam as modalidades de armas longas.

Existe uma diferença conceitual primária entre a classificação no tipo do armamento, onde existem modalidades de tiro esportivo que utilizam armas de ar comprimido e outras, armas de fogo. As modalidades e os armamentos utilizados nesta pesquisa são armas de ar comprimido.

As modalidades são semelhantes nas características de prova e diferentes quando relacionadas ao peso do armamento e à técnica empregada pelo atirador. Um breve resumo das características gerais das duas modalidades é apresentado na **Tabela 1**.

Tabela 1: Características das provas e do armamento nas modalidades estudadas.

Tabela comparativa - características gerais	Carabina	Pistola
Total de disparos pontuados por prova	60	60
Tempo de preparação e ensaio antes da prova	15 min	15 min
Disparos permitidos durante o tempo de ensaio	Ilimitado	Ilimitado
Tempo limite total da prova	75 min	75 min
Peso máximo permitido do armamento	4,5kg	1,5kg
Distância do alvo	10m	10m
Tipo de alvo	papel ou eletrônico	papel ou eletrônico
Calibre	4.5mm	4.5mm

As características dos armamentos das duas modalidades, da técnica empregada no controle postural e do disparo da arma, são distintas para as duas modalidades, principalmente ao considerar a diferença do peso do armamento e a obrigatoriedade de sustentar a arma com um ou dois braços, realizando a empunhadura com uma ou duas mãos, respectivamente.

O volume e a periodicidade de treinos de tiro esportivo na AFA, nas duas modalidades, são baseados em fundamentos técnicos essencialmente pela natureza

das modalidades. O treinamento de tiro esportivo na AFA assume prioritariamente características de treinamento técnico através das práticas de aperfeiçoamento e adaptação dos fundamentos de cada modalidade.

Os treinamentos complementares físicos como musculação, treinos isométricos de força e condicionamento físico geral não estão sistematicamente previstos no trabalho anual dos cadetes da equipe de tiro. Com isso, assume-se que o atirador treine e se adapte prioritariamente com o manuseio do armamento através das execuções de posições previstas no tiro esportivo.

As práticas e os períodos de treinamentos são idênticos para todos os indivíduos da equipe de tiro, realizando as mesmas periodizações técnicas, com rotinas de treino muito semelhantes por se tratar de uma instituição de ensino com regime de internato, e, conseqüentemente, horários para práticas esportivas controladas bem como a participação em competições esportivas que são definidas pelo corpo técnico de cada modalidade.

1.3 Fundamentos do tiro esportivo

Os fundamentos do tiro esportivo são apresentados com base nos conceitos mais relevantes na aplicação dos treinamentos na AFA, que implicam na realização completa do movimento de preparação de empunhadura da arma até o disparo do atirador para o entendimento das exigências físicas e técnicas.

Considerada uma tarefa complexa e sensível às influências multifacetadas, como ambiente de prática e variação de equipamentos (BACA; KORNFEIND, 2010), pelas qualidades físicas do atirador (KRASILSHCHIKOV et al., 2007), por aspectos psicofisiológicos (CARVALHO, 2012) e cognitivas (GOONETILLEKE et al., 2008), muitos estudos priorizam a investigação de fatores de sucesso de atletas, identificação de padrões motores e influências fisiológicas e musculares sobre o desempenho (LAKIE, 2010).

Os fundamentos do tiro são etapas condicionantes da prática e tornam a combinação dos fatores técnicos um constante desafio ao atleta. Para definição dos fundamentos, utilizou-se as aplicadas no âmbito da AFA que são descritas no MCA 50-1 (BRASIL, 2005) como o conjunto de fatores de responsabilidade do atirador que representa influência decisiva na precisão dos disparos efetuados, como posição de tiro, empunhadura, visada, respiração e acionamento do gatilho.

1.3.1 Posição de tiro

A adoção da posição correta de tiro visa à maior estabilidade do atleta durante o disparo da arma com o objetivo de atingir um nível de excelência na estabilidade do corpo e do alinhamento da pontaria da arma.

Alguns estudos relacionam a ótima estabilização postural como fator resultante de performance positiva nos tiros sendo um fundamento exaustivamente treinado em busca da melhor estabilização na relação corpo pontaria (ERA et al., 1996; KONTTINEN et al., 2000; BALL; BEST; WRIGLEY, 2003;).

A correta posição de tiro deve evitar a fadiga desnecessária e consequentemente evitar tensões desnecessárias com influências negativas na precisão dos disparos (BRASIL, 2005).

São consideradas básicas para o tiro de pistola de ar e carabina de ar as posições de pé, bipodal, à 45° em relação ao alvo, sem nenhum apoio na sustentação do armamento durante o tiro. Os atiradores adotam, basicamente, a postura abaixo descrita nas modalidades de pistola e carabina, respectivamente, ilustradas nas **Figuras 1, 2A e 2B**:

Figura 1: Posição de tiro na pistola de ar. Fonte: Disponível em: <https://www.issf-sports.org/>. Acesso em: 14 de abr. de 2018.

Figura 2A e B: Posição de tiro na carabina de ar. Fonte: Disponível em: <https://www.issf-sports.org/>. Acesso em: 14 de abr. de 2018.

1.3.2 Empunhadura

A empunhadura é um fundamento muito importante para a correta execução de todo o ciclo de disparos. Os fundamentos estão interligados e são dependentes, uma vez que a correta posição adotada com uma empunhadura ineficaz pode anular a técnica no tiro.

Costuma-se, nos jargões das instruções de tiro, dizer que a boa empunhadura deve tornar a arma uma extensão da mão e dos braços, proporcionando ao atirador a sensação de integração plena entre armamento, mãos e braços.

A empunhadura é a posição correta da mão na arma que resulta em um perfeito alinhamento pulso, mão, braço e arma, com firmeza no controle do armamento até o disparo. Uma empunhadura eficaz contribui para a diminuição da fadiga através da correta distribuição da força uniforme das mãos ao segurar a arma (BRASIL, 2005).

Na pistola de ar a empunhadura é realizada com uma mão apenas, sem nenhuma outra parte do corpo auxiliando na sustentação do armamento. Na

carabina de ar, por ser uma arma longa, a empunhadura é realizada com as duas mãos e pode ser utilizadas outras partes do corpo para auxiliar a sustentação do armamento como braços, ombro e torso. As **Figuras 3 e 4** ilustram e exemplificam a correta empunhadura nas modalidades de pistola de ar e carabina:

Figura 3: Empunhadura para o tiro de pistola de ar ilustrada no círculo vermelho, efetuado somente com a mão dominante do atirador. Fonte: Disponível em: <https://www.issf-sports.org/>. Acesso em: 16 de abr. de 2018.

Figura 4: Empunhadura para o tiro de carabina de ar, ilustrando as marcas em amarelo os pontos de apoio na empunhadura e sustentação do armamento. Fonte: Disponível em: <https://www.issf-sports.org/>. Acesso em: 16 de abr. de 2018.

1.3.3 Visada

A visada é o fundamento técnico do tiro de alinhar os olhos do atirador ao armamento e conseqüentemente ao alvo, através dos aparelhos de pontaria presentes nas armas. A correta execução da visada implica no movimento de elevar o armamento (já empunhado) até a linha dos olhos do atirador obtendo o alinhamento olhos, aparelho de pontaria e alvo de forma natural, confortável e habitual para o atirador.

As armas utilizadas nesta pesquisa possuem sistemas de mira aberta, muito comum em provas esportivas de precisão, onde o mecanismo de pontaria se baseia no alinhamento das extremidades da pistola e no alinhamento da parte superior da carabina, através da centralização da alça de mira com a massa de mira. Os dois mecanismos de mira são fixos no armamento e podem ser ajustados conforme demanda do atirador.

Além dos aparelhos previstos de alça e maça de mira, na carabina de ar é permitido a utilização de um dispositivo chamado dioptro, fixado na alça de mira. O dioptro não tem a função de ampliação da imagem, como usualmente em armas de precisão, como rifles de caça ou de atiradores de elite *snipers*, onde são empregadas lunetas telescópicas de ampliação de imagem.

O dioptro é um sistema que tipicamente utiliza um orifício na alça de mira que auxilia a delimitar o campo de visão através de um orifício, usualmente chamado de limitador de visão periférica do alvo.

A alça de mira e a maça de mira fazem o conjunto de mira aberta das armas utilizadas, que são padronizadas nas competições e vetado a utilização de outros sistemas de mira que possam induzir vantagem na visada do atleta. Os mecanismos são apresentados nas **Figuras 5 e 6**, respectivamente:

Figura 5: Aparelho de pontaria da pistola de ar. Fonte: Disponível em: <https://www.morini.ch/>. Acesso em 28 abr. 2018.

Figura 6: Aparelho de pontaria da carabina de ar. Fonte: Disponível em: <https://www.feinwerkbau.de>. Acesso em 28 abr. 2018.

O correto alinhamento do olho com as miras é definido como linha de visada que corresponde em uma linha imaginária entre o olho de melhor acuidade visual do atirador passando pela alça de mira, massa de mira e alvo, localizado a 10 metros de distância. Qualquer erro de desalinhamento neste sistema de linha de visada provoca um desvio angular do ponto de impacto no alvo em relação ao ponto visado no alvo (BRASIL, 2003a).

1.3.4 Respiração

Os movimentos ventilatórios de inspiração e expiração exercem influência direta no êxito do atirador uma vez que está relacionada com a flutuação eventual do

alinhamento da arma durante a visada de tiro, em virtude da expansão e da contração do tórax e da transferência de movimentação vertical da arma durante a visada de tiro (BRASIL, 2005).

Entretanto, não há uma regra padronizada ou técnica única ensinada, pois trata-se de um fundamento que depende da prática, do hábito e da capacidade de cada atirador adaptar-se da melhor forma frente ao desafio de controlar a respiração.

O que de fato é definido na técnica da respiração, segundo Silva (1997) é que o treinamento deste fundamento deve amenizar as perturbações oriundas dos movimentos respiratórios, transferidos para o armamento como oscilações da arma nos eixos X e Y (horizontal e vertical) durante a respiração, que devem ser reduzidos no processo de ajuste de posição, elevação do armamento para visada, visada e por fim o disparo.

Nos treinamentos aplicados na AFA é empregada a técnica de bloqueio temporário da respiração (apneia), evitando respirar e efetuar o disparo simultaneamente. Deve-se priorizar um breve bloqueio de respiração por um curto espaço de tempo, máximo de 8 segundos, para que os efeitos não sejam desconfortáveis ao atirador e que não concorram para a hipóxia (BRASIL, 2003a).

O acionamento do gatilho, fundamento final do ciclo de disparos, deve ocorrer na pausa respiratória entre expiração e inspiração no ciclo respiratório. A respiração é retida ao término da fase expiratória. Ressaltando que o fundamento respiração, referente às padronizações ou métodos, depende muito das respostas fisiológicas de cada indivíduo para uma melhor adaptação.

1.3.5 Acionamento do gatilho

Todos os fundamentos do tiro esportivo estão interligados e são interdependentes. O acionamento do gatilho é o momento final e crucial para que a combinação dos demais fundamentos sejam aproveitadas e proporcionem um bom disparo.

A posição do dedo no gatilho do armamento é fundamental para o êxito do disparo sendo que a técnica empregada é a pressão para trás no gatilho, através do tracionamento da região entre a parte média da falange distal e a sua interseção

com a falange média do dedo indicador da mão dominante do atirador, conforme apresenta a **Figura 7**:

Figura 7: Posição do dedo correta no acionamento do gatilho, tracionando a tecla do gatilho para trás. Fonte: Brasil, 2003a.

O acionamento do gatilho deve ser realizado com sutileza e força gradual. Caso ocorra uma força exagerada aplicada na tecla do gatilho para trás ocorrerá um dos erros mais comuns observados na análise do tiro em atiradores iniciantes, definido como gatilhada, compreendida como desvio do alinhamento da arma em direção ao solo devido ao excesso de força aplicada no gatilho, levando no caso de tiros de precisão à pontuação igual a zero devido ao desvio.

Desta forma, a combinação de todos os fundamentos do tiro são a base da aplicação dos treinamentos técnicos que demandam ajustes e adaptações, desde de força isométrica na sustentação da empunhadura e visada, técnicas de controle de respiração e estabilidade e controle postural. Os fundamentos são constantemente aperfeiçoados, avaliados e praticados durante as sessões de treinos na AFA, combinados com ajustes de equilíbrio e o aprimoramento da capacidade de estabilização postural formam o escopo do treinamento da equipe de tiro da AFA.

1.4 Posições durante o ciclo de disparos

Conforme regras estipuladas pela Confederação Brasileira de Tiro Esportivo (CBTE, 2017) pode-se definir duas posições básicas para o atirador: posição de transição, que ocorre nos ajustes iniciais do atirador, desde o carregamento da arma, que não é padronizada e é definida por cada atirador, até a fase final da empunhadura e sustentação do armamento para a visada e o tiro.

Nesta fase, as perturbações e movimentações durante o ajuste do atirador são muito maiores do que na fase final do tiro, onde todo o controle postural do atirador com a combinação dos fundamentos deve proporcionar estabilidade e execução fluida do gesto esportivo final.

A competição padrão nas duas modalidades ocorre no tempo de 60 minutos de prova com 60 disparos pontuados. Assim, o ciclo de disparos deve durar no máximo 1 minuto a cada disparo.

A posição final de tiro, considerada crítica em razão da sustentação da arma e da necessidade de isometria muscular e controle postural de estabilização, ocorre, em média, nos segundos finais antes do disparo de cada tiro.

Para esta pesquisa, será descrita como posição 1 (um), conforme ilustrado nas **Figuras 8 e 9**, respectivamente, postura final de tiro de atiradores de pistola e carabina:

Figura 8: Atirador de pistola de ar na posição final de tiro com arma empunhada realizando a visada. Fonte: Próprio autor.

Figura 9: Atirador de carabina de ar na posição final de tiro com arma empunhada realizando a visada. Fonte: Fonte: Próprio autor.

A posição de transição entre disparos pode ser entendida quando o atirador finaliza seu disparo e realiza uma recarga no armamento para a próxima série de tiro. Neste momento, após o disparo, na fase de transição para o próximo tiro, o atirador pode apoiar seu armamento na bancada de apoio ou em hastes e suportes específicos para auxiliar o carregamento da arma.

As armas são de tiro simples e de repetição. A cada disparo o atirador deve efetuar a ação de recarregar o armamento ocasionando a saída da posição de sustentação para o tiro. Como exemplo, existem armas que possuem carregadores e podem efetuar vários disparos na sequência de forma ininterrupta. Não se aplica aos armamentos esportivos em questão. Portanto, em uma prova de 60 disparos pontuados, o atirador deve entrar, ajustar e sair da posição crítica de sustentação do armamento no mínimo 60 vezes.

1.4.1 Pistola de ar olímpica

Toda tomada de posição implica no êxito da adoção da postura usual e condicionada que o atirador treina. A estabilização postural está diretamente relacionada com a estabilização do armamento (ERA et al., 1996; IHALAINEN et al., 2016; BALL; BEST; WRIGLEY, 2003). A adequada posição de tiro, que corresponde como a fase final de todos os ajustes em posições necessárias até a estabilização corporal já com a estabilização do armamento, deve ser realizada a fim de minimizar consequências indesejáveis de instabilidade postural e instabilidade do armamento.

Usualmente o ciclo de disparos corresponde na tomada da posição inicial empunhadura do armamento, abertura e fechamento do armamento para carregamento com armamento apoiado em uma estrutura física localizada à frente do atirador, início da sustentação do armamento na linha da visada, visada final e tiro. Após isso, o ciclo se repete até o término dos disparos previstos na sessão de treino ou na competição.

Os intervalos durante o ciclo de disparo são descritos conforme Svecova e Vala (2016), entre a fase de tensão durante a sustentação e visada do armamento, disparo, intervalo após o disparo ao se apoiar o armamento para o próximo disparo, onde ocorre o novo carregamento da arma.

1.4.2 Carabina de ar olímpica

Com as mesmas premissas do ciclo de disparo da pistola de ar, as posições representam um desafio também ao atirador de carabina de ar sendo uma tarefa específica e rotineira para o atirador. A diferença técnica no ciclo de posições durante o disparo é que para os atiradores de carabina é permitido a empunhadura e sustentação do armamento com as duas mãos, braços e outras partes do corpo como ombros e torso.

Além disso, para otimizar o ciclo de repetição de disparos em detrimento da maior massa e comprimento da carabina, durante o intervalo entre os disparos pode-se utilizar uma haste metálica como suporte do armamento, sendo vetado este apoio aos atiradores de pistola. A **Figura 10** ilustra uma atiradora de carabina durante intervalo de disparo utilizando haste de suporte:

Figura 10: Atiradora utilizando haste de suporte para apoio da carabina. Fonte: Disponível em: <https://www.issf-sports.org/>. Acesso em: 17 de abr. de 2018.

Segundo Svecova e Vala (2016), quando os atiradores deslocam a carabina para o suporte durante os intervalos de disparo ocorre uma intensa atividade muscular devido ao deslocamento do armamento para a base de apoio. Desta forma, além da carga durante a sustentação da carabina ainda ocorre a demanda do deslocamento para o suporte. Atiradores buscam evitar ao máximo tensões indesejáveis para evitar a fadiga muscular que podem interferir negativamente na precisão do disparo (ZATSIORSKY; AKTOV 1999).

2 HIPÓTESES

O foco do estudo é direcionado para a descrição de avaliações comparativas entre dois grupos de atiradores, em duas modalidades de tiro esportivo olímpico, admitindo-se que existem diferenças e ocorram adaptações entre os grupos de atiradores e entre os melhores ranqueados em avaliação postural e avaliação muscular.

A hipótese é que o fator longitudinal de tempo de experiência de atiradores treinados esteja relacionado com resultados encontrados e que atiradores novatos, atiradores experientes e atiradores ranqueados apresentam resultados de avaliação postural diferentes, por haver diferenças posturais, diferenças na posição de tiro relacionada ao centro de pressão e também por haver diferenças na ativação muscular atuantes na sustentação do armamento.

3. OBJETIVOS

3.1 *Objetivo geral*

Analisar a biomecânica de atiradores esportivos da Academia da Força Aérea Brasileira nas modalidades de tiro esportivo olímpico carabina de ar e pistola de ar.

3.2 *Objetivos específicos*

- Analisar os dados antropométricos entre integrantes da equipe de tiro;
- Avaliar e comparar dados de ângulos posturais;
- Analisar e comparar a estabilometria entre integrantes da equipe de tiro durante tarefa específica de disparo do tiro;
- Analisar e comparar os sinais para medição da atividade muscular durante tarefa específica de disparo do tiro.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Tipo de estudo

Esta pesquisa trata-se de um estudo descritivo transversal entre integrantes da equipe de tiro da Força Aérea Brasileira no âmbito da Academia da Força Aérea.

4.2 Ética experimental

As considerações éticas foram baseadas para fins científicos, com sigilo da identidade dos sujeitos, livre de coação ou conflito de interesses da instituição ou de pessoas envolvidas no projeto.

Todas as coletas respeitaram os protocolos técnicos de segurança adotados em treinamentos físicos e medições antropométricas da SEF da AFA, conforme regulamento da norma sistêmica do Comando da Aeronáutica (BRASIL, 2004).

Os atiradores participantes desta pesquisa foram previamente informados sobre todas as etapas e respectivamente sobre as coletas e etapas da pesquisa. Somente participou como integrante da pesquisa, o atirador sob expresso consentimento em formulário específico, termo consentimento livre e esclarecido (TCLE), conforme resolução CNS 446/2012 (Anexo A).

O projeto de pesquisa foi submetido ao Comitê de Ética através da plataforma Brasil, Ministério da Saúde, Conselho Nacional de Saúde, Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), CAAE 86154918.0.0000.5440, parecer aprovado número 2.690.358 (Anexo A).

A autorização para realização da pesquisa, no âmbito da Academia da Força Aérea, obteve parecer favorável e foi autorizada pelo Sr. Comandante da Academia da Força Aérea, gestão 2017/2018, Brigadeiro do Ar Mário Augusto Baccarin.

4.3 Participantes

Os participantes foram cadetes da Força Aérea Brasileira, atiradores, matriculados regularmente nos cursos de formação de Oficiais Aviadores, Intendentes e de Infantaria da Força Aérea Brasileira, integrantes da equipe de tiro

esportivo, registrados na SEF do Corpo de Cadetes da Aeronáutica (CCAER), aptos no teste de avaliação de condicionamento físico e instruções técnicas das inspeções de saúde periódicas da Aeronáutica, conforme regulamento da norma sistêmica do Comando da Aeronáutica (BRASIL, 2004).

Os atiradores, na data das coletas, possuíam idade de 18 até 25 anos, homens, selecionados para Equipe de Tiro de 2018, conforme normas e regimentos internos da SEF na AFA.

4.3.1 Critérios de inclusão

Os critérios de inclusão considerados foram atiradores:

- a) Sadios, integrantes das equipes de tiro nas modalidades específicas de carabina de ar e pistola de ar;
- b) Aptos no teste de avaliação do condicionamento físico regular do CCAER da AFA;
- c) Aptos nas inspeções de saúde da Aeronáutica, regulamentada através da Norma Sistêmica do Comando da Aeronáutica (BRASIL, 2004), realizado semestralmente na AFA;
- d) Que manifestaram interesse na participação da pesquisa expresso através do termo de consentimento livre e esclarecido, preenchido e assinado.

4.3.2 Critérios de exclusão

Os critérios de exclusão aplicados foram atiradores:

- a) Que se desligaram da AFA por questões administrativas e acadêmicas.
- b) Que apresentaram inaptidão, em qualquer dos laudos referentes ao teste de avaliação do condicionamento físico e avaliação médica, de acordo com as Instruções técnicas das inspeções de saúde da Aeronáutica (BRASIL, 2003b), em qualquer momento durante a pesquisa.
- c) Com impedimentos de necessidades administrativas e acadêmicas, como viagens de estudos com duração superior a 30 dias, intercâmbios com outras instituições militares e ou por deficiência acadêmica profissional formativa.

- d) Que por força da administração ou por motivação pessoal, seja alterada a composição das equipes esportivas ocasionando a mudança de modalidade dos atiradores.

4.4 Grupos – caracterização da amostra e armamento

Foram pré-selecionados 40 atiradores que representavam 100% dos integrantes no período de fevereiro a junho de 2018 na ocasião do recrutamento, praticantes das modalidades de carabina e pistola olímpica.

Seguindo os critérios de exclusão definidos, oito atiradores foram excluídos no total. Três atiradores por questões de inaptidão médica, apresentando suspensão temporária de atividades esportivas decorrentes de atestados médicos. Dois atiradores foram excluídos por inaptidão física, reprovados em testes regulares de condicionamento física do CCAER da AFA. Um atirador foi excluído por ter sido selecionado para viagem de estudos de intercâmbio na Força Aérea Americana (USAFA), com ausência acadêmica da AFA por 6 meses e, por fim, dois atiradores excluídos por questões de desligamento na época da seleção (exclusão acadêmica da AFA).

O número final de atiradores selecionados para o início das coletas foi de 32 participantes, divididos em dois grupos, G1 e G2 distintos entre si pelo fator tempo de experiência e pela modalidade de tiro praticada, C (carabina) e P (pistola).

O grupo denominado G1 foi formado por atiradores sem experiência em fase de adaptação nas modalidades, comprovado pelo registro de início de treinamentos na SEF do CCAER, indivíduos que na data do recrutamento apresentavam até 3 meses de experiência nas modalidades de carabina e pistolas, totalizando 15 indivíduos.

O grupo denominado G2 foi formado por atiradores experientes, indivíduos que na data do recrutamento para o início das coletas apresentavam experiência na modalidade de tiro, comprovada pelo registro de início de treinamentos na SEF do CCAER, com no mínimo 3 meses e até 48 meses de experiência, específicos nas modalidades de carabina e pistola, totalizando 17 indivíduos.

Os atiradores ranqueados totalizaram 5 melhores ranqueados de pistola e 5 melhores ranqueados de carabina, extraídos do G2 de atiradores com experiência. A

seleção dos ranqueados ocorreu através da média de colocação e pontuação em três competições oficiais anuais.

Deste modo, os grupos foram divididos entre atiradores de carabina e atiradores de pistola, denominados G1 (grupo 1 atiradores novatos de carabina) com 8 sujeitos; G2 (grupo 2 atiradores experientes de carabina) com 6 sujeitos; G1 (grupo 1 atiradores novatos de pistola) com 7 sujeitos e G2 (grupo 2 atiradores experientes de pistola) com 11 sujeitos.

Nas modalidades de tiro esportivo elencadas nesta pesquisa foram utilizadas armas de ar comprimido, que, operam sob demanda de pressão de ar oriunda de cilindro de ar comprimido acoplados no armamento. As armas de fogo operam sob demanda da queima da pólvora e da ação de gases oriundos da deflagração da carga principal do cartucho, que conseqüentemente, inicia o deslocamento do projétil em direção da boca do cano do armamento. O armamento utilizado pelos integrantes das equipes de pistola e carabina de ar foram armamentos de ar comprimido.

A seguir, nas **Figuras 11 e 12**, respectivamente, encontram-se as armas utilizadas pelos atiradores de pistola de ar e carabina de ar olímpicas na AFA:

Figura 11: Pistola de Ar Morini®. Fabricação: Checa, modelo CM 162 MI. Fonte: Disponível em: <https://www.morini.ch/>. Acesso em 29 abr. 2018.

Figura 12: Carabina de Ar Feinwerkbau®. Fabricação: Alemã. Modelo 700C. Fonte: Disponível em: <https://www.feinwerkbau.de>. Acesso em 23 abr. 2018.

4.5 Medidas antropométricas - procedimentos

As medidas antropométricas formaram uma base de dados para controle de todas as análises propostas nesta pesquisa por entender que as variáveis antropométricas poderiam ter uma relação direta com possíveis resultados.

A variável IMC não foi considerada na análise uma vez que é um valor dependente dos valores de estatura e massa. Desta forma, as medidas estatura e massa foram consideradas e puderam ser isolados na análise.

No cômputo da idade dos sujeitos, foi considerada a idade em anos completos do atirador na data do início da coleta. A coleta para os dados de massa corporal estatura corporal caracterizaram os atiradores e foram verificadas a fim de complementar os dados para controle nas análises.

Nas medidas antropométricas, para a medição dos membros foi utilizada uma trena antropométrica da marca Cescorf® conforme **Figura 13A** e para as medidas de massa e estatura corporal foi utilizado uma balança digital com estadiômetro da marca Toledo® conforme **Figura 13B**:

Figuras 13: A- Trena Cescorf ®. Fonte: Disponível em: <http://www.cescorf.com.br/>. B- Balança com estadiômetro da marca Toledo®, modelo digital BL2098PP. Fonte: Disponível em: <https://www.toledobrasil.com.br>. Acesso em: 14 mar. 2018.

Complementando os dados antropométricos, foram realizadas medições do comprimento de membro superior dominante dos indivíduos: braço, através da medida do ponto acromial ao ponto radial; comprimento de antebraço, através da medida do ponto estiloidal ao ponto radial e medida da mão, através da medida do ponto estiloidal ao ponto dactiloidal. Todas as medidas foram realizadas no lado dominante dos atiradores, uma única vez e por um mesmo avaliador após localização dos pontos por apalpação e marcação dos pontos com caneta cirúrgica estéril da marca Texta®, modelo Skins®.

A observação, apalpação, localização e marcação tomaram como referência os pontos anatômicos ilustrados nas **Figuras 14 A/B/C**:

FIGURA 14: Pontos de referência para medições em cineantropometria. **A-** medida do ponto acromial ao ponto radial. **B-** medida do ponto estiloidal ao ponto dactiloidal. **C-** medida do ponto estiloidal ao ponto radial. Fonte: Souza, 2011.

Após as medições, os dados eram digitados e organizados em uma planilha de banco de dados dos atiradores, em valores numéricos, para análises, armazenamento e controle, utilizando o *software* LibreOffice Calc ®.

4.6 Fotogrametria digital – procedimentos

Para avaliação postural utilizou-se a fotogrametria digital analisada através do *software* gratuito SAPO (*Software* para Avaliação Postural) desenvolvido por pesquisadores da Universidade de São Paulo, que proporciona um nível de obtenção de informação confiável sobre objetos físicos, sendo de baixo custo operacional e fundamenta-se pela digitalização e funções de calibração de imagens, marcação livre de pontos, medição de distâncias e de ângulos corporais (BRAZ; GOES; CARVALHO, 2008).

A seleção dos pontos anatômicos para a análise, com base nas referências ósseas, obedeceu alguns pontos sugeridos pelo protocolo do *software* (**Figuras 15, 16 e 17**) e pelo tutorial de localização dos pontos (Anexos B, C, D, E). O SAPO permite que o usuário defina o próprio protocolo além de permitir a marcação livre de pontos.

A avaliação teve como premissa analisar, na vista anterior, o alinhamento horizontal da cabeça, os alinhamentos horizontais dos acrômios e das espinhas ilíacas ântero-superiores. Na vista posterior, avaliar o alinhamento horizontal da base das escápulas em relação à 3ª vértebra torácica. Na vista lateral direita, por se tratar da amostra de atiradores ser de 100% destros, buscou-se avaliar o alinhamento horizontal e vertical da cabeça.

Para esta análise, a relação completa de todos os pontos possíveis e pontos do protocolo que são listados, através das **Figuras 15, 16 e 17**:

Figura 15: Pontos possíveis e pontos do protocolo na vista anterior. Fonte: Duarte et al., 2005.

Figura 16: Pontos possíveis e pontos do protocolo na vista posterior. Fonte: Duarte et al., 2005.

Figura17: Pontos possíveis e pontos do protocolo na vista lateral direita. Fonte: Duarte et al., 2005.

Utilizou-se uma máquina fotográfica digital da marca Pentax®, modelo MZM®. As fotos foram gravadas com resolução de 3 megapixels, com tripé pentax, fio de prumo, referenciadores de isopor, fita métrica, marcador de chão para referência de posição, computador portátil *notebook*. Todos o equipamentos e materiais utilizados são de propriedade particular do pesquisador adquiridos por meios próprios.

A organização do local e as recomendações seguiram o tutorial do *software* e também as recomendações do *layout* de coletas do estudo de Figueiredo, Amaral e Shimano (2008), apresentado na **Figura 18**:

Figura 18: Figura esquemática utilizada como referência para coleta de fotos, sugerido no estudo dos autores. Fonte: Figueiredo, Amaral e Shimano (2008).

Após marcação individual dos pontos selecionados, por apalpação e medição entre os pontos de referência, todas realizadas por um único avaliador, foram fixadas esferas de isopor de 1cm de diâmetro com fita adesiva dupla face nas marcações aferidas. Os sujeitos receberam a orientação da adoção da postura natural, anatômica, bipodal prevista para início das fotos e se dirigiam ao local determinado, posicionavam os pés no local demarcado com fitas adesivas de referência no chão e então as imagens foram tomadas na posição bipodal, postura ereta, natural anatômica.

As fotos foram tomadas em uma sala preparada conforme especificações de referenciais para calibração de imagens, seguindo as recomendações do protocolo do *Software* SAPO. Foi fixado um fio de prumo no teto da sala de aplicação do teste, com duas bolas de isopor distanciadas em 1 metro uma da outra, coladas sobre o fio para efeitos de calibração da imagem. Todos os sujeitos foram posicionados para que ficassem em um mesmo plano perpendicular ao eixo da câmara fotográfica digital em todas as posições previstas.

Os atiradores foram orientados sobre a obrigatoriedade de uso de trajas previstos de Educação Física considerados fardamento oficial da Força Aérea Brasileira, onde após as orientações iniciais explicativas, foram localizados os pontos anatômicos. Todos foram posicionados nas posições previstas para as fotos demarcadas com uma fita adesiva para o posicionamento dos pés em sala preparada para obtenção das fotos.

Os pontos elencados para a coleta foram na vista anterior pontos 1 e 2, tragus direito e esquerdo. Pontos 3 e 4, acrômio direito e esquerdo. Pontos 5 e 6, espinha ilíaca ântero-superior direita e esquerda. Na vista posterior ponto 7, terceira vértebra torácica, pontos 8 e 9, ângulo inferior da escápula direita e esquerda. Na vista lateral direita ponto 10, tragus. Ponto 11, sétima vértebra cervical e ponto 12, acrômio.

Ilustrado pela **Figura 19**, estão os pontos anatômicos escolhidos para o protocolo de avaliação postural:

Figura 19: Pontos anatômicos do protocolo utilizado na coleta com tutorial do SAPO.

Fonte: Duarte et al. (2005).

Desta forma, com a seleção dos pontos através do tutorial do SAPO, foram tomadas as fotos conforme recomendações do programa. Demonstrado pela **Figura 20**, é apresentado a sequência completa de fotos para a análise da fotogrametria:

Figura 20 **A:** Fotos com marcadores na vista anterior. **B:** Fotos com marcadores na vista anterior lateral direita. **C:** Fotos com marcadores na vista posterior. Fonte: Próprio autor.

As fotos foram realizadas em horário de treinamentos da equipe de tiro dentro da rotina prevista da prática de esportes e todas as fotos foram obtidas em sequência pré-determinada na vista anterior, lateral direita e posterior, em uma única vez.

A representação esquemática para comparação dos graus obtidos, onde os ângulos foram medidos em graus e considerados positivos na direção anti-horária e negativos na direção horária, seguiu sugestões e foi utilizada como referências e adaptadas para este estudo, conforme as figuras esquemáticas apresentadas nas **Figura 21, 22 e 23**:

Figura 21: Representação esquemática na vista anterior de ângulos possíveis a partir da ilustração de OKAI (1998) no estudo de Ferreira (2005), adaptados para este estudo.

Figura 22: Representação esquemática na vista posterior de ângulos possíveis a partir da ilustração de OKAI (1998) no estudo de Ferreira (2005), adaptados para este estudo.

Figura 23: Representação esquemática na vista lateral de ângulos possíveis a partir da ilustração de OKAI (1998) no estudo de Ferreira (2005), adaptados para este estudo.

Após as coletas, as fotos foram armazenadas e organizadas em um banco de dados e posteriormente utilizadas na análise dos dados com o *software* SAPO. Para cada análise foi gerado um relatório com as medidas das avaliações de cada indivíduo e então exportados para uma planilha, utilizando o *software* LibreOffice Calc® com os valores numéricos em graus obtidos nas análises propostas.

4.7 Estabilometria e eletromiografia – procedimentos

As coletas de dados utilizando a plataforma de força para estabilometria e eletromiografia de superfície ocorreram de forma simultânea e por esta razão serão descritas de forma contínua neste capítulo. Porém, não foram sincronizadas.

Todas as coletas foram realizadas de forma independentes, sem interferência mútua e foram isoladas na análise estatística para que cada resultado pudesse ser gerado separadamente. Optou-se por realizar as coletas de forma simultânea em detrimento de necessidades administrativas da AFA e da utilização dos aparelhos para as duas coletas, ou seja, para otimização das coletas e aproveitamento da disponibilidade dos atiradores e dos aparelhos disponíveis.

Os aparelhos utilizados para as medidas com plataforma de força e eletromiografia foram emprestados nos períodos de coletas pelo Laboratório de Biomecânica e Controle Motor (LABIOCOM) da Escola de Educação Física e Esportes de Ribeirão Preto (EEFERP) da Universidade de São Paulo (USP), através da autorização do Prof. Dr. Paulo Roberto Pereira Santiago.

Após reserva prévia e agendamento, com no mínimo 30 dias de antecedência, os aparelhos foram retirados no LABIOCOM da EEFERP-USP e transportados até Pirassununga – SP na AFA. Todas as medidas foram realizadas na Subseção de Armamento e Tiro da AFA, onde ocorrem os treinamentos normais da equipe, com os mesmo equipamentos, vestuários e ambiente de treinamento diário dos atiradores. As medidas foram realizadas nos meses de setembro, outubro, novembro e dezembro de 2018.

A estabilometria estática avalia as oscilações do centro de pressão (CP) nas direções antero-posterior (AP) e médio-lateral (ML) através da plataforma de força que possibilita uma análise quantitativa da estabilidade postural.

Os dados da estabilometria foram filtrados e extraídos por meio do programa MATLAB (R2018a) usando um filtro digital *Butterworth* passa baixa de quarta ordem e funções e rotinas previamente descritas na literatura (DUARTE; FREITAS, 2010).

Durante a seção de tiro, o controle postural dos atiradores na empunhadura, sustentação e disparo do tiro é o principal desafio manter-se na posição com estabilidade e a menor oscilação possível, para que não haja a transferência de movimentos indesejáveis para o armamento.

O controle postural em pé é caracterizado por constantes e sutis oscilações muito sensíveis e que causam interferência na precisão do tiro esportivo como batimentos cardíacos e movimentos respiratórios, definidas como forças internas, e ações gravitacionais que representam um constante desafio na sustentação do armamento, definidas como forças externas. O controle postural é a capacidade de dominar a posição do corpo no espaço com estabilidade e orientação (WOOLLACOTT; SHUMWAY-COOK, 1990 *apud* ALVES, 2018).

A plataforma de força utilizada foi a plataforma móvel AMT 1 OR6-WP®, *Advanced Mechanical Technologies, Inc.*, que mede simultaneamente os três componentes de força, F_x , F_y e F_z e três momentos de força, M_x , M_y e M_z nos três eixos x, y, z, respectivamente, as direções ântero-posterior, médio lateral e vertical. conforme ilustrado na **Figura 24**:

Figura 24: Plataforma de força móvel AMT1 OR6-WP® utilizada nas coletas. Fonte: Barela e Duarte (2011).

A posição dos pés como base durante as coletas foi definida como a posição base do atirador, em pé, bipodal, usando calçados esportivos, sem referências ou marcações que pudessem limitar ou alterar a base do atirador. Tratou-se de um fundamento individual e de ajuste específico para cada atirador, e, portanto, a posição para medida foi definida como posição de tiro individual conforme técnica empregada para cada atirador, desde que a base fosse apoiada na plataforma de força. As **Figuras 25** e **26A/B** ilustram a coleta na base bipodal adotada pelos atiradores:

Figura 25: Direção vertical (V), antero-posterior (AP) e médio-lateral (ML) analisadas. Fonte: Próprio autor.

Figuras 26 A/B: Sujeitos realizando tarefa específica de tiro durante coleta com plataforma de força e EMG. Fonte: Próprio autor.

A condição experimental foi a realização de uma série de três disparos por atirador onde o sujeito realizava todo o procedimento de preparação, empunhadura, estabilização, visada e tiro em um intervalo de até 60 segundos por tiro. Ao término, os dados eram conferidos, salvos e separados em pastas de arquivos por indivíduo.

Após no máximo 60 segundos o atirador, ao término da série, informava verbalmente o final para a equipe de coleta e então deixava a posição sob a plataforma e aguardava o comando para início da nova série.

Para a realização das coletas a duração foi cronometrada pelo pesquisador e os comandos eram dados ao sujeito para a realização da tarefa: “atenção para o início da coleta, preparar, início”. Todos os sujeitos foram orientados a realizar o ciclo de disparos e ao término posicionassem o armamento, após o disparo, em segurança na bancada de tiro, que também seria interpretado como fim da tentativa e final do ciclo de disparo.

A tarefa consistia na execução do movimento completo de tiro de carabina e pistola (C e P), em pé sobre a plataforma de força, olhos abertos, com visada fixa no

alvo à 10 metros de distância. Cada tentativa da condição experimental tinha a duração de até 60 segundos.

O controle para a análise no tempo específico proposto neste estudo foi priorizado quando os atiradores estavam já estabilizados com o armamento empunhado e sustentado. Na **Figura 27**, já durante a análise, encontram-se as etapas para entendimento dos 60 segundos máximos e do período de interesse para as análises com plataforma de força e também com EMG:

Figura 27: Momentos observados durante a análise com plataforma de força.

Nas tomadas das coletas para avaliação através da plataforma de força, todos os equipamentos eram ligados e testados via calibração após setup inicial com no mínimo 50 minutos antes da primeira coleta. Após a análise, os resultados foram gerados em valores numéricos através de sete variáveis de interesse para esta pesquisa do centro de pressão: área em cm^2 , eixo 1, eixo 2, ângulo 1, ângulo 2, distância em cm e velocidade.

O desempenho do sistema de controle postural foi determinado a partir da oscilação do centro de pressão (CP). Os dados do CP foram adquiridos com frequência de aquisição de 100Hz e filtrados com filtro digital *Butterworth* de 4ª ordem. Entre cada disparo, ocorria um intervalo para ajuste dos equipamentos e um descanso adicional caso fosse solicitado pelo atirador ou ajustes com armamento em caso de mal funcionamento ou pane.

Seguindo a mesma condição experimental, idêntica à coleta com a plataforma de força, para a coleta com eletromiografia (EMG) foi utilizada a eletromiografia de superfície, por proporcionar maior conforto para o voluntário e ser de fácil manuseio no momento da coleta.

Os eletrodos utilizados foram os sem fio, marca Delsys – *trigno wireless*, seguindo recomendações de utilização, captação e localização dos pontos de interesse conforme tutorial da SENIAM (2012).

A preparação da coleta ocorria sempre duas horas antes do horário de treinamento dos sujeitos e se iniciava com a instalação, verificação de sinal e captação e teste de inicialização dos softwares e hardwares envolvidos na coleta.

Antes da colocação dos eletrodos os seguintes procedimentos foram tomados: briefing explicativo sobre a rotina da coleta aos sujeitos; localização dos pontos musculares de interesse nos sujeitos, marcação com caneta e fixação do eletrodo seguindo recomendações da SENIAM (2012).

Após a localização dos músculos de interesse, seguindo tutorial da SENIAM (Apêndices F, G, H, I, J, K), foram realizados procedimentos iniciais como a limpeza da pele nos locais de fixação dos eletrodos utilizando algodão e álcool, raspagem de pêlos com material apropriado descartável, utilização de fitas dupla face para fixação dos eletrodos e, por fim, fixação dos eletrodos.

O eletromiógrafo utilizado foi o da marca Delsys – *trigno wireless*. Abaixo, ilustrado na **Figura 28**, preparação do atirador para medidas com EMG:

Figura 28: Preparação do atirador e colocação dos eletrodos. Fonte: Próprio autor.

Os músculos analisados para atiradores de carabina e pistola foram: bíceps braquial, tríceps braquial, deltoide médio, deltoide anterior, trapézio descendente, trapézio transversal (todos do lado dominante do atirador).

Para os atiradores de carabina foram adicionados mais dois músculos no braço não dominante (braço de apoio à sustentação do armamento): bíceps e deltoide médio.

Abaixo, nas **Figuras 29** e **30**, imagens do atirador de pistola e carabina efetuando os disparos em posição estabilizada com os eletrodos fixados para coleta:

Figura 29: Atirador de pistola durante coleta. Fonte: Fonte: Próprio autor.

Figura 30: Atirador de carabina durante coleta. Fonte: Próprio autor.

Após a preparação do atirador, todos foram orientados a executar a posição de tiro completa até o disparo sob a plataforma de força, localizada no chão, nivelada, na área prevista de tiro regular. A tarefa que os cadetes realizaram foi executar o movimento habitual técnico completo de empunhadura, controle de posição, estabilização e disparo para a gravação e captação dos dados da plataforma de força.

Ao término do disparo o sujeito era orientado a deixar o armamento na bancada, adotar as medidas de segurança com o armamento, sair da plataforma de força para nova calibração e aguardar orientação para tomada do segundo e terceiro disparo. A tarefa era ficar em pé, em posição de tiro, com o armamento empunhado para efetuação do disparo. A **Figura 31** ilustra o atirador de carabina durante coleta simultânea com EMG e plataforma de força:

Figura 31: Atirador em posição estabilizada durante coleta de dados. Fonte: Próprio autor.

Para a realização da tarefa, os sujeitos posicionaram os pés sob a plataforma de força para adotarem a posição de base para o tiro. A manutenção desta posição

foi realizada com visão, com a tarefa de fixar o olhar em um alvo a 10 metros de distância no estande de tiro de armas olímpicas da AFA.

O ambiente para coleta foi exatamente o mesmo que o sujeito estava habituado em realizar seus treinamentos diários. Para cada condição experimental foram coletadas uma posição completa de estabilização e visada até o disparo da arma, com duração de até 60 segundos. A série foi composta de três disparos, classificadas como tentativas, por sujeito. Os dados foram considerados para análise na segunda tentativa do atirador. A primeira e a terceira tentativas eram descartadas (1ª Tentativa) e armazenadas para *back-up* de dados (3ª Tentativa). Toda a movimentação era iniciada quando o sujeito recebia o comando de “início da coleta, entrar na posição de tiro”.

4.8 Análise estatística

Inicialmente os dados foram descritos através de frequências absolutas e percentuais (variáveis qualitativas) e por meio de medidas como média, desvio-padrão, mínimo, mediana e máximo (variáveis quantitativas).

Para a comparação do indivíduo ranqueado (sim/não) quanto às variáveis de interesse, foi proposto o teste *t-Student*. Para as comparações dos grupos, caso apresentariam diferenças em relação às variáveis de interesse, foi proposta a análise de covariância (ANCOVA), que além de comparar grupos, permite o ajuste de covariáveis (MONTGOMERY, 2000).

Todos os modelos estatísticos foram ajustados pelo tamanho do braço, tamanho do antebraço, tamanho da mão, peso e estatura. A fim de relacionar o tempo de experiência com as variáveis de interesse, foi proposto o coeficiente de correlação de Spearman (ρ), que quantifica esta relação. Este coeficiente varia entre os valores -1 e 1. O valor 0 (zero) significa que não há relação, o valor 1 indica uma relação perfeita e o valor -1 também indica uma relação perfeita mas inversa, ou seja quando uma das variáveis aumenta a outra diminui. Quanto mais próximo estiver de 1 ou -1, mais forte é esta relação entre as duas variáveis.

Todas as análises foram feitas separadamente para carabina e pistola. Todos os gráficos apresentados foram feitos com o auxílio do *software* R (R Core Team, 2017), versão 3.4.1 e as análises, através do SAS® 9.2.

Para todas as comparações adotou-se um nível de significância de 5%.

5 RESULTADOS

5.1 Medidas antropométricas e tempo de experiência

Os resultados das medidas antropométricas estão divididos entre G1P e G2P, na modalidade de pistola, e G1C e G2C na modalidade carabina. As variáveis descritivas antropométricas foram massa corporal, tamanho de braço, estatura, tamanho de antebraço, tamanho de mão.

A variável descritiva para aferir a experiência, em meses, foi o tempo de experiência de treino dos indivíduos na modalidade, somente no grupo com experiência, G2 P e C. Os valores foram expressos em média, desvio-padrão, mínimo, mediana e máximo e são ilustrados na **Tabela 2** e **Tabela 3**:

Tabela 2: Resultados descritivos antropométricos e de tempo de experiência na modalidade de pistola.

Descritivas Antropométricas e tempo de experiência								
MODALIDADE	GRUPO	Variável	n	Média	Desvio-padrão	Mínimo	Mediana	Máximo
PISTOLA	G1P							
		Massa (kg)	7	63,40	9,39	49,20	64,90	75,10
		Tamanho de Braço (cm)	7	35,03	3,70	30,40	34,30	39,50
		Estatura (cm)	7	167,71	7,27	160,00	165,00	180,00
		Tamanho do antebraço (cm)	7	27,10	2,78	24,20	26,40	32,30
		Tamanho da mão (cm)	7	19,37	1,89	16,90	19,60	21,70
		Tempo de experiência (meses)	0	-	-	-	-	-
PISTOLA	G2P							
		Massa (kg)	11	71,91	4,92	64,00	71,40	83,60
		Tamanho de Braço (cm)	11	33,93	1,98	30,50	33,70	38,00
		Estatura (cm)	11	175,09	2,51	172,00	175,00	179,00
		Tamanho do antebraço (cm)	11	27,20	1,62	24,30	27,30	29,60
		Tamanho da mão (cm)	11	20,23	1,02	19,20	20,10	23,00
		Tempo de experiência (meses)	11	31,55	7,26	20,00	32,00	40,00

Tabela 3: Resultados descritivos antropométricos e de tempo de experiência na modalidade de carabina.

Descritivas Antropométricas e tempo de experiência								
MODALIDADE	GRUPO	Variável	n	Média	Desvio-padrão	Mínimo	Mediana	Máximo
CARABINA	G1C							
		Massa (kg)	8	67,21	7,47	55,70	68,70	76,60
		Tamanho de Braço (cm)	8	34,36	2,89	29,80	35,35	37,70
		Estatura (cm)	8	169,88	8,82	155,00	169,00	180,00
		Tamanho do antebraço (cm)	8	26,74	2,54	23,20	26,00	29,80
		Tamanho da mão (cm)	8	19,51	1,19	18,30	19,25	21,70
		Tempo de experiência (meses)	0	-	-	-	-	-
CARABINA	G2C							
		Massa (kg)	6	67,00	4,03	62,20	66,55	73,40
		Tamanho de Braço (cm)	6	32,95	2,47	29,80	33,55	35,40
		Estatura (cm)	6	168,17	4,67	162,00	167,50	176,00
		Tamanho do antebraço (cm)	6	27,10	1,54	25,30	27,05	29,30
		Tamanho da mão (cm)	6	18,83	0,95	17,10	18,95	19,80
		Tempo de experiência (meses)	6	26,67	4,84	20,00	26,00	32,00

5.2 Amostra de ranqueados

Os atiradores ranqueados foram extraídos do total da amostra do G2 para comparações entre os valores das análises obtidas com os grupos com experiência de carabina e pistola. Os ranqueados dos grupos são demonstrados na **Tabela 4**:

Tabela 4: Resultados dos atiradores ranqueados nas modalidades de carabina e pistola.

Ranqueamento	MODALIDADE		Total
	C	P	
Não	1 (16,67%)	6 (54,55%)	7
Sim	5 (83,33%)	5 (45,45%)	10
Total	6	11	17

5.3 Variáveis descritivas – Fotogrametria digital

As variáveis de interesse expressas abaixo apresentam resultados da avaliação por fotogrametria digital nos sujeitos do grupo 1 de carabina, apresentadas através das médias, desvio-padrão, mínimo, mediana e máximo, conforme **Tabela 5**:

Tabela 5: Resultados das variáveis descritivas do grupo 1 de carabina.

Variáveis descritivas - Fotogrametria digital - G1C - Grupo 1 Carabina						
Variável	n	Média	Desvio-padrão	Mínimo	Mediana	Máximo
Alinhamento horizontal da cabeça	8	-0,54	1,36	-3,00	0,00	1,50
Alinhamento horizontal dos acrômios	8	-0,02	1,35	-1,60	-0,35	2,10
Alinhamento horizontal das espinhas ilíacas ântero-superiores	8	-0,73	1,28	-2,30	-1,10	1,10
Ângulo entre os dois acrômios e as duas espinhas ilíacas ântero-superiores	8	-0,71	2,28	-3,10	-1,70	2,40
Assimetria horizontal da escápula em relação à T3	8	-2,58	16,21	-29,40	-0,20	22,20
Alinhamento horizontal da cabeça (C7)	8	53,71	3,86	48,10	53,05	59,30
Alinhamento vertical da cabeça (acrômio)	8	12,60	6,29	2,90	12,15	23,40

Complementando, na **Tabela 6**, os resultados do grupo 2 de carabina:

Tabela 6: Resultados das variáveis descritivas do grupo 2 de carabina.

Variáveis descritivas - Fotogrametria digital - G2C - Grupo 2 Carabina						
Variável	n	Média	Desvio-padrão	Mínimo	Mediana	Máximo
Alinhamento horizontal da cabeça	6	-0,62	2,80	-4,00	0,00	2,70
Alinhamento horizontal dos acrômios	6	0,70	1,33	-0,70	0,35	3,10
Alinhamento horizontal das espinhas ilíacas ântero-superiores	6	0,08	1,87	-2,00	-0,45	3,30
Ângulo entre os dois acrômios e as duas espinhas ilíacas ântero-superiores	6	-0,60	1,08	-2,00	-0,50	0,70
Assimetria horizontal da escápula em relação à T3	6	7,32	8,58	-3,50	7,90	20,90
Alinhamento horizontal da cabeça (C7)	6	46,73	16,83	12,50	53,15	55,40
Alinhamento vertical da cabeça (acrômio)	6	17,52	20,35	-2,10	12,00	57,00

Respectivamente, nas **Tabelas 7 e 8**, são apresentados os resultados dos grupos 1 e 2 de pistola:

Tabela 7: Resultados das variáveis descritivas do grupo 1 de pistola.

Variáveis descritivas - Fotogrametria digital - G1P- Grupo 1 Pistola						
Variável	n	Média	Desvio-padrão	Mínimo	Mediana	Máximo
Alinhamento horizontal da cabeça	7	-0,67	0,84	-1,60	0,00	0,00
Alinhamento horizontal dos acrômios	7	-0,17	1,49	-3,00	0,00	1,80
Alinhamento horizontal das espinhas ilíacas ântero-superiores	7	0,16	0,42	0,00	0,00	1,10
Ângulo entre os dois acrômios e as duas espinhas ilíacas ântero-superiores	7	0,17	1,49	-1,80	0,00	3,00
Assimetria horizontal da escápula em relação à T3	7	4,73	6,57	-5,30	5,30	15,00
Alinhamento horizontal da cabeça (C7)	7	56,60	2,37	52,70	56,10	59,30
Alinhamento vertical da cabeça (acrômio)	7	11,49	4,88	4,50	10,70	20,70

Tabela 8: Resultados das variáveis descritivas do grupo 2 de pistola.

Variáveis descritivas - Fotogrametria digital - G2P- Grupo 2 Pistola						
Variável	n	Média	Desvio-padrão	Mínimo	Mediana	Máximo
Alinhamento horizontal da cabeça	11	0,93	2,66	-4,80	1,00	4,80
Alinhamento horizontal dos acrômios	11	-0,83	1,37	-3,00	-0,90	1,20
Alinhamento horizontal das espinhas ilíacas ântero-superiores	11	-0,35	2,29	-4,50	0,00	3,90
Ângulo entre os dois acrômios e as duas espinhas ilíacas ântero-superiores	11	0,48	1,85	-2,80	0,50	2,70
Assimetria horizontal da escápula em relação à T3	11	7,48	18,83	-37,70	11,80	31,60
Alinhamento horizontal da cabeça (C7)	11	54,81	2,54	51,50	54,60	58,40
Alinhamento vertical da cabeça (acrômio)	11	11,16	4,68	5,70	10,10	20,10

5.3.1 Comparação entre os grupos

Na **Tabela 9**, é apresentado a comparação entre os grupos 1 e 2 nas duas modalidades de carabina e pistola, com as variáveis descritivas de interesse, apresentando a diferença entre os grupos, o valor-p e o intervalo de confiança:

Tabela 9: Comparação entre os grupos nas variáveis entre G1P, G1C, G2P e G2C.

Comparação dos grupos em relação às 7 variáveis de interesse, controlados pelas medidas antropométricas				
Carabina				
Variável	Diferença estimada (G1-G2)	Valor-p	Intervalo de confiança (95%)	
Alinhamento horizontal da cabeça	1,03	0,38	-1,56	3,63
Alinhamento horizontal dos acrômios	-1,26	0,25	-3,60	1,09
Alinhamento horizontal das espinhas ilíacas ântero-superiores	-1,47	0,21	-4,01	1,06
Ângulo entre os dois acrômios e as duas espinhas ilíacas ântero-superiores	-0,30	0,85	-3,95	3,36
Assimetria horizontal da escápula em relação à T3	-14,11	0,12	-33,18	4,95
Alinhamento horizontal da cabeça (C7)	11,90	0,14	-4,82	28,62
Alinhamento vertical da cabeça (acrômio)	0,29	0,98	-24,42	25,00
Pistola				
Variável	Diferença estimada (G1-G2)	Valor-p	Intervalo de confiança (95%)	
Alinhamento horizontal da cabeça	-1,83	0,39	-6,33	2,66
Alinhamento horizontal dos acrômios	0,74	0,59	-2,17	3,66
Alinhamento horizontal das espinhas ilíacas ântero-superiores	-2,07	0,20	-5,43	1,28
Ângulo entre os dois acrômios e as duas espinhas ilíacas ântero-superiores	-3,02	0,02	-5,52	-0,53
Assimetria horizontal da escápula em relação à T3	8,09	0,45	-14,82	31,00
Alinhamento horizontal da cabeça (C7)	3,29	0,21	-2,19	8,78
Alinhamento vertical da cabeça (acrômio)	-0,78	0,85	-9,58	8,02

Os **Gráficos 1, 2, 3, 4, 5, 6, e 7** apresentados a seguir, mostram os resultados da comparação entre os grupos 1 e 2 de carabina e pistola em todas as 7 variáveis de interesse da avaliação postural. Cada gráfico apresenta a comparação de uma variável distinta, sempre entre os grupos nas duas modalidades:

Gráfico 1: Comparação entre os grupos G1P e G2P; G1C e G2C na variável assimetria horizontal das escápulas em relação à T3. **Gráfico 2:** Comparação entre os grupos G1P e G2P; G1C e G2C na variável ângulo entre os dois acrômios e as duas espinhas ilíacas.

Gráfico 3: Comparação entre os grupos G1P e G2P; G1C e G2C na variável alinhamento vertical da cabeça. **Gráfico 4:** Comparação entre os grupos G1P e G2P; G1C e G2C na variável alinhamento horizontal dos acrômios.

Gráfico 5: Comparação entre os grupos G1P e G2P; G1C e G2C na variável alinhamento horizontal das espinhas ilíacas AP. **Gráfico 6:** Comparação entre os grupos G1P e G2P; G1C e G2C na variável alinhamento horizontal da cabeça com a C7.

Gráfico 7: Comparação entre os grupos G1P e G2P; G1C e G2C, na variável alinhamento horizontal da cabeça.

5.3.2 Comparação entre os ranqueados e o grupo experiente

Na **Tabela 10**, são descritas as variáveis dos ranqueados e dos sujeitos pertencentes ao grupo 2 de carabina:

Tabela 10: Resultados das variáveis descritivas do grupo 2 e de ranqueados no grupo de carabina.

Variáveis descritivas - Fotogrametria digital - CARABINA - Sujeitos ranqueados e atiradores experientes						
Variáveis do sujeito não ranqueado - GRUPO 2	n	Média	Desvio-padrão	Mínimo	Mediana	Máximo
Alinhamento horizontal da cabeça	1	-1,20	-	-1,20	-1,20	-1,20
Alinhamento horizontal dos acrômios	1	0,70	-	0,70	0,70	0,70
Alinhamento horizontal das espinhas ilíacas ântero-superiores	1	-0,90	-	-0,90	-0,90	-0,90
Ângulo entre os dois acrômios e as duas espinhas ilíacas ântero-superiores	1	-1,60	-	-1,60	-1,60	-1,60
Assimetria horizontal da escápula em relação à T3	1	-3,50	-	-3,50	-3,50	-3,50
Alinhamento horizontal da cabeça (C7)	1	54,90	-	54,90	54,90	54,90
Alinhamento vertical da cabeça (acrômio)	1	16,30	-	16,30	16,30	16,30
Variáveis dos sujeitos ranqueados - GRUPO 2	n	Média	Desvio-padrão	Mínimo	Mediana	Máximo
Alinhamento horizontal da cabeça	5	-0,50	3,12	-4,00	1,20	2,70
Alinhamento horizontal dos acrômios	5	0,70	1,49	-0,70	0,00	3,10
Alinhamento horizontal das espinhas ilíacas ântero-superiores	5	0,28	2,02	-2,00	0,00	3,30
Ângulo entre os dois acrômios e as duas espinhas ilíacas ântero-superiores	5	-0,40	1,07	-2,00	-0,10	0,70
Assimetria horizontal da escápula em relação à T3	5	9,48	7,55	0,00	8,70	20,90
Alinhamento horizontal da cabeça (C7)	5	45,10	18,28	12,50	53,10	55,40
Alinhamento vertical da cabeça (acrômio)	5	17,76	22,74	-2,10	10,20	57,00

Continuando, na **Tabela 11**, são descritas as variáveis dos ranqueados e dos sujeitos pertencentes ao grupo 2 de pistola:

Tabela 11: Resultados das variáveis descritivas do grupo 2 e de ranqueados no grupo de pistola.

Variáveis descritivas - Fotogrametria digital - PISTOLA - Sujeitos ranqueados e atiradores experientes						
Variáveis do sujeito não ranqueado - GRUPO 2	n	Média	Desvio-padrão	Mínimo	Mediana	Máximo
Alinhamento horizontal da cabeça	6	0,30	3,18	-4,80	0,95	4,80
Alinhamento horizontal dos acrômios	6	-0,25	0,89	-1,00	-0,65	1,20
Alinhamento horizontal das espinhas ilíacas ântero-superiores	6	-0,03	2,44	-3,10	-0,15	3,90
Ângulo entre os dois acrômios e as duas espinhas ilíacas ântero-superiores	6	0,23	1,75	-2,10	-0,10	2,70
Assimetria horizontal da escápula em relação à T3	6	11,48	14,47	-6,10	14,75	31,60
Alinhamento horizontal da cabeça (C7)	6	53,88	2,05	51,50	54,10	57,10
Alinhamento vertical da cabeça (acrômio)	6	11,57	4,92	6,10	10,55	20,10
Variáveis dos sujeitos ranqueados - GRUPO 2	n	Média	Desvio-padrão	Mínimo	Mediana	Máximo
Alinhamento horizontal da cabeça	5	1,68	1,94	0,00	1,30	4,60
Alinhamento horizontal dos acrômios	5	-1,52	1,61	-3,00	-1,80	1,20
Alinhamento horizontal das espinhas ilíacas ântero-superiores	5	-0,74	2,30	-4,50	0,00	1,70
Ângulo entre os dois acrômios e as duas espinhas ilíacas ântero-superiores	5	0,78	2,12	-2,80	1,80	2,30
Assimetria horizontal da escápula em relação à T3	5	2,68	23,91	-37,70	5,40	21,30
Alinhamento horizontal da cabeça (C7)	5	55,92	2,83	51,50	55,90	58,40
Alinhamento vertical da cabeça (acrômio)	5	10,68	4,90	5,70	10,10	16,70

Em seguida, apresentado na **Tabela 12**, estão as diferenças encontradas entre os ranqueados nas duas modalidades e os indivíduos do G2, grupo com experiência, nas duas modalidades, apresentando as diferenças, o valor-p e o intervalo de confiança:

Tabela 12: Diferenças observadas entre os ranqueados e os integrantes do G2 nas variáveis de interesse.

Considerando apenas o grupo com experiência, comparação do ranking (sim/não) em relação às 7 variáveis				
Carabina				
Variável	Diferença estimada (Não - Sim)	Valor-p	Intervalo de confiança (95%)	
Alinhamento horizontal da cabeça	-0,70	0,85	-10,18	8,78
Alinhamento horizontal dos acrômios	0,00	1,00	-4,53	4,53
Alinhamento horizontal das espinhas ilíacas ântero-superiores	-1,18	0,62	-7,32	4,96
Ângulo entre os dois acrômios e as duas espinhas ilíacas ântero-superiores	-1,20	0,36	-4,46	2,06
Assimetria horizontal da escápula em relação à T3	-12,98	0,19	-35,94	9,98
Alinhamento horizontal da cabeça (C7)	9,80	0,65	-45,80	65,40
Alinhamento vertical da cabeça (acrômio)	-1,46	0,96	-70,63	67,71
Pistola				
Variável	Diferença estimada (Não - Sim)	Valor-p	Intervalo de confiança (95%)	
Alinhamento horizontal da cabeça	-1,38	0,42	-5,07	2,31
Alinhamento horizontal dos acrômios	1,27	0,13	-0,46	3,00
Alinhamento horizontal das espinhas ilíacas ântero-superiores	0,71	0,64	-2,56	3,97
Ângulo entre os dois acrômios e as duas espinhas ilíacas ântero-superiores	-0,55	0,65	-3,18	2,09
Assimetria horizontal da escápula em relação à T3	8,80	0,47	-17,56	35,17
Alinhamento horizontal da cabeça (C7)	-2,04	0,20	-5,37	1,29
Alinhamento vertical da cabeça (acrômio)	0,89	0,77	-5,84	7,61

5.3.3 Grupo experiente e correlação com tempo de experiência

Na **Tabela 13**, encontra-se a correlação apurada entre as variáveis de interesse e o tempo de experiência do indivíduo na modalidade praticada, pertencente ao grupo 2, de atiradores experientes, nas modalidades de carabina e pistola:

Tabela 13: Correlação dos resultados das variáveis com o tempo de experiência do indivíduo.

Considerando apenas o grupo com experiência, correlação entre o tempo de experiência e as 7 variáveis de interesse			
Carabina			
Variável x tempo de experiência	Correlação de Spearman (ρ)	Valor-p	
Alinhamento horizontal da cabeça	-0,18	0,74	
Alinhamento horizontal dos acrômios	0,04	0,93	
Alinhamento horizontal das espinhas ilíacas ântero-superiores	-0,76	0,08	
Ângulo entre os dois acrômios e as duas espinhas ilíacas ântero-superiores	-0,97	<0,01	
Assimetria horizontal da escápula em relação à T3	-0,53	0,28	
Alinhamento horizontal da cabeça (C7)	-0,09	0,87	
Alinhamento vertical da cabeça (acrômio)	-0,26	0,61	
Pistola			
Variável x tempo de experiência	Correlação de Spearman (ρ)	Valor-p	
Alinhamento horizontal da cabeça	0,29	0,39	
Alinhamento horizontal dos acrômios	0,20	0,55	
Alinhamento horizontal das espinhas ilíacas ântero-superiores	-0,21	0,54	
Ângulo entre os dois acrômios e as duas espinhas ilíacas ântero-superiores	-0,54	0,08	
Assimetria horizontal da escápula em relação à T3	0,44	0,17	
Alinhamento horizontal da cabeça (C7)	0,35	0,30	
Alinhamento vertical da cabeça (acrômio)	0,16	0,63	

Os **Gráficos 8, 9, 10, 11, 12, 13 e 14**, apresentados a seguir, mostram os resultados da correlação entre os indivíduos do grupo 2, de carabina e pistola, com o tempo de experiência do indivíduo na modalidade. Cada gráfico apresenta a correlação de uma variável distinta, em graus (eixo Y), com o tempo de experiência expressos em meses (eixo X):

Gráfico 8: Correlação do resultado da variável assimetria horizontal da escápula em relação à T3 com o tempo de experiência. **Gráfico 9:** Correlação do resultado da variável ângulo dos dois acrômios e as espinhas ilíacas AP com o tempo de experiência.

Gráfico 10: Correlação do resultado da variável alinhamento vertical da cabeça (acrômios) com o tempo de experiência. **Gráfico 11:** Correlação do resultado do alinhamento horizontal dos acrômios com o tempo de experiência.

Gráfico 12: Correlação do resultado do alinhamento horizontal das espinhas-ilíacas AP com o tempo de experiência. **Gráfico 13:** Correlação do resultado do alinhamento horizontal da cabeça com o tempo de experiência.

Gráfico 14: Correlação do resultado da variável alinhamento horizontal da cabeça com a C7 e tempo de experiência.

5.4 Variáveis descritivas – Plataforma de força

As variáveis descritivas da análise com plataforma de força estão descritas através das médias, desvio-padrão, mínimo, mediana e máximo, apresentadas no **Apêndice L**.

Os resultados das variáveis descritivas nos permitiram comparar os grupos de atiradores, os ranqueados e verificar a correlação de resultados com o tempo de experiência dos atiradores.

5.4.1 Comparação entre os grupos

Os resultados apresentados na **Tabela 14** mostram as diferenças estimadas encontradas entre os grupos nas variáveis de interesse, valor-p e intervalo de confiança:

Tabela 14: Resultados da comparação entre grupos das variáveis de interesse na plataforma de força.

Comparação dos grupos em relação às 7 variáveis de interesse, controlados por medidas antropométricas				
Carabina				
Variável	Diferença estimada (G1-G2)	Valor-p	Intervalo de confiança (95%)	
Área em cm ²	-3,52	0,62	-19,46	12,43
Eixo 1	-0,82	0,23	-2,30	0,67
Eixo 2	0,09	0,75	-0,53	0,71
Ângulo 1	10,84	0,45	-21,34	43,03
Ângulo 2	10,84	0,45	-21,34	43,03
Distância em cm	-32,36	0,24	-92,45	27,73
Velocidade cm/s	-0,98	0,27	-2,91	0,95
Pistola				
Variável	Diferença estimada (G1-G2)	Valor-p	Intervalo de confiança (95%)	
Área em cm ²	-7,26	0,64	-40,88	26,36
Eixo 1	-0,72	0,58	-3,49	2,05
Eixo 2	-0,03	0,96	-1,36	1,30
Ângulo 1	11,65	0,40	-17,79	41,09
Ângulo 2	11,65	0,40	-17,79	41,09
Distância em cm	-6,65	0,88	-102,73	89,43
Velocidade cm/s	-0,73	0,77	-6,09	4,64

Os **Gráficos 15, 16, 17, 18, 19, 20 e 21**, apresentados a seguir, mostram os resultados da comparação entre os grupos 1 e 2, de carabina e pistola, referente às variáveis de interesse da plataforma de força. Cada gráfico apresenta a comparação entre os grupos de uma única variável:

Gráfico 15: Comparação entre os grupos G1P e G2P; G1C e G2C na variável eixo 1.

Gráfico 16: Comparação entre os grupos G1P e G2P; G1C e G2C e eixo 2.

Gráfico 17: Comparação entre os grupos G1P e G2P; G1C e G2C na variável distância em cm. **Gráfico 18:** Comparação entre os grupos G1P e G2P; G1C e G2C na variável área em cm².

Gráfico 19: Comparação entre os grupos G1P e G2P; G1C e G2C na variável ângulo 1.
Gráfico 20: Comparação entre os grupos G1P e G2P; G1C e G2C na variável ângulo 2.

Gráfico 21: Comparação entre os grupos G1P e G2P; G1C e G2C na variável velocidade.

5.4.2 Comparação entre os ranqueados e o grupo experiente

Considerando os cinco melhores atiradores ranqueados de cada grupo e os demais atiradores do grupo 2, as variáveis descritivas, expressas através da média, desvio-padrão, mínimo, mediana e máximo são apresentadas no **Apêndice M**.

Na comparação entre os ranqueados e os integrantes do grupo 2, a diferença estimada, valor-p e o intervalo de confiança são apresentados na **Tabela 15**:

Tabela 15: valores obtidos na comparação entre ranqueados e integrantes do grupo 2.

Considerando apenas o grupo com experiência, comparação dos ranqueados (sim/não) em relação às 7 variáveis de interesse				
Carabina				
Variável	Diferença estimada (Não - Sim)	Valor-p	Intervalo de confiança (95%)	
Área em cm2	-15,27	0,51	-74,56	44,02
Eixo 1	-0,90	0,59	-5,12	3,32
Eixo 2	-0,49	0,52	-2,45	1,47
Ângulo 1	13,76	0,08	-2,65	30,18
Ângulo 2	13,76	0,08	-2,65	30,18
Distância em cm	-29,33	0,69	-217,90	159,30
Velocidade cm/s	0,41	0,78	-3,42	4,23
Pistola				
Variável	Diferença estimada (Não - Sim)	Valor-p	Intervalo de confiança (95%)	
Área em cm2	-15,19	0,28	-47,79	17,42
Eixo 1	-0,99	0,30	-3,03	1,05
Eixo 2	-0,42	0,43	-1,70	0,85
Ângulo 1	-4,18	0,64	-23,89	15,53
Ângulo 2	-4,18	0,64	-23,89	15,53
Distância em cm	-35,91	0,37	-130,60	58,80
Velocidade cm/s	-2,03	0,36	-7,20	3,14

5.4.3 Grupo experiente e correlação com tempo de experiência

Na **Tabela 16** são demonstrados valores obtidos na correlação apurada entre as variáveis de interesse e o tempo de experiência do indivíduo, nas modalidades de carabina e pistola, pertencentes ao grupo 2, de atiradores experientes:

Tabela 16: Correlação dos resultados das variáveis com o tempo de experiência do indivíduo.

Considerando apenas o grupo com experiência, correlação entre o tempo de experiência e as 7 variáveis de interesse				
Carabina				
Variável x tempo de experiência	Correlação de Spearman (ρ)	Valor-p		
Área em cm ²	-0,79	0,06		
Eixo 1	-0,62	0,19		
Eixo 2	-0,44	0,38		
Ângulo 1	0,62	0,19		
Ângulo 2	0,62	0,19		
Distância em cm	-0,44	0,38		
Velocidade cm/s	-0,35	0,49		
Pistola				
Variável x tempo de experiência	Correlação de Spearman (ρ)	Valor-p		
Área em cm ²	0,36	0,28		
Eixo 1	0,22	0,51		
Eixo 2	0,41	0,21		
Ângulo 1	-0,24	0,49		
Ângulo 2	-0,24	0,49		
Distância em cm	0,01	0,97		
Velocidade cm/s	-0,06	0,87		

Os gráficos apresentados a seguir mostram os resultados da correlação entre os indivíduos do grupo 2 e o tempo de experiência de treino nas modalidades, de carabina e pistola, referente às variáveis de interesse da plataforma de força. Cada gráfico apresenta a correlação entre os grupos de uma única variável:

Gráfico 22: Correlação entre os grupos G2P e G2C na variável eixo 1 com o tempo de experiência em meses. **Gráfico 23:** Correlação entre os grupos G2P e G2C na variável eixo 2 com o tempo de experiência em meses.

Gráfico 24: Correlação entre os grupos G2P e G2C na variável distância em cm com o tempo de experiência em meses. **Gráfico 25:** Correlação entre os grupos G2P e G2C na variável área em cm² com o tempo de experiência em meses.

Gráfico 26: Correlação entre os grupos G2P e G2C na variável ângulo 1 com o tempo de experiência em meses. **Gráfico 27:** Correlação entre os grupos G2P e G2C na variável e ângulo 2 com o tempo de experiência em meses.

Gráfico 28: Correlação entre os grupos G2P e G2C, na variável velocidade, com o tempo de experiência em meses.

5.5 Variáveis descritivas – Eletromiografia

As variáveis descritivas da análise com EMG são apresentadas através das médias, desvio-padrão, mínimo, mediana e máximo, conforme **Apêndice N, O, P, Q**, respectivamente, apresentando os resultados das variáveis descritivas dos grupos G1C, G2C, G1P e G2P.

5.5.1 Comparação entre os grupos

Os resultados da **Tabela 17** mostram as diferenças estimadas encontradas entre os grupos G1C, G2C, G1P e G2P, nas variáveis de interesse, valor-p e intervalo de confiança:

Tabela 17: Comparação dos grupos em relação a diferença de porcentagem de ativação de cada músculo.

Comparação dos grupos em relação a porcentagem de ativação em cada músculo, controlando por freqmedian, integral, psdpeak, rmsmax, tamanho do braço, tamanho do antebraço, tamanho da mão, peso e estatura				
Carabina				
Músculo	Diferença estimada (G1-G2)	Valor-p	Intervalo de confiança (95%)	
Bíceps Direito	9,09	0,22	-33,06	51,24
Deltóide Médio direito	4,00	0,50	-12,63	20,62
Deltóide direito	-2,62	0,67	-25,81	20,56
Deltóide esquerdo	-3,91	0,67	-29,95	22,13
Trapézio Descendente direito	5,49	0,68	-33,25	44,24
Trapézio Transversal direito	-7,99	0,52	-43,12	27,15
Tríceps Direito	-5,95	0,30	-20,97	9,07
Pistola				
Músculo	Diferença estimada (G1-G2)	Valor-p	Intervalo de confiança (95%)	
Bíceps Direito	-3,71	0,66	-23,02	15,59
Deltóide Médio direito	1,12	0,75	-6,96	9,19
Deltóide direito	-0,61	0,96	-28,93	27,72
Trapézio Descendente direito	-6,19	0,38	-22,66	10,28
Trapézio Transversal direito	4,95	0,17	-2,77	12,67
Tríceps Direito	6,02	0,20	-19,31	31,35

Os gráficos apresentados a seguir mostram os resultados da comparação entre os grupos G1P, G2P, G1C e G2C, relacionados com a porcentagem de ativação de cada músculo analisado, nas modalidades de carabina e pistola. Cada gráfico apresenta a correlação entre os grupos da variável ativação muscular em um único músculo:

Gráfico 29: Comparação entre os grupos G1P e G2P; G1C e G2C na variável ativação muscular no músculo bíceps direito. **Gráfico 30:** Comparação entre os grupos G1P e G2P; G1C e G2C na variável ativação muscular no músculo deltoide médio direito.

Gráfico 31: Comparação entre os grupos G1P e G2P; G1C e G2C na variável ativação muscular no músculo trapézio descendente direito. **Gráfico 32:** Comparação entre os grupos G1P e G2P; G1C e G2C na variável ativação muscular no músculo trapézio transversal direito.

Gráfico 33: Comparação entre os grupos G1P e G2P; G1C e G2C na variável ativação muscular no músculo deltoide direito. **Gráfico 34:** Comparação entre os grupos G1P e G2P; G1C e G2C na variável ativação muscular no músculo deltoide esquerdo.

Gráfico 35: Comparação entre os grupos G1P e G2P; G1C e G2C, na variável ativação muscular no músculo tríceps direito.

5.5.2 Comparação entre os ranqueados e o grupo experiente

Os resultados da **Tabela 18** mostram a média, desvio-padrão, mínimo, mediana e máximo das porcentagens de ativação muscular, encontradas entre os grupos G1C, G1P, ranqueados e não ranqueados:

Tabela 18: Resultados da porcentagem de ativação muscular em indivíduos ranqueados e não ranqueados do grupo de atiradores experientes.

Resultados da porcentagem de ativação muscular em ranqueados e não ranqueados								
Modalidade	RANQUEAMENTO	Músculo	n	Média	Desvio-padrão	Mínimo	Mediana	Máximo
Carabina	NÃO	Bíceps Direito	1	32,67	-	32,67	32,67	32,67
		Deltóide Médio direito	1	33,67	-	33,67	33,67	33,67
		Deltóide direito	1	20,39	-	20,39	20,39	20,39
		Deltóide esquerdo	1	44,10	-	44,10	44,10	44,10
		Trapézio Descendente direito	1	57,98	-	57,98	57,98	57,98
		Trapézio Transversal direito	1	48,82	-	48,82	48,82	48,82
		Tríceps Direito	1	63,64	-	63,64	63,64	63,64
	SIM	Bíceps Direito	5	39,54	9,11	29,20	40,05	49,67
		Deltóide Médio direito	5	42,07	10,87	31,56	39,90	60,51
		Deltóide direito	5	44,28	15,52	20,53	44,66	58,29
		Deltóide esquerdo	5	40,43	3,55	36,10	40,17	44,27
		Trapézio Descendente direito	5	35,79	16,90	21,94	29,48	62,97
		Trapézio Transversal direito	5	43,97	11,37	27,37	45,81	55,87
		Tríceps Direito	5	47,10	18,61	26,48	38,98	73,27
Pistola	NÃO	Bíceps Direito	6	55,15	7,51	42,11	56,40	62,99
		Deltóide Médio direito	6	52,63	6,42	43,40	53,56	59,42
		Deltóide direito	5	52,86	12,14	38,78	49,67	66,33
		Trapézio Descendente direito	6	52,96	14,42	31,77	52,16	76,38
		Trapézio Transversal direito	6	51,21	6,60	45,27	50,31	62,99
		Tríceps Direito	5	57,52	13,61	34,64	60,55	71,14
	SIM	Bíceps Direito	5	56,44	13,48	35,71	57,31	70,31
		Deltóide Médio direito	5	54,60	4,94	48,48	54,10	62,17
		Deltóide direito	5	58,39	6,50	49,10	59,51	65,59
		Trapézio Descendente direito	5	61,38	7,55	50,47	62,28	71,20
		Trapézio Transversal direito	5	58,12	4,74	51,89	57,50	63,24
		Tríceps Direito	3	60,92	4,52	56,40	60,93	65,44

Os resultados da **Tabela 19** mostram a diferença entre ranqueados e não ranqueados na ativação muscular, encontradas nos grupos G1C, G1P:

Tabela 19: Diferenças da porcentagem de ativação muscular em indivíduos ranqueados e não ranqueados do grupo de atiradores experientes.

Considerando apenas o grupo com experiência, comparação do ranking (sim/não) em relação ao % de ativação, para cada músculo				
Carabina				
Músculo	Diferença estimada (Não - Sim)	Valor-p	Intervalo de confiança (95%)	
Bíceps Direito	-6,87	0,53	-34,57	20,82
Deltóide Médio direito	-8,41	0,52	-41,47	24,66
Deltóide direito	-23,89	0,23	-71,10	23,31
Deltóide esquerdo	3,67	0,40	-7,12	14,46
Trapézio Descendente direito	22,19	0,30	-29,22	73,60
Trapézio Transversal direito	4,85	0,72	-29,72	39,42
Tríceps Direito	16,54	0,46	-40,05	73,14
Pistola				
Músculo	Diferença estimada (Não - Sim)	Valor-p	Intervalo de confiança (95%)	
Bíceps Direito	-1,28	0,85	-15,79	13,22
Deltóide Médio direito	-1,97	0,59	-9,93	5,99
Deltóide direito	-5,53	0,40	-19,74	8,67
Trapézio Descendente direito	-8,42	0,27	-24,68	7,84
Trapézio Transversal direito	-6,91	0,08	-14,93	1,10
Tríceps Direito	-3,41	0,70	-23,81	17,00

5.5.3 Grupo experiente e correlação com tempo de experiência

Os resultados da **Tabela 20** mostram os resultados da correlação entre o tempo de treino de atiradores do grupo experiente e a porcentagem de ativação para cada músculo analisado:

Tabela 20: Correlação entre o tempo de treino dos atiradores e porcentagem de ativação muscular.

Considerando apenas o grupo com experiência, correlação entre o tempo de treino e a porcentagem de ativação, para cada músculo				
Carabina				
Músculo	Correlação de Spearman (ρ)	Valor-p		
Bíceps Direito	-0,35	0,49		
Deltóide médio direito	-0,79	0,06		
Deltóide anterior direito	-0,44	0,38		
Deltóide médio esquerdo	0,44	0,38		
Trapézio Descendente direito	-0,26	0,61		
Trapézio Transversal direito	0,26	0,61		
Tríceps Direito	0,18	0,74		
Pistola				
Músculo	Correlação de Spearman (ρ)	Valor-p		
Bíceps Direito	-0,07	0,84		
Deltóide médio direito	0,21	0,54		
Deltóide anterior direito	0,64	0,05		
Trapézio Descendente direito	-0,14	0,69		
Trapézio Transversal direito	0,13	0,70		
Tríceps Direito	-0,60	0,12		

6 DISCUSSÃO

As alterações biomecânicas sugeridas e consideradas neste trabalho partiram de um viés de que os atiradores se adaptam sob a demanda técnica específica do tiro, na postura esportiva e nas ativações musculares em detrimento da sustentação do armamento, que ocorrem durante a prática de tiro e, conseqüentemente, possibilitariam impactos na postura natural do atirador experiente em detrimento do tempo de prática em que os atiradores se submetem.

Os resultados das análises posturais propostas nesta pesquisa, a fim de investigar e obter dados que corroborem com um maior entendimento e compreensão do esporte de tiro esportivo, nas modalidades de carabina e pistola de ar, não estão relacionadas com o mapeamento de lesões, estudo de problemas posturais ou mapeamento de sintomas, dores ou sugestões de tratamentos. Ou seja, não foi um estudo clínico e sim comparativo.

Entre muitas diferenças técnicas e necessidades específicas atreladas à estabilização de postura e disparo da arma, pode-se entender como característica primária de distinção das modalidades de armas. Nesta pesquisa a pistola de ar é classificada como uma arma curta e deverá, obrigatoriamente, ser empunhada, sustentada e acionada no momento do tiro com apenas uma mão, denominada mão dominante do atirador, sem apoio de nenhum objeto que auxilie a estabilização do armamento.

A carabina de ar é considerada é classificada como arma longa e deve ser, obrigatoriamente, empunhada, sustentada e acionada no momento do tiro com as duas mãos até o momento do disparo. Da mesma forma do que a pistola de ar, no momento do disparo, o atirador não pode utilizar nenhum apoio auxiliar ou objeto que auxilie a sustentação do armamento no momento do disparo.

Muito fatores são apontados como importantes e cruciais para o êxito dos atletas de tiro em modalidades de carabina e pistola olímpicas como: concentração, controle emocional e a capacidade de controle corporal em mínimos movimentos. Estes fatores podem resultar impactos negativos e resultar em movimentos indesejáveis no controle postural e falhas nos disparos no computo das pontuações (MON, 2014).

As dinâmicas das provas são semelhantes e consistem na somatória da pontuação após um número determinado de disparos em um tempo previsto. A melhor performance é medida pela maior pontuação dentro do limite de duração da prova.

Portanto, ambas as modalidades contam com os armamentos do mesmo calibre, mesma duração de prova e mesma quantidade de disparos pontuados. Porém, a técnica empregada na estabilização do armamento, visada e disparo nas duas modalidades são distintas.

Os sistemas de manutenção relacionados com o equilíbrio e estabilidade corporal podem ser alterados e comprometidos por diferentes fatores como lesões, cirurgias, fatores antropométricos e envelhecimento biológico (ALONSO et al., 2012).

Cote et al. (2005 *apud* ALONSO et al., 2012) indicam que testes envolvendo estabilidade e equilíbrio devam ser controlados para evitar erros nas análises dos resultados e destacam os fatores antropométricos como importantes no controle de variáveis que possam interferir na avaliação do indivíduo.

Estudos demonstram que fatores antropométricos interferem no equilíbrio estático, na realização de tarefas com os olhos abertos, assim como peso corporal, comprimento de membros e características morfológicas (KEJONEN; KAURANEN; VANHARANTA, 2003; MOLIKOVA et al., 2006).

Greve et al. (2007) apresentam resultados que comprovam relação de alteração postural com o valor do índice de massa corpórea (IMC), sendo, quanto maior for o valor de IMC, maior será a demanda de deslocamento para manter o equilíbrio postural sob plataforma instável.

As medidas antropométricas analisadas neste trabalho foram importantes para controle das análises subsequentes utilizando os dados na análise estatística das demais avaliações. Entende-se importante as suas medições uma vez, ora observado, algum resultado expressivo relacionado à avaliação postural, com plataforma de força e com EMG que pudesse estar diferente do grupo ao qual o indivíduo pertencia.

Um outro fator importante para análise e correlação foi o tempo de experiência de treino dos atiradores do grupo experiente, expressos em meses completos de treinamento na modalidade específica do atirador. Este levantamento proporcionou um controle para verificação de possíveis relações com resultados

obtidos na correlação de tempo de treino do atirador no grupo experiente, nas variáveis de interesse da avaliação postural, da análise com plataforma de força na ativação muscular dos músculos analisados.

Os valores obtidos, expressos com destaque para a média entre os grupos das medidas antropométricas e do tempo de treino apurado do grupo experiente (G2P/C) nos permitiram observar e delinear os atiradores participantes desta pesquisa.

Com as médias apresentadas considerou-se que os indivíduos são semelhantes quando comparados entre os grupos, apresentando médias que podem sugerir um grupo homogêneo. Considera-se que esta homogeneidade observada justifique-se, acima de tudo, pela natureza dos critérios de entrada na AFA e por questões de editais onde existem limites antropométricos para entrada de novos cadetes aviadores por medidas máximas aceitáveis nas particularidades da ergonomia dos assentos ejetáveis das aeronaves, durante o período de formação do cadete da Aeronáutica.

Alguns cadetes participam de programas de redução de peso e outros participam de programas para ganho de peso em função das características das aeronaves. Há um peso mínimo exigido para as instruções de voo. No caso dos integrantes da equipe de tiro nenhum indivíduo participava de programas referentes à adequação de peso para o voo e também não eram restritos pela estatura ao voo em aeronaves que utilizam assentos ejetáveis.

O tempo de experiência expresso através da média do grupo de atiradores experientes, apresentou um valor importante para a comparação com o grupo controle de atiradores sem experiência. Os atiradores do G2 apresentaram em média mais do que dois anos de experiência nas modalidades estudadas. Foram valores importantes uma vez que o tempo de experiência do G2 foi significativamente superior aos 3 meses de adaptação do grupo controle e, caso as adaptações posturais ocorressem, as médias acima de dois anos de treino poderiam ser correlacionadas na adequação e adaptação corporal às demandas das modalidades.

Desta forma, não se pode afirmar que sejam estes os únicos fatores que contribuíram para a observação de que a amostra estudada apresenta homogeneidade nas medidas antropométricas avaliadas, porém, as características de acesso e permanência à AFA corroboram com estes resultados.

A repetitividade foi um fator praticado nas coletas sendo que as medidas antropométricas, marcações anatômicas, definições de ambiente de fotos entre outros ajustes técnicos e práticos, foram realizados sempre por um mesmo avaliador.

A distinção de indivíduos ranqueados dentro do grupo experiente justificou-se pela busca de diferenças, nas análises de avaliação postural, com plataforma de força e com EMG, que poderiam ser relacionadas aos atiradores com maior rendimento apresentado na equipe.

O ranqueamento ocorreu através da média de resultados da classificação do indivíduo em três provas oficiais disputadas no ano de 2018. Com isso, foram considerados 5 atiradores melhores ranqueados que compõem as equipes entre titulares e reservas em competições nacionais e internacionais. Trata-se de um sistema de ranqueamento da AFA na seleção de atiradores.

A amostra dos atiradores ranqueados está diretamente ligada ao número total de atiradores. Como as vagas para equipe de tiro são limitadas por questões de disponibilidade de equipamentos e armas, a relação de porcentagem de ranqueados na equipe é flutuante e depende do número total de atiradores a cada ano. Como exemplo, no ano de 2018, na AFA, os ranqueados na modalidade de carabina representaram 83,33% da equipe, enquanto que os ranqueados na modalidade de pistola representaram 45,45% da equipe.

Os resultados das análises com a fotogrametria digital responderam as ponderações relacionadas nas diferenças de graus posturais entre os atiradores dos grupos, entre ranqueados e integrantes do grupo experiente e se haveriam correlações na relação tempo de experiência dos atiradores experientes com resultados obtidos.

Das sete variáveis avaliadas, descritas através das médias, mínimas, máximas, mediana e desvio padrão quando comparadas entre os grupos G1 e G2, nas mesmas modalidades, constatou-se diferença estatisticamente significativa na variável ângulo entre os dois acrômios e as duas espinhas ilíacas ântero-superiores, na modalidade pistola, sendo que o grupo experiente apresentou um valor de média menor de ângulo obtido e valores mínimos e máximos bem semelhantes.

Os gráficos apresentados, demonstrando as comparações e diferenças entre os grupos nas variáveis de interesse dos ângulos posturais auxiliaram a visualização dos resultados obtidos em cada variável.

Porém, esta diferença não representou uma diferença expressiva em graus que poderiam corroborar com a sustentação da hipótese de que haveriam diferenças de ângulos posturais entre os grupos.

Os ranqueados, após comparação com o grupo 2 de indivíduos experientes não apresentaram diferenças estatísticas significantes nas variáveis de interesse da avaliação postural. Ou seja, os resultados dos atiradores ranqueados foram semelhantes perante ao grupo experiente a qual pertenciam.

Não se pode afirmar que os indivíduos ranqueados treinem mais em termos de volume de treinamento, carga de treinamento e períodos mais extensos de treinos. Neste caso, toda a equipe efetuou os treinamentos previstos em períodos iguais exceto quando os ranqueados participaram de competições externas e também não se pode afirmar que os ranqueados, por serem melhor adaptados, por apresentarem talento ou predisposição ao esporte, treinem menos.

Os treinamentos, no que se refere ao volume e periodicidade, foram semelhantes entre os grupos 2 de carabina e pistola uma vez que são realizados no mesmo local e horário e a população estudada é controlada e homogênea. Portanto, os atiradores ranqueados não apresentaram resultados diferentes nas variáveis de avaliação postural do grupo em que pertencem.

Com relação aos resultados obtidos pelo grupo de atiradores experientes e a correlação com o tempo de experiência de prática na modalidade, foi observado forte correlação em uma variável de interesse na modalidade de carabina.

A variável observada correlacionada na modalidade carabina foi o ângulo dos dois acrômios e as duas espinhas ilíacas ântero-superiores, apresentando o valor de -0,97 na correlação de Spearman e um p-valor de $<0,01$. As demais variáveis não apresentaram correlação com o tempo de experiência dos atiradores. Ou seja, conforme os atiradores avançam no tempo de experiência em seus treinamentos não foi observado alterações nos ângulos posturais na modalidade de pistola e somente foi observado correlação em uma variável na modalidade de carabina.

Na variável correlacionada na modalidade de carabina ficou evidente ao considerar que quanto mais tempo de experiência do grupo, a partir dos 24 meses, o ângulo da variável converge para graus negativos. Porém, a diferença entre os grupos nesta variável não foi significativa na modalidade carabina, apenas na modalidade pistola. O contrário aconteceu com a correlação de tempo de experiência.

Os ângulos foram medidos em graus e considerados positivos na direção anti-horária. Na variável correlacionada com o tempo de experiência, na vista anterior, a inclinação à direita foi considerada positiva e representava o lado esquerdo mais elevado enquanto que a inclinação à esquerda foi considerada negativa, representando o lado direito mais elevado no ângulo dos dois acrômios e as duas espinhas ilíacas ântero-superiores.

Não é possível afirmar que as diferenças encontradas no grupo de pistola e a correlação observada no grupo 2 de graus obtidos de atiradores experientes com o tempo de experiência na mesma modalidade, na mesma variável, seja em virtude de uma possível retração muscular em músculos do ombro, trapézios, elevadores do ombro e elevadores da escápula, devido, possivelmente, pela repetição de movimentos para sustentar o armamento durante a prática esportiva. Para tal afirmativa as análises teriam que ser ampliadas para um número maior de cadetes uma vez que a prática esportiva é apenas uma das tarefas diárias dos indivíduos. Portanto, não são atletas de dedicação exclusiva ao esporte.

Estudos realizados na AFA sugerem que determinados grupos que se submetem a demandas musculares específicas ou de forças externas, onde as forças gravitacionais durante a atividade aérea de pilotagem se relaciona com a inclinação na cabeça para um dos lados na postura natural do indivíduo. Desta forma, ocorre a elevação do acrômio do mesmo lado em virtude da retração muscular dos elevadores de ombro (AMARAL, 2008).

Os resultados apresentados no estudo supracitado corroboram com a hipótese de que existam adaptações e alterações posturais conforme tarefas e desafios impostos aos cadetes, porém não são suficientemente alterações clínicas que impossibilitem no longo prazo o cadete a realizar as tarefas previstas em sua formação.

Não foi objetivo deste trabalho obter o perfil corporal do atirador, porém, caso fosse observado maiores diferenças entre os atiradores dos grupos, poderia tecer maiores observações sobre o treinamento e efeitos das forças de sustentação da arma de forma mais contundente. Estes fatores não estão relacionados com dor uma vez que não foi utilizado nenhuma ferramenta metodológica para quantificar a dor ou desconforto de cada atirador em condições de rotina normais.

Além disso, a dor e o desconforto do atirador, na realidade da AFA não estão relacionados somente com a atividade do treino com as armas. O cadete cumpre

aproximadamente 2 horas de treino por dia. Há questões em aberto, referentes a rotina, que poderiam aumentar o espectro desta discussão, porém, se distanciaria do cerne da questão como: adequação ergonômica de cadeiras em salas de aula (8 horas por dia de aula), as atividades de marcha, as atividades de campanha operacional, a utilização de mochilas pesadas em longas caminhadas, o salto de paraquedas, dentre outras diferentes características de atividades que os cadetes realizam e são submetidos e avaliados, em todo período de sua formação.

A magnitude da diferença de ângulo na variável encontrada não representa relevância clínica uma vez que todos os atiradores são cadetes e por esta razão se submetem duas vezes por ano a avaliações médicas e físicas. Sendo observado desvios posturais clinicamente relevantes os cadetes são suspensos sumariamente das atividades e encaminhados para tratamentos específicos.

Um outro fator relevante é que os cadetes são treinados fisicamente, independente das equipes que compõe, uma vez que são rigorosas as atividades físicas e os testes de condicionamento físicos, conhecidos com testes de aptidão do condicionamento físico regulares semestrais. Os treinamentos físicos obrigatórios, as corridas em tropa, os exercícios neuromusculares obrigatórios acabam sendo práticas preventivas no escopo do indivíduo de um modo geral.

Os resultados obtidos através das análises com plataforma de força responderam as indagações sobre as diferenças entre os grupos, entre os ranqueados e se houve correlação de resultados obtidos com o tempo de experiência dos atiradores.

Após a organização dos dados e dos resultados das variáveis descritivas na análise com a plataforma de força, quando comparados os grupos G1 e G2, nas modalidades de carabina e pistola, separadamente, não apresentaram diferenças significantes nas variáveis de interesse área em cm², eixo 1 e 2, ângulo 1 e 2, distância em cm e velocidade em cm/s. Ou seja, os grupos de atiradores experientes não apresentam diferenças ao comparar com o grupo controle.

Ao comparar os resultados entre os cinco melhores ranqueados e os demais atiradores pertencentes ao grupo experiente, não foram observadas diferenças estatísticas significantes nas variáveis de interesse área em cm², eixo 1 e 2, ângulo 1 e 2, distância em cm e velocidade em cm/s. Sugere-se que o grupo de atiradores experientes, ranqueados ou não, apresentam valores semelhantes das análises com plataforma de força.

Os resultados obtidos com o grupo de atiradores experientes, quando correlacionados com tempo de treino dos atiradores experientes, ou seja, se os resultados pudessem correlacionar diferenças nas variáveis de interesse conforme os atiradores ficassem mais experientes através dos meses de experiência na modalidade, não foram observadas diferenças estatísticas significativas nas variáveis de interesse área em cm^2 , eixo 1 e 2, ângulo 1 e 2, distância em cm e velocidade em cm/s . Os grupos foram semelhantes entre si nas mesmas modalidades, os ranqueados não são diferentes do grupo que pertencem e não houve correlação significativa de valores obtidos com o tempo de experiência dos atiradores experientes.

Porém, os resultados descritos podem sugerir que há uma moderada correlação em uma variável na modalidade de carabina, demonstrado isoladamente na variável de interesse referente a área em cm^2 nos atiradores de carabina, sugerindo que há correlação relacionada ao tamanho da área (cm^2) conforme ocorre o aumento de tempo de experiência do atirador. A mesma correlação foi testada com os atiradores melhores ranqueados e não foi observada diferença estatística significativa.

Hawkins (2013) ao estudar os efeitos do ângulo de postura na estabilidade postural nos processos de disparo do tiro, após usar dados obtidos na análise de oito atiradores, masculinos, de pistola de ar olímpica, os resultados não apresentaram diferença na mudança de ângulos no CP ou na velocidade AP e ML do CP. Os atiradores realizavam uma série de 60 disparos em quatro ângulos diferentes em relação a linha de tiro e a estabilidade postural foi determinada pelo resultado da mudança no CP e da velocidade do CP, com um sistema de plataforma de força. Comparando com os resultados apresentados nesta pesquisa, mesmo embora não tenham ocorrido as tarefas obrigatórias de alteração da base do atirador, os resultados também não apresentaram alterações significativas ao comparar os dados com todos os atiradores.

Porém, quando relacionada a alteração do ângulo de disparo com pontuação e performance, os resultados indicaram um efeito significativo do ângulo de apoio com a precisão dos disparos, sugerindo que o ângulo de apoio dos pés pode afetar a estabilidade e o desempenho da pistola em atletas com pistola de ar (HAWKINS, 2013).

Os resultados comparados entre os grupos de atiradores controle, grupo de atiradores experientes e ranqueados, não mostraram diferença nas variáveis de

interesse nem se correlacionaram com os dados dos melhores ranqueados, onde não foi possível observar e relacionar as variáveis com o desempenho do atirador, neste caso, com o ranqueamento dos atiradores.

Su et al. (2000) afirmam que, pequenas mudanças na postura de atiradores podem levar a mudanças significativas no desempenho. Os autores apresentam resultados na avaliação de estabilidade postural, quantificada através de três medidas com a utilização de plataforma de força, sendo velocidade de oscilação máxima, média e índice de dispersão durante teste de 15 segundos sob a plataforma de força, com atiradores talentosos e treinados para os jogos olímpicos de 2000. Nas posições testadas concluiu-se que os atiradores tinham maior controle postural do que o grupo controle de sujeitos não treinados.

Confrontando com os resultados apresentados nesta pesquisa, o estudo de Su et al. (2000) analisa atiradores de altíssima *performance*. Na realidade da AFA os atiradores não são considerados de alto nível quando comparados aos atiradores olímpicos. Sugere-se nesta leitura que as semelhanças entre os resultados das variáveis de interesse observadas talvez tenham sido ajustadas pela homogeneidade da equipe e da característica da amostra.

O estudo de Hawkins (2013) ao submeter oito atiradores treinados a realizar séries de tiros em quatro posições de apoio diferentes não observaram diferenças em relação ao CP e a também na velocidade do CP. No esporte de tiro de precisão as posições são básicas na base de apoio e muito semelhantes ao comparar com a técnica entre atiradores, sugerindo que a padronização básica técnica realizada na AFA possa contribuir para uma estética e uma padronização efetiva entre os atiradores.

Os resultados de Hawkins (2013) submetem os atiradores a uma tarefa de alteração na posição de base de tiro e compara os resultados entre os atiradores, diferente dos resultados dos atiradores da AFA que foram obtidos na posição habitual do atirador. Mesmo assim, entre os atiradores, não foram observadas alterações e diferenças com as análises utilizando a plataforma de força.

O estudo de Mon et al. (2014) comparam resultados de atiradores entre as modalidades carabina e pistola de ar, ao avaliarem as diferenças de oscilação corporal entre atiradores de nível olímpico, da seleção espanhola de tiro, em busca de relacionar resultados de oscilação corporal com desempenho em competições. Com dados obtidos através de análises com plataforma de força, na posição com os

pés afastados, os atiradores de carabina apresentaram estatisticamente menor balanço corporal do que os atiradores de pistola. Porém, os resultados não foram relacionados com a rendimento e desempenho nas competições. Não se comparou as variáveis de interesse entre atiradores de modalidades diferentes nesta pesquisa, porém, ao relacionar os dados obtidos de oscilação e controle postural com os atiradores ranqueados, assim como o estudo de Mon et al. (2014), não foi possível estabelecer uma correlação com os melhores ranqueados ou melhores desempenhos.

As análises do estudo de Mon et al. (2014) foram realizadas em posições em que os atiradores não empunhavam o armamento, apenas de pé com os pés afastados e também com os pés juntos. Os resultados também mostraram que não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes em relação à posição dos pés juntos e também não apresentaram relação significativa entre oscilação corporal e desempenho na competição bem como a idade e a oscilação corporal não foram significativamente correlacionadas. Os autores sugerem que testes de oscilação corporal possam ser usados para a seleção de atiradores iniciantes e posterior comparações com atiradores de diferentes níveis.

Relacionado as análises com plataforma de força, pode-se sugerir neste estudo que não existem alterações relacionadas às variáveis de interesse pesquisadas entre os grupos de atiradores, entre os grupo experiente e os ranqueados e também não há relação significativa que sugira correlação dos resultados com o tempo de experiência dos atiradores.

Não se comparou as diferenças entre os grupos das modalidades cruzadas, como apresentado no estudo de Mon et al. (2014), bem como em testes sem a tarefa de empunhar e sustentar o armamento. As sugestões apresentadas no estudo de Mon et al. (2014) poderão ser pesquisadas na AFA com os atiradores para uma maior compreensão das oscilações corporais.

As oscilações durante as tarefas propostas nesta pesquisa, de postura durante o disparo do armamento, entre os atiradores das mesmas modalidades foram muito semelhantes e não apresentaram diferenças significativas.

Por fim, relacionado aos testes com plataforma de força, Mon et al. (2019) apresentou resultados que buscavam a correlação de fatores antropométricos e oscilação corporal em atiradores de pistola e carabina de nível nacional na Espanha. O objetivo foi comparar os resultados entre os atiradores e entre as modalidades e

verificar se o perfil antropométrico poderia estar relacionado com desempenho em 38 atiradores de carabina e pistola de ar de nível nacional.

Verificou-se que o desempenho esteve relacionado com menor oscilação do CP apenas em atiradores de pistola e que as medidas antropométricas não se relacionavam com o desempenho e que não foram encontradas diferenças antropométricas entre os atiradores das duas modalidades.

Os fatores antropométricos para as análises com atiradores da AFA serviram para controle nos testes estatísticos uma vez que poderiam ser relacionados com resultados nas comparações dos grupos e nas correlações propostas. Isso não foi observado nos atiradores da AFA. O estudo de Mon, Zakythinaki e Calero (2019) nos permite entender que fatores relacionados aos atiradores de carabina e pistola de ar, quando comparados entre modalidades apresentam algumas diferenças. Porém, quando comparados entre o mesmo grupo foram estatisticamente semelhantes.

Porém, o cerne das questões levantadas na pesquisa na AFA foi relacionado com as adaptações que por ventura pudessem ocorrer entre os grupos, com os ranqueados e pelo fator longitudinal de treino. Presume-se que a homogeneidade dos atiradores, a natureza da instituição e as padronizações técnicas de treino possam ter contribuído para os resultados obtidos com a plataforma de força.

Os resultados das análises com EMG definiu a amostragem como uma leitura de um valor de sinal em um determinado tempo específico (MARCHETTI; DUARTE, 2006). A frequência da amostragem foi muito importante para as etapas subsequentes da reprodução digital do sinal sendo que quanto menor a frequência de amostragem, menores as informações importantes do sinal.

O filtro utilizado foi o *Butterworth* e é considerado o melhor filtro para máxima resposta plana na transmissão do passa-banda. É mais bem ajustado para aplicações que requerem a preservação da linearidade da amplitude na região de passa-banda, sendo, ideal ao condicionamento do sinal do EMG (MARCHETTI; DUARTE, 2006).

A técnica empregada para normalização dos dados, que transforma valores absolutos da amplitude em valores relativos referentes a um valor de amplitude caracteriza como 100%. Faz-se necessário pela variabilidade do sinal entre sujeitos e também entre as tentativas de coleta. Dentre as formas de normalização mais

usadas, a normalização para os dados desta coleta foi a técnica de normalização do valor médio do sinal EMG.

Esta técnica utilizou-se como referência para normalização o valor médio do sinal de EMG da contração, também denominado método da média dinâmica (BURDEN; BARLETT, 1999 *apud* MARCHETTI; DUARTE, 2006).

Svecova e Vala (2016) sugerem que a utilização da eletromiografia em esportes de tiro pode contribuir para um melhor aproveitamento nos treinos e detectar erros que atiradores cometem. Resultados de ativação muscular, por exemplo, entre atiradores experientes e melhores ranqueados, poderiam sugerir adequações e alterações em treinos específicos, caso fossem observadas correlações.

Por outro lado, os equívocos apontados pelos autores na investigação com EMG e atiradores de carabina sugerem que atiradores inexperientes de carabina apresentam maiores contrações em músculos do braço de sustentação do armamento, braço direito em atiradores destros, especificamente no bíceps braquial. A tensão observada deste músculo, segundo Svecova e Vala (2016), sugere uma tensão desnecessária em atiradores inexperientes, ocasionando impactos negativos no acionamento do gatilho.

Nesta pesquisa foi realizada a tentativa de investigação no músculo citado na pesquisa de Svecova e Vala (2016), sendo analisado o bíceps braquial de ambos os braços nos atiradores de carabina. Porém, por motivos técnicos não foi possível analisar a ativação muscular do bíceps braquial do braço de apoio do armamento.

Apontado no mesmo estudo como um fator individual, que depende da condição física do atirador, das habilidades e do somatotipo, na realidade da AFA os ajustes técnicos e treinamentos específicos do atirador não submetem os atiradores a treinos específicos para determinados músculos ou grupo de músculos. Não houve preparação antes das coletas ou após período específico de treino de isometria por exemplo. Os resultados demonstram a situação normal física do atirador. Como sugestões para futuros estudos, análises com EMG relacionadas com precisão nos disparos poderiam ser comparadas após período de treinamento específico muscular, objetivando uma correlação de treino muscular com resultados.

Para seleção dos músculos neste estudo, o foco foi a avaliação durante sustentação do armamento, como um mapeamento de ativação muscular, para observar correlações, alterações e adaptações dos atiradores de acordo com o tempo de treinamento de experiência de cada um e ranqueamento.

Ao comparar as diferenças entre os grupos, constatou-se que, estatisticamente, não foram observadas diferenças em ativação muscular entre os grupos da mesma modalidade. Na sustentação do armamento, durante o período mais crítico que antecede o disparo, os atiradores apresentaram valores semelhantes na ativação muscular durante a tarefa de tiro. Os resultados sugerem que durante a tarefa específica os atiradores se comportam, na ativação muscular, de forma semelhante entre os grupos.

Na comparação dos atiradores ranqueados, quando comparados aos demais atiradores do grupo experiente, em busca de possíveis alterações ou diferenças na ativação muscular, não foram observadas diferenças estatisticamente na ativação muscular durante a tarefa específica analisada.

Porém, na modalidade de carabina de ar, na correlação entre os resultados de ativação muscular e tempo de experiência dos atiradores experientes, os resultados mostraram que existe uma moderada correlação entre os resultados de atiradores na modalidade de carabina com a ativação do músculo deltoide médio direto, no braço de sustentação do armamento.

Os resultados comparados dos valores médios de ativação do grupo de atiradores experientes e do grupo controle mostram valores de ativação diferentes, porém não conclusivos ao sugerir que na prática ocorra uma adaptação ou adequação da postura técnica do tiro que represente um valor para ser considerado em alteração nas estratégias de treinos ou recomendações que possam influenciar positivamente a sustentação do armamento para a efetuação dos disparos.

Nos demais músculos analisados, bíceps braquial, tríceps braquial, deltoide anterior, trapézio descendente, trapézio transversal (braço de sustentação do armamento) e mais dois músculos no braço não dominante (braço de apoio do armamento) bíceps e deltoide médio, os resultados não mostraram correlações entre ativação muscular dos demais músculos com o tempo de experiência dos atiradores.

Na modalidade de pistola de ar os resultados na correlação entre tempo de experiência e ativação muscular mostraram que há correlação nos resultados da ativação do músculo deltoide anterior conforme apresentado. Os resultados sugerem que a ativação muscular do músculo referido correlaciona-se com o tempo de experiência dos atiradores, apresentando forte correlação estatística.

Pode-se atribuir esta correlação aos efeitos do treinamento ao longo dos meses em que o atirador se submete, condicionando-o aos ajustes que ocorrem na sustentação do armamento durante treinos e competições.

É sustentável a hipótese, dentro da realidade em que este estudo se realizou, de que este músculo específico que apresentou diferenças na ativação muscular, deltoíde médio, seja mais recrutado na técnica do tiro e principalmente na técnica de sustentação do armamento. Porém, não se pode afirmar que esteja relacionado com a *performance* e nem com diferenças observadas entre os atiradores ranqueados com os atiradores experientes. O que geralmente de fato ocorre é uma condicionante maior deste músculo em detrimento dos efeitos do treinamento.

Minvielle e Audiffren (2001) submeteram 12 atiradores de pistola em tarefas sugeridas relacionadas com a posição do atirador e também a prazos e tempo de disparo diferentes, com a característica de levantamento do braço, sustentação do armamento de forma rápida que alterasse os padrões de cada atirador. Este estudo mostrou que o componente postural era sensível aos efeitos da sugestão e as características dos ajustes posturais antecipatórios eram específicas à direção do movimento. Porém, as características do EMG de músculos posturais eram as mesmas, independentemente se os participantes tivessem se submetidos a posturas usuais prévias ou a posturas não usuais ou diferentes da base de sustentação para o tiro em que estavam habituados a realizar.

A especificidade da padronização da técnica empregada na sustentação do armamento e do tiro, na realidade da AFA, é treinada e praticada com uma frequência e periodicidade relevante, em que o condicionamento muscular para aquela tarefa determinada do tiro em si é atrelada ao fator prática. Os atiradores não realizam treinamentos isométricos ou musculares específicos para o tiro esportivo, que poderiam ser observados, talvez, maiores diferenças caso realizassem e comparados resultados com o grupo controle. Os treinamentos físicos e neuromusculares na AFA acontecem de forma geral para outros fins específicos e não para fins de técnica e aproveitamento de performance nas modalidades de tiro de pistola e carabina.

Svecova e Vala (2016) utilizaram EMG em análise com atiradores com carabina de ar olímpica, na presunção de que o aumento da tensão muscular em movimentos de sustentação do armamento, no músculo bíceps braquial, pudessem revelar erros na correlação com resultados de séries de tiro utilizando simuladores.

Os autores sugerem que o uso de EMG no tiro esportivo pode melhorar o treinamento de tiro, especialmente detectando erros causados por tensões incorretas nos músculos e também mostrar a condição do atirador e a influência da fadiga muscular no desempenho do tiro.

Porém, Svecova, Vala e Slanina (2018) descrevem o uso da EMG como um método objetivo para a identificação de trabalho incorreto dos músculos durante o tiro esportivo e sugerem que há uma dependência entre o aumento da tensão nos músculos e a trajetória da carabina quando analisada com simuladores que mapeiam a trajetória da carabina no alvo. Os erros na tensão muscular cometidos pelos atiradores, correlacionados com aproveitamento de disparos, foram difíceis de se obter resultados significativos.

Neste trabalho, as análises com EMG não foram possíveis obter 100% dos dados previstos da amostra, diferentemente das análises com a fotogrametria digital e com a plataforma de força que foram 100% validadas. Nas coletas com análises realizadas com atiradores de pistola de ar foram 11 dados invalidados de 4 sensores diferentes, localizados nos músculos tríceps, trapézio transversal, trapézio descendente e deltoide médio. Já na modalidade de carabina de ar foram 18 dados invalidados de dois sensores diferentes, sendo 16 problemas apresentados na captação do sensor do bíceps braquial esquerdo (braço de apoio do atirador de carabina) e um problema na captação do sensor do músculo do deltoide do braço direito que ocasionou na impossibilidade para o cômputo dos dados deste músculo nas análises esperadas.

Os atiradores de carabina necessariamente utilizam o braço de apoio para a carabina, neste caso, como 100% da amostra foi composta por atiradores destros, o braço de apoio para carabina foi o braço esquerdo. Pelo ângulo adotado na técnica de apoiar o braço, durante o tiro de carabina, observou-se que os sensores do bíceps braquial e deltoide anterior, na execução do movimento de sustentação da arma e disparo, ficavam muito próximos durante a captação dos dados.

Gabriel, Kamen e Frost (2006) sugerem que durante as coletas com EMG sempre há interferências durante a captação do sinal, classificados em dois grandes grupos, os intrínsecos e os extrínsecos. Os intrínsecos são relacionados aos fatores que não são possíveis de serem modificados ou minimizados, como morfológicos, *cross-talk*, posições anatômicas específicas, entre outras. Já os extrínsecos podem

ser minimizados com a adoção de meios, durante o tratamento de dados, como a utilização de filtros após as coletas do sinal.

Marchetti e Duarte (2006) sugerem que existam três principais formas de interferências durante a captação do sinal. A primeira, influência dos batimentos cardíacos. A segunda, relacionada a aquisição de sinais de músculos vizinhos (*cross-talk*) e a terceira, a influência de artefatos eletromecânicos.

Desta forma, atribuiu-se aos problemas apresentados na captação dos sinais aos possíveis efeitos do *cross-talk* devido à proximidade dos sensores e também por possíveis problemas de sustentação de carga de bateria no canal específico utilizado, que apresentou 60% das falhas da aquisição dos sinais o mesmo sensor.

Por fim, as coletas com a fotogrametria digital foram aproveitadas em sua totalidade e nos mostraram que não foram observadas grandes diferenças ao se comparar os grupos estudados, acima de tudo na correlação com o tempo de experiência, corroborando para um entendimento que na população estudada a prática do tiro não concorreu para alterações posturais significativas nos ângulos propostos. Os dados obtidos com a plataforma de força também foram captados e aproveitados em 100% na tarefa de sustentação do armamento. Como tratou-se de uma análise específica na sustentação do armamento na plataforma de força futuros trabalhos podem replicar esta comparação com tarefas diferentes, sem a sustentação do armamento e também pode-se utilizar durante a seleção de novos atiradores. Nas análises de EMG ocorreram algumas falhas em sensores de músculos próximos e não foi possível aproveitar 100% das análises.

Observou-se uma limitação na análise dos resultados referente ao grupo de ranqueados, na modalidade de carabina, que se mostrou como um fator limitante uma vez que as comparações entre os cinco melhores ranqueados e o grupo experiente não obteve um poder estatístico adequado, sendo que foi o grupo com menor número de participantes, no total 6 atiradores. Desta forma, foram comparados os dados dos cinco melhores atiradores com um único atirador do grupo experiente.

Para realidade da AFA e das Forças Armadas Brasileiras este estudo foi pioneiro e foi a primeira pesquisa realizada com atiradores de modalidades olímpicas. Na AFA, atiradores esportivos não apresentaram diferenças na maioria dos parâmetros posturais analisados em comparação com o grupo controle nas modalidades de carabina e pistola de ar.

7 CONCLUSÕES

A atividade esportiva de tiro de carabina e pistola olímpicas não predispõe o cadete da AFA a alterações posturais nos ângulos de avaliação propostos nesta pesquisa. Mesmo observando correlação entre resultados de uma variável e tempo de experiência dos atiradores experientes na modalidade de pistola, não foi observada, de um modo geral, diferenças significantes entre os grupos de atiradores experientes e grupo controle, entre os atiradores experientes e os ranqueados, nas sete variáveis de interesse na avaliação postural.

Nas análises de controle postural com a utilização da plataforma de força os resultados mostraram que mediante a tarefa em que os atiradores foram submetidos não houve diferenças estatisticamente significantes. Os atiradores apresentam um padrão semelhante nas medidas analisadas.

As análises com EMG mostraram que houve uma correlação na diferença de magnitude da porcentagem na ativação muscular com o tempo de experiência dos atiradores experientes nos músculos deltoide e deltoide anterior, nas modalidades de carabina e pistola de ar respectivamente. Esta correlação foi atribuída ao fator de adaptação e condicionamento muscular de treino na postura específica da modalidade. Nas demais análises e comparações não foram observadas mudanças ou alterações.

8 SUGESTÕES PARA FUTUROS ESTUDOS

Realizar outras análises com plataforma de força em que os atiradores não utilizem o armamento na empunhadura, sustentação e manuseio e que sejam comparados com cadetes integrantes de diferentes equipes esportivas.

Realizar novos estudos com EMG com sensores posicionados nos músculos de membros inferiores de atiradores durante sustentação do armamento.

Realizar a avaliação postural dos cadetes da AFA pertencentes às diferentes modalidades esportivas como realizadas neste estudo. Isso contribuirá na formação de um banco de dados para SEF da AFA.

REFERÊNCIAS

- ALONSO, et al. Fatores antropométricos que interferem no equilíbrio postural. **Brazilian Journal of Biomechanics**. vol. 13, n.25. 2012. Disponível em: <http://citrus.uspnet.usp.br/biomecan/ojs/index.php/rbb/article/viewFile/193/112>. Acesso em 13 nov. de 2018.
- ALVES, C. R. J. **Interação dos fatores musculoesqueléticos com o equilíbrio de crianças e adolescentes com neuropatia sensorial e motora hereditária**. 2018. [tese]. Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo; 2018. p.107.
- AMARAL, A.C. **Perfil postural de pilotos e instrutores de vôo da Academia da Força Aérea Brasileira** [dissertação]. Ribeirão Preto: Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo; 2008. p.33.
- APARELHO de pontaria da pistola de ar. Fonte: Disponível em: <https://www.morini.ch/>. Acesso em: 28 abr. 2018.
- APARELHO de pontaria da carabina de ar. Fonte: Disponível em: <https://www.feinwerkbau.de>. Acesso em: 28 abr. 2018.
- ATIRADORA utilizando haste de suporte para apoio da carabina. Fonte: Disponível em: <https://www.issf-sports.org/>. Acesso em: 17 de abr. de 2018.
- BACA, A.; KORNFEIND, P. Stability analysis of motion patterns in biathlon shooting. **Human movement science**. v.31, n.2, p. 295-302. 2010. 10.1016/j.humov.2010.05.008. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/45439894_Stability_analysis_of_motion_patterns_in_biathlon_shooting. Acesso em 23 de nov. de 2018.
- BALANÇA com estadiômetro da marca Toledo®, modelo digital BL2098PP. Disponível em: <https://www.toledobrasil.com.br>. Acesso em: 14 mar. 2018.
- BALL, KA; BEST, RJ; WRIGLEY, TV. Body sway, aim point fluctuation and performance in rifle shooters: inter- and intraindividual analysis. **Journal of Sports Science**. v.21, n.7, p. 559–66. 2003.
- BARATTO, L. et al. A new look at posturographic analysis in the clinical sway-density versus other parameterization techniques. **Motor control**, v.6, n.3, p.246-270, 2002.
- BARELA, A.M.F.; DUARTE, M. Utilização da plataforma de força para aquisição de dados cinéticos durante a marcha humana. **Brazilian Journal of motor behavior**. v.6. n.1, 2011. Disponível em: <<http://ufabc.edu.br/bmclab/pubs/bjmb11.pdf>>. Acesso em: 27 de set. 2018.

BRASIL. **Ministério da Defesa. Estado-Maior do Exército.** Manual de Tiro das Armas Portáteis. C23-1. Brasília, DF, 2003a.

BRASIL. **Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica.** Saúde. ICA 160-1. Instruções Reguladoras das Inspeções de Saúde (IRIS). Brasília, DF, 2003b.

BRASIL. Ministério da Defesa. **Norma Sistêmica do Comando da Aeronáutica 54-1:** teste de avaliação do condicionamento físico. Brasília, DF: Comando da Aeronáutica. 2004.

BRASIL. **Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica.** Manual de Instrução de Tiro com armamento terrestre no âmbito do Comando da Aeronáutica (MCA 50-1). Brasília, DF, 2005.

BRAZ, R. G.; GOES, F. P. C.; CARVALHO, G. A. Confiabilidade e validade de medidas angulares por meio do software para avaliação postural. **Fisioterapia em Movimento.** 2008. Disponível em: <https://periodicos.pucpr.br/index.php/fisio/article/view/19185>>. Acesso em: 19 de out. 2018.

CARABINA de Ar Feinwerkbau®. Modelo 700C. Fonte: Disponível em: <https://www.feinwerkbau.de>. Acesso em 23 abr. 2018.

CARVALHO, S. **O biofeedback e o neurofeedback como técnicas científicas de apoio ao treinamento psicofisiológico do atleta de alto rendimento do tiro esportivo.** [Monografia graduação]. Universidade Santa Úrsula. Instituto de Psicologia e Psicanálise, 2012.

CBTE. **Portal da Confederação Brasileira de Tiro Esportivo.** 2017. Disponível em: <http://www.cbte.org.br>. Acesso em: 26 de set. de 2018.

DI FRONSO, et al. Performance Optimization in Sport: A Psychophysiological Approach. **Motriz:** rev. educ. fis. Rio Claro. 2017. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1980-65742017000400201&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 23 Maio 2019.

DUARTE, M; FERREIRA, E.A.; MALDONADO, E.P.; FREITAS, A.Z. **Documentação sobre o SAPO** – Software para avaliação postural. 2005. Disponível em: <http://demotu.org/sapo/>. Acesso em: 23 de fev. de 2018.

DUARTE, M; FREITAS, S.M.S.F. Revisão sobre posturografia baseada em plataforma de força para avaliação do equilíbrio. **Revista Brasileira de Fisioterapia.** São Carlos. v. 14, n. 3, p. 183-92, maio/jun. 2010.

EMPUNHADURA para o tiro de pistola de ar ilustrada no círculo vermelho, efetuado somente com a mão dominante do atirador. Fonte: Disponível em: <https://www.issf-sports.org/>. Acesso em: 16 de abr. de 2018.

EMPUNHADURA para o tiro de carabina de ar, ilustrando as marcas em amarelo os pontos de apoio na empunhadura e sustentação do armamento. Fonte: Disponível em: <https://www.issf-sports.org/>. Acesso em: 16 de abr. de 2018.

ENOKA, R.M. **Bases neuromecânicas da cinesiologia**. São Paulo: Manole. 2000.

ERA, P., et al. Postural stability and skilled performance: a study on top-level and naive rifleshooters. **Journal of Biomechanics**. v.29, n.3, p. 301–6. 1996. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8850636>. Acesso em: 11 de set. de 2018.

FERREIRA, E.A.G. Postura e controle postural: desenvolvimento e aplicação de método quantitativo de avaliação postural [tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2005. p.114.

FIGUEIREDO, R. V.; AMARAL, A. C.; SHIMANO, A. C. Fotogrametria na identificação de assimetrias posturais em cadetes e pilotos da academia da força aérea brasileira. **Revista Brasileira de Fisioterapia**. São Carlos, v. 16, n. 1, p. 54-60. 2012. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-35552012000100010&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 24 abr. de 2018.

GABRIEL, D.; A, KAMEN, G.; FROST, G. Neural adaptations to resistive exercise: mechanisms and recommendations for training practices. **Sports Med**. n. 36, p. 133-49, 2006.

GOONETILLEKE, R.; HOFFMANN, E.; Lau, W. (2008). Pistol shooting accuracy as dependent on experience, eyes being opened and available viewing time. **Applied ergonomics**. v.40, n.3, p. 500-8. 09. 2008. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/23459942_Pistol_shooting_accuracy_as_dependent_on_experience_eyes_being_opened_and_available_viewing_time. Acesso em: 14 de jun. 2018.

GREVE, J. et al. Correlation between body mass index and postural balance. **Clinics**. v. 62, n.6, p.717-20.12. 2007. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18209913/>. Acesso em: 08 ago. 2019.

GULBINSKIENE V., A. SKARBALIUS. Peculiarities of investigated characteristics of lithuanian pistol and rifle shooters' training and sport performance. **Ugdymas Kuno Kultura**. 2009. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4486452/>. Acesso em: 29 de set. de 2018.

HAWKINS, R. N. Effects of stance angle on postural stability and performance with national-standard air pistol competitors. **European Journal of Sport Science**, v.13, n.5, p.483-489, 2013. DOI: 10.1080/17461391.2012.755569.

IHALAINEN, S. et al. Determinants of elite-level air rifle shooting performance. **Scandinavian Journal of Medicine and Science Sport**. 2016. Disponível em: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/sms.12440>. Acesso em: 21 de set. de 2018.

ISSF .2013. Disponível em: http://www.issfsports.org/results/records/world_records.ashx. Acesso em: 14 de set. de 2018.

KEJONEN, P.; KAURANEN, K.; VANHARANTA, H. The relationship between anthropometric factors and body-balancing movements in postural balance.

Arch Phys Med Rehabil. v.84, n.1, p.17-22. 2003. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12589615>. Acesso em 19 jul. de 2019.

KIERS, H. et al. A Systematic Review of the Relationship between Physical Activities in Sports or Daily Life and Postural Sway in Upright Stance. **Sports Medicine.** Nov, 2013.. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23955562>. Acesso em: 04 de out. de 2018.

KONTTINEN, N. et al. Aiming routines and their electrocortical concomitants among competitive rifle shooters. **Scandinavian Journal of Medicine, Science and Sports.** 2000. Disponível em: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1034/j.1600-0838.2000.010003169.x/abstract>. Acesso em: 09 out. de 2019.

KRASILSHCHIKOV, O. et al. Effect of general and auxiliary conditioning on specific fitness of young pistol and rifle shooters. **Asian Journal of Exercise, Sports and Science.** 2007. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3995966/> Acesso em: 14 de out. de 2017.

LAKIE, M. The influence of muscle tremor on shooting performance. **Experimental Physiology** [Internet]. v.95, n.3, p.:441–50. 2010;. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8003313>. Acesso em: 23 set. de 2018.

LOURENÇO, C.P.; SILVA, A.L.S. Controle postural e sistema vestibulo-oculomotor em atletas de tiro esportivo da modalidade pistola. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte** [online]. 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1517-86922013000500002>. Acesso em 08 de jul. De 2018.

MARCHETTI, P.H., DUARTE, M. **Instrumentação em eletromiografia.** Laboratório de Biofísica, Escola de Educação Física e Esporte. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2006. Disponível em: <http://demotu.org/pubs/EMG.pdf>. Acesso em: 26 de ago. de 2018.

MINVIELLE, G.; AUDIFFREN, M. Study of anticipatory postural adjustments in an air pistol-shooting task. **Perceptual and motor skills.** n.91, p.1151-68. 2001.10.2466/PMS.91.7.1151-1168.

MOLIKOVA et al. The relationship between morphological indicators of human body and posture. **Biomed Pap Med Fac Univ Palacky Olomouc Czech Repub.** v.150, n.2, p.261-265. 2006. doi:10.5507/bp.2006.038. Acesso em: 24 mar. de 2019.

MON et al. Body sway and performance at competition in male pistol and rifle Olympic shooters. **Biomedical Human Kinetics.** v. 6. 10.2478/bhk-2014-0010. 2014.

MON et al. Finger Flexor Force Influences Performance in Senior Male Air Pistol Olympic Shooting. 2015. **PLoS ONE** 10(6): e0129862. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0129862>. Acesso em: 04 de abr. de 2018.

MON, D., ZAKYNTHINAKI, M., CALERO, M. S. Connection between performance and body sway/morphology in juvenile Olympic shooters. **Journal of Human Sport and Exercise**. n.14, 2019. 10.14198/jhse.2019.141.06.

MONTGOMERY, D. C., **Design and Analysis of Experiments**. 5 ed., John Wiley & Sons, Inc., Nova Iorque, 2000 The SAS system for Windows. **Release 9.2**. SAS Inst., Cary, NC. 2011. R Core Team (2017).

PISTOLA de Ar Morini®. Fabricação: Checa, modelo CM 162 MI. Fonte: Disponível em: <https://www.morini.ch/>. Acesso em 29 abr. 2018.

POSIÇÃO de tiro na pistola de ar. Fonte: Disponível em: <https://www.issf-sports.org/>. Acesso em: 14 de abr. de 2018.

POSIÇÃO de tiro na carabina de ar. Fonte: Disponível em: <https://www.issf-sports.org/>. Acesso em: 14 de abr. de 2018.

R Core Team (2017). **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 30 de jun. 2019.

REIKEMEIER, H., G. et al. Air rifle shooting: fitness – technique – 3-positions – supported – movement sequences – rifles – aiming paths – exercises – psyche – training – coaches. **Biomedical Human Kinetics**. 2002. Disponível em: <https://www.degruyter.com/view/j/bhk.2014.6.issue-1/bhk-2014-0010/bhk-2014-0010.xml>. Acesso em: 10 de out. de 2018.

SOUZA, J.P.F., BASSO, D., CORREA, E. SILVA, A. Biofotogrametria confiabilidade das medidas do protocolo do software para avaliação postural (SAPO). **Revista Brasileira Cineantropometria e Desempenho Humano**. v.13, n.4, p.299-305.(5). 2011.

SANTOS, A. FANTINATI, A. Os principais softwares utilizados na biofotogrametria computadorizada para avaliação postural: uma revisão sistemática. **Revista Movimenta**. v.4, n.2, p.139-148. 2011.

SANTOS, S.G.D. **A influência da prática do judô na postura de atletas do sexo masculino do estado do Paraná**. [Dissertação de Mestrado]. Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, 1993.

SANTOS, S.G.D. Relação entre alterações posturais, prevalência de lesões e magnitudes de impacto nos membros inferiores em atletas de handebol. **Fitness & Performance Journal** [Internet]. v.6, n.6, p. 388-393, 2007. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=75117177009>. Acesso em: 13 de set. de 2017.

SENIAM **Surface ElectroMyoGraphy for the Non-Invasive Assessment of Muscles**. 2012. Disponível em: < <http://seniam.org/> > Acesso em: 21 de set. de 2017 e 04 de abr. de 2018.

SOUZA, S. **Cineantropometria**: Pontos antropométricos, diâmetros e comprimentos. 2011. Disponível em: <https://sandrodesouza.wordpress.com/tag/cineantropometria>. Acesso em: 14 set de 2017.

SU, F.C. et al. Stance stability in shooters. **China Journal of Medical and Biological Engineering**. v.20, n.4, p.187–92, 2000.

Disponível em: < <http://www.jmbe.org.tw/files/11/public/11-922-1-PB.pdf>>. Acesso em: 6 de set. de 2017.

SVECOVA, L.; VALA, D. Using electromyography for improving of training shooting. **“IFAC-PpapersOnLine”**. v.49, Issue 25, p.541-545, 2016.DOI: 10.1016/j.ifacol.2016.12.091.

SVECOVA, L.; VALA, D.; SLANINA, Z. EMG as Objective Method for Revealed Mistakes in **Sport Shooting**. p.439-448. 2018. 10.1007/978-3-319-68324-9_48.

TOMMASELLI, A.M et al. Fotogrametria: aplicações à curta distância. FTC 40 anos. **Perfil Científico Educacional**. p.147-59. 1999.

TRENA Cescorf ®. Disponível em: <http://www.cescorf.com.br/>. Acesso em: 14 set. 2017.

ZANEVSKYY et al. Shot Moment in Optoelectronic Training in the Air-Pistol Shooting. **International Journal of Sports Science and Engineering**. Vol. 04 2010. Disponível em: <http://www.worldacademicunion.com/journal/SSCI/SSCIvol04no02paper01.pdf>. Acesso em: 19 de mar. de 2019.

ZATSIORSKY, V.M.; AKTOV A. V. Biomechanics of highly precise movements: The aiming process in air rifle shooting. **Journal of Biomechanics**. 1990. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2081743>>. Acesso em: 11 de ago. de 2019.

ANEXO A

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Análise biomecânica das alterações posturais em Cadetes da Força Aérea Brasileira integrantes da Equipe de Tiro Esportivo Olímpico.

Pesquisador: RODRIGO ROMERO FARIA SANTOS

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 86154918.0.0000.5440

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE DE SAO PAULO

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.690.358

Apresentação do Projeto:

A necessidade da estabilização na postura específica do tiro esportivo está relacionada à performance do atirador esportivo onde a estabilização ou a capacidade em sustentar uma determinada postura é condicionante à performance. Sendo assim, ao atirador cabe a adequação postural específica da modalidade durante seus treinamentos, entre outros fatores somatórios a fim de obterem êxito em seus treinamentos e competições. O tiro esportivo, nas modalidades de Carabina de Ar e Pistola de Ar Olímpicas, praticado no âmbito militar da Academia da Força Aérea, pode ser compreendido como um esporte estático que requer habilidades específicas de combinar uma boa postura técnica e estabilização da mesma postura, independente de fatores internos e externos, até o momento exato do disparo do tiro. A hipótese primária se baseia no treinamento repetitivo, específico do Tiro Esportivo Olímpico, podendo concorrer ao desequilíbrio e alterações posturais. O presente estudo visa responder as seguintes hipóteses: - Atiradores experientes, para o âmbito da Academia da Força Aérea Brasileira, com até quatro anos de treinamento nas modalidades propostas neste estudo tendem a apresentar alterações posturais, suspeitando-se de que as demandas do treinamento possam contribuir ou acentuar desvios posturais e ou assimetrias, face as peculiaridades da posição condicionada aos atiradores durante sua rotina esportiva. - Ao longo dos anos de prática quanto melhor for a posição postural na condicionante da posição padrão do atirador, nas modalidades específicas, maior será o risco de alterações e assimetrias em sua postura, ou seja, atiradores esportivos militares com três ou quatro anos de

Endereço: CAMPUS UNIVERSITÁRIO
 Bairro: MONTE ALEGRE CEP: 14.048-900
 UF: SP Município: RIBEIRÃO PRETO
 Telefone: (16)3602-2228 Fax: (16)3633-1144 E-mail: cep@hcrp.usp.br

ANEXO B

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

Continuação do Parecer: 2.690.358

experiência tendem a desenvolver patologias relacionadas à postura apresentando quadros diagnósticos diferentes dos atiradores com pouca experiência.- A eletromiografia poderá fornecer dados significativos da dinâmica muscular que poderá ser de grande valia uma vez visualizada de forma gráfica, podendo revelar uma série de informações sobre o comportamento muscular como atividade elétrica média, início da atividade muscular, duração do período ativo e pico máximo da atividade.

- Atletas com mais experiência no tiro esportivo na AFA poderão apresentar diferença na mensuração do centro de massa na posição de tiro se comparado com atletas iniciantes.

Objetivo da Pesquisa:

Avaliar a postura de integrantes da Equipe de Tiro da Força Aérea Brasileira e comparar a avaliação postural de atiradores novatos e de atiradores experientes, com no mínimo três anos de experiência e no máximo quatro anos de experiência, em duas modalidades de Tiro Esportivo Olímpico.

Objetivos específicos:

- Avaliar os desvios e assimetrias posturais em integrantes da Equipe de Tiro da Força Aérea Brasileira.
- Avaliar e comparar as peculiaridades da posição correta do atirador nas modalidades de tiros com pistola de ar e com carabina de ar – 10 metros, mediante análise postural de novatos e experientes.
- Avaliar os principais sinais eletromiográficos em membros superiores na posição e prática do tiro esportivo.
- Mensurar o centro de massa de cadetes em posição estática com armamento em empunhadura para o tiro

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos: desconforto postural durante a coleta dos dados

Benefícios:

Dados armazenados podem contribuir para futuros estudos e uma base para contextualização entre as Forças

Armadas tratando-se de um tema abrangente e de interesse pela saúde e pelo esporte

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Serão selecionados 40 voluntários sadios, dentre cadetes da Força Aérea Brasileira. Metade dos

Endereço: CAMPUS UNIVERSITÁRIO
 Bairro: MONTE ALEGRE CEP: 14.048-900
 UF: SP Município: RIBEIRÃO PRETO
 Telefone: (16)3602-2228 Fax: (16)3633-1144 E-mail: cep@hcrp.usp.br

ANEXO C

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

Continuação do Parecer: 2.690.358

selecionados será composta por praticantes de tiro esportivo que possuam curto período de treinamento. A outra metade será composta por atiradores experientes, submetidos a treinamento prolongado. Serão executados testes para avaliar a postura, o centro de massa e será realizada, ainda, análise eletromiográfica de superfície. O objetivo é avaliar a postura de integrantes da Equipe de Tiro da Força Aérea Brasileira e comparar a avaliação postural de atiradores novatos e de atiradores experientes

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

As novas versões do TCLE e do projeto estão adequadas e contemplam todas as diretrizes emanadas pelas resoluções vigentes. O cronograma foi refeito.

Recomendações:

Nenhuma

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Diante do exposto e à luz da Resolução CNS 466/2012, o projeto de pesquisa Detalhado2, modificado em 12/05/2018, após parecer 2.641.233, assim como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido TCLE versão 2. Modificado em 12/05/2018, podem ser enquadrados na categoria APROVADO.

Considerações Finais a critério do CEP:

Projeto Aprovado: Tendo em vista a legislação vigente, devem ser encaminhados ao CEP, relatórios parciais anuais referentes ao andamento da pesquisa e relatório final ao término do trabalho. Qualquer modificação do projeto original deve ser apresentada a este CEP em nova versão, de forma objetiva e com justificativas, para nova apreciação.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BASICAS_DO_PROJETO_1025652.pdf	12/05/2018 14:33:38		Aceito
Outros	CartaResposta.pdf	12/05/2018 14:32:32	RODRIGO ROMERO FARIA SANTOS	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura	ProjetoDetalhado2.pdf	12/05/2018 14:00:40	RODRIGO ROMERO FARIA SANTOS	Aceito

Endereço: CAMPUS UNIVERSITÁRIO
 Bairro: MONTE ALEGRE CEP: 14.048-900
 UF: SP Município: RIBEIRÃO PRETO
 Telefone: (16)3602-2228 Fax: (16)3633-1144 E-mail: cep@hcrp.usp.br

ANEXO D

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

Continuação do Parecer: 2.690.358

Investigador	ProjetoDetalhado2.pdf	12/05/2018 14:00:40	RODRIGO ROMERO FARIA SANTOS	Aceito
Cronograma	Cronograma2.pdf	12/05/2018 13:58:21	RODRIGO ROMERO FARIA SANTOS	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE2.pdf	12/05/2018 13:57:50	RODRIGO ROMERO FARIA SANTOS	Aceito
Outros	CartaAprovada_Assinada_UPC.pdf	10/05/2018 22:15:27	RODRIGO ROMERO FARIA SANTOS	Aceito
Orçamento	Orcamento.docx	01/03/2018 11:37:58	RODRIGO ROMERO FARIA SANTOS	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetoDetalhado.docx	01/03/2018 11:18:30	RODRIGO ROMERO FARIA SANTOS	Aceito
Cronograma	Cronograma.docx	21/02/2018 13:51:50	RODRIGO ROMERO FARIA SANTOS	Aceito
Folha de Rosto	Folha.pdf	21/02/2018 12:11:02	RODRIGO ROMERO FARIA SANTOS	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

RIBEIRAO PRETO, 04 de Junho de 2018

Assinado por:
MARCIA GUIMARÃES VILLANOVA
 (Coordenador)

Endereço: CAMPUS UNIVERSITÁRIO
 Bairro: MONTE ALEGRE CEP: 14.048-900
 UF: SP Município: RIBEIRAO PRETO
 Telefone: (16)3602-2228 Fax: (16)3633-1144 E-mail: cep@hcrp.usp.br

APÊNDICE A - TCLE

ACADEMIA DA FORÇA AÉREA – AFA

FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO – USP

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

1. Você está sendo convidado (a) para participar da pesquisa *“Análise Biomecânica das alterações posturais em Cadetes da Força Aérea Brasileira integrantes da Equipe de Tiro Esportivo Olímpico”*.

a. Você foi selecionado por ser integrante da Equipe de Tiro da Academia da Força Aérea Brasileira. Sua participação não é obrigatória. Caso concorde em participar será necessária sua assinatura no campo previsto na página seguinte.

b. O presente estudo tem como objetivo avaliar a postura do integrante da Equipe de Tiro e comparar dados de atiradores ingressantes e de atiradores experientes.

c. Sua participação nesta pesquisa consistirá em ser avaliado com medidas primárias como peso e estatura, bem como ser avaliado através de imagens digitais, obtidas através de fotos, a fim de avaliar questões posturais e também utilizar dos dados de postura obtidos através do uso de plataforma de força e de eletromiografia de superfície para um melhor entendimento geral do atirador esportivo.

2. Caso sua participação em alguma etapa gere algum desconforto, se isso ocorrer, o pesquisador responsável deve ser avisado para que preste total apoio necessário para que seja imediatamente resolvido. Em todas as etapas tomaremos todas as medidas e cuidados necessários para que isso não ocorra. A sua participação será muito importante para o primeiro estudo desta natureza na Força Aérea Brasileira bem como poderá lhe fornecer dados e informações relevantes a respeito de sua postura e de padrões posturais de integrantes da Equipe. Os benefícios esperados é que possamos ter uma análise postural de toda a equipe, com diagnóstico, para um treinamento focado em minimizar possíveis alterações posturais para o atirador e pensar em programas de treinamento que possam contribuir para um melhor rendimento do atirador também.

3. Buscando evitar qualquer risco, informamos que não haverá disparo de tiro real, bem como utilização de armas e equipamentos que você não esteja habituado na rotina de seu treino. As posições para análise da avaliação postural, através de fotos, serão tomadas sem o armamento de tiro e as posições realizadas com o armamento, para fins de análise postural geral do atirador, serão tomadas apenas na posição do atirador, simulando um disparo com o seu próprio armamento. Portanto, nenhuma análise será exposta ao risco de tiro ou de situações semelhantes.

4. As etapas consistem em coleta de imagens, através de fotos, que será realizada em local com o mínimo de movimentação de pessoas não envolvidas na pesquisa. As respostas obtidas através das análises bem como as fotos obtidas serão totalmente sigilosas, sendo desnecessária a identificação pelo nome. Para a coleta de informações complementares referentes a utilização de plataforma de força para analisar a postura específica no momento do tiro, será utilizado um aparelho semelhante a uma prancha, ou seja, uma plataforma, que você deverá fazer a postura esportiva, simulando um tiro, em pé sobre esta plataforma. Esta plataforma é pequena, de perfil muito baixo, não sendo necessário nenhum esforço em subir, descer ou manter-se sobre a plataforma. Para a etapa de coleta utilizando a eletromiografia de superfície, será necessário fixar em seus braços e algumas partes do seu tronco eletrodos, pequenos aparelhos que transmitem sinais e frequências, que serão fixados em você com fita adesiva apropriada, para que possamos avaliar a ação muscular durante o tiro.

5. A pesquisa será realizada em encontros previamente anunciados, no horário de treino, previsto, dentro da rotina do Cadete da Força Aérea Brasileira. Os encontros serão realizados no primeiro semestre de 2018, segundo semestre de 2018 e primeiro semestre de 2019. Consideramos que seja necessário um encontro por semestre, totalizando três encontros. Nestes encontros, o responsável pela pesquisa, estará sempre presente no local. O orientador da pesquisa estará disponível para dar assistência, caso surja alguma necessidade.

6. Sinta-se a vontade para fazer qualquer pergunta sobre as etapas e procedimentos, antes, durante e após os encontros.

APÊNDICE B - TCLE

ACADEMIA DA FORÇA AÉREA – AFA

FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO – USP

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

7. A qualquer momento você pode desistir de participar e retirar seu consentimento. Sua recusa não trará nenhum prejuízo na sua relação com o pesquisador ou com a Academia da Força Aérea bem como com a Faculdade de Medicina da USP de Ribeirão Preto, SP. Sendo um participante voluntário, você não terá nenhum pagamento ou despesa referente em sua participação na pesquisa. Caso tenha despesas como transporte e alimentação, você será ressarcido de forma integral em moeda vigente.

8. Todas as informações obtidas através dessa pesquisa serão confidenciais e asseguramos o sigilo sobre sua participação. No caso da divulgação dos dados em publicações científicas ou em apresentações, será atribuído um nome fictício ou código para que seu sigilo seja garantido e não serão divulgados dados que possam identificá-lo(a). Você terá pleno acesso em qualquer momento dos resultados parciais e finais da pesquisa.

9. Você receberá uma via deste termo, assinado e rubricado em todas as páginas, onde constam os contatos do pesquisador responsável, podendo tirar suas dúvidas sobre a pesquisa e sobre sua participação, agora ou a qualquer momento, com o pesquisador responsável pela pesquisa, bem como com o orientador da pesquisa e para dúvidas éticas, com o Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital das Clínicas e da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, SP.

Contato com os pesquisadores:

Pesquisador: Rodrigo Romero Faria Santos. Fone: 19+983971421, e-mail: rodrigoromero@usp.br.

Orientador: Antonio Carlos Shimano. Fone: 16+33158568, e-mail: ashimano@fmrp.usp.br

Contato Comitê de Ética em Pesquisa do HCFMRP: 16+36022228, e-mail: upc-hc@hcrp.usp.br.

Caso concorde em participar, por favor, preencher e assinar os campos abaixo:

Nome do participante: _____

Assinatura: _____

Local: _____ Data: _____

Nome do pesquisador responsável: Rodrigo Romero Faria Santos

Assinatura: _____

Local: _____ Data: _____

APÊNDICE C – Tutoriais de localização dos pontos anatômicos ângulo inferior da escápula e trago.

Ângulo inferior da escápula: é o ponto de transição entre a margem medial e lateral da escápula. Normalmente tem aspecto arredondado e um pouco saliente.

Figura 12. Trago: situado no pavilhão da orelha externa, é identificado próximo à inserção deste em relação à face.

APÊNDICE D – Tutoriais de localização dos pontos anatômicos acrômio e espinha ilíaca ântero-superior

Figura 16. Acrômio: o acrômio é de fácil localização na escápula, porém é uma estrutura óssea extensa, sendo necessário determinar em que região do acrômio deve-se colocar o marcador. Sugere-se a colocação do marcador na margem lateral do acrômio.

O examinador pode percorrer a clavícula a partir do esterno em direção ao ombro. A primeira saliência óssea importante a ser palpada é a extremidade acromial da articulação acrômioclavicular, em seguida um pouco mais abaixo a próxima estrutura óssea facilmente palpável é a margem lateral do acrômio.

É importante não confundir com o tubérculo maior do úmero, e um teste simples a ser realizado, é manter o dedo do examinador no ponto ósseo e pedir para que o examinado realize rotação lateral do braço com o antebraço em flexão. Se o examinador sentir que a estrutura óssea move-se durante o movimento do braço, localizou o tubérculo maior do úmero e não a margem lateral do acrômio.

Figura 23. Espinha ilíaca ântero-superior: é uma estrutura óssea de fácil palpação localizada anteriormente, na extremidade anterior da crista ilíaca. A identificação do ponto pode ser obtida de duas formas:

- o examinador posiciona-se anteriormente ao avaliado e apóia a região entre o polegar e o indicador de suas mãos nas cristas ilíacas do sujeito, a ponta dos polegares direcionadas inferiormente devem localizar um ponto ósseo saliente de cada lado. São as espinhas ilíacas ântero-superiores.
- o examinador posiciona-se posteriormente ao examinado, apóia a região entre o polegar e o indicador de suas mãos nas cristas ilíacas e com o terceiro dedo das duas mãos deve localizar anteriormente duas estruturas ósseas proeminentes que são as espinhas ilíacas ântero-superiores direita e esquerda.

APÊNDICE E – Tutoriais de localização dos pontos anatômicos processo espinhoso C7 e T3

Figura 33. Processos espinhosos de C7, T1, T2, T3, T5, T6, T7, T9, T11, T12, L1, L3, L4, L5 e S1: A localização correta dos processos espinhosos não é muito fácil e requer atenção e prática. Junqueira (2004) descreve a importância clínica da palpação dos processos espinhosos torácicos, mas salienta que o fato de estarem situados profundamente à musculatura paravertebral dificulta seu reconhecimento.

Tipicamente os processos espinhosos torácicos são longos e inclinam-se inferiormente sobrepondo a vértebra abaixo. A partir de T4 ou T5 e até T7 ou T8 a inclinação dos processos espinhosos é bem pronunciada, sendo possível palpar no mesmo alinhamento horizontal, um pouco lateralmente a margem inferior ou o processo transverso da vértebra subjacente.

O caminho mais fácil para palpação dos processos espinhosos, e sugerido por este tutorial, é localizar primeiramente C7 de maneira precisa, e a partir dela as outras vértebras, lembrando que a partir de T4 o aumento do tamanho das vértebras é progressivo em função da necessidade de suportar o peso. Pode ocorrer variação no número de vértebras torácicas, lombares ou sacrais sem que isso implique em sintomas ou doenças. Estas variações ocorrem em cerca de 5% das pessoas sem anomalias.

Verificar o alinhamento das vértebras com outras estruturas anatômicas é útil para averiguar a assertividade do método, mas vale ressaltar que são somente indicações de alinhamento anatômico e não regras absolutas. Com o intuito de auxiliar o usuário seguem abaixo alguns comentários e referenciais topográficos sobre alguns dos processos espinhosos

Processo espinhoso de C7: normalmente é de rápida localização porque é bem proeminente. Em algumas pessoas basta observar e palpar a região para encontrá-lo. Uma maneira de facilitar sua identificação é pedir para o sujeito fazer o movimento de flexão da cabeça; isto evidenciará o processo espinhoso de C7 e o examinador deverá posicionar o dedo no local e acompanhar o movimento de retorno para marcar o ponto no indivíduo com a cabeça na posição neutra.

Deve-se tomar cuidado para não confundir C7 com T1, o que pode ser evitado realizando o movimento passivo de extensão da cabeça a partir da posição neutra; durante este movimento C7 tende a mover-se mais anteriormente do que T1, o que pode ser verificado mantendo o dedo apoiado no ponto que foi identificado pelo examinador como C7. Outra possibilidade é sentir a mobilização dos processos espinhosos durante o movimento de extensão combinado com a rotação da cabeça; espera-se sentir maior mobilidade em C7.

Processo espinhoso de T3: alinha-se com a extremidade medial da escápula. O ponto de transição entre a espinha da escápula e a margem medial da escápula, pode ser considerado como o ponto mais medial da escápula.

APÊNDICE F

Tutorial SENIAM – localização muscular – Trapézio descendente

Recommendations for sensor locations in shoulder or neck muscles	
Muscle	
Name	Trapezius
Subdivision	Trapezius Descendens (upper)
Muscle Anatomy	
Origin	External occipital protuberance, medial 1/3 of superior nuchal line, ligamentum nuchae, and spinous process of 7th cervical vertebra.
Insertion	Lateral 1/3 of clavicle and acromion process of scapula.
Function	With the origin fixed: stabilisation (together with descending fibres) of the adduction of the scapula (performed chiefly by the transversal fibres). Rotation of the scapula so the glenoid cavity faces cranially (performed together with the descending fibres with stabilisation by the transversal fibres). In addition the descending fibres elevate the scapula. With the insertion fixed and acting unilaterally the descending fibres extend, laterally flex and rotate the head and joints of the cervical vertebrae so that the face turns towards the opposite side. With the insertion fixed and acting bilaterally the descending trapezius extends the head and neck.
Recommended sensor placement procedure	
Starting posture	Erect sitting, with the arms hanging vertically.
Electrode size	Maximum size in the direction of the muscle fibers: 10 mm.
Electrode distance	20 mm
Electrode placement	
- location	The electrodes need to be placed at 50% on the line from the acromion to the spine on vertebra C7.
- orientation	In the direction of the line between the acromion and the spine on vertebra C7.
- fixation on the skin	(Double sided) tape / rings.
- reference electrode	On the proc. spin. of C7 or on / around the wrist.
Clinical test	Elevate the acromial end of the clavicle and scapula; extend and rotate the head and neck toward the elevated shoulder with the face rotated in the opposite direction. Apply pressure against the shoulder in the direction of depression and against the head in the direction of flexion anterolaterally.
Remarks	The SENIAM guidelines include a separate sensor placement procedure for the trapezius ascendens and the trapezius transversalis muscle.

APÊNDICE G

Tutorial SENIAM – localização muscular – Trapézio Transversal

Recommendations for sensor locations in shoulder or neck muscles	
Muscle	
Name	Trapezius
Subdivision	Transversalis (middle)
Muscle Anatomy	
Origin	Spinous processes of first through fifth thoracic vertebrae.
Insertion	Superior lip of spine of scapula.
Function	With the origin fixed: the transversal fibers perform chiefly adduction of the scapula (with stabilization by the descending and ascending fibers). Stabilization of the rotation of the scapula so the glenoid cavity faces cranially.
Recommended sensor placement procedure	
Starting posture	Erect sitting, with the arms hanging vertically.
Electrode size	Maximum size in the direction of the muscle fibers: 10 mm.
Electrode distance	20 mm
Electrode placement	
- location	The electrodes need to be placed at 50% between the medial border of the scapula and the spine, at the level of T3.
- orientation	In the direction of the line between T5 and the acromion.
- fixation on the skin	(Double sided) tape / rings.
- reference electrode	On the proc. Spin. of C7 or on / around the wrist.
Clinical test	The elbow extensors and the posterior shoulder muscles must give necessary fixation in order to use the arm as a lever. Adduction of the scapula from a position of rotation in which the inferior angle is rotated laterally. To obtain this position of the scapula and to obtain leverage for the test, the elbow needs to be extended and the shoulder placed in 90 degrees abduction and lateral rotation. This rotation of the shoulder is denoted by the position of the hand with the palm facing cranially (without elevating the shoulder girdle).
Remarks	The SENIAM guidelines include a separate sensor placement procedure for the trapezius ascendens and the trapezius descendens muscle.

APÊNDICE H

Tutorial SENIAM – localização muscular – Bíceps Braquial

Muscle	
Name	Biceps brachii
Subdivision	Short head and long head
Muscle Anatomy	
Origin	Short head: apex of coracoid process of scapula. Long head: Supraglenoid tubercle of scapula.
Insertion	Tuberosity of radius and aponeurosis of biceps brachii (lacertus fibrosus).
Function	
Recommended sensor placement procedure	
Starting posture	Sitting on a chair with the elbow flexed at a right angle and the dorsal side of the forearm in a horizontal downwards position.
Electrode size	Maximum size in the direction of the muscle fibres: 10 mm.
Electrode distance	20 mm
Electrode placement	
- location	Electrodes need to be placed on the line between the medial acromion and the fossa cubit at 1/3 from the fossa cubit.
- orientation	In the direction of the line between the acromion and the fossa cubit.
- fixation on the skin	(Double sided) tape / rings or elastic band.
- reference electrode	On / around the wrist.
Clinical test	Place one hand under the elbow to cushion it from table pressure and flex the elbow slightly below or at a right angle, with the forearm in supination. Press against the forearm in the direction of extension.
Remarks

APÊNDICE I

Tutorial SENIAM – localização muscular – Tríceps Braquial

Muscle	
Name	Triceps brachii
Subdivision	Long head
Muscle Anatomy	
Origin	Infraglenoid tubercle of scapula.
Insertion	Posterior surface of olecranon process of ulna and antebrachial fascia.
Function	Extension of the elbow joint. The long head also adducts and may assist in extension of the shoulder joint.
Recommended sensor placement procedure	
Starting posture	Sitting with the shoulder at approximately 90 degrees abduction with the arm 90 degrees flexed and the palm of the hand pointing downwards.
Electrode size	Maximum size in the direction of the muscle fibres: 10 mm.
Electrode distance	20 mm
Electrode placement	
- location	Electrodes need to be placed at 50 % on the line between the posterior crista of the acromion and the olecranon at 2 finger widths medial to the line.
- orientation	In the direction of the line between the posterior crista of the acromion and the olecranon.
- fixation on the skin	(Double sided) tape / rings or elastic band.
- reference electrode	On / around the wrist.
Clinical test	Extend the elbow while applying pressure to the forearm in the direction of flexion.
Remarks	The SENIAM guidelines include also a separate sensor placement recommendation for the lateral head of triceps brachii.

APÊNDICE J

Tutorial SENIAM – localização muscular – Deltoide Médio

Muscle	
Name	Deltoideus
Subdivision	Medius
Muscle Anatomy	
Origin	Lateral margin and superior surface of the acromion.
Insertion	Deltoid tuberosity of humerus.
Function	The deltoideus medius performs abduction of shoulder joint, with stabilisation by the anterior and posterior fibres.
Recommended sensor placement procedure	
Starting posture	Sitting with the position of the trunk in relation to the arm such that a stable trunk will need no further stabilization. If the scapula fixation muscles are weak the scapula must be stabilized.
Electrode size	Maximum size in the direction of the muscle fibers: 10 mm.
Electrode distance	20 mm
Electrode placement	
- location	Electrodes need to be placed from the acromion to the lateral epicondyle of the elbow. This should correspond to the greatest bulge of the muscle.
- orientation	In the direction of the line between the acromion and the hand.
- fixation on the skin	(Double sided) tape / rings.
- reference electrode	On the proc. spin. of C7 or on / around the wrist.
Clinical test	The arm should be abducted without rotation. When placing the shoulder in test position, the elbow should be flexed to indicate the neutral position of rotation but may be extended after the shoulder position is established in order to use the extended extremity for a longer lever. Pressure needs to be applied against the dorsal surface of the distal end of the humerus if the elbow is flexed or against the forearm if the elbow is extended.
Remarks	The SENIAM guidelines include a separate sensor placement procedure for the deltoideus posterior and the deltoideus anterior muscle.

APÊNDICE K

Tutorial SENIAM – localização muscular – Deltoide anterior

Muscle	
Name	Deltoidaeus
Subdivision	Anterior
Muscle Anatomy	
Origin	Anterior border, superior surface, lateral 1/3 of clavicle.
Insertion	Deltoid tuberosity of humerus.
Function	Abduction of shoulder joint, performed chiefly by the middle fibers with stabilization by the anterior and posterior fibers. In addition the anterior fibers flex and medially rotate the shoulder joint.
Recommended sensor placement procedure	
Starting posture	Sitting with the arms hanging vertically and the palm pointing inwards.
Electrode size	Maximum size in the direction of the muscle fibers: 10 mm.
Electrode distance	20 mm
Electrode placement	
- location	The electrodes need to be placed at one finger width distal and anterior to the acromion.
- orientation	In the direction of the line between the acromion and the thumb.
- fixation on the skin	(Double sided) tape / rings.
- reference electrode	On the proc. spin. of C7 or on / around the wrist.
Clinical test	Shoulder abduction in slight flexion, with the humerus in slight rotation. In the erect sitting position it is necessary to place the humerus in slight lateral rotation to increase the effect of gravity on the anterior fibres. The anatomical action of the anterior deltoidaeus entails slight medial rotation while pressure is applied against the antero medial surface of the arm in the direction of adduction and slight extension.
Remarks	The SENIAM guidelines include a separate sensor placement procedure for the deltoidaeus posterior and the deltoidaeus medius muscle.

APÊNDICE L

Resultados descritivos dos grupos de carabina e pistola nas variáveis de interesse da análise com plataforma de força.

Variáveis descritivas - G1C, G2C, G1P e G2P								
Modalidade	GRUPO	Variável	n	Média	Desvio-padrão	Mínimo	Mediana	Máximo
Carabina	G1C	Área em cm ²	8	19,47	11,18	5,90	16,83	39,80
		Eixo 1	8	4,23	1,27	1,93	4,35	5,80
		Eixo 2	8	1,40	0,64	0,83	1,20	2,88
		Ângulo 1	8	92,89	33,11	62,06	90,65	168,78
		Ângulo 2	8	2,89	33,11	-27,94	0,65	78,78
		Distância em cm	8	70,87	26,89	36,81	64,56	114,39
		Velocidade cm/s	8	3,55	1,16	1,87	3,43	5,55
Carabina	G2C	Área em cm ²	6	36,11	18,52	16,78	30,25	63,60
		Eixo 1	6	6,08	1,29	4,02	6,36	7,39
		Eixo 2	6	1,81	0,61	1,31	1,54	2,74
		Ângulo 1	6	86,61	7,41	79,34	84,44	98,08
		Ângulo 2	6	-3,39	7,41	-10,66	-5,56	8,08
		Distância em cm	6	124,59	56,74	67,75	104,31	218,35
		Velocidade cm/s	6	4,95	1,14	3,71	4,68	6,99
Pistola	G1P	Área em cm ²	7	19,80	11,78	8,49	13,57	37,88
		Eixo 1	7	4,02	0,78	2,72	4,39	4,74
		Eixo 2	7	1,49	0,68	0,93	1,08	2,55
		Ângulo 1	7	124,54	11,65	100,11	126,37	136,06
		Ângulo 2	7	34,54	11,65	10,11	36,37	46,06
		Distância em cm	7	42,49	17,54	25,03	36,19	77,07
		Velocidade cm/s	7	3,06	1,14	1,81	2,84	5,04
Pistola	G2P	Área em cm ²	11	27,15	19,34	10,81	18,45	75,44
		Eixo 1	11	5,21	1,50	3,01	5,12	7,77
		Eixo 2	11	1,55	0,74	0,86	1,28	3,43
		Ângulo 1	11	121,90	13,83	100,55	125,72	137,76
		Ângulo 2	11	31,90	13,83	10,55	35,72	47,76
		Distância em cm	11	78,37	55,43	30,82	63,87	186,80
		Velocidade cm/s	11	4,86	3,08	2,10	4,42	11,43

APÊNDICE M

Valores obtidos nas variáveis de interesse entre os ranqueados e o grupo 2, em ambas modalidades de carabina e pistola.

Variáveis descritivas - ranqueados e atiradores pertencentes ao Grupo 2								
Modalidade	Ranqueado	Variável	n	Média	Desvio-padrão	Mínimo	Mediana	Máximo
Carabina	Não	Área em cm ²	1	23,38	-	23,38	23,38	23,38
		Eixo 1	1	5,33	-	5,33	5,33	5,33
		Eixo 2	1	1,40	-	1,40	1,40	1,40
		Ângulo 1	1	98,08	-	98,08	98,08	98,08
		Ângulo 2	1	8,08	-	8,08	8,08	8,08
		Distância em cm	1	100,15	-	100,15	100,15	100,15
		Velocidade cm/s	1	5,29	-	5,29	5,29	5,29
Carabina	Sim	Área em cm ²	5	38,66	19,49	16,78	36,94	63,60
		Eixo 1	5	6,23	1,39	4,02	7,00	7,39
		Eixo 2	5	1,89	0,64	1,31	1,68	2,74
		Ângulo 1	5	84,32	5,40	79,34	82,56	92,74
		Ângulo 2	5	-5,68	5,40	-10,66	-7,44	2,74
		Distância em cm	5	129,48	62,01	67,75	108,47	218,35
		Velocidade cm/s	5	4,88	1,26	3,71	4,40	6,99
Pistola	Não	Área em cm ²	6	20,24	7,45	12,56	18,08	34,46
		Eixo 1	6	4,76	1,16	3,01	5,01	6,36
		Eixo 2	6	1,36	0,35	1,01	1,22	1,87
		Ângulo 1	6	120,00	14,75	105,63	117,28	137,76
		Ângulo 2	6	30,00	14,75	15,63	27,28	47,76
		Distância em cm	6	62,05	25,25	32,48	60,57	89,82
		Velocidade cm/s	6	3,94	1,55	2,10	3,95	5,86
Pistola	Sim	Área em cm ²	5	35,43	26,61	10,81	38,27	75,44
		Eixo 1	5	5,75	1,82	3,70	6,29	7,77
		Eixo 2	5	1,78	1,04	0,86	1,57	3,43
		Ângulo 1	5	124,18	13,92	100,55	127,17	135,66
		Ângulo 2	5	34,18	13,92	10,55	37,17	45,66
		Distância em cm	5	97,96	77,50	30,82	63,87	186,80
		Velocidade cm/s	5	5,97	4,24	2,10	4,42	11,43

APÊNDICE N

Resultados das variáveis descritivas no grupo 1 de carabina

Médias, desvio-padrão, mínimo, mediana e máximo das variáveis descritivas na análise de EMG - G1C								
GRUPO	Músculo	Variável	n	Média	Desvio-padrão	Mínimo	Mediana	Máximo
G1C	Bíceps Direito	% Ativação	6	55,39	11,85	42,00	53,12	74,51
		freqMediana1	6	80876,67	16781,08	58306,00	80877,00	105328,00
		integral1	6	194212,33	112015,17	50186,00	190585,00	359610,00
		psdpeak1	6	58933,17	28861,68	31974,00	55485,00	95923,00
		rmsmax1	6	119023,67	83422,30	63361,00	85728,00	285982,00
		rmsmed1	6	62320,17	32538,32	29487,00	56056,50	120122,00
G1C	Deltóide Médio direito	% Ativação	8	42,84	5,81	32,66	43,46	49,83
		freqMediana1	8	60187,25	8764,55	52664,00	57365,50	77115,00
		integral1	8	33699,75	16080,05	15278,00	30805,50	65517,00
		psdpeak1	8	39262,50	4432,32	33855,00	38557,50	47021,00
		rmsmax1	8	23608,88	7820,38	16082,00	21614,00	36317,00
		rmsmed1	8	10208,00	3993,24	5252,00	9152,50	17810,00
G1C	Deltóide direito	% Ativação	7	42,22	6,54	37,04	39,57	55,92
		freqMediana1	7	74159,00	10178,61	58306,00	75234,00	86519,00
		integral1	7	110949,14	79793,47	25397,00	93782,00	273309,00
		psdpeak1	7	57500,00	20311,33	37617,00	54544,00	86519,00
		rmsmax1	7	85283,86	37822,20	40785,00	79684,00	140800,00
		rmsmed1	7	37316,29	21770,24	16139,00	30017,00	78742,00
G1C	Deltóide esquerdo	% Ativação	8	54,15	9,40	39,96	53,90	69,89
		freqMediana1	8	71472,25	22570,29	39498,00	66770,00	112851,00
		integral1	8	209796,25	81995,60	113015,00	194556,00	344027,00
		psdpeak1	8	53133,88	25803,93	30093,00	40438,00	94043,00
		rmsmax1	8	118849,38	58809,77	57970,00	93975,00	211308,00
		rmsmed1	8	61745,25	27205,84	34836,00	52374,50	109183,00
G1C	Trapézio Descendente direito	% Ativação	8	44,15	13,22	21,82	44,90	63,96
		freqMediana1	8	76879,63	18522,64	48902,00	78055,50	99685,00
		integral1	8	111493,50	82347,41	14326,00	111692,00	255860,00
		psdpeak1	8	51723,13	22748,68	20689,00	62068,00	73353,00
		rmsmax1	8	87450,75	69897,26	15323,00	92877,00	233214,00
		rmsmed1	8	34977,00	23393,56	7562,00	37139,00	71003,00
G1C	Trapézio Transversal direito	% Ativação	8	45,35	11,33	30,19	43,47	66,94
		freqMediana1	8	63948,63	17701,28	41378,00	63008,00	92162,00
		integral1	8	109727,25	87246,11	18451,00	71926,00	242235,00
		psdpeak1	8	46315,88	23490,68	22570,00	36676,50	80877,00
		rmsmax1	8	81257,63	56630,69	7187,00	66010,00	150194,00
		rmsmed1	8	36443,88	28608,37	4811,00	25747,50	75237,00
G1C	Tríceps Direito	% Ativação	8	45,94	12,80	30,44	44,83	68,18
		freqMediana1	8	53133,75	10816,49	31974,00	56425,00	62068,00
		integral1	8	33794,88	15138,83	20668,00	28766,00	66234,00
		psdpeak1	8	42318,88	15378,94	20689,00	40438,00	60187,00
		rmsmax1	8	24121,88	13427,56	9944,00	23159,00	51985,00
		rmsmed1	8	10214,13	4727,96	5548,00	8391,00	20104,00

APÊNDICE O

Resultados das variáveis descritivas no grupo 2 de carabina

Médias, desvio-padrão, mínimo, mediana e máximo das variáveis descritivas na análise de EMG - G2C								
G2C	Bíceps Direito	% Ativação	6	38,40	8,61	29,20	36,36	49,67
		freqMediana1	6	69277,83	21093,01	43259,00	71472,50	95923,00
		integral1	6	100083,50	24457,03	69258,00	100102,00	131571,00
		psdpeak1	6	41692,00	11435,52	24451,00	41378,50	60187,00
		rmsmax1	6	90739,67	19493,27	72530,00	84066,50	126677,00
		rmsmed1	6	34169,67	6750,88	23269,00	37095,00	40019,00
G2C	Deltóide Médio direito	% Ativação	6	40,67	10,31	31,56	39,16	60,51
		freqMediana1	6	59873,50	5756,21	52664,00	59246,50	69591,00
		integral1	6	26717,67	7708,95	14639,00	27715,00	34575,00
		psdpeak1	6	46394,17	11264,12	33855,00	42319,00	60187,00
		rmsmax1	6	20061,67	6807,75	13331,00	18076,00	30001,00
		rmsmed1	6	7889,00	2126,55	4488,00	8516,00	10094,00
G2C	Deltóide direito	% Ativação	6	40,30	16,97	20,39	42,35	58,29
		freqMediana1	6	59246,50	19717,89	28212,00	67710,50	75234,00
		integral1	6	117626,50	83117,22	45282,00	83305,50	242760,00
		psdpeak1	6	33855,00	13563,00	20689,00	31974,00	58306,00
		rmsmax1	6	122194,50	79800,68	22401,00	129513,00	230860,00
		rmsmed1	6	40985,83	23564,25	12968,00	42022,50	71615,00
G2C	Deltóide esquerdo	% Ativação	6	41,04	3,51	36,10	41,92	44,27
		freqMediana1	6	84011,17	10278,80	71472,00	82757,50	95923,00
		integral1	6	156650,33	69538,42	78647,00	140969,50	272431,00
		psdpeak1	6	66143,17	32737,84	37617,00	56425,50	109089,00
		rmsmax1	6	132144,67	71763,25	60655,00	112918,50	267661,00
		rmsmed1	6	53164,50	26291,34	26854,00	42974,00	101532,00
G2C	Trapézio Descendente direito	% Ativação	6	39,49	17,62	21,94	35,18	62,97
		freqMediana1	6	70218,17	18682,90	48902,00	67710,00	105328,00
		integral1	6	36906,67	14085,16	16134,00	38509,00	51489,00
		psdpeak1	6	49528,67	27660,05	28212,00	41378,50	101566,00
		rmsmax1	6	42842,17	34508,07	6664,00	39949,50	107414,00
		rmsmed1	6	13061,00	6597,02	4196,00	11922,00	23565,00
G2C	Trapézio Transversal direito	% Ativação	6	44,78	10,36	27,37	47,32	55,87
		freqMediana1	6	74920,33	14734,01	60187,00	72412,50	95923,00
		integral1	6	120672,17	112830,84	31929,00	83093,00	331867,00
		psdpeak1	6	61127,50	25644,66	28212,00	60187,00	97804,00
		rmsmax1	6	80999,17	53381,98	21466,00	73409,50	162731,00
		rmsmed1	6	37772,33	30419,46	11203,00	30712,50	90919,00
G2C	Tríceps Direito	% Ativação	6	49,86	17,96	26,48	48,76	73,27
		freqMediana1	6	61548,17	17406,74	37617,00	62389,00	80877,00
		integral1	6	26638,00	7511,67	19047,00	26150,50	37755,00
		psdpeak1	6	51409,83	22212,41	24451,00	55485,00	80877,00
		rmsmax1	6	18231,67	10418,62	7712,00	16656,00	30342,00
		rmsmed1	6	7649,33	2339,65	4908,00	7891,00	11144,00

APÊNDICE P

Resultados das variáveis descritivas no grupo 1 de pistola

Médias, desvio-padrão, mínimo, mediana e máximo das variáveis descritivas na análise de EMG - G1P								
G1P	Bíceps Direito	% Ativação	7	59,29	9,79	47,65	56,99	74,32
		freqMediana1	7	71203,71	13004,94	62068,00	65830,00	97804,00
		integral1	7	309679,14	175669,83	106873,00	258707,00	587664,00
		psdpeak1	7	51588,86	9704,05	37617,00	52664,00	62068,00
		rmsmax1	7	159830,57	99044,63	65135,00	181070,00	347321,00
		rmsmed1	7	92628,29	53398,99	34501,00	88087,00	181802,00
G1P	Deltóide Médio direito	% Ativação	7	52,58	8,58	40,28	53,54	62,33
		freqMediana1	7	87325,14	13772,67	71472,00	84638,00	107209,00
		integral1	7	141272,71	34853,74	95289,00	145298,00	198422,00
		psdpeak1	7	67441,86	26229,46	37617,00	60187,00	116613,00
		rmsmax1	7	83600,14	23130,79	60341,00	75151,00	124474,00
		rmsmed1	7	43133,57	9943,66	30070,00	42755,00	58817,00
G1P	Deltóide direito	% Ativação	5	46,18	13,93	21,68	51,55	56,13
		freqMediana1	5	66206,00	18685,86	39498,00	63949,00	90281,00
		integral1	5	296879,40	183515,28	38794,00	298852,00	546461,00
		psdpeak1	5	52287,40	28691,44	20689,00	50783,00	97804,00
		rmsmax1	5	229753,00	148012,18	23003,00	206879,00	411563,00
		rmsmed1	5	95448,60	57276,16	11859,00	89516,00	170506,00
G1P	Trapézio Descendente direito	% Ativação	5	57,06	6,59	50,80	54,18	66,34
		freqMediana1	5	65829,60	12116,64	50783,00	73353,00	75234,00
		integral1	5	251096,80	139294,44	55671,00	245558,00	432853,00
		psdpeak1	5	50406,60	11471,77	37617,00	47021,00	65830,00
		rmsmax1	5	127414,00	67352,65	28255,00	129104,00	200948,00
		rmsmed1	5	73021,20	39765,11	15308,00	68473,00	123516,00
G1P	Trapézio Transversal direito	% Ativação	7	54,87	8,76	41,38	57,39	62,30
		freqMediana1	7	73890,71	14798,39	50783,00	78996,00	97804,00
		integral1	7	121234,86	43650,91	74466,00	118134,00	206062,00
		psdpeak1	7	50782,71	9341,35	37617,00	47021,00	60187,00
		rmsmax1	7	64865,57	22268,66	37415,00	58416,00	97614,00
		rmsmed1	7	35284,43	13063,45	21414,00	36392,00	60799,00
G1P	Tríceps Direito	% Ativação	4	60,67	12,12	45,73	60,90	75,16
		freqMediana1	4	67240,25	8180,51	60187,00	66770,00	75234,00
		integral1	4	59185,25	19089,23	40093,00	55718,00	85212,00
		psdpeak1	4	48431,50	14106,56	31974,00	50782,50	60187,00
		rmsmax1	4	25913,25	2533,72	22882,00	26109,00	28553,00
		rmsmed1	4	15785,25	3880,59	11378,00	15608,00	20547,00

APÊNDICE Q

Resultados das variáveis descritivas no grupo 2 de pistola.

Médias, desvio-padrão, mínimo, mediana e máximo das variáveis descritivas na análise de EMG - G2P								
G2P	Bíceps Direito	% Ativação	11	55,74	10,07	35,71	57,31	70,31
		freqMediana1	11	63264,82	17589,28	45140,00	60187,00	101566,00
		integral1	11	206709,82	151268,58	79522,00	133719,00	478590,00
		psdpeak1	11	50953,82	18985,63	24451,00	45140,00	94043,00
		rmsmax1	11	110127,09	84554,04	31572,00	75665,00	252904,00
		rmsmed1	11	61425,45	49021,07	20843,00	38896,00	144939,00
G2P	Deltóide Médio direito	% Ativação	11	53,53	5,61	43,40	54,10	62,17
		freqMediana1	11	75575,82	9874,74	63949,00	71472,00	99685,00
		integral1	11	105971,27	56962,97	36505,00	80193,00	184369,00
		psdpeak1	11	55570,36	17711,26	39498,00	52664,00	99685,00
		rmsmax1	11	59410,09	32172,86	19878,00	58353,00	113211,00
		rmsmed1	11	31327,00	16538,07	10494,00	25327,00	55003,00
G2P	Deltóide direito	% Ativação	10	55,63	9,63	38,78	57,28	66,33
		freqMediana1	10	71472,10	16985,80	41378,00	69591,00	99685,00
		integral1	10	274396,50	146789,89	42444,00	296413,00	466386,00
		psdpeak1	10	47585,20	14597,20	26332,00	48901,50	69591,00
		rmsmax1	10	151795,40	88324,99	27519,00	157820,00	298405,00
		rmsmed1	10	81867,60	44386,26	12387,00	88139,00	146530,00
G2P	Trapézio Descendente direito	% Ativação	11	56,78	12,09	31,77	56,33	76,38
		freqMediana1	11	83612,36	21631,82	60187,00	80877,00	129779,00
		integral1	11	169059,91	69134,56	70865,00	150071,00	267870,00
		psdpeak1	11	56425,36	19217,95	33855,00	48902,00	92162,00
		rmsmax1	11	95670,82	41676,58	23852,00	109584,00	144090,00
		rmsmed1	11	51026,91	19753,79	18219,00	46366,00	77666,00
G2P	Trapézio Transversal direito	% Ativação	11	54,35	6,62	45,27	53,10	63,24
		freqMediana1	11	59674,09	15397,73	43259,00	56425,00	94043,00
		integral1	11	101207,64	67777,77	31016,00	85042,00	214432,00
		psdpeak1	11	45995,09	10849,28	31974,00	45140,00	60187,00
		rmsmax1	11	53793,18	36408,65	14831,00	46654,00	123386,00
		rmsmed1	11	29128,64	19395,30	8248,00	24207,00	64507,00
G2P	Tríceps Direito	% Ativação	8	58,80	10,72	34,64	60,74	71,14
		freqMediana1	8	67463,75	11773,29	60187,00	62068,00	92162,00
		integral1	8	64913,75	35344,67	24969,00	52862,00	132019,00
		psdpeak1	8	56895,38	10338,76	41378,00	60187,00	71472,00
		rmsmax1	8	31822,00	16191,64	10641,00	32305,00	53193,00
		rmsmed1	8	17886,13	8661,57	6592,00	15877,00	32412,00