

**UNIVERSIDADE ANHEMBI MORUMBI**

**THAIS HOMEM DE MELO CAMBUY**

**ANÁLISE BIOMECÂNICA DA POSTURA ANTERIOR DA CABEÇA  
CAUSADA PELO USO PROLONGADO DE CELULARES.**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**MESTRADO EM ENGENHARIA BIOMÉDICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU**

**São José dos Campos, setembro de 2022**

**UNIVERSIDADE ANHEMBI MORUMBI**

**THAÏS HOMEM DE MELO CAMBUY**

**ANÁLISE BIOMECÂNICA DA POSTURA ANTERIOR DA CABEÇA  
CAUSADA PELO USO PROLONGADO DE CELULARES.**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Engenharia Biomédica – Mestrado, da Universidade Anhembi Morumbi, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Biomédica.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Alexis Lazo Osório

Coorientador: Prof. Dr. Osmar Pinto Neto

**São José dos Campos, setembro de 2022**

# **UNIVERSIDADE ANHEMBI MORUMBI**

**THAIS HOMEM DE MELO CAMBUY**

## **ANÁLISE BIOMECÂNICA DA POSTURA ANTERIOR DA CABEÇA CAUSADA PELO USO PROLONGADO DE CELULARES.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Engenharia Biomédica – Mestrado, da Universidade Anhembi Morumbi, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Biomédica aprovada pela seguinte Banca Examinadora:

**Prof. Dr. Rodrigo Alexis Lazo Osório**

Orientador

Mestrado em Engenharia Biomédica

Universidade Anhembi Morumbi

**Prof. Dr. Osmar Pinto Neto**

Coorientador

Mestrado em Engenharia Biomédica

Universidade Anhembi Morumbi

**Prof. Dra. Angélica Castilho Alonso (externo)**

Instituição

**Prof. Dr. Leandro Procópio Alves (interno)**

Instituição

**Prof. Dr. Renato Amaro Zângaro (coordenação)**

Instituição

**Prof. Dr. Carlos José de Lima (Suplente interno)**

Instituição

**Prof. Dr. Aquiles Yáñez Silva (Suplente externo)**

Instituição

**São José dos Campos, setembro de 2022**

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da Universidade, do autor e do orientador.

## THAIS HOMEM DE MELO CAMBUY

Fisioterapeuta pela Faculdade UNIP, Especialista em Ortopedia e Traumatologia pela Faculdade de Medicina USP, Mestrando pela faculdade Anhembi Morumbi, durante três anos supervisora de estágio na UNIP, sócia proprietária da Clínica Equilíbrio de Fisioterapia e Medicina Chinesa por 12 anos, aprimoramentos em RPG/RNM, Pilates, ATM, Drenagem Linfática, Terapias de SPA, e Equoterapia.

Ficha Bibliográfica elaborada pela biblioteca UAM  
Com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

C188a Cambuy, Thais Homem de Melo  
Análise biomecânica da postura anterior da cabeça causada pelo uso Prolongado de celulares / Thais Gomem de Melo Cambuy – 2022.  
71f.: 30 cm.

Orientador: Rodrigo Alexis Lazo Ozório.  
Dissertação (Mestrado em Engenharia Biomédica) - Universidade Anhembi Morumbi, São José dos Campos, 2022.  
Bibliografia: f. 64 a 70.

1. Engenharia Biomédica. 2. Estabilometria. 3. Equilíbrio. 4. Postura. 5. Posição da Cabeça. 6. Celular. I. Título.

CDD 610.28

Dedico este mestrado à minha tão amada mamãe Abigail, que mesmo não estando mais aqui, foi lembrando de sua voz incentivadora que sempre falou o quanto sou capaz, por seu exemplo de coragem e simplicidade, e com muito carinho me ensinou o caminho do empenho.

Ao meu querido papai Elias, o amor que o senhor tem por mim é o que me estimula a lutar e vencer todos os dias.

Ao meu querido esposo Rafael que é meu porto seguro e por sua paciência e incentivo comigo naqueles dias tão atarefados que precederam a entrega deste trabalho.

Aos meus filhos Miguel e Matheus que são a luz do meu viver, um amor assim é impossível de descrever com palavras, apenas podemos sentir.

## AGRADECIMENTOS

Obrigada, meu Deus, por abençoar o meu caminho durante este trabalho. A fé que tenho em ti alimentou meu foco, minha força e minha disciplina. Sou grata pelas bênçãos que recaíram não só sobre mim, mas também sobre todos os amigos e familiares.

Em especial, agradeço aos professores, Prof. Dr. Rodrigo Alexis Osório, e Prof. Dr. Osmar Pinto Neto pela orientação, por me guiarem em todo percurso da pesquisa, nossas reuniões e conversas foram inspiradoras para mim, além de todos os ensinamentos, disponibilidade, confiança e amizade.

Agradeço aos colegas de classe Marceli Geraldo, Caroline Xesquevixos, Roger Wiliian Freire Ronconi e Francisco Dimitre pelo suporte e amizade que foram fundamentais ao longo desta caminhada.

Agradeço também ao coordenador Prof. Dr. Renato Amaro Zângaro pela organização do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica.

Minha gratidão a todos os professores pelo sólido conhecimento e experiências compartilhadas, que engrandecem e enriquecem o PPG em Engenharia Biomédica.

Impreterivelmente devo agradecer à Nidia Macedo que, desde o início, sempre demonstrou sua empatia, atenção, eficiência e agilidade em responder e atender às dúvidas e solicitações.

Por último, mas não menos importante, agradeço à Anhembí Morumbi pela bolsa de Mestrado.

## RESUMO

Dentre as pesquisas na área da saúde aquelas que envolvem estabilometria tem demonstrado grande potencial de aplicabilidade tanto para avaliação preventiva quanto como método de diagnóstico rápido das alterações do equilíbrio causadas pela postura anormal adotada pela cabeça devido ao uso prolongado do telefone inteligente. O objetivo deste trabalho é avaliar as oscilações do equilíbrio no eixo ântero posterior e latero medial, antes e após a anteriorização da cabeça entre gênero e idade. Foram avaliados 62 indivíduos, usamos a estabilometria estática como método avaliativo do Centro de Pressão (CP), realizado em posição ortostática com os olhos abertos, sendo duas aquisições de dados em 100Hz, uma antes e outra após a anteriorização da cabeça. Através da técnica estabilometria foi possível observar o comportamento do (CP) em Deslocamento da Oscilação Total (DOT), RMS ântero posterior (RMSAP), RMS médio lateral (RMSML) e Velocidade Média médio lateral (VMML). Foi visualizada queda da oscilação do equilíbrio em todos os participantes com maior alteração identificada nos picos de queda para (DOT) 8642,19mm, (RMSAP) 42,20mm, (VMML) 1.28mm e somente para mulheres maiores de 36 anos que houve aumento da oscilação (RMSML) no pico de 13.31 mm. Por meio deste trabalho foi possível identificar a ação da cabeça no comportamento do equilíbrio humano, que indica potencial de ações adaptativas da estabilidade do controle postural atendendo a necessidade externa visual.

**Palavras-chave:** Estabilometria. Equilíbrio. Postura. Posição da cabeça. Celular.

# **A BIOMECHANICAL ANALYSIS OF A FORWARD HEAD POSTURE CAUSED BY LONG TERM USE OF CELLPHONES**

## **ABSTRACT**

Among the researches in the health area, those that involve stabilometry have shown great potential of applicability both for preventive evaluation and as a method of rapid diagnosis of balance alterations caused by the abnormal posture adopted by the head due to prolonged use of the smart phone. The objective of this study is to evaluate the oscillations of balance in the anteroposterior and lateral medial axis, before and after forward head posture between gender and age. Sixty-two individuals were evaluated, using static stabilometry as an evaluation method for the Center of Pressure (CP), performed in an orthostatic position with eyes open, with two data acquisitions at 100Hz , one before and one after the head was forward. Through the stabilometry technique, it was possible to observe the behavior of the (CP) in Total Oscillation Displacement (DOT), anteroposterior RMS (RMSAP), medial lateral RMS (RMSML) and lateral medium average velocity (VMML). A drop in balance sway was seen in all participants with the greatest change identified in the peaks of fall to (DOT) 8642.19mm, (RMSAP) 42.20mm, (VMML) 1.28mm and only for women over 36 years old who there was an increase in oscillation (RMSML) at the peak of 13.31 mm. Through this work, it was possible to identify the action of the head in the behavior of human balance, which indicates the potential for adaptive actions of the stability of postural control, meeting the external visual need.

**Keywords:** Balance. Stabilometry. Posture. Head position. Cellphones.



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>18</b>
<b>2.1</b>	<b>Objetivo geral</b> .....	<b>18</b>
<b>2.2</b>	<b>Objetivos específicos</b> .....	<b>18</b>
<b>2.3</b>	<b>Justificativa</b> .....	<b>18</b>
<b>3</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>20</b>
<b>3.1</b>	<b>Posturas e suas alterações</b> .....	<b>20</b>
<b>3.2</b>	<b>Equilíbrio</b> .....	<b>22</b>
<b>3.3</b>	<b>Estabilometria</b> .....	<b>23</b>
<b>3.4</b>	<b>Posturografia</b> .....	<b>25</b>
<b>3.5</b>	<b>Relações entre CG E CP</b> .....	<b>25</b>
<b>3.6</b>	<b>Coluna cervical</b> .....	<b>27</b>
<b>3.7</b>	<b>Anatomia</b> .....	<b>28</b>
<b>3.8</b>	<b>Ligamentos</b> .....	<b>29</b>
<b>4</b>	<b>DISCOS INTERVERTEBRAIS</b> .....	<b>30</b>
<b>4.1</b>	<b>Movimentos da coluna cervical</b> .....	<b>30</b>
<b>4.2</b>	<b>Funções da coluna cervical</b> .....	<b>31</b>
<b>4.3</b>	<b>Dor cervical crônica (DCC)</b> .....	<b>31</b>
<b>4.4</b>	<b>Postura anterior da cabeça</b> .....	<b>32</b>
4.4.1	Linhas cefalométricas .....	34
4.4.2	Grandezas cefalométricas .....	34
<b>4.5</b>	<b>Doenças cervicais relacionadas à alteração da posição da cabeça</b>	<b>36</b>
4.5.1	Cabeça dianteira e o comprometimento do movimento do pescoço .....	36
4.5.2	Hiperlordose cervical .....	38
<b>5</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>42</b>
<b>5.1</b>	<b>Delineamento e referencial</b> .....	<b>42</b>
<b>5.2</b>	<b>Contextualização e levantamento bibliográfico</b> .....	<b>42</b>
<b>5.3</b>	<b>Especificação da plataforma</b> .....	<b>42</b>
<b>5.4</b>	<b>Local de realização do teste e aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa</b> .....	<b>43</b>

<b>6</b>	<b>CARACTERIZAÇÃO SOCIODEMOGRÁFICA .....</b>	<b>44</b>
<b>6.1</b>	<b>Procedimento .....</b>	<b>44</b>
<b>6.2</b>	<b>Critérios de inclusão .....</b>	<b>47</b>
<b>6.3</b>	<b>Critérios de exclusão.....</b>	<b>47</b>
<b>6.4</b>	<b>Riscos.....</b>	<b>47</b>
<b>6.5</b>	<b>Benefícios.....</b>	<b>48</b>
<b>7</b>	<b>METODOLOGIA DA ANÁLISE DE DADOS .....</b>	<b>49</b>
<b>8</b>	<b>DESFECHOS .....</b>	<b>50</b>
<b>8.1</b>	<b>Desfecho primário .....</b>	<b>50</b>
<b>8.2</b>	<b>Desfechos secundários.....</b>	<b>50</b>
<b>9</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>51</b>
<b>9.1</b>	<b>Variável DOT .....</b>	<b>51</b>
<b>9.2</b>	<b>Variável RMSAP .....</b>	<b>53</b>
<b>9.3</b>	<b>Variável RMSML.....</b>	<b>54</b>
<b>9.4</b>	<b>Variável VMML .....</b>	<b>56</b>
<b>10</b>	<b>DISCUSSÃO .....</b>	<b>58</b>
<b>11</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>63</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>64</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Área de oscilação do centro de pressão. ....	26
<b>Figura 2</b> – Tomografia computadorizada vista anterior. ....	29
<b>Figura 3</b> – Grandezas cefalométricas. ....	35
<b>Figura 4</b> – Radiografia no plano Sagital. ....	41
<b>Figura 5</b> – Plataforma de Força S. Plate. ....	43
<b>Figura 6</b> – Postura neutra cervical. ....	44
<b>Figura 7</b> – Anteriorização da cabeça. ....	45
<b>Figura 8</b> – Parâmetros da plataforma de força. ....	46

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1</b> – Deslocamento da Oscilação Total. ....	52
<b>Gráfico 2</b> – Root Mean Square Antero Posterior. ....	54
<b>Gráfico 3</b> – Root Mean Square Médio Lateral. ....	56
<b>Gráfico 4</b> – Velocidade Máxima Lateral. ....	57

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Resultados estatísticos de RMSML (A).....	51
<b>Tabela 2</b> – Resultados estatísticos de DOT, RMSAP e VMML (B) .....	51

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AAA	Articulações Atloido-Axóides
AAO	Articulação Atloido-Odontóide
ADM	Amplitude de Movimento
AOA	Articulações Occipito-Atlóides
Ap	Ântero-Posterior
C1	Vertebra Cervical 1
C2	Vertebra Cervical 2
C3	Vertebra Cervical 3
C4	Vertebra Cervical 4
C5	Vertebra Cervical 5
C6	Vertebra Cervical 6
C7	Vertebra Cervical 7
CD	Cabeça Dianteira
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CG	Centro Gravitacional
CO	Côndilos do Osso Occipital
COAO	Complexo Occipital-Atlóide-Axóide
CP	Controle Postural
CV	Crâniovertebral
CVT	Tangente Vertebra Cervical
CVT.HOR	Tangente Vertebra Cervical Horizontal
CVT.SN	Sela-Nasio Cervical
DCC	Dor Cervical Crônica
DOT	Deslocamento da Oscilação Total
HOR	Horizontal Verdadeira
Hz	Hertz
ICC	Coeficiente de Correlação Intraclasse
ip	Ínfero-Posterior
Kg	Quilograma
MDC	Mudança mínima detectável

ml	Médio-Lateral
mm	Milímetros
N	Násio
OPT	Tangente Odontoide Posterior
OPT.CVT	Tagente Processo Odontoide Tangente Cervical
OPT.HOR	Tangente Processo Odontoide Horizontal
OPT.SN	Tangente Processo Odontoide Sela-Násio
PAC	Postura Anterior da Cabeça
RMS	Root Mean Square
RMSAP	Root Mean Square Antero Posterior
RMSML	Root Mean Square Médio Lateral
s	Segundos
S	Sela
SCM	Esternocleidomastóideo
SEM	Erro padrão de medição
SN	Sela-Násio
SN.VER	Sela-Násio Verdadeira
SNC	Sistema Nervoso Central
TCLE	Termo De Consentimento Livre E Esclarecido
tg	tangente craniocervical 2
UAM	Universidade Anhembi Morumbi
VER	Vertical Verdadeira
VMML	Velocidade Máxima Médio Lateral
vs	Versus

## 1 INTRODUÇÃO

A anteriorização da cabeça muitas vezes comum hoje em dia devido ao uso de celulares vem sendo associada com cefaléias, dor no pescoço, atividade muscular acentuada, atrito articular e exaustão de tecidos moles, entretanto a anteriorização da cabeça pode causar distúrbios posturais de equilíbrio que ainda não estão bem claros na literatura (GHAMKHAR; KAHLAEE, 2019).

Esta postura ideal pode ser considerada aquela que obtém equilíbrio entre as morfologias de suporte cabeça e pescoço, pois envolve uma quantidade ínfima de esforço e sobrecarga, associada com o âmbito da eficiência corporal. E, contudo, a alteração de um segmento corporal ocasiona uma imatura reorganização, atribuindo assim uma postura compensatória (VIANA *et al.*, 2015).

Outro ponto de desajuste é o funcionamento exacerbado da musculatura interna da boca que fica encurtada, tais músculos como: pterigoideo interno e externo, devido a cabeça anteriorizada, o músculo e articulação mudam de posição gerando distúrbios da posição e da funcionalidade articular e muscular. Por outro lado, a diminuição da resistência muscular gera também um mecanismo para perda da capacidade ideal da articulação (GHAMKHAR; KAHLAEE, 2019; VIANA *et al.*, 2015).

É de extrema importância ressaltar a harmonia de todos os segmentos anatômicos para uma biomecânica ideal, esta é a definição de uma boa postura, igualmente proporcional quando um segmento ou segmentos adjacentes não estão equiparados em suas funções e posições, onde começam as disfunções e anormalidades (GONZALEZ; MANNS, 1996).

O tempo prolongado da flexão da cabeça associado ao uso do computador, tablete é considerado fator de risco para processos dolorosos no pescoço bem como estas disfunções podem ocasionar alterações proprioceptivas e déficits do equilíbrio (LIN *et al.*, 2020).

Os seres humanos exigem uma postura estável e equilibrada para o movimento humano adequado. O sistema neuromuscular é responsável por



manter a postura do corpo e permitindo que o movimento ocorra. Muitos fatores controlam postura craniocervical, incluindo o sistema vestibular e aparelho visual, os proprioceptores do pescoço, a posição hioide e atividade neuromuscular (FORBES; CHEN; BLOUIN, 2018).

A avaliação da postura da cabeça e a coluna cervical tem sido uma preocupação por muitos anos, não apenas por causa do relacionamento que existe entre cabeça e a coluna cervical com disfunção temporomandibular, dor no pescoço e dor de cabeça, mas também pela relação biomecânica entre a posição da cabeça e coluna cervical e estruturas dento-faciais (LIN *et al.*, 2020).

A postura anterior da cabeça é considerada uma das posturas que ocorrem com maior frequência, este desalinhamento postural cabeça-tronco é definido como uma cabeça posicionada anterior a uma linha vertical de gravidade, qualificada pela medição do ângulo crânio-vertebral (FERREIRA *et al.*, 2011).

A estabilometria é uma técnica de avaliação do equilíbrio que mensura a pressão e o tempo de contato relativo com o solo, em posição vertical, através do baropodômetro, que é uma plataforma de força construída por sensores de pressão que medem a distribuição de pressão plantar e força que mede a magnitude e a direção da força resultante, independente da área de contato, obtendo o vetor resultante da força de reação do solo e sendo assim um método de avaliação que permite demonstrar as oscilações posturais na posição ortostática e o equilíbrio postural. O que acontece sobre esta plataforma de força é verificado e resulta nos valores de deslocamento do centro de pressão para as direções laterais e anteroposteriores de forma precisa (ŘEZANINOVÁ *et al.*, 2018).

A plataforma de força é habilitada por um profissional devidamente capacitado para operá-la em registrar a oscilação do corpo. O corpo nunca está totalmente imóvel. Portanto o posicionamento do centro de massa oscila de um lado para o outro, para frente e para trás. Isso acontece devido às variações das forças aplicadas para manter o corpo em equilíbrio. Contudo, o corpo precisa manter a orientação corporal pela relação entre informação sensorial e atividade motora (RIFFEL; SOUZA; SÁ, 2021).

Devido ao crescente e intenso do uso de dispositivos eletrônicos como: telefone móvel, tabletes, computadores, e a tendência de anteriorizar a cabeça, as queixas dolorosas da região cervical, cefaleias, perda do equilíbrio, quedas, vem aumentando de forma substancial mundialmente e juntamente com isso um alerta sobre esta alteração postural, que começa silenciosamente e na maioria das vezes a causa não é levada em consideração.

Portanto o presente estudo tem como objetivo avaliar as oscilações do centro de gravidade decorrentes a mudanças na posição da cabeça no ortostatismo ereto semi quieto, por meio da estabilometria.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Identificar as alterações de equilíbrio que os indivíduos estão sujeitos ao realizarem deslocamento anterior da cabeça por meio da análise de Estabilometria.

### **2.2 Objetivos específicos**

- a) Avaliar o deslocamento do centro de gravidade antes e após a anteriorização da cabeça na posição ortostática com olhos abertos e fechados, por meio de estabilometria;
- b) mensurar os deslocamentos ântero-posterior e látero-lateral antes e após a anteriorização da cabeça;
- c) verificar se a anteriorização da cabeça gera diferentes graus de oscilações entre os gêneros masculino e feminino.

### **2.3 Justificativa**

Há uma demanda grande com relação ao déficit do equilíbrio e suas consequências para qualidade de vida humana, como testes e formas avaliativas do centro de gravidade, equilíbrio e até mesmo das alterações posturais que desencadeiam estes desajustes nas estruturas ortopédicas.

Estudos que usam a estabilometria como método rápido e de baixo custo para avaliação e/ou diagnóstico para estes tipos de análises e tratamento, seja como um recurso usado na abordagem preventiva, ou para reparar alterações de forma mais enfática vem crescendo no Brasil.

Considerando a estabilometria como um método de diagnóstico das alterações do centro de pressão, os profissionais podem agir de forma precoce e rápida às ligeiras alterações do equilíbrio e assim, possivelmente evitar as

consequências dos déficits do equilíbrio, o que justifica este trabalho de pesquisa e desenvolvimento.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 Posturas e suas alterações

O deslocamento postural durante a posição estática é um reflexo da interação entre as forças desestabilizadoras que agem sobre o corpo, como a gravidade e o ambiente externo, e a reação do sistema de controle postural (CP) para evitar a perda de equilíbrio. Esta é a capacidade do CP de manter o equilíbrio em um campo gravitacional para manter o centro de massa corporal dentro da sua base de suporte ou para devolvê-lo a ela. Quando não são suportados, os humanos em pé ficam em equilíbrio ou equilíbrio instável, pois a força da gravidade deve ser continuamente contrabalançada pela energia muscular (RODRÍGUEZ-RUBIO *et al.*, 2020).

A postura da cabeça pode ser avaliada pelo ângulo crâniovertebral (CV) como referência formando por dois pontos anatômicos tragus e sétima vertebra cervical e a linha horizontal, estas margens referenciais apontam a posição da cabeça em relação ao tronco quando este ângulo diminui, indicam a anteriorização da cabeça, sendo a amplitude articular normal da flexão anterior da cabeça no plano sagital de 0° a 60°, e considerando que a cabeça de um adulto pesa em torno de 4 a 5 kg, à medida que a flexão aumenta o peso sobre a cervical aumenta também, podendo chegar até 6x o peso da cabeça (SOARES *et al.*, 2012).

Para manutenção da linha do centro gravitacional (CG) dentro da base de sustentação, o corpo sofre algumas oscilações, fazendo com que haja uma instabilidade constante do equilíbrio. O CG comumente está localizado alguns centímetros a frente da articulação lombossacra, ao nível do quadril. O CG de um corpo rígido é o ponto tal que se imaginarmos o corpo suspenso por este ponto e com liberdade para girar em todos os sentidos ao redor deste ponto, o corpo assim sustentado permanecerá em repouso e preservará sua posição original, qualquer que seja a orientação do corpo em relação a Terra (RIFFEL; SOUZA; SÁ, 2021).

A capacidade de manter a postura ereta estável há muito é considerada uma tarefa automática controlada, sobretudo pelas estruturas da coluna e do tronco encefálico. No entanto, o CP também envolve estruturas da área cortical estabelecendo os comandos motores conforme o estado do corpo e o ambiente mudam. Esta informação sensorial usada para o CP acontece principalmente no sistema vestibular do ouvido interno, visão e propriocepção. Devido ao limiar proprioceptivo mais baixo para a percepção da oscilação corporal durante a postura ereta comparando com os sistemas visual e vestibular, as entradas proprioceptivas desempenham um papel crítico no CP (HENRY; BAUDRY, 2019).

O CP é possível devido às ligações corretas entre as informações vestibulares, visuais e somatossensoriais. Além disso, existem outros fatores contribuintes que podem influenciar o CP, as condições de humor, como a ansiedade, em que altos níveis de ansiedade têm sido associados ao comprometimento do controle do equilíbrio. Outros estudos se concentraram nos efeitores motores, sugerindo que a capacidade das pessoas em de manter o equilíbrio também pode ser afetada pela perda de força que sofrem. Achados semelhantes foram mostrados em outros estudos em pessoas idosas, pacientes com fibrose cística e pessoas com lesões ósseas (SEMPERE-RUBIO *et al.*, 2018).

A propriocepção é o sentido interoceptivo que contém em si cinestesia (sentido de movimento) e o sentido de posição (sentido de posição articular). Igualmente, esta, é essencial também para o controle sensorio-motor eficaz, com papéis relevantes no controle de feedback. Os aferentes sensoriais cervicais estão envolvidos no controle do equilíbrio e têm influências relativamente fortes no sistema vestibular e visual. Também se sabe que os fusos musculares são os principais proprioceptores cinestésicos, com densidade muito elevada, especificamente na região suboccipital (GÓMEZ *et al.*, 2020).

Embora os mecanismos exatos ainda sejam desconhecidos, é aceito que fatores mecânicos são considerados fatores associados ao desenvolvimento de doenças cervicais. Nesse sentido, vários estudos

confirmaram que posturas anormais prolongadas têm sido consideradas uma das causas das moléstias. Vários estudos apontam para o fato de que a alteração do alinhamento do plano sagital da coluna cervical, como retificação, curvas invertidas e translação anterior da cabeça, pode resultar em tensões anormais que levam a alterações prematuras e aceleração de alterações degenerativas nos músculos, ligamentos, estruturas ósseas e elementos neurais (MOUSTAFA *et al.*, 2018).

### **3.2 Equilíbrio**

No momento em que estamos em pé, nosso controlador de equilíbrio regula os músculos do tronco para a manutenção da orientação postural vertical. Esta habilidade deixou por tempos pesquisadores intrigados. Observações iniciais do equilíbrio em pé revelou que o centro de massa do corpo está constantemente em movimento e não estático como parece. No decurso dos anos, uma vasta rede de informações surgiu descrevendo a posição do comportamento do equilíbrio, como ele responde a alterações sensoriais condições (por exemplo, olhos abertos vs. olhos fechados), ou como isso gera respostas posturais reativas a inesperadas perturbações. (FORBES; CHEN; BLOUIN, 2018).

A postura é gerada por estruturas musculoesqueléticas que estão sob o controle do sistema nervoso central (SNC). Os músculos são a única fonte de energia para mover as partes do corpo para as posições adequadas durante o controle do equilíbrio. A arquitetura muscular tem uma influência considerável nas funções musculares, como força / potência, e mostra mudanças significativas também com a idade, as avaliações do equilíbrio estático e dinâmico são utilizadas para avaliar a estabilidade postural. Essas avaliações são realizadas com sistemas de plataforma de força nos quais a oscilação postural e os limites de estabilidade são determinados (NACHMIAS *et al.*, 2019).

Equilíbrio é a capacidade do sistema nervoso de detectar instabilidade tanto antecipadamente quanto momentaneamente e gerar respostas

coordenadas que trazem de volta o centro de massa para a base de apoio. A manutenção do equilíbrio postural é um mecanismo de controle complexo que depende da integridade dos sistemas vestibular, visual, somatossensorial e musculoesquelético, sendo esta última a porção efetora relacionada ao CP das respostas motoras. Esta informação é processada pelo SNC e é devolvida através das vias eferentes para manter o controle do equilíbrio corporal por contração dos músculos antigravitacionais (FORBES; CHEN; BLOUIN, 2018).

Para manter o equilíbrio do corpo humano, a integridade anatômica e funcional do sistema vestibular é essencial, ele se localiza no ouvido interno, dividido em labirinto anterior e posterior. O sistema vestíbulo-coclear tem dupla função, a cóclea é responsável pela função auditiva e o sistema vestibular é responsável pelo equilíbrio corporal. No entanto, a capacidade auditiva é na verdade uma característica secundária, pois a função primária do órgão auditivo é manter o equilíbrio corporal. E para o equilíbrio estático temos um estado estacionário, quando se está em repouso sobre uma superfície em posição de equilíbrio. Portanto, a velocidade do corpo é nula. Já o equilíbrio dinâmico significa quando o corpo em movimento retilíneo uniforme, o que quer dizer que a sua velocidade vetorial não é nula, mas sempre dinâmico. Em outras palavras, é o mesmo que dizer que o movimento de um corpo é inconstante e variável (MELO *et al.*, 2017).

Ademais, medidas estabilométricas, que avaliam o equilíbrio postural através da quantidade de oscilações do corpo são habitualmente utilizadas na avaliação do CP, centro de pressão que caracteriza o ponto de aplicação da resultante das forças verticais que agem sobre a superfície, ilustrando resultado coletivo do sistema de CP e força da gravidade (DE MELO *et al.*, 2017).

### **3.3 Estabilometria**

A estabilometria é usada frequentemente na prática clínica para estudar equilíbrio humano funcional. Ainda que a importância e o significado clínico da medição da função vestibular são vastamente reconhecidos, existem variações



consideráveis entre os métodos e dispositivos utilizados para medir a oscilação corporal, como medição tempo, postura em pé e posição dos pés, bem como a precisão do equipamento. Para compartilhar o conhecimento de maneira eficaz e produtiva, uma proposta internacional foi desenvolvida pela Sociedade Internacional de Reunião de pesquisa de postura e marcha, para chegar a um consenso para um padrão internacional de medição global. O teste estabilométrico é geralmente reconhecido como sendo útil não apenas para fins clínicos de avaliação de pacientes com vertigem, mas também para um estudo mais aprofundado do sistema de controle postural (YAMAMOTO *et al.*, 2018).

Esta forma de avaliar é geralmente baseada na análise das coordenadas do centro de pressão variante do tempo durante uma postura bípede ou unipodal. Os sinais do centro de pressão são geralmente medidos em placas de força ou placas de distribuição de força que são amostradas em uma determinada frequência. A análise de coordenação dos centros de pressão pode ser utilizada em diagnósticos clínicos e é amplamente aplicada em estudos de pesquisa biomecânica (TANISHIMA *et al.*, 2017).

Este método analisa o equilíbrio postural pela quantificação das oscilações do corpo, por uma plataforma cujos deslocamentos nos eixos ântero-posteriores e latero-lateral são analisados em termos do centro de pressão, ou seja, a postura na ausência de quaisquer movimentos voluntários ou perturbações externas (NAGYMÁTÉ; ORLOVITS; KISS, 2018).

Alguns estudos realizam múltiplas medições sequencialmente para analisar a confiabilidade entre seções, tempo de gravação, condições ambientais, séries temporais que revelam resultados característicos. Alguns autores estabeleceram a existência de alterações do equilíbrio postural em dias diferentes ou mesmo durante o dia. As medições de confiabilidade empregadas por estudos incluem o coeficiente de correlação intraclasse (ICC), erro padrão de medição (SEM), mudança mínima detectável (MDC) e coeficiente de variação, que também é conhecido como desvio padrão relativo (NAGYMÁTÉ; ORLOVITS; KISS, 2018).

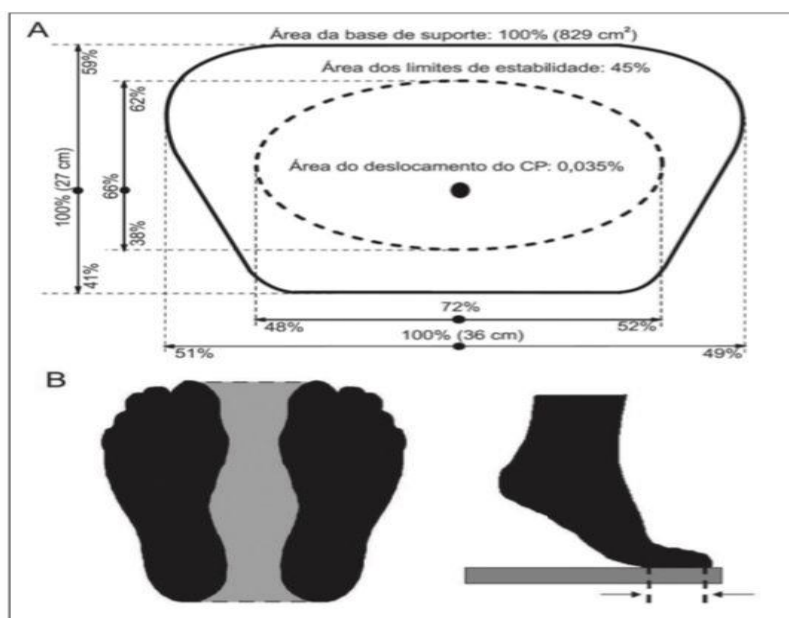
### 3.4 Posturografia

A posturografia é dividida em estática quando a postura avaliada é uma postura semi quieta, e a dinâmica, que por sua vez é quando a postura avaliada sofre algum tipo de perturbação externa. As medidas posturográficas vastamente utilizadas na avaliação do centro de pressão é o CP e o CG, resumindo, sua definição é dada como o ponto de aplicação da força gravitacional resultante sobre o corpo. O CP é o ponto de aplicação da resultante das forças verticais que se comportam sobre a superfície de suporte. Frequentemente o mais utilizado dos equipamentos para calcular o CP é a plataforma de força. Ela entende-se por uma placa sob a qual alguns (geralmente quatro) sensores de força do tipo célula de carga ou piezoelétrico são caracterizados para mensurar os três componentes da força,  $F_x$ ,  $F_y$  e  $F_z$  ( $x$ ,  $y$  e  $z$  são as direções ântero-posterior, médio-lateral e vertical, respectivamente), e os três componentes do momento de força (ou torque),  $M_x$ ,  $M_y$  e  $M_z$ , agindo sobre a plataforma (DUARTE; FREITAS, 2010).

### 3.5 Relações entre CG E CP

O posicionamento do CG é uma medida de deslocamento e é absolutamente independente da velocidade ou aceleração total do corpo e de seus segmentos. O CP também é uma medida de deslocamento sendo dependente do CG, mas o CP expõe a localização do vetor resultante da força de reação do solo em uma plataforma de força. Este vetor é igual e oposto à média ponderada da localização de todas as forças que influenciam na plataforma de força, como a força peso e as forças internas (musculares e articulares) transmitidas ao chão. Os componentes do CG nas direções ântero-posterior (ap) e médio-lateral (ml) são os componentes que importam em posturografia, isto é, frequentemente não se está interessado na variação do CG na direção vertical, pois a oscilação nessa direção é bem menor que nas direções horizontais. A determinação do centro de gravidade pode ser realizada por métodos factíveis para estimativa do mesmo a partir do CP, o

método que calcula o domínio de frequências entre CP e CG, considerando então, o corpo como um pêndulo invertido. Na Figura 1, tem a representação de um exemplo de resultados médios da área de oscilação do CP, do limite de estabilidade e da base de suporte de 13 adultos saudáveis que permaneceram na postura ereta quieta sobre plataforma de força por 40 segundos (dados obtidos de Duarte e Freitas; 2010). Observe-se que o aumento da base de suporte (Figura 1B) pode aumentar a estabilidade do participante, isso provavelmente se deve a diminuição de oscilações corporais e aumento da estabilidade dos eixos ap, e ml (DUARTE; FREITAS, 2010).



**Figura 1** – Área de oscilação do centro de pressão.  
Fonte: Duarte e Freitas (2010).

A frequência de corte desse filtro é denominada a partir das características antropométricas do corpo, e desta maneira a frequência é da ordem de 0,5 Hz. Certamente é o método mais simples e rápido, pois depende somente da posição do CP e de uma estimativa simples do momento de inércia do corpo (DUARTE; FREITAS, 2010; TAKEDA *et al.*, 2017).

### 3.6 Coluna cervical

A coluna vertebral tem função de sustentação de carga, locomoção, equilíbrio e proteção dos elementos neurais (nervos). São formadas, basicamente, por vértebras, discos intervertebrais, músculos e ligamentos. No interior da coluna localizam-se nervos, incluindo medula espinhal e raízes nervosas. Ela vista de frente deve ser retilínea, porém existem curvaturas naturais (fisiológicas) quando é observada de lado. Essas curvaturas são chamadas cifose (coluna torácica) e lordose (coluna cervical e coluna lombar), desta forma, é importante o conhecimento, anatômico e funcional a fim de compreender o funcionamento normal e suas disfunções (MILANESI *et al.*, 2011; TEIXEIRA *et al.*, 2017).

A área cervical é composta por sete vértebras, a primeira é chamada de atlas, sendo a área onde o crânio repousa. O atlas tem uma profundidade de abertura principal que é maior do que as demais vértebras, e isso ocorre, pois a medula espinhal (que está localizada no interior das vértebras) é maior na base do crânio, por conta da conexão que tem com cérebro (MILANESI *et al.*, 2011; TEIXEIRA *et al.*, 2017).

Seguindo a sequência natural dos números, a áxis é a segunda vértebra da cervical, sendo comumente chamada de eixo ou de C-2. Esta vértebra é sobreposta por um botão ósseo chamado de “toca”, do qual ele se encaixa na abertura da parte inferior da vértebra C-1 (atlas).

A C-1 (atlas) e a C-2 (áxis) formam um eixo, que é responsável pela flexibilidade do pescoço e pela capacidade do movimento de rotação, permitindo o ser humano virar a cabeça à esquerda e à direita.

A característica mais marcante da áxis é dada por uma estrutura que a compõe, chamada de “dente”, que a distingue facilmente das demais vértebras da coluna cervical (SILVA; SILVA; CUNHA, 2020).

As vértebras C-3, C-4, C-5 e C-6, são muito semelhantes entre si devido sua aparência e estrutura. A principal característica (e diferença) deste grupo de vértebras, é dada pelos nervos que estão ligados a sua estrutura ao lado da medula espinhal. Estes nervos são responsáveis por ajudar no controle de

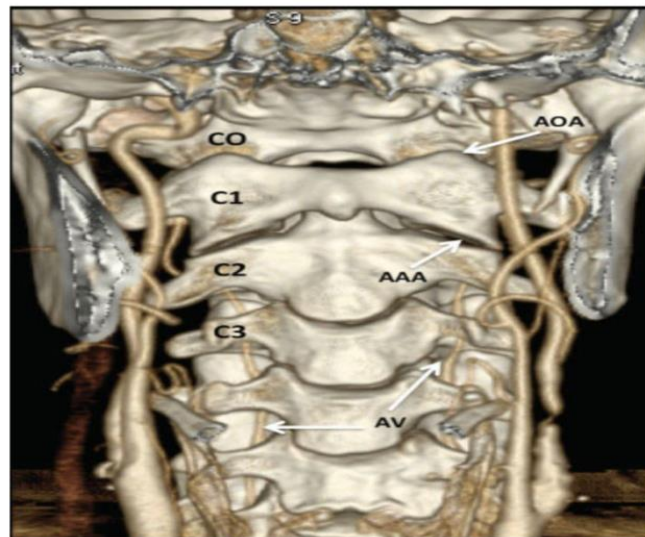
certas partes do corpo, que incluem o diafragma, os músculos do braço e as mãos (SILVA; SILVA; CUNHA, 2020).

Diariamente a coluna cervical realiza inúmeros movimentos repetitivos, em diferentes ações e movimentos, cargas e forças, recrutando atividade de músculos, ligamentos, articulações, que ocasionam desgastes podendo assim levar ao aparecimento de doenças locais e complicações (SILVA; SILVA; CUNHA, 2020; TEIXEIRA *et al.*, 2017).

### **3.7 Anatomia**

É o complexo articular a junção crânio-cervical que concilia anatomicamente e funcionalmente o crânio à coluna vertebral. É uma região única, que possui uma anatomia complexa, associando solidez e extrema mobilidade ao mesmo tempo. Esta junção é definida também como o conjunto de estruturas ósseas, ligamentares e musculares que dão força e movimento à transição entre o crânio e a coluna cervical (SGARBI; TELIS, 2018).

O complexo articular crânio-cervical ou dobradiça crânio-espinhal possui formação dada pelos côndilos do osso occipital (CO), a 1ª vértebra cervical ou atlas (C1) e a 2ª vértebra ou eixo cervical (C2). Devido a isso que é chamado de complexo occipital-atlóide-axóide (COAO). Na Figura 2 podemos observar que os 3 ossos são unidos por 5 complexos articulares: ambas as articulações occipito-atlóides (AOA), a articulação atloido-odontóide (AAO) e as articulações atloido-axóides (AAA) (SGARBI; TELIS, 2018).



**Figura 2** – Tomografia computadorizada vista anterior.  
 Fonte: Sgarbi e Telis (2018).

### 3.8 Ligamentos

Os ligamentos estão presentes em toda extensão da coluna vertebral. Entretanto existem alguns que são particulares e estão presentes apenas na coluna cervical. Ligamento longitudinal anterior e posterior (cobrindo o corpo vertebral), ligamento amarelo (conecta as lâminas), ligamento Inter espinhoso (conecta o processo espinhoso) estão presentes em todos os níveis vertebrais, enquanto o ligamento nucal (conecta a ponta do processo espinhoso e fornece fixação para músculos) e ligamento transversal do atlas estão presentes apenas na coluna cervical. Na coluna cervical os ligamentos podem ainda ser conjuntos denominados como ligamentos externos e internos. Modelo dos ligamentos externos são atlanto-occipital, atlantooccipital anterior e ligamentos longitudinais anteriores. Modelo de ligamentos internos são os ligamentos transversos, os ligamentos acessórios. (RAHMAN; DAS, 2022).

## 4 DISCOS INTERVERTEBRAIS

Segundo Rahman e Das (2022), os discos intervertebrais cervicais ajudam o movimento, transmitindo o peso e fornecendo estabilidade à coluna. Os discos possuem quatro partes, núcleo pulposo central, que é envolto pelo anel fibroso, e duas placas terminais, que são fixadas ao corpo das vértebras. Os discos intervertebrais são mais espessos anteriormente e, por esse espessamento, são responsáveis pela lordose fisiológica do pescoço.

É uma estrutura cartilaginosa o disco intervertebral, composto por três componentes: um núcleo pulposo interno, um ânulo fibroso externo e placas terminais que fundam os discos às vértebras adjacentes. As hérnias de disco acontecem quando parte ou todo o núcleo pulposo extravasa através do anel fibroso. Este desenvolvimento pode acontecer de forma aguda ou mais crônica. As hérnias crônicas acontecem quando o disco intervertebral se degenera e desidrata como constituinte de um processo natural de envelhecimento; isso usualmente resulta em sintomas de início silencioso ou gradual que tem a tendência a ser menos graves. Em contraposição, as hérnias agudas normalmente são o resultado de trauma, que resulta na extrusão do núcleo pulposo através de um defeito no anel fibroso. Essa lesão na maioria das vezes resulta em um início súbito de sintomas mais graves em comparação com as hérnias crônicas (SHARRAK; KHALILI, 2022).

### 4.1 Movimentos da coluna cervical

Devido a flexibilidade, a coluna cervical oferece um grande arsenal de movimentos, incluindo flexão, extensão, rotação e flexão lateral ou inclinação lateral. A articulação atlantoaxial fornece 50% de toda a rotação cervical. Além do mais, a articulação atlantooccipital também contribui com 50% da flexão e extensão do pescoço (CHO; LEE; LEE, 2017):

- flexão: flexão para frente da coluna cervical. Acontece quando se olha o para baixo;

- extensão: flexão para trás ou alinhamento da coluna cervical. Exemplo: quando o movimento ocorre na direção posterior da coluna torácica no sentido podal;
- rotação: rodar a cabeça, junto com a coluna cervical, para o lado direito ou esquerdo. Exemplo: olhar para o ombro;
- flexão lateral: flexão da coluna cervical lateralmente para o lado direito ou esquerdo. Exemplo: quando a orelha aproxima da porção superior do ombro (RAHMAN; DAS, 2022).

## **4.2 Funções da coluna cervical**

A coluna cervical obtém muitas funções na área da cabeça e pescoço, incluindo:

- proteção da medula espinal: é uma porção de fibra nervosa, sendo uma continuação do tronco cerebral. Na coluna vertebral a medula espinal passa por um canal denominado canal espinal. E a coluna cervical o protege da compressão externa;
- provê suporte para a cabeça: a coluna cervical condiciona a cabeça na posição e suporta seu peso;
- apoia o suprimento de sangue ao cérebro: ela conduz uma artéria vertebral em seu forame transversos e os auxilia no envio de sangue ao cérebro;
- ampara os movimentos de cabeça e pescoço: a coluna cervical, com assistência dos músculos do pescoço, abastecendo para um arsenal de movimentos nesta região (RAHMAN; DAS, 2022).

## **4.3 Dor cervical crônica (DCC)**

A DCC é uma doença seriamente prevalente e possui características variadas e peculiares sendo associada a várias disfunções e causas tanto na região cervical quanto em outras regiões adjacentes. A diminuição da força e da resistência dos músculos cervicais leva ao resultado da postura anterior da



cabeça sustentada, por sobrecarregar a relação comprimento-tensão ideal. No entanto, a redução da resistência muscular tem sido colocada como uma forma de mecanismo de perda da capacidade em manter a postura ideal. O que também pode determinar nas características de DCC são sobre a diferença do alinhamento da cabeça (GHAMKHAR; KAHLAEE, 2019).

Para o ano de 2021, Oliveira *et al.* observaram que a cervicalgia afeta entre 30 a 50% da população geral. 15% da população geral experimentarão cervicalgia crônica (>3 meses) em algum momento de suas vidas. Anualmente, entre 11 e 14% da população economicamente ativa experimentarão limitação devida a cervicalgia.

Pessoas com DCC exibem comportamentos posturais desorganizados devido às tarefas que necessitam ficar sentado por longo tempo, como o trabalho no computador, trabalho em escritório ou atividades associadas ao setor. A maior parte dos pacientes com DCC passa o dia todo na posição sentada. Esta dor contínua tem a capacidade de modificar a biomecânica da coluna cervical (IM *et al.*, 2016).

#### **4.4 Postura anterior da cabeça**

A postura ideal de cabeça e pescoço é importante para diminuir a necessidade de atividade muscular e o estresse colocado aos tecidos cervicais. A postura anterior da cabeça (PAC), é definida como o deslocamento da cabeça para frente na coluna cervical, tem sido amplamente associada à dor no pescoço. Sugere-se que este desalinhamento ocorre para compensar e aumentar o estresse nos elementos cervicais posteriores, afeta a relação comprimento-tensão nos músculos cervicais, aumenta o nível de atividade muscular, restringe o movimento do pescoço e prejudica a propriocepção cervical (OLIVEIRA *et al.*, 2021).

Existe uma sintomatologia semelhante encontrada no músculo trapézio de pacientes com DCC que é a presença de pontos-gatilho miofasciais. Eles produzem dor local e referida e podem ser ativos ou latentes. Estudos anteriores apontaram uma semelhança entre deficiência cervical e DCC.

Ademais, elementos físicos, como amplitude de movimento ativa (ADM) e causa psicológicos, como medo de movimento, ansiedade ou depressão, também estão relacionados à dor cervical crônica (BELTRAN-ALACREU *et al.*, 2018).

Clinicamente é observado, que as alterações posturais da cabeça estão muitas vezes atreladas à ocorrência ou persistência de dor cervical. A postura anteriorizada da cabeça pode ser vista como a alteração mais frequente associada à queixa de dor, pois diante da sobrecarga dos músculos cervicais posteriores, os músculos ficam tentando manter o equilíbrio da cabeça sobre a coluna. A anteriorização é frequentemente definida como a protrusão da cabeça no plano sagital, podendo acontecer por uma translação anterior da cabeça, uma flexão da coluna cervical inferior ou ambas. Podendo estar associadas à hiperextensão da coluna cervical superior e, eventualmente, resultar em alterações funcionais e dor (IM *et al.*, 2016; SOARES *et al.*, 2012).

Aproximadamente 60% dos pacientes com dor cervical apresentam postura anterior da cabeça. A postura contínua da cabeça para frente aumenta a carga nas estruturas cervicais posteriores, como ossos, ligamentos, cápsulas articulares e músculos, e altera a cinemática e a cinética escapular. A postura da cabeça pode ser mensurada pelo ângulo CV formado por dois pontos anatômicos, tragus e sétima vértebra cervical, e a linha horizontal (Figura 3). Os valores deste ângulo indicam a posição da cabeça em relação ao tronco e, quando decrescentes, são indicativos de uma postura anteriorizada da cabeça (BELTRAN-ALACREU *et al.*, 2018).

Estudos anteriores apontam que a postura anterior da cabeça faz com que os extensores posteriores do pescoço fiquem encurtados, a contração dos músculos anteriores do pescoço e do ombro e aflige a posição escapular e a cinemática. Os músculos serrátil anterior e trapézio superior são os estabilizadores primários da escápula que ajustam a força para apoiar o movimento escapular para atividades funcionais. Quando os movimentos são sinérgicos desses dois músculos ocorrem às situações consideradas necessárias para os movimentos escapulares corretos, contendo a iniciação e o recrutamento ideal dos músculos. Disposições escapulares anormais levam a

alterações na ativação dos músculos estabilizadores, como os músculos elevadores da escápula e trapézio superior, e também dos músculos mobilizadores, como rombóides e peitoral menor (BELTRAN-ALACREU *et al.*, 2018; IM *et al.*, 2016; SOARES *et al.*, 2012).

Os seguintes pontos cefalométricos foram marcados (Figura 3):

- Sela (S): situado no centro da sela túrcica;
- Násio (N): o ponto mais anterior da sutura fronto-nasal;
- cv 2tg: ponto por sucede a linha tangente ao processo odontóide, na região pósterio-superior da segunda vértebra cervical;
- cv 2ip: ponto mais ínfero-posterior do corpo da segunda vértebra cervical;
- cv 4ip: ponto mais ínfero-posterior do corpo da quarta vértebra cervical (FREIRE-MAIA *et al.*, 2005).

#### 4.4.1 Linhas cefalométricas

Foram traçadas as seguintes linhas cefalométricas (Figura 3).

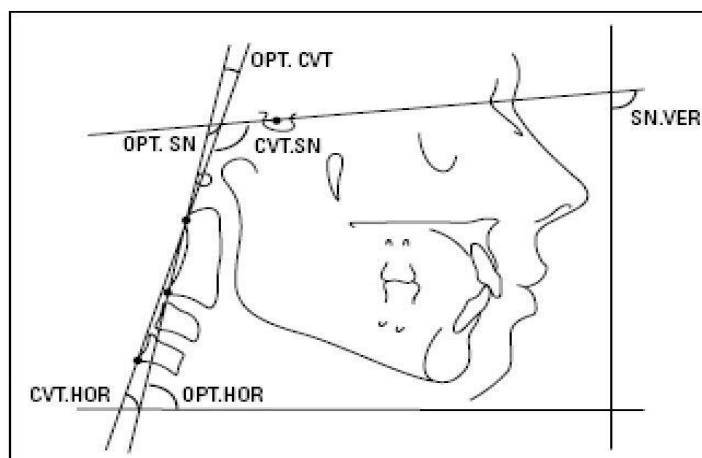
- SN: união dos pontos sela-násio.
- OPT: que toca ao processo odontóide. Linha tangente posterior ao processo odontóide que pas-sa pelo ponto cv 2ip.
- CVT: toca à vértebra cervical. Linha tangente posterior ao processo odontóide passando pelo ponto cv 4ip.
- VER: linha Vertical Verdadeira. A linha vertical marcada a partir da imagem do prumo projetada no filme radiográfico.
- HOR: linha Horizontal Verdadeira perpendicular à VER (FREIRE-MAIA *et al.*, 2005).

#### 4.4.2 Grandezas cefalométricas

As grandezas cefalométricas marcadas e ilustradas na Figura 3 são usadas para medir as dimensões de toda parte estrutural do crânio e da face

para o profissional poder examinar e diagnosticar de forma mais detalhada (FREIRE-MAIA *et al.*, 2005):

- SN.VER: ângulo anterior e inferior formado pela intersecção das linhas sela-násio e vertical. Inclinação da cabeça em relação à VER;
- OPT.SN: ângulo formado pela intersecção da linha tangente ao processo odontóide e a linha sela-násio. Inclinação da cabeça em relação à coluna cervical;
- CVT.SN: ângulo formado pelo cruzamento da linha tangente à vértebra cervical e a linha selanásio. Inclinação da cabeça em relação à coluna cervical;
- OPT.CVT: ângulo formado pelo encontro da linha tangente ao processo odontóide e a linha tangente à vértebra cervical. Representa o grau de curvatura cervical;
- OPT.HOR: ângulo formado pelo encontro da linha tangente ao processo odontóide e à linha horizontal. Possibilita avaliar a inclinação da coluna cervical em relação à linha horizontal;
- CVT.HOR: ângulo formado pelo cruzamento da linha tangente à vértebra cervical com a horizontal. Classifica a inclinação da coluna cervical em relação à linha horizontal verdadeira (FREIRE-MAIA *et al.*, 2005).



**Figura 3** – Grandezas cefalométricas.

Fonte: Freire-Maia *et al.* (2005).

## 4.5 Doenças cervicais relacionadas à alteração da posição da cabeça

### 4.5.1 Cabeça dianteira e o comprometimento do movimento do pescoço

A cabeça dianteira (CD) e a postura do ombro redondo são distúrbios posturais muito frequentes. Este posturamento da cabeça pode causar no plano sagital a postura do ombro redondo, o que acaba interrompendo a postura esperada da porção superior do corpo. É comumente encontrada ambas as alterações de forma simultânea em pessoas que acabam projetando suas cabeças para frente e automaticamente o ombro redondo. Esta postura peculiar é frequentemente observada em trabalhadores de escritório, sendo a combinação envolvente de flexão cervical inferior e extensão cervical superior, escápula protrusa e ombros rodados em direção interna (SHIRAVI *et al.*, 2019).

Inúmeros estudos vêm associando vários componentes que estimulam o aparecimento de dores no pescoço como causas principais, tanto de dores agudas quanto crônicas, como, por exemplo, o aumento da intensidade do uso de computadores, estresses e distúrbio psicológico, e claro as alterações morfológicas posturais, que são consideradas como fatores físicos, como, a redução de atividade física, resistência e alongamento dos músculos do pescoço e alterações posturais. Ademais, é considerada como uma queixa principal dos indivíduos afetados por estas lesões, a diminuição da ADM (AIMI *et al.*, 2019).

A CD leva ao acréscimo da influência das forças de gravidade exercidas sobre a cabeça e frequentemente sobrecarregando o pescoço e suas estruturas ósseas e moles, o que ocasiona o aparecimento progressivo das lesões degenerativas da cervical. Estudos anteriores demonstram que estes desajustes sejam da cabeça, ou dos ombros podem ocasionar distúrbios do fenômeno flexo-relaxamento, considerado como o comportamento de diminuição ou silêncio da atividade mioelétrica dos músculos eretor da coluna lombar, sendo assim coeso observar que alterações posturais seguem alterando outras estruturas adjacentes como efeito cascata (SHIRAVI *et al.*, 2019).

Aimi *et al.* (2019) em seus estudos relatam que não há confirmações suficientes para ocasionar alterações na posição da cabeça em indivíduos com e sem cervicalgia. Por outro lado, Shiravi *et al.* (2019) recomendam que indivíduos com esse tipo de dor exibem alteração na inclinação da cabeça para frente e aumento da cifose torácica, quando comparado com indivíduos assintomáticos. Com relação à associação entre resistência muscular com cervicalgia, a literatura também apresenta resultados contestável.

Entretanto conhecimento de possíveis diferenças posturais, e uma avaliação clínica por profissionais especializados, de resistência muscular e de ADM entre indivíduos com e sem dor no pescoço, bem como a relação entre essas variáveis supracitadas, podem auxiliar na abertura de estratégias para o tratamento e prevenção adequados. A posição anterior da cabeça pode estar relacionada a uma fraqueza da musculatura flexora cervical profunda (SHIRAVI *et al.*, 2019).

A CD e o comprometimento do movimento do pescoço podem ser reparados por meio de algumas estratégias clínicas manuais como, recuperar aprendizado motor, *cinesiotaping*, órteses para o aparato enquanto houver aparecimento da dor e exercícios terapêuticos são considerados estimulares da lubrificação articular. Como evolução do tratamento, pode ser considerado de forma ao avanço do alívio de dor e limitação do movimento exercícios de alongamento e resistência muscular, também estímulo do movimento de acordo com os graus de liberdade da articulação em evidência, poderiam melhorar o padrão da CD os exercícios de neurofeedback e movimento escapulatório são eficazes e com efeitos positivos para diminuição da dor no pescoço (SHIRAVI *et al.*, 2019).

Szczygieł *et al.* (2019) destacam a relevância de que à medida que o ângulo de inclinação da cabeça no plano sagital amplia, o movimento da coluna cervical diminui, sugerindo que a posição da CD tem uma repercussão negativa não apenas para o pescoço, mas também para coluna torácica e para o ombro.

Uma mudança do padrão respiratório também pode ser devido a uma postura incorreta da cabeça, a pesquisa de Szczygieł *et al.* (2019) aborda que a falta de alinhamento axial da cabeça também afeta no aspecto tridimensional

do movimento do tórax, e que a CD também diminui a capacidade vital, e a literatura também acentua a importância do efeito dos exercícios para abrandar as dores do pescoço, Levando em consideração as consequências acima mencionadas de uma postura incorreta da cabeça, parece correto tentar formar um programa de prevenção para essas disfunções.

#### 4.5.2 Hiperlordose cervical

A maioria das pessoas passa a maior parte do tempo despertas e sentadas, seja na escola, ou dirigindo, ou trabalhando, até mesmo em frente a computadores, bem como crianças e adolescentes que não se atentam com a posição adequada do corpo. O peso excessivo de mochilas e bolsas também está associado aos problemas posturais. E frequentemente com a postura incorreta, isso constatado diante às inúmeras síndromes de dor musculoesquelética. Estes percalços são vistos principalmente em pessoas que passam por turnos excessivos trabalhando com computadores (SZCZYGIEŁ *et al.*, 2017).

A Hiperlordose é a curvatura excessiva da coluna vertebral para dentro do corpo. Ela causa desconforto e dor, podendo prejudicar a lombar e a cervical. Dependendo do local, a curvatura pode ser mais ou menos acentuada. A curvatura cervical anormal, incluindo a lordose cervical excessiva ou diminuída, até mesmo a ausência desta curvatura, sendo considerada retificação cervical, cifose e curvatura cervical complexa, são alterações presentes que geralmente evoluem de forma precoce e silenciosa para lesões degenerativas na coluna vertebral. É de extrema relevância ressaltar que a curvatura cervical normal é essencial para manutenção do equilíbrio e função motora, e qualquer uma das anomalias acima citadas pode destruir a morfologia cervical, partindo para disfunção biomecânica, hiperplasia óssea, lesão muscular, ligamentar, lesão das estruturas intra-articulares e por fim espondilose cervical. Sendo assim, considera-se de suma importância restaurar a curvatura cervical normal (GAO *et al.*, 2019).

Segundo o National Statistical Office, existe um crescimento permanente de pessoas que possuem computador, e uma extensa rede de internet favorece um aumento extremo do tempo gasto na posição sentada. Desde 1997, o número de horas por semana passadas em frente a um monitor era de 5,9 horas, e em 2003 - 14,6 horas. Entretanto, pesquisas de 2012 apontam 51–68% dos jovens preferem um estilo de vida sedentário, 27–44% incluem uma pequena atividade física no tempo livre e apenas 5% têm uma alta atividade física durante o dia (SZCZYGIEŁ *et al.*, 2017).

Muitas estratégias são adotadas para que estas pessoas que necessitam estar sentadas frente ao computador possam de forma enfática adquirir formatos ergonômicos com menores danos para coluna cervical, e esforço físico mínimo para manutenção de uma melhor postura. Também existem projetos e construção de assentos, que favorecem a postura e os movimentos fisiológicos, para garantir uma atividade estática (SZCZYGIEŁ *et al.*, 2017).

Os sintomas da hiperlordose cervical são:

- dor no pescoço;
- aumento da curvatura da coluna na região do pescoço, deixando o nariz mais “empinado”;
- hipercifose;
- hipertrofia dos músculos posteriores do pescoço;
- fraqueza dos músculos anteriores do pescoço.

Os sintomas mais relatados pelos trabalhadores de escritório são estes supracitados; mas também inclui a cafalesia e a cervicalgia e dor irradiada para o membro superior. Szczygieł *et al.* (2017) indica que estes sintomas estão relacionados com tensões musculares do pescoço e do ombro por muito tempo, tais estruturas acometidas são aquelas responsáveis pela manutenção prolongada da flexão do pescoço. Esta condição não é apenas um fardo para estruturas ósseas e moles, mas também para as articulações, especialmente na junção cérvico-torácica.

Ao sentar-se na cadeira, é importante lembrar sempre de manter a coluna ereta e apoiada no encosto da cadeira. Os quadris devem ficar o mais

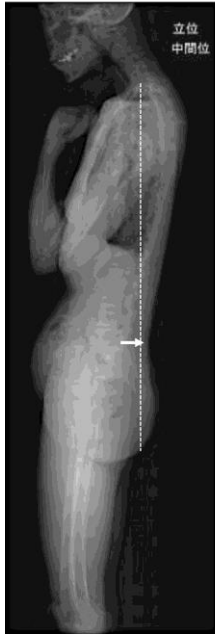


próximo possível do encosto. Evite deixar os ombros caídos para frente. Ao manter-se sentado, permaneça com a cabeça ereta. Os pés, ao sentar-se, devem ficar sempre apoiados inteiramente no chão. Grob, Frauenfelder e Mannion (2007) estimaram o impacto de diferentes posições sentadas, como: neutra, caída, com deslocamento lateral do tórax e com a rotação e meia rotação de mudanças multidirecionais no tórax durante a respiração. Os resultados sugerem que mesmo diferenças sutis na postura sentada influenciam tanto a mobilidade tridimensional do tórax quanto o volume corrente. Ele concluiu que uma posição caída tem o maior impacto nas variáveis que caracterizam a respiração. Grob, Frauenfelder e Mannion (2007) confirmaram ainda a flexibilidade do sistema respiratório, que permite a adaptação às mudanças na posição do corpo e a estimulação dos músculos apropriados para trabalhar, a fim de manter a função normal do sistema respiratório. Entretanto, essa relação foi mais claramente observada com indivíduos saudáveis, sem restrições na mobilidade do tórax.

É mais frequentemente observada como alterações anatômicas, a osteoartrite das facetas com redução do espaço articular e estreitamento do espaço discal. Também, as alterações degenerativas da coluna cervical, são evidentes no exame radiográfico, embora também façam parte do processo de envelhecimento fisiológico normal. Qian *et al.* (2021), em seu estudo enfoca que é possível notar através de uma imagem radiográfica no plano sagital a diminuição das curvaturas fisiológicas elucidado na Figura 4 nota-se também a diminuição da concavidade cervical em consequente diminuição da extensão, uma vez que o padrão natural é modificado de acordo com as morfologias em alteração postural. Poucos estudos examinaram esse fenômeno na coluna cervical: alguns identificaram uma relação entre o número de níveis de degeneração da coluna cervical e a cronicidade da queixa ou (apenas em mulheres) a incapacidade associada. Outros mostraram que indivíduos assintomáticos com alterações degenerativas de C6/C7 são grandemente mais propensos a desenvolver dor no pescoço no futuro (10 anos depois), enquanto outros, ainda, não conseguiram encontrar qualquer relação significativa entre

alterações degenerativas e dor (GAO *et al.*, 2019; GROB; FRAUENFELDER; MANNION, 2007; SZCZYGIEŁ *et al.*, 2017).

(a)



(b)



(c)



**Figura 4** – Radiografia no plano Sagital.  
Fonte: Qian *et al.* (2021).

## **5 METODOLOGIA**

### **5.1 Delineamento e referencial**

Trata-se de uma pesquisa aplicada para desenvolvimento de análises da alteração do equilíbrio mediante a alteração postural aguda, pesquisa de campo do tipo, quantitativa, descritiva e exploratória, que será realizada por meio de coleta de dados através do exame de estabilometria. Parecer constituído do CEP: 51557221.0.000.

### **5.2 Contextualização e levantamento bibliográfico**

A construção da contextualização do problema e concepção do referencial teórico dessa pesquisa envolve revisão da literatura, utilizando as bases de dados PubMed, Mendeley e o Journal of Medical and Biological Engineering, com a aplicação das palavras-chave principais “stabilometry”, “balance”, “head posture”, “pressure center”, “human center of gravity”, “baropodometry” e “vertebral cranio angle”, buscando artigos à partir de 2010, que se dedicaram a estudar o equilíbrio, a postura, os métodos de análise, a eficácia e as posições das variáveis que interpretam estatisticamente o centro de pressão postural.

### **5.3 Especificação da plataforma**

A plataforma de força utilizada foi do fabricante Medcapteurs, modelo S.PLATE, com 1600 transdutores do tipo resistivos com tamanho de 10 mm x 10 mm, com área ativa de 400 mm x 400 mm (Figura 5).

#### 5.4 Local de realização do teste e aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa

A pesquisa foi realizada no espaço Arena 235 na Rua: Carlos Maria Auricchio, nº55, Jardim Aquarius, em São José dos Campos, Estado de São Paulo. A coleta foi realizada após a liberação das instituições participantes da pesquisa, através da Declaração de Autorização da Instituição, estimando-se para período de coleta com a aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Anhembi Morumbi (UAM), encaminhado via Plataforma Brasil.



**Figura 5** – Plataforma de Força S. Plate.  
Fonte: a autora.

De acordo com a Resolução 466/12 (BRASIL, 2012) os estudos envolvendo seres humanos devem atender aos fundamentos éticos e científicos pertinentes, respeitando ao participante da pesquisa em sua dignidade e autonomia, reconhecendo sua vulnerabilidade, assegurando sua vontade de contribuir e permanecer, ou não, na pesquisa, por intermédio de manifestação expressa, livre e esclarecedor.

## 6 CARACTERIZAÇÃO SOCIODEMOGRÁFICA

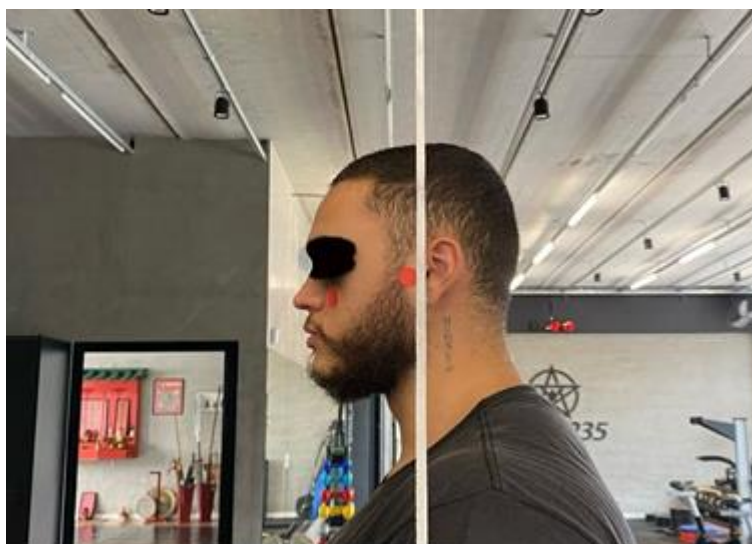
Foram 62 participantes sendo 39 mulheres e 22 homens, tempo médio de uso de celular diário (min) Feminino (216) e Masculino (225) escolhidos de forma aleatória no laboratório de Pesquisa Arena 235 e cada participante foi convidado em assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

### 6.1 Procedimento

O movimento de anteriorização da cabeça foi realizado até o limite da ADM confortável de cada participante.

Para realização do teste o ambiente foi controlado, com temperatura ajustada em 25°C e umidade relativa de 50%.

A plataforma foi posicionada no centro da sala e os indivíduos foram colocados sobre a mesma. Os participantes do estudo foram orientados baseados nos parâmetros da tarefa: fiquem descalços, em posição ereta semi quieta (Figura 6) com a cabeça neutra, com olhar fixo em um ponto no espaço, que foi representado por um alvo fixo em 1 metro de distância da plataforma, e disposto na altura dos olhos de cada participante.

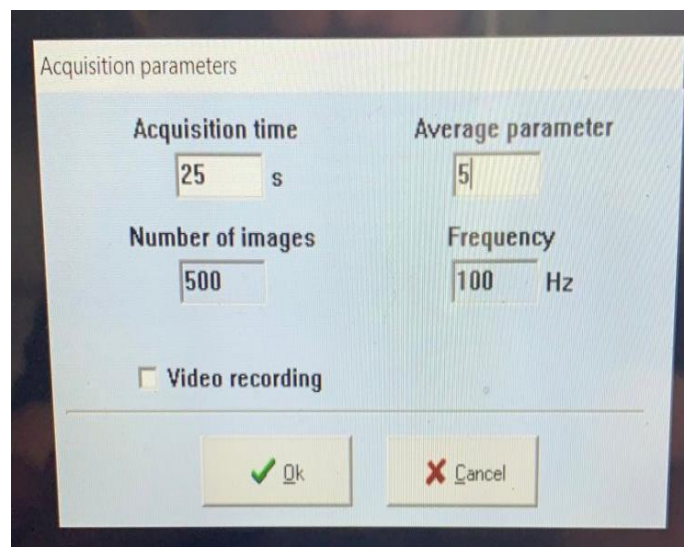


**Figura 6** – Postura neutra cervical.  
Fonte: a autora.

Foi pedido que realizassem 3 respirações profundas antes do início da coleta de dados para ficarem em posição natural. Serão duas aquisições de dados, uma antes e outra após a anteriorização da cabeça (Figura 7) com frequência de amostragem de 100 Hz com 5 de média dos parâmetros (Figura 8). O tempo total de aquisição dos dados foi de 25 segundos, sendo 10 segundos com a cabeça em posição neutra, 5 segundos de transição de postura e mais 10 segundos com a CD. Após os primeiros 10 segundos foram dados os comandos para que os indivíduos realizassem o movimento de anteriorização cervical, conforme instrução e treinamento prévios.



**Figura 7** – Anteriorização da cabeça.  
Fonte: a autora.



**Figura 8** – Parâmetros da plataforma de força.  
Fonte: a autora.

Foi realizada a padronização do posicionamento dos pés sendo muito importante na investigação do CP. Essa padronização pode ser estabelecida em relação à posição dos pés em função do afastamento dos calcanhares e em função do ângulo de abertura formado entre os pés. O avaliador observou se a distância escolhida não ultrapassava a largura dos ombros, considerando uma posição natural.

A segurança durante a avaliação do CP é muito importante e, portanto, foi utilizado um sistema de segurança com a função de prevenir uma queda devido ao desequilíbrio, esse sistema consiste em um colete de segurança com fixação no ombro e cabos que o conectam ao teto, serão de forma ajustada individualmente e sem que tenha interferência mecânica no avaliado.

Para evitar a propagação da **COVID-19**, as seguintes medidas foram orientadas aos participantes da pesquisa:

- higienização das mãos com álcool em gel;
- manter distanciamento de 2 metros outros participantes;
- usar máscara.

## 6.2 Critérios de inclusão

Os critérios de inclusão dessa pesquisa são indivíduos conscientes, cooperativos, sabidamente saudáveis, que desejavam participar, a quem tenham a capacidade dos participantes de manter a posição em pé (ou seja, sem déficit vestibular e problemas de equilíbrio), idade entre 22 e 44 anos e que façam o uso aproximadamente de 2 a 4 horas de **smartphones** diariamente.

## 6.3 Critérios de exclusão

Como critério de exclusão serão indivíduos que não saibam e/ou que por algum motivo não consigam realizar o movimento de anteriorização da cabeça e não fiquem de forma independente no ortostatismo por pelo menos 30 segundos, indivíduos com problemas ou transtornos mentais, cognitivos, ou incapacidades físicas e anormalidades na face ou na coluna vertebral, torcicolos, escoliose, hiperlordose e indivíduos que não façam uso de smartphones, e que por qualquer motivo se recusem a participar da pesquisa.

## 6.4 Riscos

Os possíveis riscos apresentados na pesquisa são mínimos, como: ansiedade, tontura, desequilíbrio, sudorese fria e palidez cutânea. Os dados serão coletados de forma a garantir o anonimato e privacidade dos indivíduos. Será realizado em local tranquilo, com controle ambiental (temperatura ambiental de 25°C), com a presença do pesquisador responsável, além de enfermeira e fisioterapeuta no local do experimento. A coleta de dados pode ser interrompida a qualquer momento, a pedido do participante. Se houver descumprimento dos termos do TCLE ou qualquer dano for gerado ao participante, este será ressarcido.



## **6.5 Benefícios**

Entende-se por benefício algum tipo de ganho proveniente da participação da pesquisa e que este prevaleça sobre os riscos. Como benefício da utilização da estabilometria estática tem-se tanto a avaliação do equilíbrio estático, bem como das alterações provocadas nas oscilações posturais.

## 7 METODOLOGIA DA ANÁLISE DE DADOS

Para a manipulação, análise e visualização dos dados obtidos nesta pesquisa, serão utilizadas a linguagem do MatLab®. Sendo os resultados apresentados graficamente. As variáveis analisadas foram: (DOT) deslocamento da oscilação total, é a resultante da média percorrida da posição inicial para posição final entre os sujeitos, tanto no sentido (x) médio lateral quanto para o sentido (y) antero posterior da plataforma, raiz média quadrática antero posterior (RMSAP), (RMSML) médio lateral, e Velocidade Média médio lateral (VMML). Para comparação entre os participantes e as variáveis encontradas, serão utilizadas, Anova Mixed-Way 3 fatores, Within Fator (posição da cabeça) e Between Fator (gênero e idade) > 36 anos e < 36 anos. A associação entre as variáveis: peso e estatura, peso e pico de pressão máxima em pé direito e esquerdo, estatura e pico de pressão máxima em pé direito e esquerdo e pico de pressão máxima no pé direito e no esquerdo serão feitas por meio do próprio software da plataforma. Sendo considerado nível de significância de 5%.

## **8 DESFECHOS**

### **8.1 Desfecho primário**

Os exames de estabilometria visam identificar as alterações de equilíbrio semi estático dos sujeitos antes e após a realização da anteriorização da cabeça.

### **8.2 Desfechos secundários**

Por meio da análise dos dados obtidos, espera-se conseguir avaliar a alteração do centro de gravidade bem como a mensuração dos deslocamentos anteroposterior e látero-lateral sofrido pelos indivíduos após a anteriorização da cabeça, por meio da estabilometria. E analisar se há diferença nos graus de oscilações, após deslocamento anterior da cabeça, nos sexos masculino e feminino que façam o uso intenso de smartphones.

## 9 RESULTADOS

**Tabela 1 – Resultados estatísticos de RMSML (A)**

Variável	Sexo	Idade	Média	Desvio padrão	Erro padrão da média
RMSMI	Feminino	Menor que 36	4,69	2,40	0,67
		Maior que 36	13,31	5,21	1,74
	Masculino	Menor que 36	6,12	6,28	1,10
		Maior que 36	8,63	6,11	1,37

Fonte: a autora.

**Tabela 2 – Resultados estatísticos de DOT, RMSAP e VMML (B)**

Estatísticas de grupo					
	Posição	N	Média	Desvio padrão	Erro padrão da média
DOT	Normal	62	8918,30	5015,20	636,93
	Anteriorizada	62	8642,19	5023,73	638,01
RMSap	Normal	62	43,86	25,74	3,27
	Anteriorizada	62	42,20	25,65	3,26
VMml	Normal	62	1,38	0,58	0,07
	Anteriorizada	62	1,28	0,54	0,07

Fonte: a autora.

### 9.1 Variável DOT

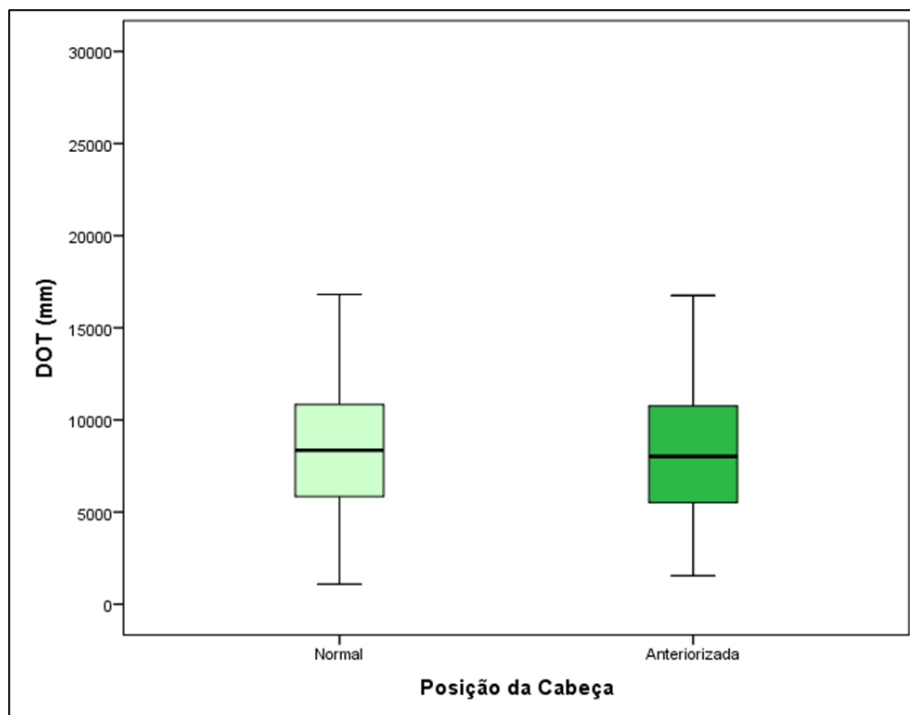
O Deslocamento da Oscilação Total (DOT), o Gráfico 1 ilustra a origem do cálculo a partir da hipotenusa de um triângulo. E o Total é a distância, que não especifica o quanto foi no x ou no y, e sim o quanto os sujeitos deslocaram de forma total (para onde o centro de gravidade deslocou).

Os resultados obtidos neste trabalho obtiveram diferença significativa onde  $p\text{-valor} < 0,05$ , assim foi possível observar que a média da variável do DOT para todos os sujeitos foi de: posição normal 8918,30mm para posição anteriorizada 8642,19mm onde demonstra no Gráfico 1, que houve uma queda do deslocamento quando os sujeitos anteriorizaram a cabeça.

Este achado tem consonância com a pesquisa anterior de Rizzato *et al.* (2021) onde justifica a diminuição da oscilação total e área de atuação responsável por este declínio, o estudo deles mostrou que na postura semi estática bipedal, obteve a projeção do centro de gravidade para frente do tornozelo, criando um momento de queda da oscilação ao redor do tornozelo,

sendo continuamente neutralizado pelo efeito estabilizador dos músculos tônicos. Essa oscilação pode ser considerada como um processo principalmente automático de CP, sendo que o sujeito desconhece em grande parte os ajustes agudos e naturais dos músculos posturais.

Em um estudo deste conceito realizado em 2020 por Caçan *et al.* (2020) os pesquisadores usaram cinética e cinemática para investigar o assunto e o houve um consenso de que o corpo usa de uma estratégia mais complexa que vai além de manter o CG dentro da base de suporte, conforme estabelecido pelo intervalo de deslocamento do CP, a neuromecânica acomoda condições de suporte em mudança e efeitos inerciais, sendo assim, estes deslocamentos relativos do CP e CG também revelam estratégias posturais dinâmicas.



**Gráfico 1** – Deslocamento da Oscilação Total.

Foram encontradas diferenças significativas ( $p$ -valor  $<0,05$ ) entre as médias das posições normais (8918,30) e anteriorizadas (8642,19) de DOT.

Fonte: a autora.

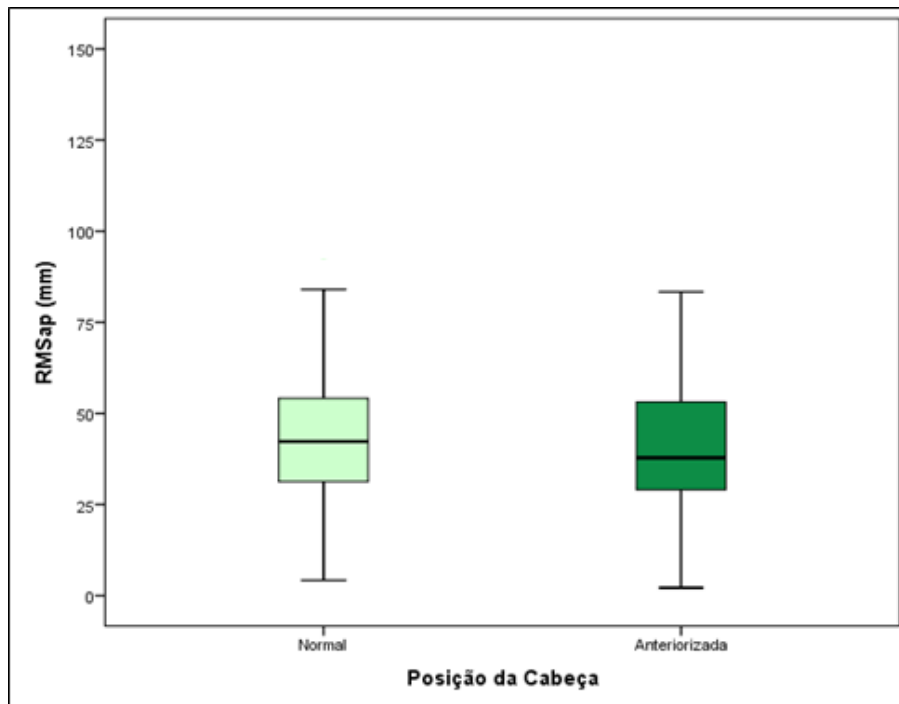
É possível observar queda da oscilação em virtude do controle do equilíbrio que usa o sistema visual, vestibular e somatossensorial para compensar o desvio do centro de pressão do ponto de equilíbrio (TREGGER; MIZRACHI; MELZER, 2020).

## 9.2 Variável RMSAP

Em Matemática, o valor quadrático médio ou **RMS** (*Root Mean Square*, em inglês) ou valor eficaz é uma medida estatística da magnitude de uma quantidade variável. Pode-se calcular para uma série de valores discretos ou para uma função variável contínua (CATALÁN EDO *et al.*, 2021).

Para Variável *Root Mean Square* Antero Posterior (RMSAP) o Gráfico 2 demonstra também uma queda da oscilação antero posterior de posição normal 43,86mm para posição anteriorizada da cabeça que foi de 42,20mm. Essa limitação do movimento quando a cabeça se moveu para frente é descrita no estudo de Jonh-Hee Lee (2016), correlacionando o movimento anterior com o CG da cabeça, que muda de direção para o sentido do antero superior, aumentando a carga no pescoço e a rigidez dos movimentos, pois se o centro de gravidade muda é necessário uma alta atividade muscular para se recuperar desta posição instável.

Pode-se também relacionar e justificar com os muitos reflexos posturais que estão localizados na região da cabeça e pescoço. O que possivelmente trás problemas com o sentido de reposicionamento e regulação neurológica da postura ereta semi-estática para indivíduos que já possuem a cabeça anteriorizada. Outra alteração encontrada para esta posição é o reflexo pelvo-ocular que controla a resposta neuromotora da cintura pélvica e membros inferiores, para conduzir a região do corpo em resposta à posição da cabeça e sinais visuais antecipatórias. Se a cabeça for colocada muito à frente, evidencia também um movimento da pelve que por sua vez se inclinará anteriormente para equilibrar o centro de gravidade (ELABD; ELABD, 2021).



**Gráfico 2 – Root Mean Square Antero Posterior.**

Foram encontradas diferenças significativas ( $p$ -valor  $<0,05$ ) entre as médias das posições normais (43,86) e anteriorizadas (42,20) de RMSap.

Fonte: a autora.

### 9.3 Variável RMSML

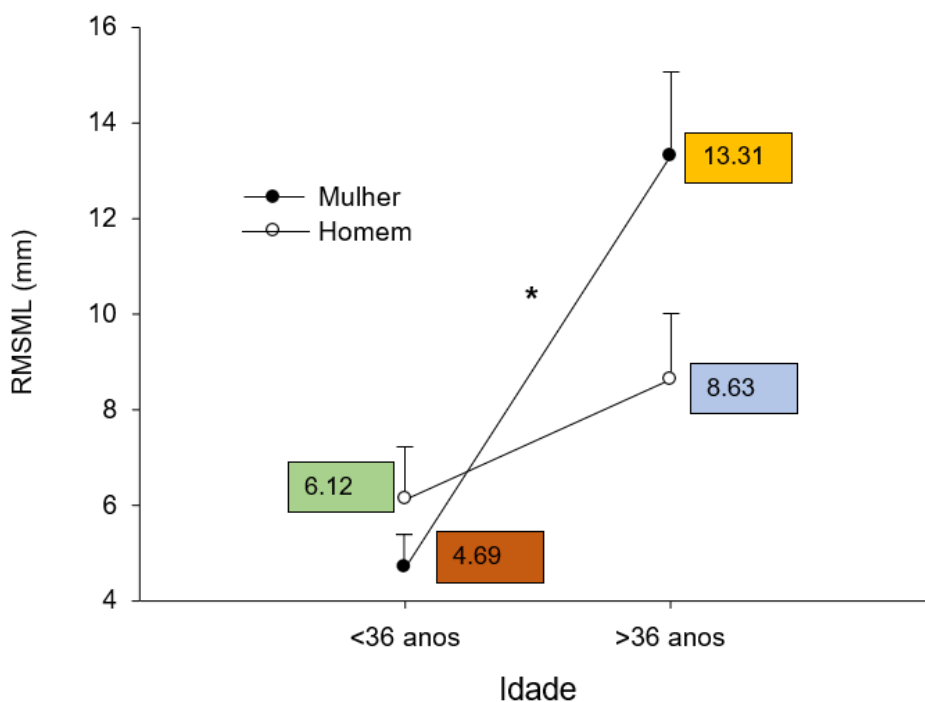
Para variável *Root Mean Square* Médio Lateral (RMSML) foi analisado o quanto os sujeitos variaram para o sentido médio lateral e obtivemos um efeito para interação entre gênero e idade, com POST HOC significativos, mas foi bem menor quando comparado com o antero posterior, porque fisiologicamente as pessoas oscilam menos de um lado para outro, quando se compara com o sentido frente e trás, a manipulação do teste foi com a mudança de posição de cabeça neutra para anteriorização da cabeça, este resultado foi obtido independente da posição da cabeça, o Gráfico 3 demonstra que as mulheres acima de 36 anos tiveram 13,31mm de uma variação médio lateral maior, mesmo quando comparado com homens acima de 36 anos que variaram 8,63 mm, já quando comparado com homens 6,12 mm e mulheres 4,69 mm com menos de 36 anos, e não aconteceu também uma diferença significativa para os homens acima de 36 anos. Podemos também considerar as mudanças involuntárias associadas ao envelhecimento envolve a atividade regular de

todos os sistemas primários do corpo, atingindo também sistemas anatômicos e funcionais (DŁUGOSZ-BOŚ *et al.*, 2021).

No estudo de Miko *et al.* (2018), fomentam que essas alterações estariam relacionadas à diminuição da força muscular, rigidez articular e velocidade de condução nervosa, e ao declínio fisiológicos do envelhecimento, mesmo considerando mulheres de meia idade e não sedentárias. Uma vez que o processo de envelhecimento já começou silenciosamente e progressivo.

Ainda que tenha um arsenal diverso de estudos em relação ao aumento da instabilidade postural em idosos, tem uma brecha na literatura a respeito de valores de referência ditos normais de equilíbrio postural. Contudo acaba por dificultar a interpretação de como essa variável se comporta em diferentes grupos etários, não existindo estudos que nos demonstrem a partir de qual faixa etária se inicia a queda no CP, entretanto nosso resultado aponta para o aumento da variabilidade postural para mulheres maiores de 36 anos. Um fator relevante é que as mulheres apresentam maior risco de complicações em virtude das quedas, devido a uma maior predisposição de desenvolver osteoporose (DORNELES; SILVA; MOTA, 2015).





**Gráfico 3** – Root Mean Square Médio Lateral.

Variação preponderante de mulheres acima de 36 anos em 13.32 mm para o sentido médio lateral.

Fonte: a autora.

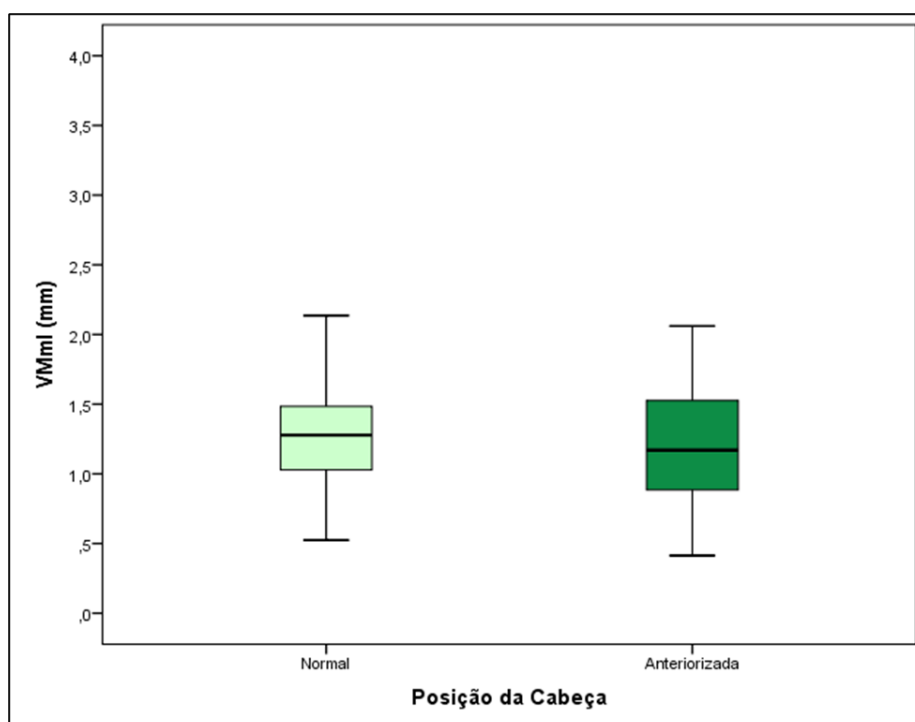
#### 9.4 Variável VMML

A velocidade média é uma grandeza caracterizada pela variação da posição de um corpo em determinado tempo. Com base na divisão do espaço percorrido pelo tempo que demorou para percorrer, é possível encontrar a velocidade do corpo (MCCRUM *et al.*, 2019).

Para variável Velocidade Máxima Médio Lateral (VMML) foi observada a velocidade variada do centro de pressão no sentido medial para lateral antes e após a anteriorização da cabeça, este também obteve uma queda da oscilação para mudança da posição da cabeça, na posição neutra de 1,38mm para 1,28 mm com a cabeça anteriorizada o Gráfico 4 demonstra esta diminuição da oscilação ocorreu para todos os sujeitos. Mierau *et al.* (2017) justificam em seu estudo aponta que a velocidade do comportamento oscilante progressivamente atenuado significa a resistência à deflexão e a adaptação do equilíbrio motor.

No estudo de Gomes *et al.* (2018), testaram 30 mulheres fisicamente ativas que foram submetidas a teste de estabilometria após agachamentos e depois foi testado o CP por 60s na plataforma, com olhos abertos e fechados e não encontraram alterações significativas entre as medidas iniciais do seu grupo controle com as medidas após o teste no que diz respeito a velocidade média no sentido médio lateral.

Até onde sabemos apenas este estudo investigou os efeitos agudos residuais da CD forçada em análise estabilométrica, por isso nossos achados possuem compatibilidade total apenas com atividades que esboçam tarefas repentinas em adultos saudáveis.



**Gráfico 4 – Velocidade Máxima Lateral.**

Foram encontradas diferenças significativas ( $p$ -valor  $<0,05$ ) entre as médias das posições normais (1,38) e anteriorizadas (1,28) de VMml.

Fonte: a autora.

## 10 DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi descobrir os efeitos da cabeça dianteira na estabilidade postural de forma aguda, os principais resultados encontrados foram: Uma diminuição do DOT, diminuição do RMSAP, aumento do RMSML, e diminuição do VMML.

Os resultados mostraram correlação do deslocamento anterior do centro de pressão com a cabeça anteriorizada com o centro de gravidade, uma vez que a grandeza centro de pressão ajuda entender a outra grandeza que é o centro de gravidade, devido o teste ter sido realizado em uma situação específica, como a postura ereta semi estática, para tais posturas, estas duas grandezas apresentam comportamento semelhante (DUARTE; FREITAS, 2010). 1. Encontramos na nossa pesquisa uma variação do (DOT), que mostrou em média uma diminuição na faixa de 8178.02 mm com a cabeça anteriorizada isso pode representar por um bom controle postural que está de acordo com o estudo de pesquisadores que têm mostrado que a eficácia do sistema de CP estaria diretamente relacionada à amplitude de deslocamento dele mesmo, afirmando que um bom controle seria representado por pequenas amplitudes de seu deslocamento (DORNELES; SILVA; MOTA, 2015; ELABD; ELABD, 2021; RIZZATO *et al.*, 2021), nossos resultados também obtiveram pequenas amplitudes de deslocamentos seja no eixo x quanto para o eixo y da plataforma. Sendo assim, encontramos igualdade com as pesquisas anteriores que expressam quanto menores as frequências de oscilação do corpo, menores serão as diferenças entre as grandezas centro de pressão e centro de gravidade e melhor é considerado o equilíbrio, considerando uma mudança postural rápida e em uma área pequena de contato, sendo a plataforma (YAMAMOTO *et al.*, 2018). 2. Nossos resultados para (RMSAP) obtiveram uma queda também para 39.9mm, podendo sugerir adaptações do corpo para estabilidade postural e bom controle postural, estudos que mostram maior oscilação AP, os autores apontam que pessoas com este perfil têm relação com diminuição do equilíbrio, com mecanismos anatômicos, exemplificando que a estabilidade do corpo para direção AP é gerenciada por adaptação ativa

do tornozelo, onde os movimentos que dependem destas articulações utilizam os músculos e reflexos da mesma região. E quanto à estabilidade médio lateral está mais relacionada com a amplitude de movimento, que é mínima neste sentido no eixo do ortostatismo (QUIALHEIRO *et al.*, 2021). O que corrobora com nossos achados, pois oscilações do CP foram mais amplas diretamente para o eixo antero posterior, justamente pela tendência maior de reajustes posturais e oscilações neste sentido.

3. Os resultados de (RMSML) quando comparado com gênero e idade, as mulheres com mais de 36 anos apresentaram maior oscilação quando comparado com homens e mulheres com menos de 36 anos, sugerindo já haver maior dificuldade do controle postural. Parece haver um consenso entre os autores que têm estudado a postura corporal dos idosos, por exemplo, de que com o avanço da idade são mais perceptíveis estes desvios posturais e alterações do equilíbrio. O envelhecimento traz modificações no metabolismo energético, o que finaliza em aumento da gordura corporal, diminuição das fibras e massa musculares, da estatura em virtude à compressão do espaço intervertebral, cabeça dianteira e às mudanças na densidade óssea em mulheres que desenvolvem antecipadamente osteoporose e nas curvaturas vertebrais, o que pode levar às alterações no posicionamento do (CG) (LIMA COSTA, 2018; SZABLICS *et al.*, 2019).

4. E finalmente para (VMML) ocorreu uma queda para 1.21mm demonstrando que houve uma menor variação de todos da posição inicial em relação ao tempo, como a tarefa executada foi pequena, todos levaram pouco tempo para percorrer a distância determinada, no estudo de Stablics *et al.* (2019) investigaram 38 variáveis na análise postural e concluíram que a velocidade média do CP tem sido considerada a medida de maior confiabilidade e Stablics *et al.* (2019) e Lima Costa (2018) por sua vez, observaram que a velocidade média do deslocamento do CP foi mais sensível às comparações entre grupos de faixas etárias diferentes e grupos com diferentes condições de instabilidade relacionadas à saúde. Costa, Goroso e Lopes (2009) analisaram a estabilometria em adultos jovens com privação momentânea da visão, e tiveram como resultados, que os indivíduos com privação momentânea da visão precisam de mecanismos de ajustes bem mais

rápidos para se estabilizar na postura ereta do que os indivíduos de visão preservada como foi realizado neste estudo, onde a velocidade do deslocamento do CP dos participantes tendeu para uma queda, uma vez que o comportamento da oscilação sempre tem a tendência de buscar estabilidade no caso de indivíduos saudáveis.

Poucos pesquisadores estudaram a melhoria da confiabilidade dos parâmetros do CP, como uma média de várias medidas. O que precisamos também considerar é que a maioria dos estudos que se concentraram na confiabilidade dos parâmetros do CP após as análises convencionais de teste-reteste exigiu que os participantes realizassem duas sessões em dias diferentes ou separados por intervalos de tempo de pelo menos uma hora (CAŢAN *et al.*, 2020).

Os resultados do nosso estudo não mostraram associação entre o alinhamento sagital da coluna cervical e a amplitude máxima atingida pelos participantes antes e após a anteriorização da cabeça, portanto não podemos mencionar os participantes que saíram do padrão lordótico cervical aceito como “normal”.

O controle de equilíbrio rápido é um componente crucial das atividades motoras humanas cotidianas, como caminhar ou correr, e seu prejuízo está relacionado a um risco aumentado de queda. No entanto, em humanos, os mecanismos neurobiológicos precisos subjacentes ao controle do equilíbrio ainda não estão muito claros. Principalmente, embora estudos anteriores tenham identificado uma série de regiões corticais que se tornam especialmente ativadas durante o equilíbrio real ou imaginário, os entrosamentos dentro e entre as regiões corticais relevantes continuam a ser investigadas (MIERAU *et al.*, 2017; MIKO *et al.*, 2018).

A CD em casos crônicos aumenta a extensão da articulação atlanto-occipital e das vértebras cervicais superiores, também a flexão das vértebras cervicais inferiores e torácicas inferiores. Sendo assim, o centro de gravidade CG da cabeça muda na direção do antero superior, aumentando a carga no pescoço, o que causa disfunção dos sistemas musculoesquelético, neuronal e vascular. O corpo tenta se adaptar a essas mudanças alterando seus

mecanismos de controle de equilíbrio; e essas adaptações diminuem a capacidade de equilíbrio ao realizar diferentes atividades e aumentam o risco de queda e lesão musculoesquelético, resultando em função corporal limitada e alta incidência de várias doenças (AIMI *et al.*, 2019).

O tempo total de aquisição de dados de nosso estudo foi de 25 segundos, considerando um padrão para aferição de dados considerada mundialmente, que fica em torno de 10s em padrões europeus a 60s entre países como no Japão o tempo de registro foi padronizado em 60 segundos, com olhos abertos e fechados, porque na maioria dos casos seu platô acontece dentro deste tempo, no entanto mais estudos são necessários para obter um tempo de gravação ideal para todos os pesquisadores (YAMAMOTO *et al.*, 2018).

A cabeça humana não é leve e ao incliná-la está a exercer-se uma pressão sobre a coluna vertebral, que não se destina a ser puxada com tanta frequência. Segundo Cho, Lee e Lee (2017, p. 1, tradução nossa), “à medida que a cabeça é inclinada para a frente a força gravitacional gerada na coluna sobe para 12 kg se estiver a 15 graus de flexão cervical, 18 kg a 30 graus, 22 kg a 45 graus e 27 kg a 60 graus”. O que justifica nossa relevante preocupação e motivação ao realizar este levantamento em nosso estudo.

A modificação da postura ereta em pé e CD é uma das mudanças que ocorrem no sistema osteomuscular em consequência da idade, tem sido grandemente discutida pelos pesquisadores, justamente por suas consequências a qualidade de vida.

Como não foi objetivo do estudo avaliar o tamanho da base de sustentação, a relação direta com as consequências do equilíbrio, porque os padrões da postura aguda analisada, não mudaram o equilíbrio dos indivíduos, pois os mesmos mudaram o padrão de comportamento postural para atender a perturbação da CD solicitada, sendo assim, não é possível afirmar que o centro de gravidade e o centro de pressão dos indivíduos tendeu a manter uma localização mais anteriorizada por tempo prolongado, mas mesmo assim foi possível observar que mesmo com comportamento agudo estas duas grandezas não possuem posição fixa e mudaram de comportamento

momentâneo conforme a mudança da cabeça seria certo afirmar que o corpo está em oscilações constantes e em busca constante pelo equilíbrio, porém, seria interessante e complementar, em futuros trabalhos, medir a distância entre os pés para mensurar a base de apoio e o comprimento de deslocamento da cabeça e também vídeos para avaliar mais estas características biomecânica no controle do equilíbrio.

## 11 CONCLUSÃO

Este estudo cumpriu com seu objetivo de analisar através da estabilometria o comportamento do centro de pressão com a cabeça anteriorizada em uma postura ortostática semi quieta com olhos abertos, identificamos diminuição da oscilação do equilíbrio quando os participantes anteriorizaram a cabeça atendendo a uma perturbação externa, e também foi possível notar que as mulheres maiores de 36 anos tiveram uma oscilação maior para o sentido (ML) quando comparado entre gêneros e idade, no entanto, como foi analisado em posturas agudas, não podemos afirmar que este comportamento do centro de pressão seja estável para posturas crônicas e por isso sugerimos estudos futuros com abordagem diferente. E finalmente, evidenciar a importância da estabilometria para avaliar o equilíbrio postural de forma enfática e poder assim ser utilizada como um método de tratamento ou preventivo.



## REFERÊNCIAS

- AIMI, M. *et al.* Posture, muscle endurance and ROM in individuals with and without neck pain. **Fisioterapia em Movimento**, Curitiba, v. 32, p. e003217, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/1980-5918.032.AO20>.
- BELTRAN-ALACREU, H. *et al.* Clinical features of patients with chronic non-specific neck pain per disability level: A novel observational study. **Revista da Associação Médica Brasileira**, São Paulo, v. 64, n. 8, p. 700-709, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-9282.64.08.700>.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. **Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012**. Brasília, DF: Conselho Nacional de Saúde, 2012. Disponível em: <https://conselho.saude.gov.br/resolucoes/2012/Reso466.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2022.
- BRUGNERA, A. *et al.* A utilização da baropodometria como instrumento de avaliação do equilíbrio. **Revista Destaques Acadêmicos**, Lajeado, v. 10, n. 3, p. 128-139, 2018. DOI: <https://doi.org/10.22410/issn.2176-3070.v10i3a2018.1913>.
- CATALÁN EDO, P. *et al.* Control postural en adultos: influencia de la edad y del entrenamiento aeróbico. **Revista Española de Salud Pública**, Madrid, v. 95, p. e202101025, 2021. Disponível em: [https://www.sanidad.gob.es/biblioPublic/publicaciones/recursos\\_propios/resp/revista\\_cdrom/VOL95/ORIGINALES/RS95C\\_202101025.pdf](https://www.sanidad.gob.es/biblioPublic/publicaciones/recursos_propios/resp/revista_cdrom/VOL95/ORIGINALES/RS95C_202101025.pdf). Acesso em: 20 jul. 2022.
- CAŢAN, L. *et al.* Assessment of static plantar pressure, stabilometry, vitamin D and bone mineral density in female adolescents with moderate idiopathic scoliosis. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, Basel, v. 17, n. 6, p. 2167, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph17062167>.
- CHO, J.; LEE, E.; LEE, S. Upper thoracic spine mobilization and mobility exercise versus upper cervical spine mobilization and stabilization exercise in individuals with forward head posture: A randomized clinical trial. **BMC Musculoskeletal Disorders**, London, v. 18, n. 1, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1186/S12891-017-1889-2>.
- COSTA, R. M. C. L.; GOROSO, D. G.; LOPES, J. A. F. Estabilidade postural de adultos jovens na privação momentânea da visão. **Acta Fisiátrica**, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 19-24, 2009. DOI: <https://doi.org/10.11606/issn.2317-0190.v16i1a103035>.

DE MELO, G. C. V. *et al.* Equilíbrio estático por baropodometria em paciente com ataxia cerebelar após tratamento com *neurofeedback*. **Fisioterapia Brasil**, Petrolina, v. 18, n. 2, p. 249-256, 2017. Disponível em: <https://portalatlanticaeditora.com.br/index.php/fisioterapiabrasil/article/view/802>. Acesso em: 18 jul. 2022.

DŁUGOSZ-BOŚ, M. *et al.* Effect of three months pilates training on balance and fall risk in older women. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, Basel, v. 18, n. 7, p. 3663, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph18073663>.

DORNELES, P. P.; SILVA, F. S.; MOTA, C. B. Comparação do equilíbrio postural entre grupos de mulheres com diferentes faixas etárias. **Fisioterapia e Pesquisa**, São Paulo, v. 22, n. 4, p. 392-397, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/fp/a/nxnbTh8Cxr47dHYnfQMKvPz/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 20 jul. 2022.

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. 183-192, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-35552010000300003>.

ELABD, A. M.; ELABD, O. M. Relationships between forward head posture and lumbopelvic sagittal alignment in older adults with chronic low back pain. **Journal of Bodywork and Movement Therapies**, New York, v. 28, p. 150-156, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2021.07.036>.

ENGERS, P. B. *et al.* The effects of the pilates method in the elderly: A systematic review. **Revista Brasileira de Reumatologia**, São Paulo, v. 56, n. 4, p. 352-365, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rbre.2016.05.005>.

FERREIRA, E. A. *et al.* Quantitative assessment of postural alignment in young adults based on photographs of anterior, posterior, and lateral views. **Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics**, Lombard, v. 34, n. 6, p. 371-380, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2011.05.018>.

FORBES, P. A.; CHEN, A.; BLOUIN, J. S. Sensorimotor control of standing balance. *In*: DAY, B. L.; LORD, S. R. (ed.). **Handbook of clinical neurology**. [Amsterdam]: Elsevier, 2018. v. 159, p. 61-83. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63916-5.00004-5>.

FREIRE-MAIA, B. A. V. *et al.* Avaliação cefalométrica radiográfica da posição craniocervical de pacientes orientados em posição natural da cabeça pré e pós-expansão rápida da maxila. **Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial**, Maringá, v. 10, n. 2, p. 96-110, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-54192005000200013>.

GAO, K. *et al.* Correlation between cervical lordosis and cervical disc herniation in young patients with neck pain. **Medicine**, Baltimore, v. 98, n. 31, p. e16545, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000016545>.

GASPAROTTO, L. P. R. *et al.* Autoavaliação da postura por idosos com e sem hipercifose torácica. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 3, p. 717-722, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-81232012000300018>.

GHAMKHAR, L.; KAHLAEE, A. H. Is forward head posture relevant to cervical muscles performance and neck pain?: A case-control study. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, São Carlos, v. 23, n. 4, p. 346-354, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2018.08.007>.

GOMES, P. S. C. *et al.* Whole-body vibration does not seem to affect postural control in healthy active older women. **Rehabilitation Research and Practice**, New York, v. 2018, p. 5798265, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1155/2018/5798265>.

GÓMEZ, F. *et al.* Immediate and short-term effects of upper cervical high-velocity, low-amplitude manipulation on standing postural control and cervical mobility in chronic nonspecific neck pain: A randomized controlled trial. **Journal of Clinical Medicine**, Basel, v. 9, n. 8, p. 2580, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/jcm9082580>.

GONZALEZ, H. E.; MANNS, A. Forward head posture: Its structural and functional influence on the stomatognathic system, a conceptual study. **Cranio**, Chattanooga, v. 14, n. 1, p. 71-80, 1996. DOI: <https://doi.org/10.1080/08869634.1996.11745952>.

GROB, D.; FRAUENFELDER, H.; MANNION, A. F. The association between cervical spine curvature and neck pain. **European Spine Journal**, Heidelberg, v. 16, n. 5, p. 669-678, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1007/S00586-006-0254-1>.

HENRY, M.; BAUDRY, S. Age-related changes in leg proprioception: Implications for postural control. **Journal of Neurophysiology**, Washington, DC, v. 122, n. 2, p. 525-538, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1152/jn.00067.2019>.

IM, B. *et al.* Effects of scapular stabilization exercise on neck posture and muscle activation in individuals with neck pain and forward head posture. **Journal of Physical Therapy Science**, Moroyama, v. 28, n. 3, p. 951-955, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1589/JPTS.28.951>.

KOŁCZ, A. *et al.* Baropodometric evaluation of foot load distribution during gait in the group of professionally active nurses. **Journal of Occupational Health**, Tokyo, v. 62, n. 1, p. e12102, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1002/1348-9585.12102>.

LEE, J. H. Effects of forward head posture on static and dynamic balance control. **Journal of Physical Therapy Science**, Moroyama, v. 28, n. 1, p. 274-277, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1589/jpts.28.274>.

LIMA-COSTA, M. F. Aging and public health: The Brazilian Longitudinal Study of Aging (ELSI-Brazil). **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 52, suppl. 2, p. 2s, 2018. DOI: <https://doi.org/10.11606/S1518-8787.201805200supl2ap>.

LIN, C. C. *et al.* Impact of prolonged tablet computer usage with head forward and neck flexion posture on pain intensity, cervical joint position sense and balance control in mechanical neck pain subjects. **Journal of Medical and Biological Engineering**, Taipei, v. 40, n. 3, p. 372-382, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40846-020-00525-8>.

MACHADO, G. G.; OLIVEIRA, N. M. L. Confiabilidade da baropodometria na avaliação do equilíbrio de indivíduos com deficiência visual. **Acta Fisiátrica**, São Paulo, v. 28, n. 2, p. 7885, 2021. DOI: <https://doi.org/10.11606/issn.2317-0190.v28i2a168933>.

MCCRUM, C. *et al.* Stability-normalised walking speed: A new approach for human gait perturbation research. **Journal of Biomechanics**, New York, v. 87, p. 48-53, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2019.02.016>.

MCDAVID, L. J.; KHAN, Y. S. Anatomy, head and neck, prevertebral muscles. *In*: STATPEARLS. Treasure Island: StatPearls Publishing, 2022. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK560569/>. Acesso em: 19 jul. 2022.

MELO, R. S. *et al.* Static and dynamic balance of children and adolescents with sensorineural hearing loss. **Einstein**, São Paulo, v. 15, n. 3, p. 262-268, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1679-45082017AO3976>.

MIERAU, A. *et al.* Cortical correlates of human balance control. **Brain Topography**, New York, v. 30, n. 4, p. 434-446, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10548-017-0567-x>.

MIKO, I. *et al.* Effect of a balance-training programme on postural balance, aerobic capacity and frequency of falls in women with osteoporosis: A randomized controlled trial. **Journal of Rehabilitation Medicine**, Stockholm, v. 50, n. 6, p. 542-547, 2018. DOI: <https://doi.org/10.2340/16501977-2349>.

MILANESI, J. M. *et al.* Atividade elétrica dos músculos cervicais e amplitude de movimento da coluna cervical em indivíduos com e sem DTM. **Fisioterapia e Pesquisa**, São Paulo, v. 18, n. 4, p. 317-339, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1809-29502011000400004>.

MOUSTAFA, I. M. *et al.* Does improvement towards a normal cervical sagittal configuration aid in the management of cervical myofascial pain syndrome: A 1-year randomized controlled trial. **BMC Musculoskeletal Disorders**, London, v. 19, n. 1, p. 396, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12891-018-2317-y>.

NACHMIAS, J. *et al.* A conversation with Jacob Nachmias. **Annual Review of Vision Science**, Palo Alto, v. 5, p. 1-13, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev-vision-011019-111539>.

NAGYMÁTÉ, G.; ORLOVITS, Z.; KISS, R. M. Reliability analysis of a sensitive and independent stabilometry parameter set. **PLoS One**, San Francisco, v. 13, n. 4, p. e0195995, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0195995>.

OLIVEIRA, A. K. *et al.* Reliability of pressure pain threshold on myofascial trigger points in the trapezius muscle of women with chronic neck pain. **Revista da Associação Médica Brasileira**, São Paulo, v. 67, n. 5, p. 708-712, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-9282.20201149>.

PUERRO NETO, J.; RASO, W.; BRITO, C. A. F. Mobilidade funcional em função da força muscular em mulheres idosas fisicamente ativas. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v. 21, n. 5, p. 369-371, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/1517-869220152105112756>.

QIAN, W. *et al.* Cervical sagittal alignment in patients with dropped head syndrome. **Journal of Orthopaedic Surgery**, Hong Kong, v. 29, n. 1, p. 2309499021990112, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1177/2309499021990112>.

QUIALHEIRO, A. *et al.* Stabilometric analysis as a cognitive function predictor in adults over the age of 50: A cross-sectional study conducted in a memory clinic. **Journal of Bodywork and Movement Therapies**, New York, v. 27, p. 640-646, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2021.04.007>.

RAHMAN, S.; DAS, J. M. Anatomy, head and neck, cervical spine. *In*: STATPEARLS. Treasure Island: StatPearls Publishing, 2022. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK557516/>. Acesso em: 19 jul. 2022.

ŘEZANINOVÁ, J. *et al.* Advanced conservative treatment of complete acute rupture of the lateral ankle ligaments: Verifying by stabilometry. **Foot and Ankle Surgery**, Paris, v. 24, n. 1, p. 65-70, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fas.2016.12.001>.

RIFFEL, G. M.; SOUZA, S. R.; SÁ, D. P. C. Estudo de distribuição de carga e estabilometria no fortalecimento do core na prevenção de lesões em atletas. **Hígia**, Barreiras, v. 6, n. 1, p. 71-88, 2021. Disponível em: <http://www.fasb.edu.br/revista/index.php/higia/article/view/623>. Acesso em: 20 jul. 2022.

RIZZATO, A. *et al.* Are static and dynamic postural balance assessments two sides of the same coin?: A cross-sectional study in the older adults. **Frontiers in Physiology**, Lausanne, v. 12, p. 681370, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.681370>.

RODRÍGUEZ-RUBIO, P. R. *et al.* Validity and reliability of the satel 40 HZ stabilometric force platform for measuring quiet stance and dynamic standing balance in healthy subjects. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, Basel, v. 17, n. 21, p. 7733, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph17217733>.

SEMPERE-RUBIO, N. *et al.* Characterization of postural control impairment in women with fibromyalgia. **PLoS One**, San Francisco, v. 13, n. 5, p. e0196575, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0196575>.

SGARBI, N.; TELIS, O. Unión cráneo-cervical: anatomía normal y correlación con imágenes. **Revista Argentina de Radiología**, Buenos Aires, v. 82, n. 4, p. 161-167, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1055/S-0038-1656541>.

SHARRAK, S.; KHALILI, Y. A. Cervical disc herniation. *In*: STATPEARLS. Treasure Island: StatPearls Publishing, 2022. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK546618/>. Acesso em: 19 jul. 2022.

SHIRAVI, S. *et al.* Efficacy of abdominal control feedback and scapula stabilization exercises in participants with forward head, round shoulder postures and neck movement impairment. **Sports Health**, Thousand Oaks, v. 11, n. 3, p. 272-279, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1177/1941738119835223>.

SILVA, B. C.; SILVA, S. K.; CUNHA, M. R. Caracterização anatômica das vértebras cervicais atlas e eixo e sua aplicabilidade na compreensão das instabilidades cervicais. **Revista Multidisciplinar da Saúde**, Jundiaí, v. 2, n. 4, p. 25-36, 2020. Disponível em: <https://revistas.anchieta.br/index.php/RevistaMultiSaude/article/view/1624>. Acesso em: 20 jun. 2022.

SILVEIRA, M. Postura do idoso. *In*: DR MÁRCIO Silveira: ortopedia e traumatologia. Brasília, DF, [2022]. Disponível em: <https://drmarciosilveira.com/postura-do-idoso/amp/>. Acesso em: 23 jun. 2022.

SOARES, J. C. *et al.* Correlação entre postura da cabeça, intensidade da dor e índice de incapacidade cervical em mulheres com queixa de dor cervical. **Fisioterapia e Pesquisa**, São Paulo, v. 19, n. 1, p. 68-72, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/s1809-29502012000100013>.

SZABLICS, P. *et al.* Effects of aerobic workout on the changes in the characteristics of dynamics of the center of gravity in different age categories. **Physiology International**, Budapest, v. 106, n. 2, p. 140-150, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1556/2060.106.2019.13.31282761>.

SZCZYGIEŁ, E. *et al.* Assessing the impact of certain exercises on the spatial head posture. **International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health**, Lodz, v. 32, n. 1, p. 43-51, 2019. DOI: <https://doi.org/10.13075/ijomeh.1896.01293>.

SZCZYGIEŁ, E. *et al.* Musculo-skeletal and pulmonary effects of sitting position: A systematic review. **Annals of Agricultural and Environmental Medicine**, Lublin, v. 24, n. 1, p. 8-12, 2017. DOI: <https://doi.org/10.5604/12321966.1227647>.

TAKEDA, K. *et al.* Adaptation effects in static postural control by providing simultaneous visual feedback of center of pressure and center of gravity. **Journal of Physiological Anthropology**, Tokyo, v. 36, n. 1, p. 31, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40101-017-0147-5>.

TALEBI, R. Z. *et al.* Evaluation of cervical spine muscles thickness in patients with cervical vertigo and healthy controls through ultrasonography. **Journal of Physical Therapy Science**, Moroyama, v. 32, n. 7, p. 439-443, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1589/jpts.32.439>.

TANAKA, E. H. *et al.* Is there a relationship between complaints of impaired balance and postural control disorder in community-dwelling elderly women?: A cross-sectional study with the use of posturography. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, São Carlos, v. 19, n. 3, p. 186-193, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/BJPT-RBF.2014.0086>.

TANISHIMA, S. *et al.* Significance of stabilometry for assessing postoperative body sway in patients with cervical myelopathy. **Asian Spine Journal**, Seoul, v. 11, n. 5, p. 763-769, 2017. DOI: <https://doi.org/10.4184/asj.2017.11.5.763>.

TEIXEIRA, T. *et al.* Estudo biomecânico da coluna cervical com patologia. **Revista Internacional de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería**, Barcelona, v. 33, n. 1/2, p. 72-78, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rimni.2015.10.004>.

TREGER, I.; MIZRACHI, N.; MELZER, I. Open-loop and closed-loop control of posture: Stabilogram-diffusion analysis of center-of-pressure trajectories among people with stroke. **Journal of Clinical Neuroscience**, Melbourne, v. 78, p. 313-316, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jocn.2020.04.114>.

VIANA, M. O. *et al.* Avaliação de sinais e sintomas da disfunção temporomandibular e sua relação com a postura cervical. **Revista de Odontologia da UNESP**, Araraquara, v. 44, n. 3, p. 125-130, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/1807-2577.1071>.

YAMAMOTO, M. *et al.* Japanese standard for clinical stabilometry assessment: Current status and future directions. **Auris Nasus Larynx**, Tokyo, v. 45, n. 2, p. 201-206, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anl.2017.06.006>.