

Análise de dados antropométricos de alunos de graduação em odontologia em relação a equipamentos odontológicos

Gustavo Raime^{1,*}, Marina Conde²

¹ Aluno de graduação, Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, São Paulo - SP, Brasil

² Professora orientadora, Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, São Paulo - SP, Brasil

Abstract. Levando em consideração o correto posicionamento por parte do cirurgião-dentista em seu ambiente de trabalho, bem como a adequação do posicionamento do paciente orientado pelo profissional, a prática clínica seguindo os preceitos da ergonomia buscam evitar o surgimento de lesões músculo-esqueléticas que podem afastar o profissional ou até mesmo aposentá-lo precocemente de sua atividade laboral. Este estudo colheu dados antropométricos de estudantes do último período do curso de Odontologia da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo e comparou estes dados com uma base de dados das medidas de equipamentos odontológicos nacionais e importados disponíveis no mercado brasileiro. Por meio de uma amostra representativa dos profissionais do estado de São Paulo averiguou-se que os equipamentos odontológicos deixam a desejar no quesito ergonomia e que estes necessitam ser revistos por seus respectivos fabricantes.

1 Introdução

A ergonomia por definição é a relação do homem a um sistema ou ambiente, e, na odontologia isto está atrelado ao seu ambiente de trabalho: o consultório.

Quando os equipamentos odontológicos são inadequados para a exercer a prática clínica com ergonomia adequada, frequentemente observam-se lesões músculo-esqueléticas nos cirurgiões-dentistas. Essas lesões podem acarretar desde afastamento até aposentadoria precoce destes profissionais.

2 Objetivos

Como objetivo primário o trabalho buscou avaliar dados antropométricos de estudantes de odontologia a partir de uma amostra representativa dos profissionais do Estado de São Paulo.

Como objetivo secundário o trabalho visa estabelecer correlação entre os dados antropométricos colhidos com um banco de dados referentes a equipamentos odontológicos nacionais e importados, sendo cadeiras odontológicas mochos, karts e mesas auxiliares que estão disponíveis no mercado brasileiro.

3 Métodos

Segundo dados do CFO de 2019, em todo o Brasil existem 328.251 cirurgiões-dentistas e a região sudeste detém 57% destes profissionais. Somente no estado de São Paulo encontram-se cerca de 33% dos profissionais de todo o país.

3.1 Cálculo estatístico de amostra representativa

Como amostra representativa dos 87.340 cirurgiões-dentistas do Estado de São Paulo, foram escolhidos ao acaso ($n = 41$) estudantes do último período do curso de Odontologia da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo. Este número foi obtido a partir do seguinte cálculo:

$$n = \frac{N * Z^2 * p * (1 - p)}{(N - 1) * e^2 + Z^2 * p * (1 - p)} \quad (1)$$

- n = tamanho calculado da amostra
- N = população total representada pela amostra
- Z = nível de confiança (95%)
- p = proporção esperada (70%)
- e = margem de erro máximo permitido (5%)

3.2 Posição ergonômica para coleta de dados

A posição de trabalho ergonômica analisada para a coleta dos dados foi padronizada de tal forma que a região lombar esteja sempre apoiada sobre o encosto do mocho.

Nesta posição, os pés ficam alinhados com os ombros e virados para frente com as plantas dos pés totalmente apoiadas no solo. Atenta-se também para a porção distal dos membros inferiores formando ângulo de 90° em relação à porção proximal apoiada sobre o mocho.

Com os joelhos dobrados em posição de ângulo reto, a relação com os membros superiores também se faz na mesma angulação. Com o braço paralelo em relação ao tronco em posição ereta, formando um ângulo de 90° do braço com o antebraço e ombros relaxados. (Figura 1)

*e-mail: gustavo.raime.santos@usp.br

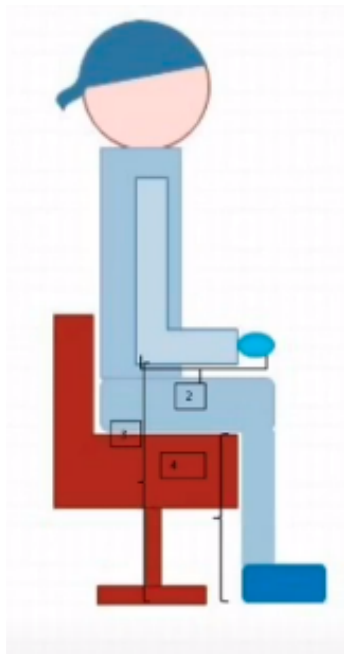


Figure 1. Ilustração da posição ergonômica padronizada que foi definida para coleta dos dados antropométricos da amostra.

3.3 Parâmetros da coleta dos dados antropométricos

Os parâmetros foram todos analisados em grandeza de centímetros (cm) para a coleta dos dados antropométricos. Estes parâmetros foram:

- **Estatura:** Medida por estadiômetro com todos os indivíduos voluntários da pesquisa descalços sobre a plataforma da ferramenta medidora. A altura máxima foi obtida com o indivíduo em pé, diferentemente das outras medidas. Foi determinada em coincidência com a superfície mais elevada da cabeça em contato com a régua calibradora do estadiômetro.
- **Comprimento do antebraço:** Medido por trena. Trata-se da distância entre a bursa olecraniana do cotovelo até a ponta do dedo médio com a mão aberta na posição ergonômica padronizada.
- **Distância do cotovelo ao solo:** Medido por trena. Trata-se da distância da bursa olecraniana do cotovelo em relação ao solo de forma perpendicular ao chão.
- **Distância do joelho ao solo:** Medido por trena. Trata-se da distância entre a parte posterior do joelho em contato com o mocho em relação ao solo de forma perpendicular ao chão.

3.4 Posição ergonômica de trabalho

Durante o acesso intrabucal, o cirurgião-dentista deve estar com as plantas dos pés totalmente apoiadas no solo, com joelhos e cotovelos formando ângulo de 90°, ombros relaxados e em postura ereta com apoio lombar no encosto do mocho.

Referente à altura do mocho e regulagem da altura do assento da cadeira odontológica, estes devem atender ao posicionamento do profissional de maneira a estar sempre com a altura de seu cotovelo na mesma altura da comissura labial do paciente devidamente posicionado na cadeira odontológica (Figura 2). Esta relação permite ao profissional desenvolver uma prática clínica sem estressar a região lombar e cervical para boa visualização, qualquer que seja o posicionamento do profissional de 12h, 11h, 10h, 9h, 8h ou 7h em relação à cabeça do paciente na cadeira (Figura 3).



Figure 2. Ilustração de altura ideal do assento da cadeira odontológica em relação ao cirurgião-dentista. *Altura do cotovelo do operador na mesma altura da comissura labial do paciente.*

Os ombros devem estar relaxados e sem angulação ex-cêntrica dos cotovelos para não gerar tensões na região dos ombros e na região cervical. Esforços e compressões repetitivas de estruturas anatômicas podem desencadear as chamadas lesões músculo-esqueléticas.

Para que isso não ocorra, no acesso do arco superior o encosto da cadeira deve estar reclinado a 180° em relação ao solo de tal forma que o arco superior forme uma angulação de 90° a 110° em relação ao solo (Figura 4). Já no acesso do arco inferior, o encosto da cadeira odontológica deve estar reclinado a 45° em relação ao solo de maneira que o arco inferior do paciente forme uma angulação de 45° em relação ao solo (Figura 5).

4 Resultados

Os dados foram colhidos e anotados em ficha e devidamente preenchidos para o Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, juntamente com o TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Estes dados então foram digitalizados em planilha no Excel e extraídos em formato .csv e manipulados em linguagem de programação PYTHON com recursos das bibliotecas PANDAS e MATPLOTLIB no VS-Code.

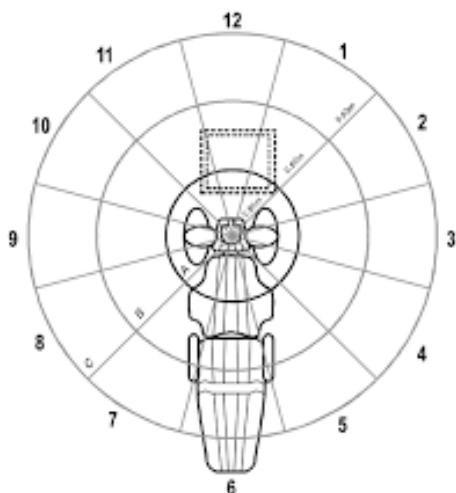


Figure 3. Posicionamento do profissional em relação a seu paciente: *Análise ergonômica do trabalho - cirurgia dentista - Dentística restauradora - Estudo de caso (Júnior AOM, Catai RE 2015).*

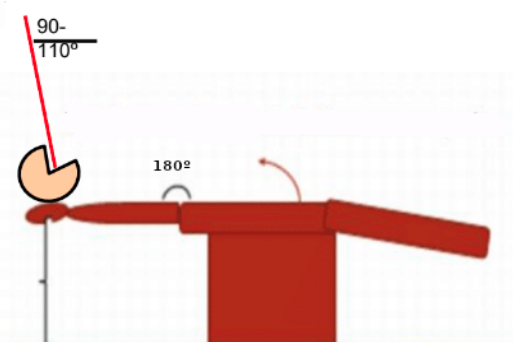


Figure 4. Cadeira reclinada a 180° e arco superior de 90° a 110°, ambos em relação ao solo. *Posição de trabalho para acesso ao arco superior.*

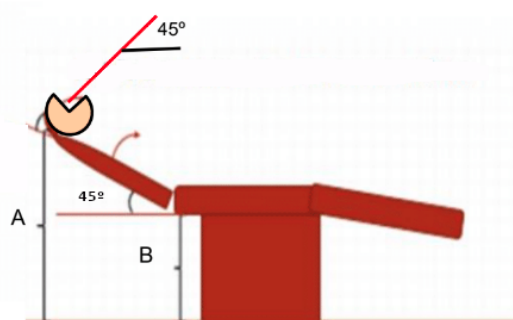


Figure 5. Cadeira reclinada a 45° e arco superior de 45°, ambos em relação ao solo. A - Altura do apoio de cabeça. B - Altura do assento da cadeira odontológica. *Posição de trabalho para acesso ao arco inferior.*

4.1 Panorama geral dos dados colhidos

A amostra se distribui entre 29 indivíduos do sexo feminino (70,73%) e 12 (29,27%) do sexo masculino, somando $n = 41$ (Figura 6).

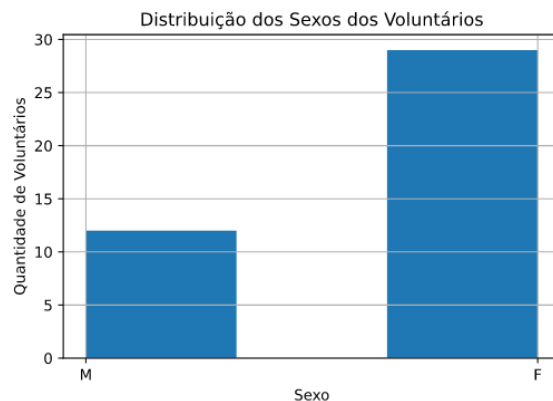


Figure 6. Distribuição dos indivíduos incluídos no estudo por sexo. F: sexo feminino; M: sexo masculino.

A estatura observada dos voluntários tem média de 166,414634 centímetros com desvio padrão de 8,763491 centímetros (Figuras 7 e 8).

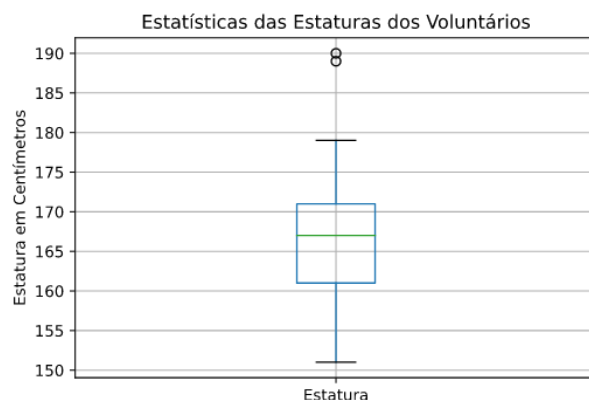


Figure 7. Distribuição estatística sobre a estatura do total da amostra.

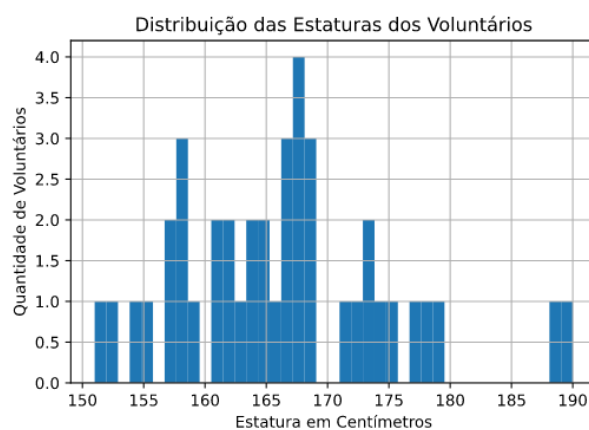


Figure 8. Distribuição quali-quantitativa sobre a estatura do total da amostra.

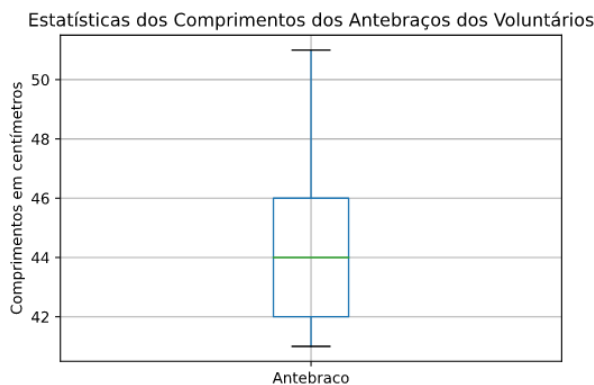


Figure 9. Distribuição estatística sobre o comprimento do antebraço do total da amostra.

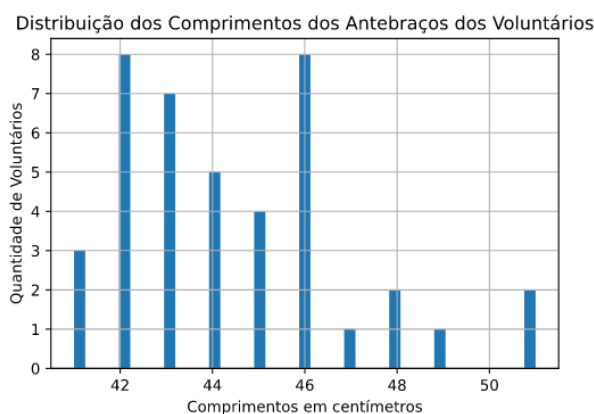


Figure 10. Distribuição quali-quantitativa sobre o comprimento do antebraço do total da amostra.

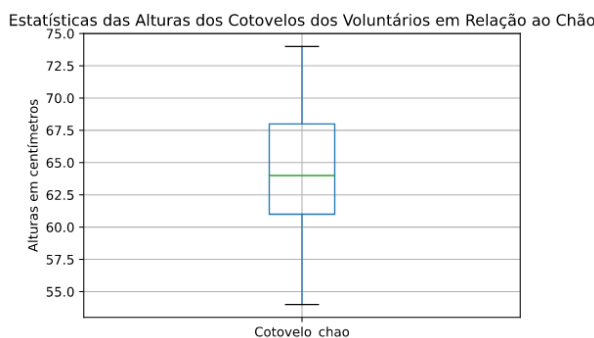


Figure 11. Distribuição estatística sobre a altura do cotovelo em relação ao solo do total da amostra.

O comprimento do antebraço de toda a amostra tem média de aproximadamente 44,43 centímetros com desvio padrão de 2,54 centímetros (Figuras 9 e 10).

A altura do cotovelo em relação ao solo dos participantes deste estudo tem em média de aproximadamente 64,51 centímetros e desvio padrão de 4,51 centímetros (Figuras 11 e 12).

E por fim, a altura do joelho em relação ao solo dos voluntários foi observada uma média de aproximadamente

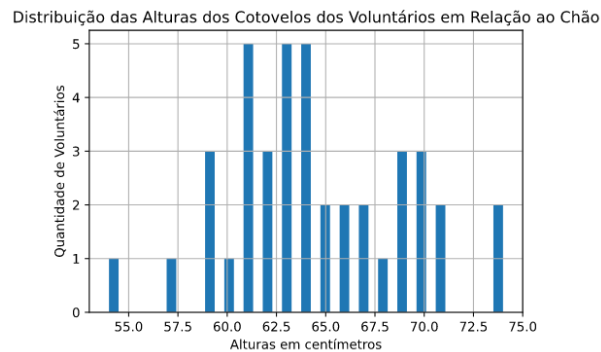


Figure 12. Distribuição quali-quantitativa sobre a altura do cotovelo em relação ao solo do total da amostra.

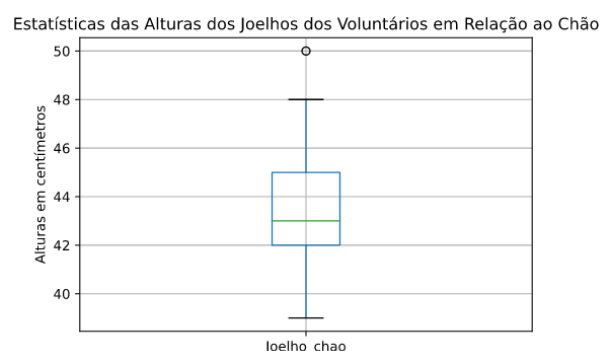


Figure 13. Distribuição estatística sobre a altura do joelho em relação ao solo do total da amostra.

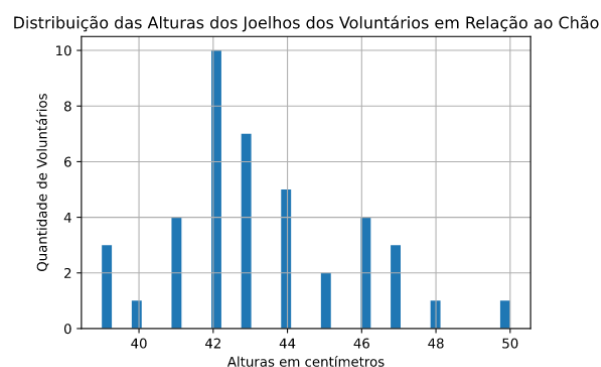


Figure 14. Distribuição quali-quantitativa sobre a altura do joelho em relação ao solo do total da amostra.

43,29 centímetros com desvio padrão de 2,50 centímetros (Figuras 13 e 14).

Os valores máximos e mínimos, respectivamente, da estatura do total da amostra é de 190 e 151 centímetros. Do comprimento do antebraço de 51 e 41 centímetros, da altura do cotovelo em relação ao solo de 74 e 54 centímetros e da altura do joelho em relação ao solo de 50 e 39 centímetros.

4.2 Indivíduos do sexo feminino

Nas 29 voluntárias deste estudo foram observadas médias e desvios padrão, respectivamente, na estatura de aproximadamente 162,20 e 5,39 centímetros (Figuras 15 e 16), no comprimento do antebraço de aproximadamente 43,27 e 1,57 centímetros (Figuras 17 e 18), na altura do cotovelo em relação ao solo de aproximadamente 62,89 e 3,60 centímetros (Figuras 19 e 20) e na altura do joelho em relação ao solo de aproximadamente 42,41 e 2,01 centímetros (Figuras 21 e 22).

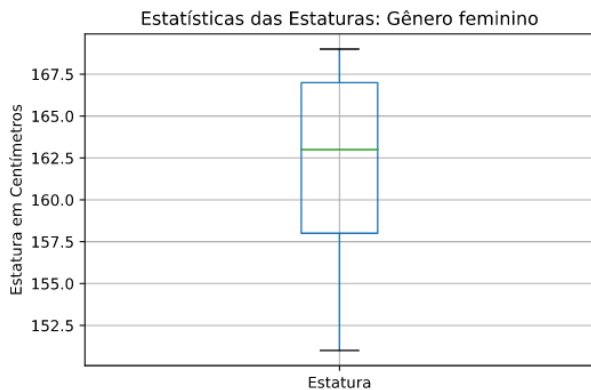


Figure 15. Distribuição estatística sobre a estatura dos indivíduos do sexo feminino.

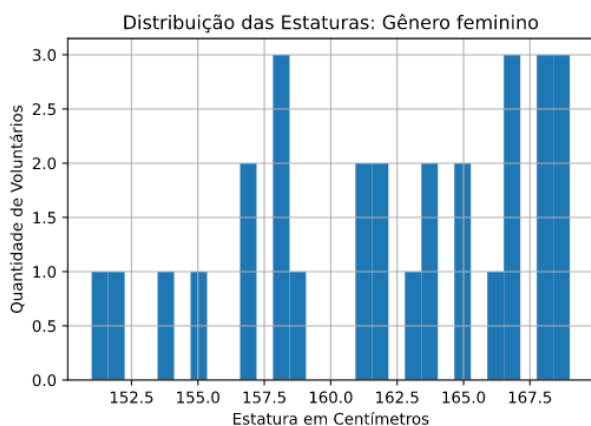


Figure 16. Distribuição quali-quantitativa sobre estatura dos indivíduos do sexo feminino.

Referente a mediana observou-se: Estatura com mediana de 163 centímetros, comprimento do antebraço de 43 centímetros, altura do cotovelo em relação ao solo de 63 centímetros e da altura do joelho em relação ao solo de 42 centímetros.

Em relação a pontos fora da curva de Gauss, os chamados *outlayers*, nos indivíduos do sexo feminino observou-se apenas uma medida do parâmetro de altura do joelho em relação ao solo, com 47 centímetros. Nos demais parâmetros não foram observados *outlayers* nos indivíduos do sexo feminino.

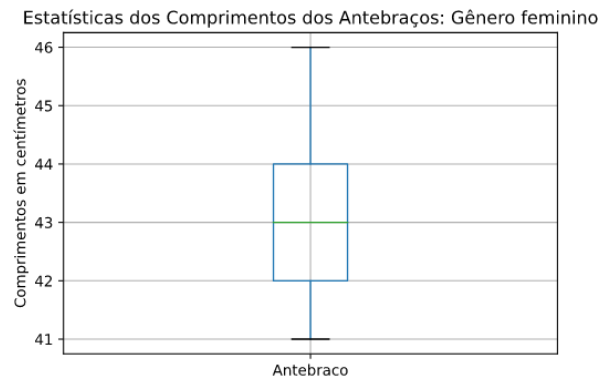


Figure 17. Distribuição estatística sobre o comprimento do antebraço dos indivíduos do sexo feminino.

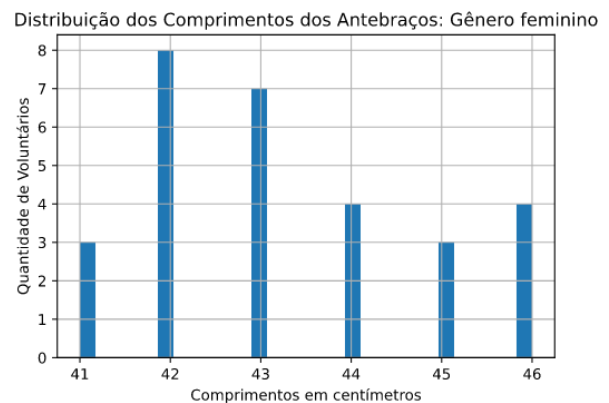


Figure 18. Distribuição quali-quantitativa sobre o comprimento do antebraço dos indivíduos do sexo feminino.

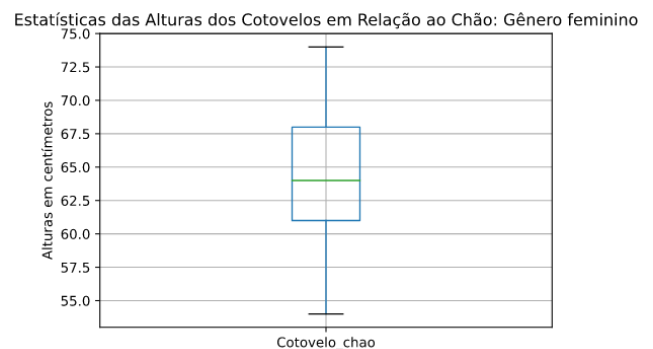


Figure 19. Distribuição estatística sobre a altura do cotovelo em relação ao solo dos indivíduos do sexo feminino.

4.3 Indivíduos do sexo masculino

Nos participantes do sexo masculino foram observadas médias e desvios padrão, respectivamente, na estatura de aproximadamente 176,58 e 6,76 centímetros (Figuras 23 e 24). Em relação ao comprimento do antebraço aproximadamente 47,25 e 2,22 centímetros (Figuras 25 e 26), na altura do cotovelo em relação ao solo de aproximadamente 68,41 e 4,18 centímetros (Figuras 27 e 28). Por fim, a

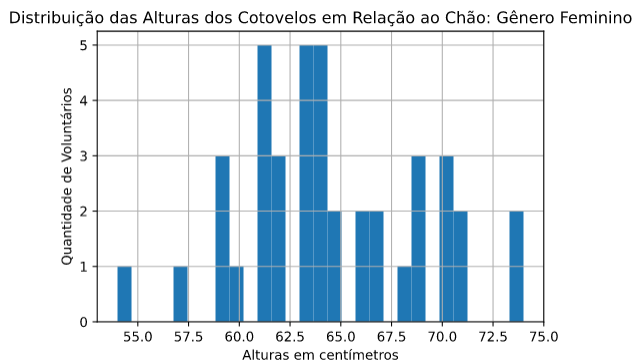


Figure 20. Distribuição quali-quantitativa sobre a altura do cotovelo em relação ao solo dos indivíduos do sexo feminino.

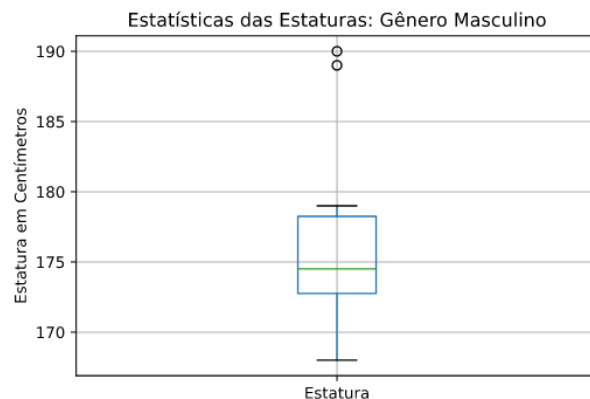


Figure 23. Distribuição estatística sobre a estatura dos indivíduos do sexo masculino.

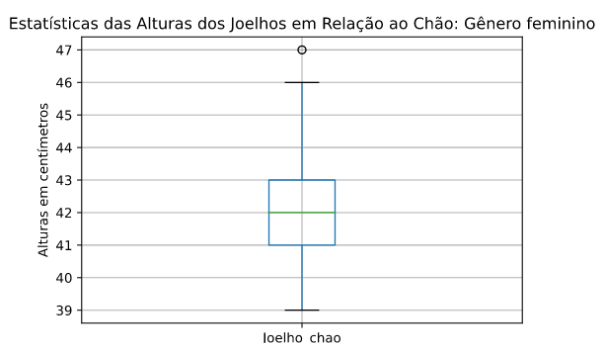


Figure 21. Distribuição estatística sobre a altura do joelho em relação ao chão dos indivíduos do sexo feminino.

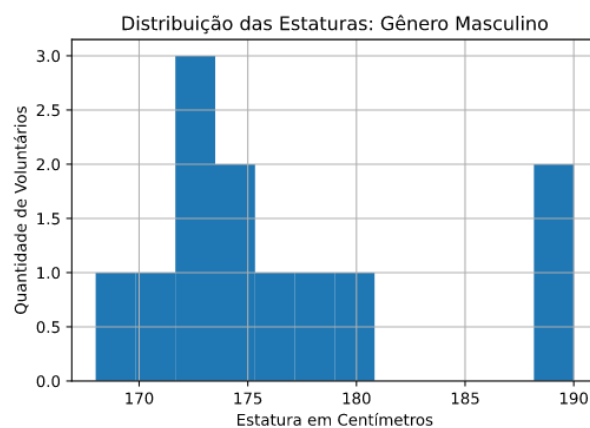


Figure 24. Distribuição quali-quantitativa sobre estatura dos indivíduos do sexo masculino.

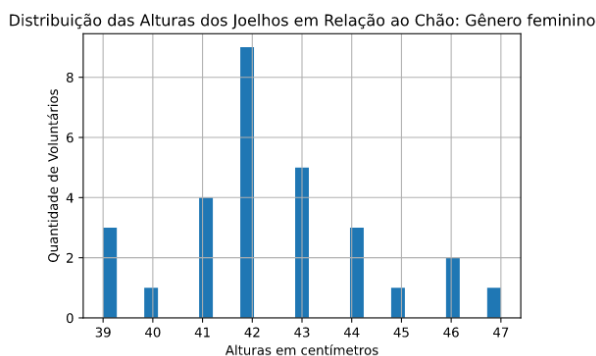


Figure 22. Distribuição quali-quantitativa sobre a altura do joelho em relação ao chão dos indivíduos do sexo feminino.

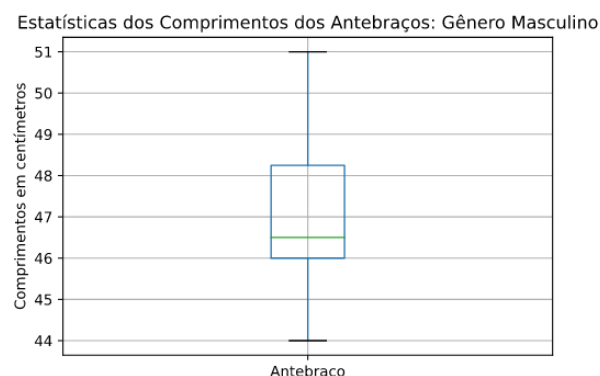


Figure 25. Distribuição estatística sobre o comprimento do antebraço dos indivíduos do sexo masculino.

altura do joelho em relação ao solo média de aproximadamente 45,41 centímetros e desvio padrão de 2,35 centímetros (Figuras 29 e 30).

Observou-se referente à mediana dos parâmetros analisados: Estatura com 174,5 centímetros, comprimento do antebraço de 46,5 centímetros, na altura do cotovelo em relação ao solo de 69 centímetros e altura do joelho em relação ao solo com 45,5 centímetros.

Quanto aos *outlayers* masculinos notam-se apenas dois indivíduos de estatura de 190 e 189 centímetros. Os de-

mais parâmetros não apresentaram *outlayers* dentre os indivíduos do sexo masculino.

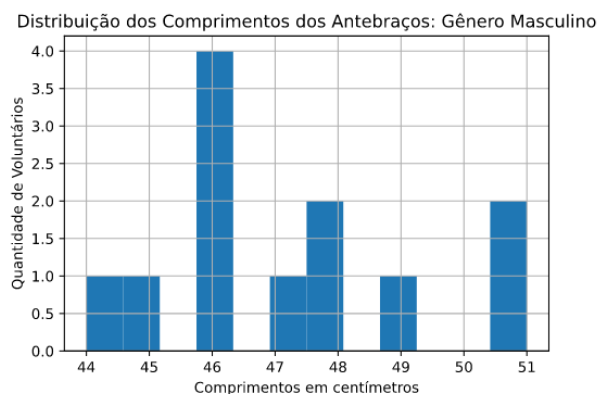


Figure 26. Distribuição quali-quantitativa sobre o comprimento do antebraço dos indivíduos do sexo masculino.

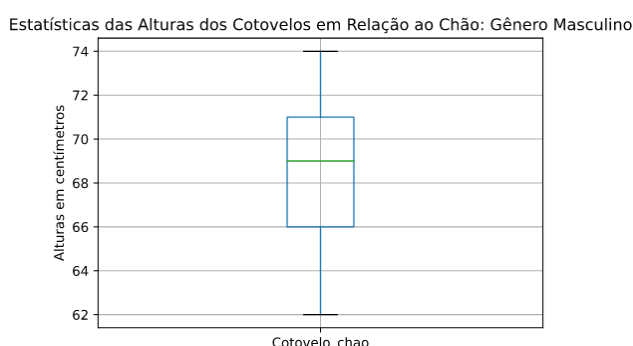


Figure 27. Distribuição estatística sobre a altura do cotovelo em relação ao solo dos indivíduos do sexo masculino.

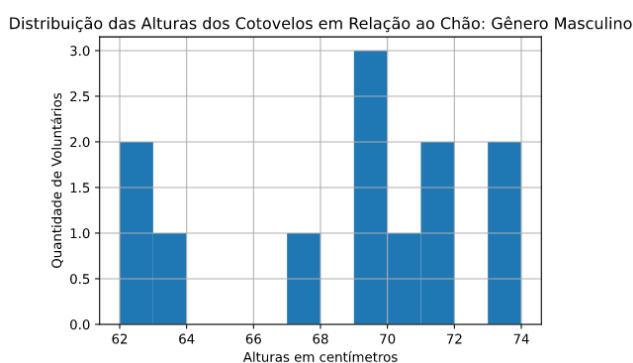


Figure 28. Distribuição quali-quantitativa sobre a altura do cotovelo em relação ao solo dos indivíduos do sexo masculino.

5 Indicadores de avaliação dos equipamentos odontológicos

Os equipamentos foram analisados tendo em vista o banco de dados levantado em 2018 em um showroom em São Paulo pelo trabalho Araki LM, Conde MC. *Avaliação de novos equipamentos odontológicos em função de preceitos de ergonomia. 26º SIICUSP, 2018* (Tabela 1).

Para uma elevação do ângulo do antebraço não superior a 15° e uma altura mínima das mãos do cirurgião-

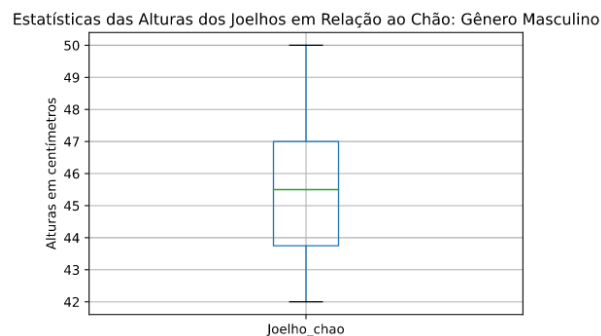


Figure 29. Distribuição estatística sobre a altura do joelho em relação ao chão dos indivíduos do sexo masculino.

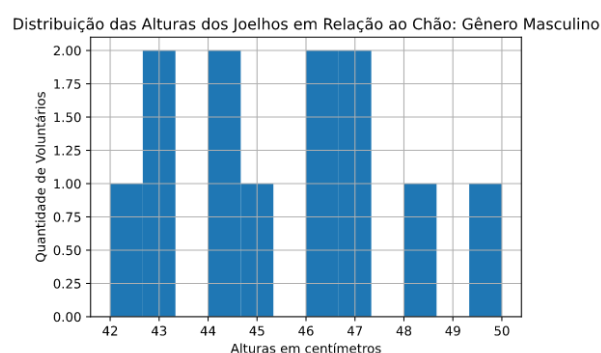


Figure 30. Distribuição quali-quantitativa sobre a altura do joelho em relação ao chão dos indivíduos do sexo masculino.

dentista durante o ato operatório não superior a 10 cm acima do cotovelo, os dados antropométricos colhidos por este trabalho foram correlacionados com a (*Hmax*) altura máxima e (*Hmin*) altura mínima do assento das cadeiras odontológicas, com a altura do encosto de cabeça quando a cadeira odontológica reclinada em 45° para acesso no arco inferior e com a altura do encosto de cabeça quando a cadeira odontológica reclinada 180° para acesso no arco superior.

Assim como os dados antropométricos foram correlacionados com as alturas relacionadas à cadeira odontológica, também se fizeram correlações a respeito da altura mínima do kart odontológico acoplado (*Kart Hmin*) e/ou do kart odontológico acoplado (*Kart móvel*). Cabe ressaltar que dependendo do fabricante e do modelo temos diferentes configurações destes equipamentos odontológicos.

Por fim, referente ao assento do profissional, os dados antropométricos colhidos foram correlacionados com a altura mínima do mocho (*Mocho Hmin*).

Foram analisados modelos *Top* e *Básica* de cadeiras odontológicas de 6 fabricantes neste showroom em 2018 em São Paulo. Apenas 1 fabricante não autorizou a coleta dos dados dos produtos e forneceu apenas o catálogo do fabricante.

Medições em centímetros dos equipamentos odontológicos avaliados								
Marca	Modelo	Hmax	Hmin	45°	180°	Kart Hmin	Kart móvel	Mocho Hmin
Olsen	<i>Top</i>	96,9	62,3	77,7	40,5	77,0	88,8	53,8
Olsen	<i>Básica</i>	71,9	57,4	94,6	39,4	73,2	88,8	53,8
Gnatus	<i>Top</i>	99,4	63,9	81,8	60,2	48,2	†	51,0
Takara	<i>Top</i>	89,6	56,3	84,0	52,5	70,3	†	53,4
Takara	<i>Básica</i>	93,8	57,1	73,3	59,0	61,9	†	54,9
Sirona	<i>Básica</i>	84,4	42,9	77,9	62,4	82,1	†	43,8
Kavo	<i>Básica</i>	84,0	43,5	78,0	48,0	79,5	74,0	44,5
Dabi*	-	60,0	30,0	-	-	-	-	-

Table 1. Dados das medidas em centímetros dos equipamentos odontológicos expostos em showroom em São Paulo em 2018. * O fabricante não autorizou a medição dos equipamentos e disponibilizou apenas o catálogo do fabricante. - Informação indisponível. † O equipamento não possui este produto. *Araki LM, Conde MC. Avaliação de novos equipamentos odontológicos em função de preceitos de ergonomia. 26º SIICUSP, 2018*

5.1 Sobre as Cadeiras Odontológicas

Tendo em vista os dados antropométricos coletados referentes à altura do cotovelo em relação ao solo (sexo feminino: 62.89 ± 3.60 cm e sexo masculino: 68.41 ± 4.18 cm), para acesso no arco superior, temos das cadeiras odontológicas as alturas do apoio de cabeça em cadeiras com encosto totalmente reclinado a 180°. A mais baixa possui altura de apoio de cabeça de 39.4cm no modelo *Básica* do fabricante *Olsen* e altura mais alta de 62.4cm no modelo *Básica* do fabricante *Sirona*. Em relação à altura mínima do assento, a cadeira odontológica mais baixa é da fabricante *Dabi* com 30cm e a mais alta o modelo *Top* da fabricante *Gnatus* com 63.9cm.

Para o paciente, esta posição totalmente reclinada em geral mostra-se desconfortável devido à pressão da base do encosto da cadeira sobre a região lombar e renal. Esse efeito é minimizado pelos modelos de cadeira onde há elevação das pernas, mantendo um ângulo confortável entre o assento e encosto.

Algumas cadeiras não permitem reclinarmos o encosto a 180° com o assento. Nestas condições, o apoio de cabeça necessita ser reclinado para formar ângulo de trabalho desejado e, muitas vezes, a altura da comissura labial do paciente fica muito acima da altura do cotovelo do operador.

As cadeiras avaliadas que oferecem melhor ergonomia para trabalho no arco superior, em relação à antropometria avaliada são, respectivamente, os modelos *Top* e *Básica* do fabricante *Olsen*, modelo *Básica* do fabricante *KaVo* e modelo *Top* da fabricante *Takara*.

Para acesso ao arco superior, ou seja, com a cadeira odontológica reclinada a 45°, referente à altura do apoio de cabeça temos os modelos *Básica* dos fabricantes *Takara* e *Olsen* com 73.5cm e 94.6cm, respectivamente sendo a mais baixa e a mais alta na comparação entre todos os modelos disponíveis no banco de dados de *Araki LM, Conde MC* de 2018. A altura mínima do assento não sofre alteração de altura em decorrência da diferente angulação do encosto.

Levando em consideração os dados coletados sobre a altura do cotovelo em relação ao solo dos profissionais (sexo feminino: 62.89 ± 3.60 cm e sexo mas-

culino: 68.41 ± 4.18 cm), nenhuma das cadeiras odontológicas oferece altura mínima para o trabalho ergonômico, uma vez que é preciso considerar ainda a distância da parte posterior da cabeça do paciente até a comissura labial, cerca de 20cm.

Para compensar, pode-se reclinarmos o encosto da cadeira a um ângulo de 30° com o solo e o apoio de cabeça angulado para frente. Esta posição, contudo, gera desconforto para o paciente por forçar o mento contra o peito, comprimindo a região da glândula tireóide. A fim de otimizar esta proporção, seria ideal que as cadeiras oferecessem menor distância do assento ao solo. Neste quesito, a cadeira que melhor atende aos requisitos necessários é da fabricante *Dabi* com 30cm de altura mínima do assento.

5.2 Sobre os karts acoplados

Correlacionando a altura mínima dos karts acoplados com a altura dos cotovelos em relação ao solo da amostra estudada (sexo feminino: 62.89 ± 3.60 cm e sexo masculino: 68.41 ± 4.18 cm), temos o kart mais baixo com 48.2cm no modelo *Top* da fabricante *Gnatus* e o mais alto com 82.1cm no modelo *Básica* da fabricante *Sirona*.

Dentre os novos modelos de equipo somente os karts da *Gnatus* com 48.2cm, *Takara* com 68.2cm e 70.3cm e *KaVo* com 68.2cm se mostraram reguláveis para indivíduos do sexo feminino. Para indivíduos do sexo masculino apenas o da *Sirona* se mostrou inadequado.

5.3 Sobre os mochos

Para o correto posicionamento do cirurgião-dentista no mocho, a altura mínima da regulação do mocho deve ser compatível com a altura do joelho em relação ao solo do profissional (sexo feminino: 42.41 ± 2.00 cm e sexo masculino: 45.41 ± 2.35 cm). Desta forma, temos o mocho mais baixo com 43.8cm do fabricante *Sirona*.

Dos novos modelos de mochos disponíveis no mercado brasileiro, nenhum deles atende aos requisitos ideais para o posicionamento ergonômico dos indivíduos do sexo feminino. Para indivíduos do sexo masculino, dentre os novos modelos somente os da *Sirona*

com 43.8cm e da *KaVo* com 44.5cm de altura mínima de mostraram adequados.

6 Conclusões

A estatura da amostra da população analisada (sexo feminino: 162.20 ± 5.39 cm; sexo masculino: 176.58 ± 6.76 cm) está de acordo com os dados do Censo do IBGE de 2009 para a região Sudeste, para faixa etária de 25 a 29 anos. Vale destacar que, segundo dados do mesmo Censo, conforme avançam as faixas etárias na população, menores são as estaturas observadas, por exemplo, como na faixa etária de 45 a 54 anos para o sexo feminino e sexo masculino com médias de 159,1cm e 171,1cm respectivamente.

Para as posições de trabalho consideradas ergonômicas, os equipamentos odontológicos disponíveis no mercado nacional não oferecem condições adequadas ao biótipo dos profissionais avaliados, em especial para as mulheres dentistas, parte significativa e maioria da amostra representativa dos profissionais de Odontologia do Estado de São Paulo. Todos os novos modelos de mocho falharam em proporcionar altura mínima para adaptação ao biótipo feminino da amostra avaliada.

Se fazem necessários ajustes pertinentes à altura mínima do assento das cadeiras odontológicas em relação ao solo, altura mínima de regulação do mocho, altura mínima de regulação do braço do kart acoplado e altura do

kart móvel, para que estes atendam aos preceitos de ergonomia em Odontologia. São os equipamentos que devem se adequar aos profissionais e não o contrário.

Referências bibliográficas

1. (<http://www.abergo.org.br/internas.php?pg=o-que-e-ergonomia>)
2. Barros, Olavo Bergamaschi Ergonomia I: a eficiência ou rendimento e a filosofia correta de trabalho em odontologia. São Paulo; Pancast; 1991. p. 196
3. Ergonomia em odontologia.Rev. paul. odontol; 27(2):36-38, abr. -jun. 2005
4. Carvalho MDV Work-related musculoskeletal disorders among Brazilian dental students. Journal of Dental Education, 73:624 - 630. 2009
5. Araki,LM e Conde,MC Avaliação de novos equipamentos odontológicos em função de preceitos da ergonomia. 26º SIICUSP. 2018
6. Conselho Federal de Odontologia – Estatísticas 2019. <http://cfo.org.br/website/estatisticas/quantidade-geral-de-entidades-e-profissionais-ativos/>
7. Conselho Regional de Odontologia–São Paulo–CROSP–EstatísticasDez/2019. <http://www.crosp.org.br/estatisticas.html>
8. Análise ergonômica do trabalho - cirurgião dentista - Dentística restauradora - Estudo de caso (Júnior AOM, Catai RE 2015).