



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE ARQUITETURA, ARTES E COMUNICAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN

Design, Ergonomia e Saúde: uma proposta para a interface postural do cirurgião dentista.

Guilherme da Silva Bertolaccini

Prof. Dr. Fausto Orsi Medola

Bauru - 2017

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE ARQUITETURA, ARTES E COMUNICAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN

Design, Ergonomia e Saúde: uma proposta para a interface postural do cirurgião dentista.

Dissertação de mestrado
apresentada ao Programa de Pós-
graduação em Design, da
Faculdade de Arquitetura, Artes e
Comunicação da UNESP – Campus
de Bauru, como parte dos
requisitos para obtenção do título
de Mestre em Design.

Guilherme da Silva Bertolaccini

Prof. Dr. Fausto Orsi Medola

Bauru - 2017

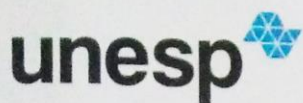
Bertolaccini, Guilherme da Silva.

Design, Ergonomia e Saúde: uma proposta para a interface postural do cirurgião dentista. / Guilherme da Silva Bertolaccini, 2017
106 f.

Orientador: Fausto Orsi Medola

Dissertação (Mestrado)-Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Bauru, 2017

1. Design. 2. Ergonomia. 3. Odontologia. 4. Mocho
I. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação. II. Título.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Bauru



ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE GUILHERME DA SILVA BERTOLACCINI, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN, DA FACULDADE DE ARQUITETURA, ARTES E COMUNICAÇÃO - CÂMPUS DE BAURU.

Aos 23 dias do mês de fevereiro do ano de 2017, às 14:30 horas, no(a) Sala de Reuniões da Secretaria de Pós-Graduação/FAAC, reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: Prof. Dr. FAUSTO ORSI MEDOLA - Orientador(a) do(a) Departamento de Design / Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação de Bauru, Prof. Titular LUIS CARLOS PASCHOARELLI do(a) Departamento de Design / Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação - UNESP/ Campus de Bauru, Professor Doutor EUGENIO ANDRES DIAS MERINO do(a) Departamento de Expressão Gráfica - PPGDesign & PPG/engenharia de Produção / UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, sob a presidência do primeiro, a fim de proceder a arguição pública da DISSERTAÇÃO DE MESTRADO de GUILHERME DA SILVA BERTOLACCINI, intitulada **DESIGN, ERGONOMIA E SAÚDE: UMA PROPOSTA PARA A INTERFACE POSTURAL DO CIRURGIÃO DENTISTA**. Após a exposição, o discente foi arguido oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo recebido o conceito final: APROVADO. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.

Prof. Dr. FAUSTO ORSI MEDOLA

Prof. Titular LUIS CARLOS PASCHOARELLI

Professor Doutor EUGENIO ANDRES DIAS MERINO

A meus pais, Marisa de Fatima da Silva Bertolaccini e Milton Bertolaccini Junior, meu irmão, Matheus da Silva Bertolaccini e minha cunhada Ana Carolina Barbosa Faria Gonçalves por todo carinho, incentivo, apoio e ensinamentos e a minha sobrinha Alice por fazer dos meus dias mais felizes.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela saúde, coragem e força.

A meu orientador, Prof. Dr. Fausto Orsi Medola, pela orientação, conhecimento, incentivo e amizade, sem o qual não teria concluído o trabalho.

Ao Prof. Dr. Luis Carlos Paschoarelli, por toda colaboração e amizade durante esse período.

A UNESP, em especial ao PPG-Design, por todo conhecimento e vivência durante todo esse período.

Aos amigos do laboratório de ergonomia e interfaces, em especial Rafael Kendi Nakajima, Idinei Francisco de Carvalho Filho e Ana Carolina Bianchi.

A CAPES, pelo suporte financeiro – bolsa de estudo – durante todo o período de trabalho de mestrado.

RESUMO

Devido à dificuldade em estabelecer um equilíbrio postural na execução de seu ofício, os cirurgiões dentistas são indivíduos vulneráveis a riscos ocupacionais. De forma geral, a postura estática e inadequada mantida por tempo prolongado tem sido apontada como um dos fatores que contribuem para a sobrecarga postural desses profissionais. O mocho – interface de suporte postural do profissional da odontologia – tem sido apontado como um dos aspectos de inadequação ergonômica sendo, por isto, objeto de estudos e propostas que visam melhorar a postura do profissional durante o trabalho. O objetivo deste trabalho foi analisar aspectos biomecânicos da postura sentada por meio do desenvolvimento e análise de uma proposta de interface de suporte postural (mocho) do cirurgião dentista, que visa melhorar a postura durante a atividade. Fundamentado nas recomendações ergonômicas aplicadas à atividade do cirurgião dentista na postura sentada, bem como por evidências científicas e normas técnicas relacionadas ao posto de trabalho do profissional. A proposta de re-design do mocho foi concebida com o uso de um modelo virtual, desenvolvido em programa de modelagem 3D, e o protótipo físico, ainda teve parte de sua fundamentação em estudos complementares sobre os aspectos biomecânicos da postura sentada e entrevista com profissionais da odontologia. O mocho tem como principais características, o apoio anterior de tronco, apoio para os membros superiores e um design ergonômico do assento projetado para estabilizar a pelve e, desta forma, garantir a manutenção da postura inclinada de tronco com menor sobrecarga de trabalho muscular. Este protótipo foi comparado com um mocho convencional, no qual foi analisado a atividade elétrica muscular, por meio da eletromiografia de superfície, dos músculos trapézio e longuíssimo do dorso. Comparando duas diferentes posturas em cada mocho, variando de acordo com a inclinação de tronco, para frente a 45° (na qual foi realizada uma atividade de digitação em um *tablet*), e ereto (tronco na horizontal) no plano sagital. Os resultados apontam uma diminuição significativa na atividade de ambos os músculos analisados, quando utilizado o protótipo desenvolvido, na postura inclinada de tronco, enquanto na postura ereta não houve diferenças estatísticas entre os dois modelos de mocho analisados.

Palavras-chave: Design, Ergonomia, Odontologia, Postura, Mocho.

ABSTRACT

Because of the difficulty in establishing a postural balance in performing their craft, dentists are individuals who are vulnerable to occupational hazards. In general, the static and inadequate posture maintained for a long time has been pointed out as one of the factors that contribute to the postural overload of these professionals. The postural support interface of the dental professional has been pointed out as one of the aspects of ergonomic inadequacy and is the object of studies and proposals aimed at improving the professional's posture during the work. The aim of this study was to analyze the biomechanical aspects of seated posture through the development and analysis of a proposal of the dental surgeon's postural support interface to improve posture during the activity. Based on the ergonomic recommendations applied to the activity of the dental surgeon in the sitting posture, as well as for scientific evidences and technical norms related to the work position of the professional. The proposal of re-design of the owl was conceived through a virtual model, developed in 3D modeling program, and the physical prototype, still had part of its foundation in complementary studies on the biomechanical aspects of the seated posture and interview with dentistry professionals . The owl has as main characteristics, the previous support of trunk, support for the upper limbs and an ergonomic design of the seat designed to stabilize the pelvis and, in this way, ensure the maintenance of sloping posture of trunk with less overload of muscle work. This prototype was compared with a conventional owl, in which muscular electrical activity was analyzed by surface electromyography of the trapezius and longus muscles of the dorsum. Comparing two different postures in each owl, varying according to the trunk inclination, forward to 45 ° (in which a typing activity was performed on a tablet), and erect (horizontal trunk) in the sagittal plane. The results indicate a significant decrease in the activity of both muscles when using the developed prototype in the inclined trunk posture, while in the erect posture there were no statistical differences between the two models of owl analyzed.

Keywords: Design, Ergonomics, Dentistry, Posture, Dentistry stool.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	IV
RESUMO	V
ABSTRACT	VI
LISTA DE FIGURAS.....	IX
LISTA DE TABELAS.....	XI
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. MOTIVAÇÃO	1
1.2. APRESENTAÇÃO.....	2
1.3. QUESTÃO DE PESQUISA	3
1.4. HIPÓTESE.....	3
1.5. OBJETIVOS	4
1.5.1. Principal.....	4
1.5.2. Específicos	4
1.6. JUSTIFICATIVAS.....	5
1.7. ESTRUTURA DO TEXTO	5
2. DESENVOLVIMENTO.....	6
2.1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	6
2.1.2. Design, Ergonomia e Saúde.....	6
2.1.3. Biomecânica da atividade do cirurgião dentista: problemas ergonômicos	11
2.1.4. Normas e diretrizes ergonômicas para a atividade do cirurgião dentista	14
2.1.5. A interface de suporte postural do dentista: O Mocho. Levantamento de produtos, patentes e propostas	19
2.2. MATERIAIS E MÉTODOS	29
2.3. DESENVOLVIMENTO DO CONCEITO	31
2.3.1. Projeto conceitual, Sketches	31
2.3.2. Antropometria para o desenvolvimento do protótipo	38
2.3.3. Levantamento dos componentes do mocho	41
2.3.3.1. Suporte anterior de tronco e apoio para membros superiores.....	42
2.3.3.2. Rodízios e pés.....	43
2.3.3.3. Assento.....	43
2.3.3.4. Modelo virtual.....	45
2.4. ESTUDOS DE FUNDAMENTAÇÃO E VALIDAÇÃO DA PROPOSTA	47
2.4.1. Considerações do Cirurgião Dentista sobre seus problemas ocupacionais: demandas para o Design Ergonômico.	47

2.4.1.1.	Procedimentos metodológicos.	48
2.4.1.2.	Resultados e discussão.....	49
2.4.2.	A influência da altura do assento, inclinação de tronco e postura das pernas na atividade do trapézio superior e longuíssimo.	52
2.4.2.1.	Procedimentos metodológicos.	53
2.4.2.2.	Resultados e discussão.....	55
2.4.3.	Implicações dos estudos para definições do projeto.....	59
2.5.	Desenvolvimento do protótipo	59
2.5.1.	Apresentação do processo de fabricação do protótipo.....	60
2.5.1.1	Processo de fabricação do assento e apoio anterior de tronco e membros superiores	61
2.5.1.2.	Montagem e resultado final do desenvolvimento do protótipo	69
2.6.	ATIVIDADE MUSCULAR DOS MÚCULOS LONGUISSIMO DO DORSO E TRAPÉZIO SUPERIOR DURANTE O USO DE DIFERENTES DESIGNS DE MOCHO.....	71
2.6.1.	Procedimentos metodológicos	71
2.6.2.	Resultados e discussões	73
3.	DISCUSSÃO GERAL.....	77
4.	CONCLUSÕES.....	79
5.	REFERENCIAS.....	81
6.	APÊNDICES	85
7.	ANEXOS	93

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Organograma do desenvolvimento do estudo	5
Figura 2 principais locais de dor/desconforto relatado entre cirurgiões dentistas.....	13
Figura 3 disposição do posto de trabalho segundo a FDI.	15
Figura 4 disposição do posto de trabalho segundo a ISO 4073.	16
Figura 5 Mocho convencional.	20
Figura 6 Mocho seatball.	21
Figura 7 Mocho Salli. Fonte: www.sallibrasil.com	21
Figura 8 Mocho Kobo Chair.	22
Figura 9 Patente 01, inventor: Chistoph nussbaumer.	23
Figura 10 Patente 02, inventor: Daniel Grenon.	23
Figura 11 Patente 03, inventor: Hans Jurgen Ulrich.....	24
Figura 12 Patente 04, inventor: Leo Zaccarini.	25
Figura 13 Patente 05, inventor: Lorenz Twisselman.	25
Figura 14 AnterioRest, proposta de apoio anterior de tronco independente do mocho.....	26
Figura 15 EDC, proposta de postura adequada com o uso de suporte anterior de tronco e membros superiores.	27
Figura 16 processo para o desenvolvimento do protótipo	29
Figura 17 Problemas e necessidades relacionados ao mocho odontológico.....	30
Figura 18 Briefing do projeto.	31
Figura 19 Exemplo dos primeiros sketches.	32
Figura 20 Desenhos baseados em evidências científicas e sobre o posto de trabalho do cirurgião dentista, apontadas nos itens anteriores.	33
Figura 21 Exemplo de atividade realizada sentada, por tempo prolongado e pouca variação postural.	34
Figura 22 Sketches baseados em assentos de motocicletas.....	35
Figura 23 Representação da flexão e extensão pélvica no plano sagital.	36
Figura 24 Sketches baseados na análise do controle pélvico e atividades de andar a cavalo e pilotar motocicletas.	37
Figura 25 exemplo de banco e postura semi-sentada.	39
Figura 26 Medição do assento do mocho.	40
Figura 27 Desenhos e modelos 3D baseados na antropometria.	41
Figura 28 Características do suporte de tronco e membros superiores.....	42
Figura 29 Detalhes dos rodízios e estrutura dos pés	43
Figura 30 vistas do assento.	44
Figura 31 Representação do mocho com as regulagens nas medidas máximas e mínimas.....	45
Figura 32 Interação entre o mocho e o modelo de usuário.....	46
Figura 33 Porcentagem de dor referida pelos sujeitos nas regiões corporais (vista posterior).	49
Figura 34 Resposta dos sujeitos entrevistados com relação ao conhecimento e aplicação das normas ISO-4073 e FDI.....	50
Figura 35 Modelos de mocho utilizados pelos participantes em seu trabalho.	51
Figura 36 as oito posturas variando de acordo com três fatores: Altura do assento (A- assento baixo; B- assento alto); inclinação de tronco (1-2: ereto; 3-4: inclinado para frente a 45°); e posição das pernas (1 e 3: adução; 2 e 4: abdução).	54
Figura 37 Modelo 3D do assento do mocho e do apoio anterior.	62
Figura 38 Modelo 3D do assento do mocho e do apoio anterior fatiado no software 123D Make.....	62
Figura 39 Exemplo de Fatias do modelo 3D do assento do mocho	63

Figura 40 fatias impressas e coladas na chapa de MDF e posterior corte da chapa.	63
Figura 41 Furação dos pontos guia e separação das peças em ordem de colagem.	64
Figura 42 Processo de Colagem.	65
Figura 43 processo de montagem e colagem das partes do assento e do apoio anterior de tronco do mocho.....	65
Figura 44 Exemplo de manta de fibra de vidro e fibra de vidro laminada com poliéster para reforço estrutural das peças.	66
Figura 45 Processo de diferentes tipos de massa plástica para acabamento da peça.	67
Figura 46 Assento e apoio anterior prontos finalizados com primer PU.	68
Figura 47 estrutura e mecanismo de cadeira convencional e peças montadas.	69
Figura 48 verificação dos encaixes e posicionamento de um usuário.	69
Figura 49 Mocho finalizado. Figura 50 Mocho finalizado.	70
Figura 51 Interação entre usuário e mocho.	70
Figura 52 uso dos dois diferentes mochos nas duas situações avaliadas.	72

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Eletromiografia do Trapézio superior.....	57
Tabela 2. Eletromiografia do Longuíssimo.....	57
Tabela 3. Eletromiografia do Trapézio superior.....	70
Tabela 4. Eletromiografia do Longuíssimo.....	70

1. INTRODUÇÃO

Aqui será apresentado a delimitação do assunto tratado com uma breve apresentação de qual maneira surgiram as inquietações acerca do assunto que deu origem a este trabalho, resultando no desenvolvimento desta pesquisa.

1.1. MOTIVAÇÃO

O curso de Design da UNESP-Bauru, me ensinou, antes de qualquer coisa, que a profissão do designer é beneficiar de alguma forma a sociedade, grupo de indivíduos específicos ou a uma única pessoa. O designer é responsável por possibilitar novas experiências na vida cotidiana dos indivíduos, por meio da inovação, que nos permite mudar, alterar ou projetar as mais variadas coisas, transformando assim, problemas em solução.

Este trabalho é fruto de uma investigação que se iniciou em meados de 2014 em meu trabalho de conclusão de curso (TCC) do Curso de Design da UNESP-Bauru. Na época referida acendeu-se a indagação, por meio da observação, sobre o posto de trabalho do cirurgião dentista, e como esse profissional assumia péssimas posturas para realizar o seu trabalho. Tendo em vista que a atividade do cirurgião dentista ocorre em sua maior parte sentado, em uma cadeira, popularmente conhecida como mocho, foi identificado que este produto (mocho) era fruto de uma análise inespecífica do trabalho de odontologia. Sendo que o projeto não respalda as posturas assumidas pelo profissional durante o seu ofício.

Com essa breve análise empírica sobre o posto de trabalho do cirurgião dentista e mais especificamente o seu suporte postural de trabalho direto – o mocho – surgiu a aspiração pela investigação de um possível problema ocupacional e que provavelmente seria uma oportunidade para a atuação do design ergonômico transformar um problema em uma possível solução, por intermédio da inovação no desenvolvimento de um novo produto. Com a ajuda

de uma análise interdisciplinar das áreas do Design, Ergonomia, Biomecânica e Saúde.

1.2. APRESENTAÇÃO

A postura sentada é provavelmente a mais utilizada atualmente pelo ser humano em suas atividades diárias, seja no trabalho ou lazer. Seguindo esse raciocínio, pode-se observar que essa postura é respaldada por diversos projetos e produtos que visam melhorar os custos físicos do indivíduo que experimenta essa postura diariamente, seja por longos ou curtos períodos. Situação não muito presente na maioria dos consultórios odontológicos, pois os profissionais dessa área são caracterizados como indivíduos que assumem posturas muito particulares durante sua rotina diária de trabalho, apresentando, como consequência disso, diversos relatos de dores e desconfortos musculoesqueléticos (DANTAS et al., 2015; GUPTA et al., 2014; AGUIAR et al., 2013).

Atualmente, as soluções mais imediatas para a diminuição dessas incidências, nesses profissionais, são a prescrição de exercícios físicos regulares na vida diária, bem como intervalos durante a rotina de trabalho para se ter uma variação postural e relaxamento dos músculos, e também existem diversas recomendações, como normas e diretrizes, sobre de qual maneira o profissional deve se posicionar em seu posto de trabalho para a realização de suas atividades dentro dos limites biomecânicos aceitáveis. No entanto, apesar desses procedimentos apresentarem resultado, isso se mostra insuficiente, tendo em vista a inúmera quantidade de relatos sobre problemas posturais no trabalho. Assim, abrindo espaço para a atuação de designer na concepção de novos produtos e instrumentos que possam vir a ajudar os problemas enfrentados por esses profissionais.

Sendo o mocho a interface de suporte postural do profissional dentista, apontada como um dos aspectos de inadequação ergonômica que levam a distúrbios osteomusculares e, muitas vezes, ao adoecimento por conta do trabalho, este foi escolhido como objeto de estudo. Considerando a importância

da redução das cargas biomecânicas, impostas aos usuários do mocho durante a sua utilização para a realização das tarefas, assim como, para a manutenção da postura estática e invariável por longo período de tempo, faz-se necessário o aprimoramento do projeto do mocho odontológico de forma a cumprir com o respaldo mais adequado da postura do dentista. Portanto, o propósito desse trabalho é desenvolver e testar, do conceito ao protótipo físico, uma proposta inovadora para a cadeira do profissional dentista (mocho), baseado nas limitações encontradas nos projetos dos produtos atuais, bem como analisar aspectos biomecânicos da postura sentada.

1.3. QUESTÃO DE PESQUISA

Seria possível uma redução da atividade muscular, principalmente dos músculos posturais das costas, por meio da intervenção do design ergonômico na concepção de um novo design de assento que controle a postura lombo-pélvica e com o auxílio de um suporte anterior de tronco e apoio para os braços, principalmente em atividades que necessitem a inclinação anterior de tronco?

1.4. HIPÓTESE

A hipótese fundamental deste trabalho assume que o desenvolvimento de um novo design de mocho, em especial o design do assento para o controle da postura da região lombo-pélvica e de um apoio anterior de braços e tronco, visando reduzir a sobrecarga biomecânica dos músculos posturais, em especial região lombar e cervical, pode garantir menores custos físicos para a realização de sua atividade.

1.5. OBJETIVOS

1.5.1.Principal

O principal objetivo deste trabalho foi avaliar aspectos biomecânicos da postura sentada por meio do desenvolvimento e análise de uma proposta de design da interface de suporte postural (mocho) do cirurgião dentista, baseada na ergonomia.

1.5.2.Específicos

Os objetivos específicos são:

- Avaliar os problemas ergonômicos (e suas causas) decorrentes da atividade do cirurgião dentista;
- Avaliar os aspectos ergonômicos das diferentes propostas de design de interface postural (mocho) do cirurgião dentista disponíveis comercialmente e em bases de patente;
- Avaliar a relação entre a postura de tronco (diferentes graus de inclinação) e dos membros superiores e sua influência na atividade elétrica dos músculos que atuam na manutenção das diferentes posturas utilizadas pelo cirurgião dentista em sua rotina de trabalho;
- Avaliar a relação entre o design do mocho e a atividade elétrica muscular, por meio da análise comparativa de duas diferentes propostas de design de mocho: o modelo convencional, com suporte posterior de tronco e assento com design geométrico não inclinado; e um protótipo de mocho ergonômico, que oferece suporte anterior de tronco e membros superiores.

1.6. JUSTIFICATIVAS

Devido à dificuldade de estabelecer um equilíbrio postural na execução de seu ofício, os cirurgiões dentistas apresentam alta prevalência de dor/desconforto. A necessidade de trabalho em uma postura sentada e inadequada por tempo prolongado tem sido relacionada a esses problemas. Tendo em vista a redução dos custos da atividade do cirurgião dentista, em termos biomecânicos, faz-se necessário o estudo dos aspectos ergonômicos da atividade do cirurgião dentista, do ponto de vista do design ergonômico, com o intuito de projetar uma interface de suporte postural específica para a atividade odontológica, caracterizada pela inclinação de troco, reduzindo assim os custos biomecânicos da atividade e favorecendo o conforto no desempenho profissional.

1.7. ESTRUTURA DO TEXTO

Apresenta-se aqui um organograma (Figura 1) demonstrando como se deu o desenvolvimento do presente estudo, uma vez que este é formado por alguns outros estudos menores que nortearam as tomadas de decisões para o desenvolvimento do protótipo e avaliação do mesmo.

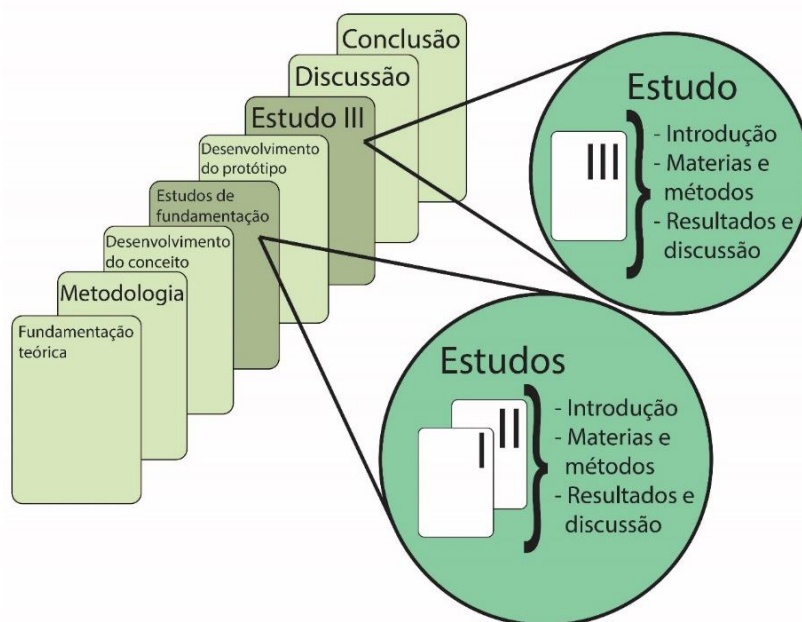


Figura 1 Organograma do desenvolvimento do estudo

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para a melhor compreensão do presente estudo, esta seção apresenta uma introdução ao estado da arte sobre o assunto aqui tratado, com vistas em analisar e apresentar os conceitos que nortearam as escolhas dos métodos e análises realizados para este estudo.

2.1.2. Design, Ergonomia e Saúde

A interdisciplinaridade vem aumentando sua aplicação na ciência, desenvolvendo, assim, novas práticas de pesquisa. Muitas disciplinas vêm reforçando esse caráter interdisciplinar para dar respostas a novos problemas e questões de pesquisa que antes uma única disciplina não era capaz de responder.

Dentro deste contexto o Design vem, cada vez mais, reforçando seu caráter como ciência interdisciplinar e junto com a ergonomia, visam o desenvolvimento de projetos de produto com ênfase na usabilidade, desempenho e segurança. Uma vez que as exigências normativas se tornam cada vez mais rigorosas e a preocupação com o homem em seu ambiente de trabalho cada vez maior. Diante desse enredo, existe a necessidade de se pensar em como essas áreas do conhecimento podem se relacionar para obter resultados, no desenvolvimento de produtos inovadores, para promoção da saúde de um modo geral. Especialmente e para os fins deste trabalho, sobre interfaces posturais relacionadas a postos de trabalho. Sendo assim esta seção visa contextualizar, definir e relacionar as três áreas do conhecimento científico, Design, Ergonomia e Saúde, que juntos formam os alicerces para o desenvolvimento do trabalho aqui exposto.

O Design possui diversas definições, dentre as quais se mostra como uma área do conhecimento relacionada ao desenvolvimento de projeto de produtos.

Sempre em vista de satisfazer as necessidades dos usuários aos quais se destina esses produtos, trazendo bem-estar, tanto físico como cognitivo.

Segundo o dicionário Michaelis, (MICHAELIS, 2017), o Design pode ser definido como:

1. Conceito de qualquer produto de acordo com seu ponto de vista estético e sua funcionalidade. 2. programação visual. 3. desenho de produto. 4. desenho industrial.

Já o dicionário Houaiss, (HOUAISS, 2017), apresenta suas definições como:

Rubrica: desenho industrial. 1. a concepção de um produto (máquina, utensílio, mobiliário, embalagem, publicação etc.), esp. no que se refere à sua forma física e funcionalidade 2. Derivação: por metonímia. o produto desta concepção 3. Derivação: por extensão de sentido (da acp. 1). m.q. desenho industrial 4. Derivação: por extensão de sentido. m.q. desenho-de-produto 5. Derivação: por extensão de sentido. m.q. programação visual 6. Derivação: por extensão de sentido. m.q. desenho ('forma do ponto de vista estético e utilitário' e 'representação de objetos executada para fins científicos, técnicos, industriais, ornamentais')

Locuções d. gráfico Rubrica: desenho industrial, artes gráficas. conjunto de técnicas e de concepções estéticas aplicadas à representação visual de uma ideia ou mensagem, criação de logotipos, ícones, sistemas de identidade visual, vinhetas para televisão, projeto gráfico de publicações impressas etc.

Etimologia ing. DESIGN (1588) 'intenção, propósito, arranjo de elementos ou detalhes num dado padrão artístico', do lat. designāre 'marcar, indicar', através do fr. désigner 'designar, desenhar'; ver sign-.

Vilém Flusser (2000) explica o termo design primeiramente como um substantivo e um verbo:

Como substantivo significa entre outras coisas: 'propósito'; 'plano'; 'intenção'; 'meta'; 'esquema maligno', 'conspiração', 'forma', 'estrutura básica', e todos esses significados estão relacionados a 'astúcia' e a 'fraude'. Na situação de verbo – to DESIGN – significa, entre outras coisas 'tramar algo', 'simular', 'projetar', 'esquemematizar', 'configurar', 'proceder de modo estratégico'. A

palavra é de origem latina e contem em si o termo signum, que significa o mesmo que a palavra alemã Zeichen ('signo', 'desenho'). (...)

Ressalta também o termo design como sendo o ponto de intersecção entre a arte e a técnica, com pesos de igualde e mesmos valores científicos, tornando assim possível uma nova forma de cultura, (FLUSSER, 2000).

Löbach (2001) define design como “toda atividade que tende a transformar em produto passível de fabricação, as ideias para a satisfação de determinadas necessidades de um indivíduo ou grupo”, (p. 17). Isto é “um processo de adaptação dos produtos de uso, fabricados industrialmente, às necessidades físicas e psíquicas dos usuários ou grupo de usuários”, (p. 21). Necessidades que “têm origem em alguma carência e ditam o comportamento humano visando à eliminação dos estados não desejados. [...] Quando as necessidades são satisfeitas, o homem sente prazer, bem-estar, relaxamento”, (p. 26).

Sendo assim, para os fins deste trabalho, pode-se entender que o Design começa quando existe uma necessidade, a partir da qual se inicia o desenvolvimento das ideias, que são a intersecção entre a arte e suas linguagens e o conhecimento tecnológico de desenvolvimento de produtos, a fim de solucionar ou reduzir as necessidades de usuários, proporcionando ao mesmo, bem-estar, satisfação e conforto tanto físicos como cognitivos.

A ergonomia visa à satisfação, saúde e segurança do trabalhador. Sendo assim é o estudo da adaptação do trabalho ao homem, ou seja, toda relação entre o homem e alguma atividade produtiva, (IIDA, 2016). Assim como o design são diversas as definições de ergonomia, elas visam destacar que seu objetivo é o estudo da relação entre o homem e o trabalho, no sistema homem-máquina-ambiente, onde ocorrem as interações e trocas entre o homem, máquina e ambiente, resultando na realização do trabalho, (IIDA, 2016). Já Associação Internacional de Ergonomia IEA define ergonomia como:

Ergonomia (ou Fatores Humanos) é uma disciplina científica relacionada ao entendimento das interações entre os seres humanos e outros elementos ou sistemas, e à aplicação de teorias, princípios, dados e métodos a projetos a fim de otimizar o bem-estar humano e o desempenho global do sistema. Os ergonomistas

contribuem para o planejamento, projeto e a avaliação de tarefas, postos de trabalho, produtos ambientes e sistemas de modo a torna-los compatíveis com as necessidades, habilidades e limitações das pessoas, (IEA, 2000).

Hendrinck (1993, p.43) ressalta a interação da ergonomia com o desenvolvimento de projetos que envolvem o homem e interfaces. Destacando a ergonomia como prática e aplicação da tecnologia na interface homem-sistema, aos projetos de modificações de sistemas, para aumentar a segurança, o conforto e a eficiência do sistema e da qualidade de vida.

O ergodesign, tem como intuito o desenvolvimento de produtos com maiores capacidades nos aspectos de usabilidade, segurança e desempenho. Sendo assim a associação entre Design e Ergonomia resultam no design ergonômico, que por sua vez tem como natureza ser um segmento do desenvolvimento do projeto de produto, que tem por princípio a aplicação do conhecimento ergonômico no projeto de dispositivos tecnológicos (PASCHOARELLI e SILVA, 2006).

Nesta relação destaca-se a usabilidade, mesmo sendo um conceito amplamente discutido não possui uma definição única. Alguns autores tentam definir o que é usabilidade, para Staton e Barber (1996) o conceito de usabilidade se encaixa ao projeto que atender os seguintes requisitos: facilidade na aprendizagem de uso; efetividade no desempenho; custos humanos aceitáveis; flexibilidade nas tarefas; utilidade percebida do produto; adequação às tarefas; atendimento às caracterizações das tarefas; atendimento às caracterizações dos usuários. Por conseguinte, usabilidade pode ser definida pela potencialização da funcionalidade com seu usuário (PASCHOARELLI e SILVA, 2006).

O termo Saúde apresenta diversas definições, e pode ser entendido como algo que possui implicações legais, sociais e econômicas dos estados de saúde e doença. Boorse (1977) definiu saúde como a simples ausência de doença. Já a Organização Mundial de Saúde – OMS (1983) define saúde não apenas como a ausência de doença, mas como a situação de perfeito bem-estar físico, mental e social. E a tradicional medicina dos dias de hoje considera, também, a saúde e a doença como dois conceitos contraditórios. A doença é caracterizada como,

por exemplo, uma condição dos órgãos do corpo, um tipo de mudança nos órgãos que se desvia do estatisticamente normal, ainda define saúde como a falta de doença (NORDENFELT e LISS, 2003).

Dentro do conceito de saúde pode-se destacar o termo “qualidade de vida”, este pode ser entendido como um complemento útil para os conceitos tradicionais do estado de saúde e funcionamento (The Whoqol Group 1994, p. 156 *apud* FLECK, 2000 p. 179). A OMS definiu qualidade de vida sendo:

...a percepção do indivíduo de sua posição na vida no contexto da cultura e sistema de valores nos quais ele vive e em relação aos seus objetivos, expectativas, padrões e preocupações.

Das múltiplas vertentes da qualidade de vida, o trabalho constitui um dos elementos de grande importância pois representa mais do que um meio de obtenção de renda na vida das pessoas, é também uma forma para à realização e satisfação, antes entendido como sacrifício, hoje é visto como fonte de identidade e auto realização humana (SILVA et al., 2010; RIBEIRO e LÉDA, 2004; TOLFO e PICCININI, 2007). Sendo assim estudos sobre qualidade de vida no trabalho se referem à satisfação geral com a vida no trabalho, cuidando do bem-estar e da segurança do trabalhador em seu ambiente de atividade, para garantir maior produtividade e qualidade, além de maior satisfação da vida pessoal (CAVASSANI et al., 2006).

A saúde do trabalhador remete, muitas vezes, ao seu posto de trabalho, segundo Lida (2016), entende-se posto de trabalho por unidade produtiva envolvendo um homem e o equipamento que ele utiliza para realizar o trabalho, bem como o ambiente que o circunda. Muitos produtos e postos de trabalho inadequados provocam sobrecargas musculares, dores e fadigas, o que pode levar a diversos problemas de saúde ao trabalhador, bem como insatisfação no trabalho e declínio da qualidade de vida de modo geral. Os gastos socioeconômicos com o adoecimento relacionado ao trabalho são extremamente altos, principalmente em relação a dores nas costas relacionadas a postura diária. Nos Estados Unidos, no ano de 2006, os custos relacionados com dores nas costas e doenças relacionadas a má postura, acumularam um gasto maior do que 100 bilhões de dólares, no mesmo período na Holanda os gastos acumularam um montante de 3,5 bilhões de euros (WAONGENNGARM, et al.,

2015). Por conseguinte, pode-se entender dor relacionada ao trabalho como um efeito de longo prazo, de uma relação de instabilidade entre fatores físicos relacionados ao trabalho, postura corporal e a capacidade física do sujeito.

Dentro das diversas atividades produtivas que são realizadas na postura sentada, como o uso de computadores que é relacionado com problemas no pescoço e ombros (IJMKER, et al., 2011). Destaca-se aqui a atividade odontológica, caracterizada por uma postura sentada e inclinada para frente de tronco como resposta a uma tentativa de melhor observar o seu campo de atuação.

O designer é responsável por possibilitar novas experiências na vida cotidiana dos indivíduos, por meio da inovação, que permite mudar, alterar ou projetar os mais variados objetos, transformando assim, problemas em solução. Dentro desse contexto, o desempenho das atividades projetivas do design junto com os conhecimentos da ergonomia e da biomecânica para o desenvolvimento de produtos, visam melhorar a saúde geral dos profissionais em seus postos de trabalho. A intersecção entre Design, Ergonomia e Saúde traz um enfoque de investigação acerca do ser humano e suas situações de trabalho ou uso de equipamentos, de modo a identificar possíveis fatores de risco ocupacional e as possibilidades, limitações, perspectivas e oportunidades para o desenvolvimento de novos produtos de interface na postura sentada.

2.1.3. Biomecânica da atividade do cirurgião dentista: problemas ergonômicos

O panorama que se encontra o profissional da odontologia é caracterizado por uma ampla reportagem de queixa de dores e desconforto, esses muitas vezes relacionados a riscos ergonômicos, que podem gerar distúrbios psicológicos e fisiológicos, levando ao comprometimento da produtividade do profissional, além da possibilidade de desenvolver lesões por esforços repetitivos e distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho (LER/DORT).

Algumas doenças ocupacionais resultam de uma relação inadequada do trabalhador com os métodos de trabalho. Quando existe sobrecarga na estrutura

osteomiomuscular do trabalhador ou exige um grande esforço postural estático, isso pode resultar em lesões na coluna, nas articulações e complicações musculares.

Profissionais da odontologia, assim como a maioria das profissões realizadas na postura sentada, possui como característica principal manter uma postura estática com inclinação anterior de tronco e pescoço. Marklin et al (2005), analisando a atividade do cirurgião dentista (CD) durante o exercício de seu ofício, apontaram que o profissional passa 35% do tempo de sua atividade com o pescoço flexionado para frente. Sendo que essa inclinação é de 30°, considerando o ponto 0° como sendo o pescoço alinhado com o eixo do tronco. Mostram também que o profissional realiza 78% do seu trabalho sentado e apenas 22% em pé e em 58% do tempo existe algum grau de inclinação de tronco seja sentado ou em pé. Com relação a postura de tronco os resultados mostram que em 45% do tempo o CD realiza uma flexão de tronco de 30° (marco 0° é quando o tronco está na vertical). Quanto à postura dos ombros os autores demonstram que existe algum grau de elevação (abdução) durante mais de 50% do tempo no ombro esquerdo, enquanto apenas 25% no ombro direito.

Posturas estáticas e inadequadas durante o trabalho são responsáveis por problemas musculoesqueléticos nos mais diversos profissionais. Tanikonda et al., (2014) ao analisar a percepção de dores musculoesqueléticas entre médicos e dentistas, demonstraram que os dentistas são os profissionais que mais sofrem de riscos ocupacionais (67% dos profissionais).

Sendo assim esses problemas estão entre as questões mais importantes em se tratando da saúde ocupacional. Dentre os profissionais da odontologia a ocorrência dessas doenças tem sido investigada, em sua maioria, por meio da queixa de dores relatadas pelos profissionais, (DANTAS et al., 2015). Em recente estudo Dantas et al (2015), mostram também que o local com maior incidência de queixas de ordem musculoesqueléticas entre os CDs, é a região inferior das costas com prevalência de dores relatada entre 58,4% dos profissionais. Já a região menos afetada são os ombros com prevalência de dores entre 10,3% dos profissionais. Similarmente Aguiar et al. (2013), apontou como principais regiões de dor/desconforto dos CDs a região cervical, coluna lombar e torácica, ombro direito e ombro esquerdo. Mostra também que mãos e punhos são regiões

relevantes nos casos de dor/desconforto, porém essas dores estão relacionadas aos atos operatórios que o profissional realiza e podem sinalizar uma sobrecarga de esforço repetitivo.

Com respeito à relação entre dores na região lombar e as variáveis relacionadas à demanda de trabalho físico durante a atividade odontológica, apenas a manutenção dos membros superiores em uma posição extenuante foi significativamente associada com a presença de dor nesta região. Além de uma postura inadequada de trabalho com o tronco em uma posição torcida ou de rotação foi significativamente relacionada com dores no pescoço, ombros e parte superior das costas, (DANTAS et al., 2015). Muitos desses problemas de dores estão relacionados a uma postura sentada estática e inadequada durante à atividade odontológica, colocando o indivíduo, em termos biomecânicos, em situações de risco (Figura 2).

Figura 2 principais locais de dor/desconforto relatado entre cirurgiões dentistas.



Fonte: adaptado de <http://www.santamaria.rs.gov.br/saude/index.php?secao=noticias&id=943&sub=29>

Analisando a cinemática do trabalho odontológico, são revelados que mais de 75% do tempo de tratamento não ocorrem movimentos da coluna vertebral. Além de que durante 75% a 85% do tratamento de periodontia o

dentista trabalha com uma postura isométrica, essas posturas estáticas não neutras podem levar a danos na estrutura da coluna vertebral. (WUNDERLICH et al., 2010). Essa invariabilidade postural se dá, principalmente, pela a atividade do CD acontecer em uma área restrita a poucos centímetros, a cavidade oral do paciente (FINSEN et al. 1998). Situação que expõe os discos intervertebrais a uma continua posição excêntrica, o que pode levar a déficits de nutrição, desequilíbrio metabólico e pode causar trauma cumulativo dentro da estrutura do disco e nas placas finas da vertebra, (DAVIS et al., 2000).

Todas essas situações descritas levam a inúmeras doenças ocupacionais nos músculos, nervos e tendões das costas, ombros, pescoço, braços, pulsos e mãos. Destacam-se entre essas dores: síndrome do túnel do carpo; síndrome do pronador; tendinite; síndrome tensional do pescoço, entre outras, o que pode causar perda de força, comprometimento do controle motor, formigamento, dormência ou dor (BHANDARI et al., 2013).

2.1.4. Normas e diretrizes ergonômicas para a atividade do cirurgião dentista

A ergonomia aplicada a atividade odontológica, assim como em outras áreas, tem como objetivo construir um ambiente seguro, saudável e confortável. Por meio de sistemas para diminuir o estresse físico e cognitivo, melhorando assim a produtividade com melhor qualidade e maior conforto tanto para o profissional quanto para o paciente (CASTRO e FIGLIOLI, 1999). Ela esteve presente na história da odontologia, mesmo que de forma implícita, em todas as circunstâncias nas quais se planejou a concepção do posto de trabalho, equipamento ou instrumento a ser utilizado para a realização de um determinado procedimento. Pode-se considerar que teve sua grande inspiração em três eventos que iniciaram a aplicação de conceitos ergonômicos nas práticas odontológicas: a primeira cadeira do tipo “relax” baseada em cadeiras de pilotos de avião; o protótipo do primeiro mocho rodante e a disponibilização do primeiro sistema de sucção (BARROS, 1999).

Nesse contexto diversos autores e organizações visam definir padrões e maneiras de se trabalhar de forma mais segura, saudável e confortável. A FDI (*Fédération Dentaire Internationale*) junto com a ISO (*International Standards Organization*) são organizações que tem promovido uma reforma para as rotinas de trabalho dos cirurgiões dentistas, visando sua padronização e organização, com intuito de otimizar o trabalho promovendo melhorias na saúde e conforto do trabalhador. Contudo isso tem se mostrado insuficiente uma vez que são diversos os casos de problemas musculoesqueléticos associados a posturas inadequadas de trabalho (DANTAS et al., 2015; MICHALAK-TURCOTTE, 2000; ONETY et al., 2014; FINSEN et al., 1997).

A FDI determina uma classificação antiga (Figura 3), mas muito utilizada quanto ao posto de trabalho do cirurgião dentista. Essa por sua vez define o posicionamento dos equipamentos odontológicos em quatro tipos básicos, conforme a disposição dos itens:

- Tipo 1 ou disposição lateral;
- Tipo 2 ou disposição anterior;
- Tipo 3 ou transtorácica;
- Tipo 4 (Finkbeiner, 2001).

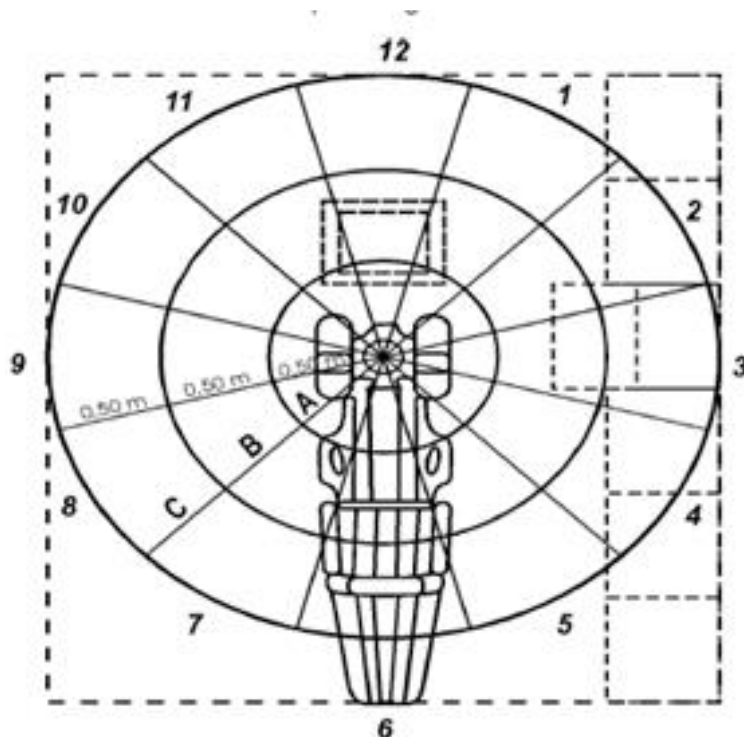
Figura 3 disposição do posto de trabalho segundo a FDI.



Fonte: adaptado de Garbin et al., (2009).

A norma ISO 4073 de 1980 recomenda as posições de trabalho do CD e seu auxiliar utilizando-se de uma diagramação no plano horizontal de uma área circular dividida em 12 setores, Figura 4.

Figura 4 disposição do posto de trabalho segundo a ISO 4073.



Fonte: adaptado de Garbin et al., (2009).

Buscando os principais fatores de risco associados ao posto de trabalho do CD e buscando métodos úteis para a sua prevenção, Castro et al. 1983, e Chaffin et al. 2001, afirmam que para que o trabalho sentado seja ergonomicamente correto, deve-se manter as costas relativamente retas e apoiadas no encosto posterior do mocho, os pés completamente apoiados sobre o chão, distribuindo o peso uniformemente, reduzindo a carga sobre as nádegas e sobre a região posterior das coxas, além de manter a posição de equilíbrio, pois a pressão aplicada na região poplíteia pode levar a edema das pernas e pressão sobre o nervo ciático. Aconselham, também, que as coxas devem estar paralelas ao chão e com o ângulo formado com a perna entre 90° e 120°, pois quanto mais aumenta essa angulação, maior será a compressão da circulação venosa de retorno, o que causa desconforto e favorece o aparecimento de varizes nos membros inferiores. Referem, ainda, que a posição da cabeça do

dentista deve ser ligeiramente inclinada para frente e para baixo, evitando-se a curvatura excessiva do pescoço, e a distância média recomendada entre os olhos do profissional e a boca do paciente deve ser de 30 a 40 cm. Smith et al. 2002 mostram que os CDs, que trabalham com a visão direta, acabam tendo uma maior atividade muscular no pescoço, maior quantidade de posturas não-neutras e maior desconforto nos músculos cervicais ao contrário do que os que operam com visão indireta.

Tendo em vista os diversos procedimentos odontológicos que podem ser realizados na boca do paciente, Hokwerda et al. (2006) com o objetivo de explicar esses procedimentos, enquanto se mantem uma postura saudável, elaboram uma revisão fundamentada nos seguintes documentos: *ISO 6385 "Ergonomic principles in the design of work systems"*; *ISO 11226 "Ergonomics – Evaluation of static working postures"*; *Working postures and Movements. Tools for Evaluation and Engineering. Editors: Delleman NJ, Haslegrave CM and Chaffin DB. New York, Washington: CRC Pres LLC, 2004.* Segundo o autor, esses requisitos são necessários para a adoção de uma postura saudável durante o trabalho sentado do cirurgião dentista (HOKWERDA et al., 2006).

Segundo o autor, os seguintes requisitos devem ser respeitados na utilização de uma postura sentada durante o atendimento odontológico (HOKWERDA et al., 2006):

1. Sentar-se, no mocho, com tronco ereto e simétrico o mais para trás possível, com o esterno levemente avançado e levantado e os músculos abdominais suavemente comprimidos;
2. Costas apoiadas sobre a parte posterior dos ossos da bacia, a fim de manter a posição ereta, evitando tornar a postura desfavorável e também que ocorra uma redução dos movimentos.
3. Ângulo entre a parte posterior da coxa e a panturrilha, com a perna levemente esticada, deve ser cerca de 110°, ou um pouco mais.
4. Os membros superiores ficam ao lado da parte superior do corpo, para apoiar os braços durante a realização dos procedimentos, permanecendo à frente do tronco. Além disso, os movimentos, tanto para frente quanto para os lados, devem ser minimizados tanto quanto possível, ficando os laterais dentro da faixa 15°-20° e os frontais em cerca de 25°. Os

antebraços devem ficar um pouco levantados entre cerca de 10° e um máximo de 25°.

5. Manter os ombros acima das articulações do quadril.
6. O tronco pode ser inclinado para frente, a partir da sua junção com o quadril, até um máximo de 10° a 20°, mas inclinações para os lados/lateralmente e rotações devem ser evitadas.
7. A cabeça do cirurgião-dentista pode ser inclinada para frente no máximo até 25°.
8. O pedal de acionamento deve estar posicionado próximo em relação a um dos pés de maneira que o pé não tenha que ser direcionado lateralmente durante sua operação.
9. Posicionar a área de trabalho (boca do paciente) alinhada de frente em relação à parte superior do corpo, no plano simétrico (plano médio-sagital que divide o corpo verticalmente em duas partes iguais). A distância entre a área de execução do trabalho na boca e os olhos, ou óculos, deve entre 35 e 40 cm.
10. Olhar, o máximo possível, perpendicularmente sobre a área de trabalho evitando que o próprio globo ocular execute essa tarefa, o que resulta em uma postura inclinada desfavorável e assimétrica.
11. Posicionar o feixe de luz paralelo à direção de observação para obter iluminação livre de sombra.
12. Durante as atividades, a cabeça do paciente é rotacionada e a posição do mocho é ajustada quando um ângulo diferente de abordagem do campo de operação é desejado para um manuseio adequado dos instrumentos.
13. Os instrumentos manuais e dinâmicos são posicionados o máximo possível dentro do campo de visão do dentista; instrumentos manuais a uma distância de 20 – 25 cm e instrumentos dinâmicos a 30 – 40 cm.
14. Os instrumentos são seguros com as pontas dos primeiros três dígitos, de uma forma inclinada ao redor do instrumento.

2.1.5. A interface de suporte postural do dentista: O Mocho. Levantamento de produtos, patentes e propostas¹

A interface de suporte postural do dentista, o mocho, tem sido reportada como um dos fatores responsáveis pela inadequação do seu posto de trabalho. Devido à preocupação de tornar o tratamento odontológico o menos traumático possível para o paciente, fez com que o profissional fosse tirado de foco, quanto ao desenvolvimento e concepção de seu posto de trabalho, do ponto de vista ergonômico. Segundo Hokwerda (2006), até o momento não foi projetado ou construído nenhum equipamento odontológico para os dentistas trabalharem dentro dos limites fisiológicos aceitáveis. Porém é de fundamental importância o design ergonômico no desenvolvimento do equipamento odontológico.

Com o objetivo de identificar as diferentes propostas de mocho para os cirurgiões dentistas, foi realizada uma busca estruturada nas seguintes bases de dados: Google Patentes; Google Acadêmico; Biblioteca Nacional da Saúde; Pubmed; *Web of Science*; além de sites especializados na venda de produtos odontológicos. A estratégia de busca utilizou como descritores os termos, “cirurgião dentista”, “mocho”, “biomecânica”, “*dentistry chair*”, “*dentistry stool*”, “*biomechanics*”. Os equipamentos encontrados são descritos nesta seção, e sua condição de ser um produto comercialmente disponível não foi verificada, mas sim os aspectos relevantes do conceito inovador de cada proposta.

O mocho convencional mostra poucas diferenças entre seus fabricantes, tendo os aspectos estéticos e ergonômicos, em grande maioria, próximos de uma cadeira de escritório, Figura 5. Caracteriza-se por assento e encosto geométricos, regulagem de altura do assento e encosto e estrutura com cinco rodízios para mobilidade. As formas geométricas com regulagem facilitam a adaptação da estrutura de qualquer usuário, porém, suas formas pouco anatômicas, falta de apoio para os membros superiores e falta de apoio anterior de tronco mostram que o produto não teve seu projeto especificamente

¹ Estudo publicado em:

BERTOLACCINI, G. S.; PASCHOARELLI, L. C.; MEDOLA, F. O. Ergonomia aplicada ao Design do Mocho do Cirurgião Dentista: análise de Produtos, Patentes e Evidências Científicas. In: IV Conferência Internacional de Design, Engenharia e Gestão para a Inovação - IDEMI 2015, 2015. p. 1156-1167

desenvolvido para a atividade odontológica, não incorporando características que resguardecam a postura do profissional durante sua atividade.

Figura 5 Mocho convencional.



Fonte: www.gnatus.com.br

O mocho comercializado com o nome de Seatball (Figura 6), propõe um assento composto por uma bola inflável comumente utilizada em tratamentos fisioterápicos (bola suíça). Com estrutura de 5 rodízios para mobilidade, o produto permite estabilidade postural com o uso do assento deformável (composto de material elástico). Esse produto promete uma postura neutra, pois a elasticidade da bola e a instabilidade que ela cria, faz com que o usuário mantenha sempre uma pequena contração dos músculos estabilizadores da coluna. O problema desse dispositivo é que ele não ajuda na questão da redução da atividade isométrica dos músculos da coluna o que pode levar a fadiga rapidamente durante o dia de trabalho, além de não possuir regulagens como altura do assento o que não permite que ele seja utilizado pela maioria das pessoas, descaracterizando-o como projeto universal. Ainda, o produto não oferece suporte para o tronco, desta forma não permitindo ao profissional breves repousos posturais, minimizando assim a sobrecarga biomecânica.

Figura 6 Mocho seatball.



Fonte: www.coraldent.com.br

O equipamento oferecido pela empresa Salli, Figura 7, possui assento ergonômico (tipo sela de cavalo), apoio para os membros superiores, estrutura com cinco rodízios. Essa configuração garante maior conforto para os membros superiores por conta de seu apoio ser articulado, possibilitando assim uma maior variabilidade de configurações para a posição dos braços com o respaldo do suporte. Além de ter como fundamentos para a concepção do assento a sela de cavalo, o que ajuda na manutenção de uma postura neutra, ou seja, zero grau de inclinação de tronco, porém essa postura se mostra inadequada para a atividade odontológica que se caracteriza por uma postura inclinada de tronco.

Figura 7 Mocho Salli.



Fonte: www.sallibrasil.com

O Kobo Chair, (Figura 8), apresenta como principal característica o apoio anterior de tronco e suporte para os membros superiores, propondo maior conforto na realização da atividade odontológica, possui também estrutura com 5 rodízios para mobilidade. Sua limitação é não permitir inclinação de tronco para frente, o que compromete a redução da atividade muscular da região da coluna lombar e torácica principalmente. Além de o assento ser muito pequeno, não respeitando o comprimento glúteo poplíteo do usuário, fundamental para a sensação de conforto, o que é desfavorável para a região do quadril podendo levar a dor/desconforto.

Figura 8 Mocho Kobo Chair.



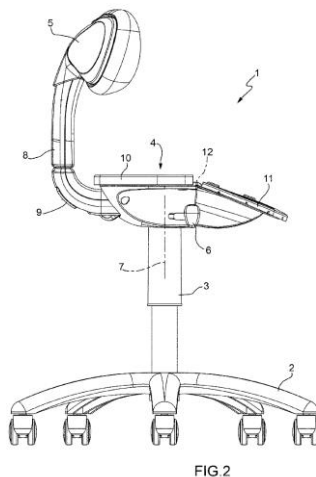
Fonte: www.kobochair.com

Em uma busca por patentes foi priorizado os projetos com a patente publicada nos últimos 20 anos, a fim dos resultados serem mais relevantes quanto à inovação. Os resultados encontrados foram resumidos em cinco patentes diferentes, estas por se tratarem dos conceitos que mais se diferenciavam dos produtos disponíveis no mercado. Um fato interessante sobre esses conceitos encontrados é que nenhum deles foi desenvolvido apenas com a função de mocho odontológico, mas sim em qualquer atividade de cirurgia ou que se tenha a necessidade do trabalho com inclinação anterior de tronco.

A patente 01, Número da publicação ep2438883 a1, publicado em 11/04/2012, possui características de uma cadeira convencional, apenas com o diferencial da regulagem na parte frontal do assento que tem como função facilitar a circulação de retorno das pernas. Mostrando que não foi concebida

com o fim prioritário de mocho odontológico, este sendo como função secundária do projeto, pois não possui suporte para os membros superiores, (Figura 9).

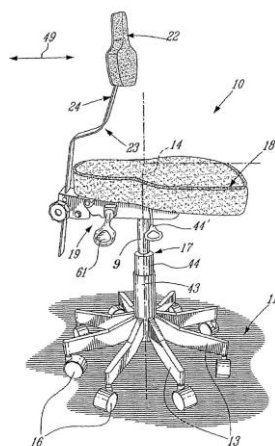
Figura 9 Patente 01, inventor: Chistoph nussbaumer.



Fonte: https://www.google.com.br/patents/EP2438883A1?cl=en&dq=dentistry+chair&hl=pt-BR&sa=X&ei=wXlyVYXDH_aAsQSCDw&ved=0CFoQ6AEwBzhG

A patente 02, (Figura 10), nº da publicação: US7618090 B2, publicado em 17/11/2009. Tem seu diferencial no apoio dianteiro para o tronco que permite inclinação e formato mais anatômico, além da estrutura com muitos rodízios o que previne quedas do usuário e facilita o movimento. Porém não possui apoio para os membros superiores.

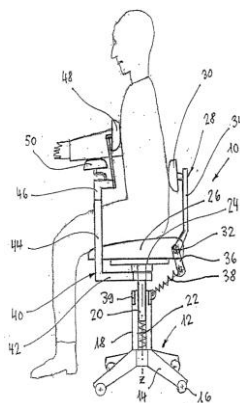
Figura 10 Patente 02, inventor: Daniel Grenon.



Fonte: https://www.google.com.br/patents/US7618090?dq=dentistry+stool&hl=pt-BR&sa=X&ei=bH4yVcn_F6GSsQSMnIGAAg&ved=0CD8Q6AEwBDhk

Patente 03, (Figura 11), nº da publicação: us20090278391 a1, publicado em 12/11/2009. Tem como características suporte anterior e posterior de tronco, apoio para os membros superiores, o que garante um respaldo para a postura inclinada de tronco. Porém a estrutura com 4 rodízios para mobilidade pode levar o usuário quedas.

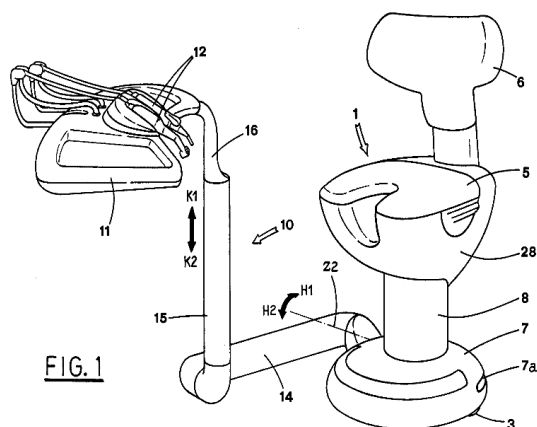
Figura 11 Patente 03, inventor: Hans Jurgen Ulrich.



Fonte: <https://www.google.com.br/patents/US20090278391?dq=dentistry+chair&hl=pt-BR&sa=X&ei=CXcyVZ7kB5LasAS36YCwAg&ved=0CC0Q6AEwAjh4>

O projeto da patente 04, (Figura 12), nº da publicação: EP0691120 A1, publicado em 10/01/1996. Tem seu conceito fundamentado na junção do equipo odontológico, ou cirúrgico, com a estrutura do banco, o que facilita o acesso aos equipamentos e diminui a amplitude e quantidade de movimentos durante a realização do ofício. A falta de suporte para garantir o trabalho com postura inclinada de tronco e de apoio para os membros superiores mostram que o projeto não resguarda a postura inclinada de tronco, essa fundamental para o exercício da atividade odontológica, isso somado a falta de rodízios o que compromete a mobilidade do usuário.

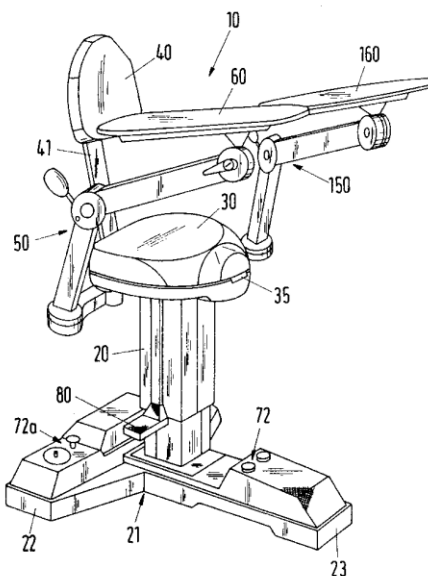
Figura 12 Patente 04, inventor: Leo Zaccarini.



Fonte: <https://www.google.com.br/patents/EP0691120A1?cl=en&dq=denstistry+stool&hl=pt-BR&sa=X&ei=Ln4yVbLREtLbsATn8ICwDw&ved=0CDYQ6AEwAzha>

Patente 05, (figura 13), nº da publicação: US5029941 A, Data da publicação 9/07/1991. Possui suporte para os membros superiores articulados, o que garante maior liberdade e variedade de posições para os braços na realização das atividades odontológicas, mas a falta de rodízios dificulta o odontólogo de se movimentar dentro do consultório.

Figura 13 Patente 05, inventor: Lorenz Twisselman.



Fonte: https://www.google.com.br/patents/US5029941?dq=denstistry+stool&hl=pt-BR&sa=X&ei=JoQyVZGGLq_IsASUI4HgAw&ved=0CGMQ6AEwCDi0AQ

Durante a revisão bibliográfica e busca por artigos científicos sobre o assunto foi encontrado um protótipo chamado de AnterioRest (BOOKS et al.,

2012), (Figura 14), esse projeto por sua vez não é um mocho propriamente dito, mas sim um suporte postural que vai acoplado a cadeira do paciente com a finalidade de servir de suporte anterior de tronco para o profissional. Essa configuração permite que o profissional trabalhe com uma postura inclinada de tronco, porém não oferece apoio para os membros superiores e tem uma dificuldade de ajuste se o profissional precisar trocar de posição durante o atendimento.

Figura 14 AnterioRest, proposta de apoio anterior de tronco independente do mocho.



Fonte: Gregory J. Books et al., 2012.

Além deste, foi encontrado outro protótipo de mocho denominado EDC (ergonomically design chair) HADDAD et al., 2012), (Figura 15) que tem como características apoio anterior de tronco, apoio para os membros superiores e permitir o usuário trabalhar com uma postura inclinada de tronco. Esse protótipo foi submetido a testes com usuários e comparado com um mocho convencional, a fim de se avaliar a atividade elétrica muscular por meio de testes com eletromiografia de superfície (EMG). Os resultados foram favoráveis para o EDC, com diminuição significativa da atividade elétrica muscular com destaque para: trapézio superior direito; trapézio superior esquerdo; trapézio médio direito e trapézio médio esquerdo. Além do teste eletromiográfico os participantes responderam a um questionário, no qual a maioria dos participantes relatou preferir utilizar o EDC ao invés do mocho convencional. Porém o apoio anterior de tronco se mostra muito grande o que pode gerar desconforto para profissionais do sexo feminino, além de os sujeitos envolvidos no teste relataram dificuldade na mobilidade durante os procedimentos do teste.

Figura 15 EDC, proposta de postura adequada com o uso de suporte anterior de tronco e membros superiores.



Fonte: O Haddad et al, 2012.

Foi possível identificar diferentes propostas para o design de interfaces posturais do cirurgião dentista. Os conceitos e produtos analisados apresentam variabilidade nas propostas de suporte postural, o que implica em diferentes posturas de trabalho. De maneira geral, os produtos apresentam uma preocupação com a sobrecarga muscular para a manutenção da postura durante a atividade do profissional, e a maioria oferece suporte para o tronco, com o objetivo de minimizar a fadiga muscular. Sob o ponto de vista ergonômico, os produtos apresentam aspectos positivos e negativos, o que implica em uma demanda para o design ergonômico aplicado aos instrumentos e ambiente de trabalho do profissional dentista, em especial, sua interface de trabalho direta.

Desordens musculoesqueléticas relacionadas ao trabalho têm como característica serem do origem multifatoriais, entretanto, fatores ocupacionais, tais como o design do posto de trabalho mal concebido, técnicas de trabalho que não são respeitadas, postura estática e sem suporte necessário, mantida por longo período de tempo e instrumentos de trabalho difíceis de manipular são fatores com impacto significativo no desenvolvimento de lesões musculoesqueléticas e problemas de dores e desconfortos em profissionais da odontologia.

A análise das questões ergonômicas da atividade do cirurgião dentista é importante para o favorecimento da atuação do design ergonômico no desenvolvimento do equipamento odontológico, pois permitirá aos cirurgiões dentistas trabalharem de maneira mais saudável.

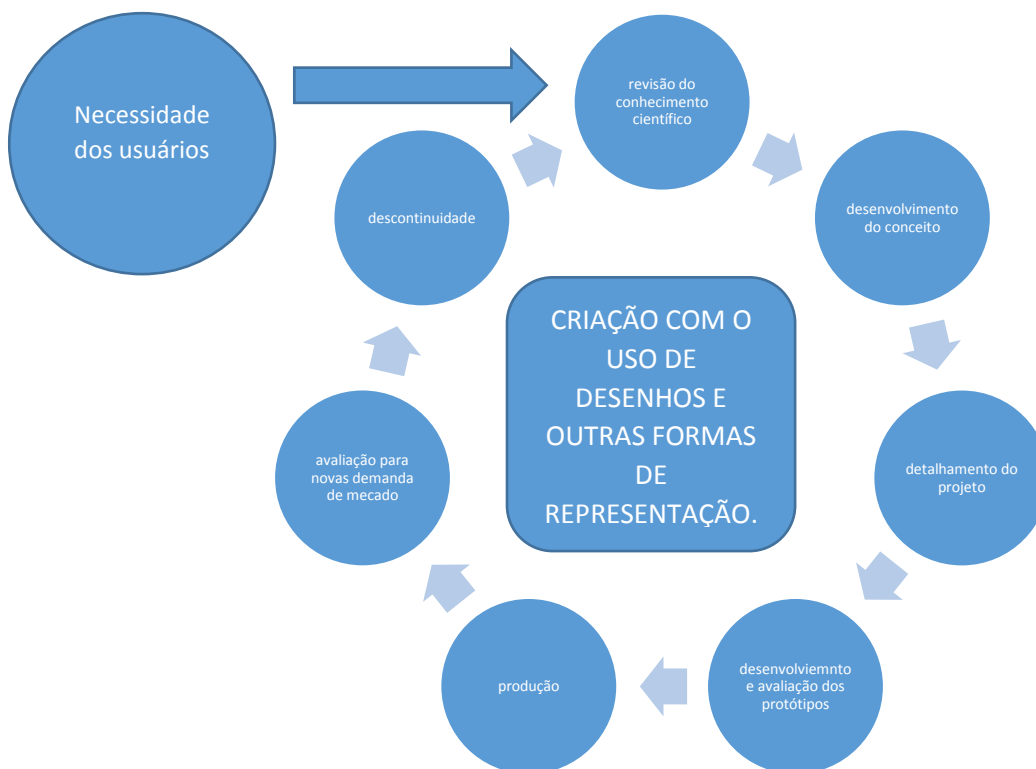
Desta forma, a identificação dos problemas da atividade do cirurgião dentista e suas causas, oferecem as informações necessárias para a elaboração e desenvolvimento inicial da adequação do seu posto de trabalho, bem como a execução de sua atividade com menores custos biomecânicos. Melhorar os aspectos ergonômicos da atividade odontológica envolve uma abordagem do design na interface de suporte postural, em vista do longo período de interação entre o profissional e o mocho. Neste sentido, o conhecimento dos aspectos positivos e negativos dos produtos, conceitos e patentes relacionados ao tema, bem como as evidências científicas sobre os problemas biomecânicos e ergonômicos presentes na atividade desse profissional, proporcionam, em última análise, informações para a fundamentação de novas propostas de design da interface postural de trabalho, com o objetivo de aprimorar o conforto, eficiência e satisfação dos profissionais com seu trabalho.

2.2. MATERIAIS E MÉTODOS

Os métodos aqui apresentados são colocados de forma a favorecer uma melhor compreensão do processo de desenvolvimento deste trabalho, lembrando que no desenvolvimento de conceitos e produtos nem sempre as etapas acontecem em uma forma exatamente sequencial, mas muitas vezes de forma concomitante.

A elaboração desse projeto baseia-se na estrutura para o processo de desenvolvimento de produtos, a fim de garantir que as tomadas de decisões, em diferentes etapas, sejam adequadas às necessidades do projeto. Porém uma vez que este estudo tem como propósito desenvolver uma proposta de design da interface de suporte postural (mocho) do cirurgião dentista (protótipo) e realizar posteriores testes, e não para a comercialização, a estrutura limitou-se até a etapa de desenvolvimento e avaliação do protótipo, não sendo realizada as etapas de produção e subsequentes. A estrutura, a seguir, mostra como se deu as etapas de pesquisa e criação para chegar ao conceito e posteriormente protótipo desejado para realização dos testes, Figura 16.

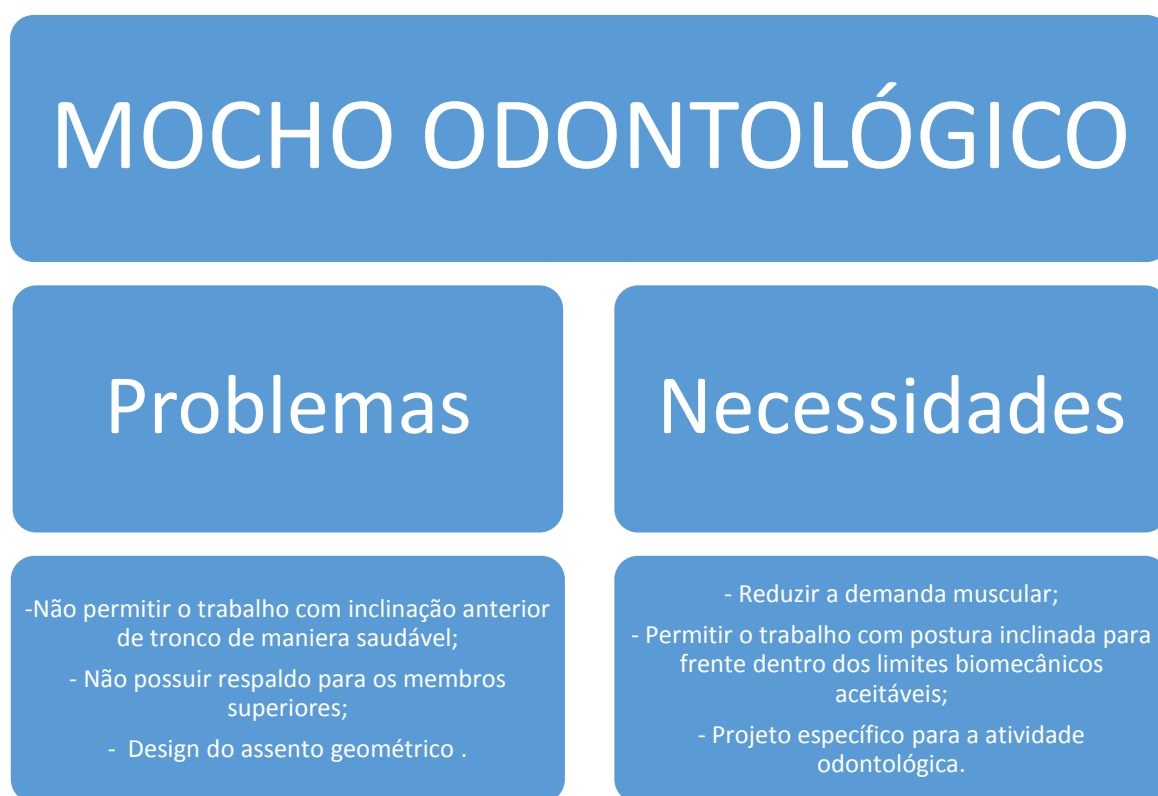
Figura 16 processo para o desenvolvimento do protótipo



Fonte: o autor.

O trabalho inicia-se com a definição do problema e/ou necessidade, aqui sendo os problemas ergonômicos do posto de trabalho e interface de suporte postural do cirurgião dentista. Com a revisão do conhecimento científico sobre o assunto, que identificou e caracterizou os problemas ergonômicos e suas possíveis causas a partir de uma análise do posto de trabalho do cirurgião dentista, (apresentados e discutidos nas seções anteriores) mais especificamente o suporte postural (mocho). Sendo assim foram definidas as principais limitações do mocho atualmente utilizado pelos cirurgiões dentistas e as principais demandas do novo projeto, Figura 17.

Figura 17 Problemas e necessidades relacionados ao mocho odontológico.



Fonte: autor.

A partir da definição dos problemas a serem abordados, o *briefing* é estabelecido. Ou seja, as características relevantes do projeto que orientam a criação do conceito do design do mocho, visando respeitar os limites biomecânicos do profissional para a realização da atividade. Assim tornando possível, definir de forma preliminar os procedimentos do projeto, Figura 18.

Figura 18 Briefing do projeto.

Briefing	Redução da atividade muscular para a manutenção da postura sentada.
	Respaldo para realizar o trabalho com postura inclinada de tronco,
	liberdade de movimentos

Fonte: autor.

Com o *briefing* já estabelecido foram realizadas as etapas de desenvolvimento do conceito, estudos de fundamentação e validação da proposta, desenvolvimento do protótipo e teste com o protótipo. Sendo que essas etapas, cada qual, foi fundamentada e desenvolvida com uma metodologia específica, que gerou resultados e discussões individuais para cada caso. Portanto cada caso de estudo será abordado separadamente já sendo apresentado seus resultados e discussões. Estes apresentados na sessão a seguir, conforme demonstrado anteriormente no item 1.7 (estrutura do texto).

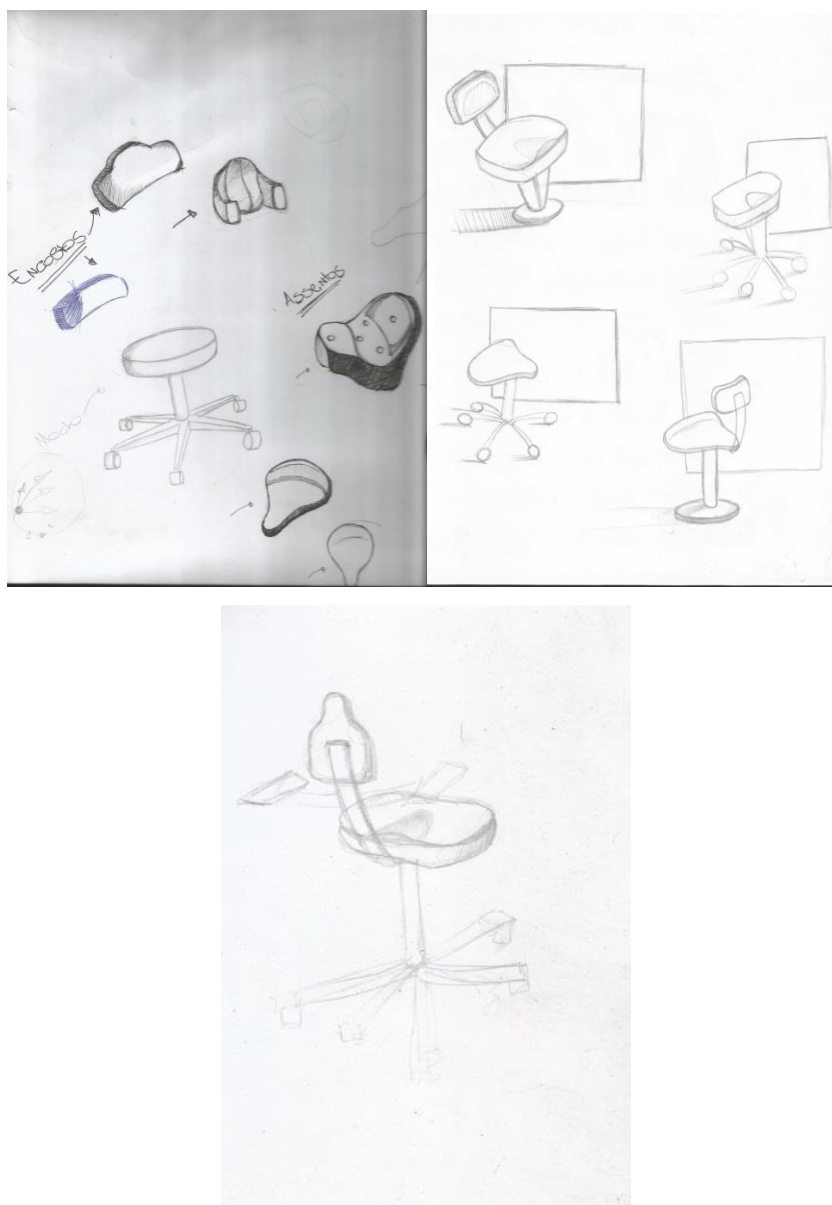
2.3. DESENVOLVIMENTO DO CONCEITO

2.3.1. Projeto conceitual, Sketches

Esta seção apresenta o início do desenvolvimento do projeto, que se deu a partir do método empírico, o qual afirma que o conhecimento vem principalmente a partir da experiência sensorial. Sendo assim o desenvolvimento desta etapa aconteceu por meio de observações do autor sobre a problemática apresentada. O estado da arte no campo de estudo e observação de demais situações que de alguma forma podem ter algo a se relacionar direta ou indiretamente com o profissional da odontologia e seu posto de trabalho. Desta forma a observação e uma geração quantitativa de ideias, possível com a prática de desenhos (*Sketches*), foram as principais ferramentas para o seu desenvolvimento.

Estes desenhos foram concebidos tomando como ponto de partida a problemática levantada no início do projeto, ou seja, o posto de trabalho do profissional dentista, mais especificamente o suporte de interface postural – mocho – não ser um projeto específico para a realização da atividade odontológica. Impedindo o mesmo de realizar sua atividade profissional de forma saudável e confortável e segura. A partir da revisão do conhecimento científico e do *briefing* estabelecido foram geradas as primeiras ideias, Figura 19.

Figura 19 Exemplo dos primeiros sketches.



Fonte: Autor

A partir dos primeiros desenhos e com base em evidências científicas encontradas sobre as características do posto de trabalho do cirurgião dentista (maior parte do tempo de trabalho realizado sentado e com uma postura inclinada de tronco para frente) foram desenvolvidos desenhos manuais e em *software* 3D (*SOLID WORKS*), pensando em um projeto específico para a atividade, com um suporte anterior de tronco e apoio para os membros superiores. Apoios para os membros superiores foram relatados como importantes para a diminuição da sobrecarga postural em profissionais de odontologia, principalmente nas regiões cervical e trapézio superior, (HADDAD et al., 2012; TRAVEL et al., 1999), Figura 20.

Figura 20 Desenhos baseados em evidências científicas e sobre o posto de trabalho do cirurgião dentista, apontadas nos itens anteriores.



Fonte: Autor.

A partir desse ponto, iniciou-se uma busca e análise de atividades nas quais o usuário permanece sentado, por tempo prolongado com postura ereta ou inclinada de tronco, sem o respaldo de um suporte posterior e com pouca variação postural. Sendo que o suporte postural para realizar essas atividades tivesse como característica principal ser um projeto específico e diferente de uma cadeira convencional, caso do mocho odontológico. Com esses requisitos foi encontrado a atividade de pilotar motocicletas e andar a cavalo, estas atividades são caracterizadas por o usuário experimentar situação próxima à aqui descrita, Figura 21.

Figura 21 Exemplo de atividade realizada sentada, por tempo prolongado e pouca variação postural.

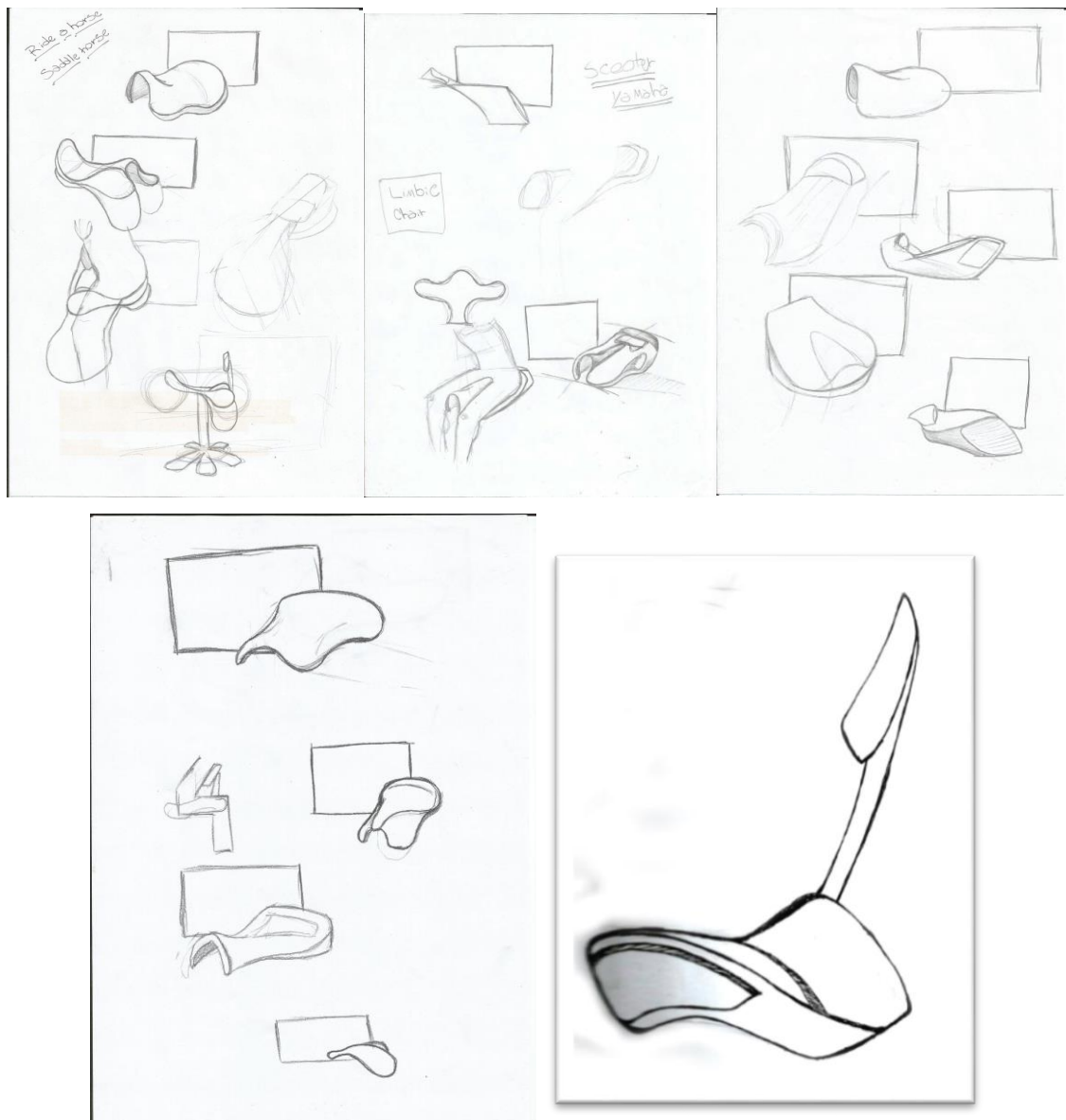


Assento com formato anatômico. Diferente dos tradicionais assentos de cadeira.

Fonte: Autor.

Sendo assim foram desenvolvidos novos desenhos com novas propostas de assento baseados em assentos de motocicletas e selas de cavalo, que poderiam, supostamente, respaldar uma postura sentada sem apoio de tronco por prolongado período, representados na Figura 22.

Figura 22 Sketches baseados em assentos de motocicletas

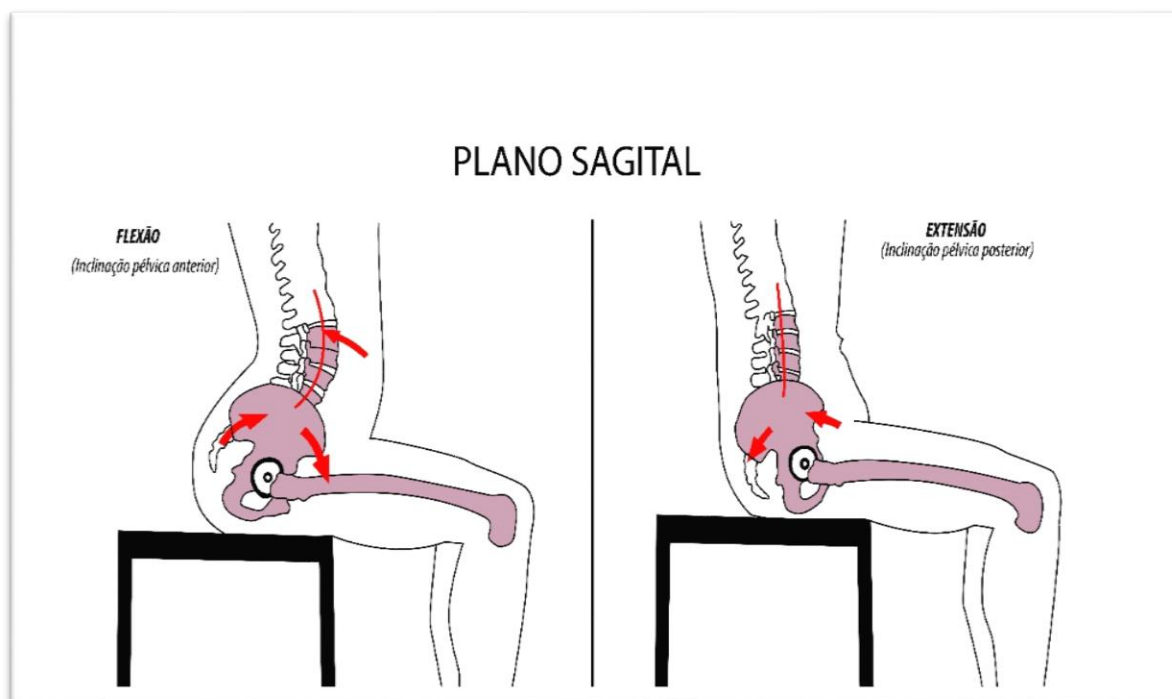


Fonte: Autor.

Como resultado dessa análise empírica de atividades em que o usuário pode passar diversas horas sentado, sem apoio de tronco e com suposto menor custo biomecânico, levantou-se a questão de que, talvez, para uma menor demanda dos músculos estabilizadores das costas durante a postura sentada, fosse necessário o controle da região lombo-pélvica do usuário, por meio do design do assento.

A pelve é formada pelos ossos dos quadris e o sacro, sendo a extremidade inferior do esqueleto axial (cabeça, caixa torácica e coluna vertebral) fixado na pelve. Com isso, a rotação da pelve sobre a cabeça dos fêmures normalmente altera a posição da parte lombar da coluna vertebral (NEUMANN, 2006 p. 408), Figura 23.

Figura 23 Representação da flexão e extensão pélvica no plano sagital.



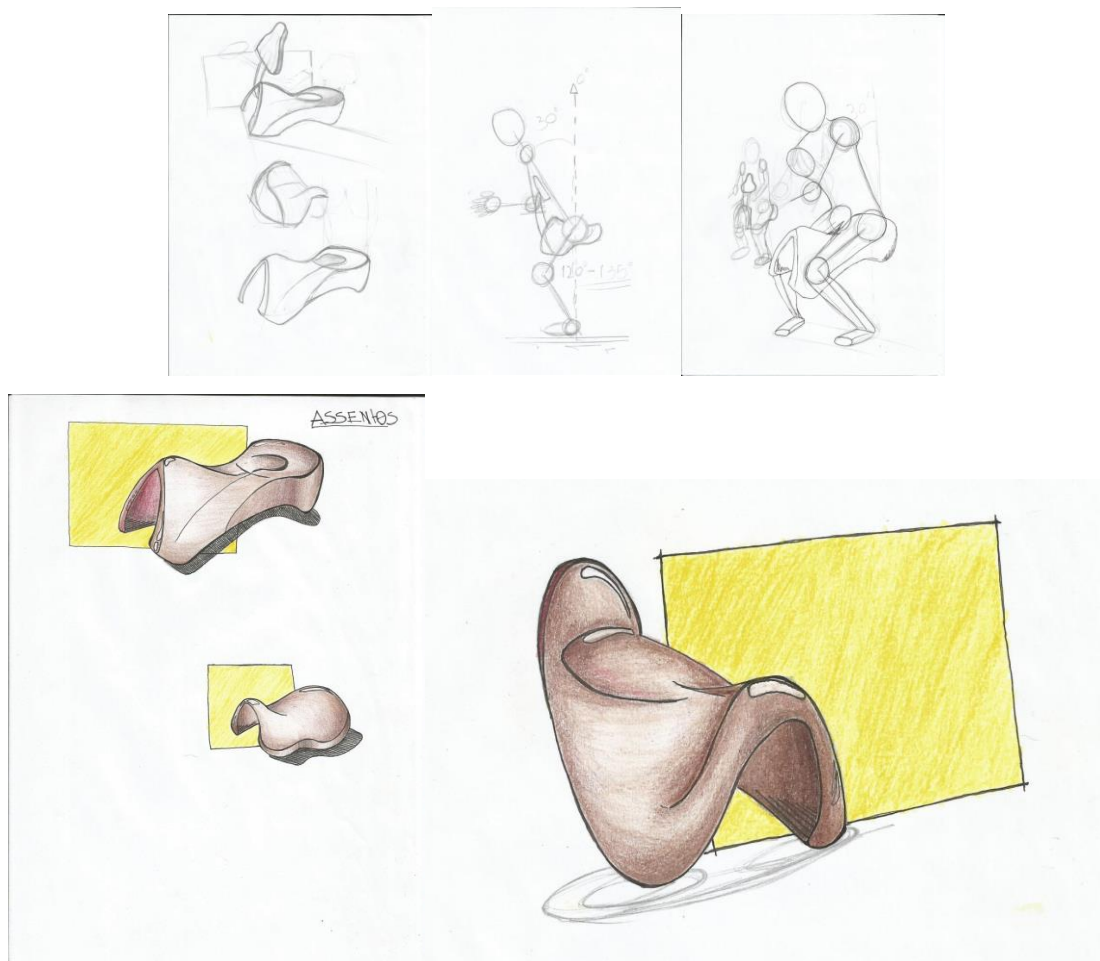
Fonte: autor.

A partir dessas análises foram traçadas as diretrizes para o desenvolvimento do design do assento de forma a permitir o controle da postura na região lombo-pélvica, sendo estes:

- ✓ Design baseado em assentos de motos e selas de cavalos, bem como no andar a cavalo e pilotar motocicletas;
- ✓ Controle da postura pélvica;
- ✓ Design do assento de forma a permitir um melhor posicionamento da pelve em posição neutra para anteversão.

Definido estes três pontos, foram gerados mais desenhos baseados nas observações anteriores e na hipótese que uma postura de flexão de quadril e joelho maior do que 90° e uma leve abdução de quadril seriam necessários para o controle e melhor posicionamento da postura lombo-pélvica, Figura 24.

Figura 24 Sketches baseados na análise do controle pélvico e atividades de andar a cavalo e pilotar motocicletas.



Junto com esse processo de criação ocorreram também estudos de antropometria, descritos no próximo item, que levaram ao desenvolvimento de mais desenhos para o desenvolvimento do projeto e foram fundamentais para nortear o design final do protótipo.

2.3.2. Antropometria para o desenvolvimento do protótipo

Esta seção tem como objetivo apresentar os aspectos antropométricos que influenciaram na escolha das dimensões do protótipo, na tentativa de determinar parâmetros ótimos para o trabalho do cirurgião dentista ser realizado de forma mais eficiente, confortável e segura.

Para alguns aspectos do mocho, a medida ideal para uma boa interação entre o usuário e o produto é feita com base nos segmentos corporais do usuário e a estrutura do equipamento. Nesse caso se faz necessário visualizar o usuário em uso do mocho para realizar e definir medidas. Especificamente as medidas para o dimensionamento do assento bem como o tamanho do apoio para os braços e suporte anterior de troco.

A antropometria trata das medições físicas realizadas no corpo humano. Aqui foram utilizados os dados de antropometria estática, na qual as medidas se referem ao corpo parado ou com pouco movimento. Para definir as medidas do mocho, também foram consideradas as medidas mínimas e máximas da população brasileira. Sendo o máximo representado pelo percentil 95% dos homens e o mínimo 5% das mulheres, assim podendo ser definido as medidas e alcances das regulagens do mocho. As medidas do percentil 95% dos homens e 5% das mulheres foi baseado nos dados antropométricos apresentados nos trabalhos de Couto (1995), Felisberto (1994), Silva e Monteiro (2009). Comparando os dados apresentados por diferentes autores observa-se uma variação entre os resultados encontrados. Parte dessa diferença pode ser explicada pelas variações seculares, uma vez que cada estudo foi realizado em épocas diferentes. No geral essas pequenas diferenças não afetariam o projeto ao ponto de compromete-lo, contudo em casos em que são exigidas maiores

precisões, os dados tabelados devem ser usados apenas como uma primeira aproximação (IIDA, 2016).

Como as medidas antropométricas apresentam um padrão do posicionamento do indivíduo para realizar as medições dos seguimentos corporais, sendo este o corpo ereto (tronco perpendicular ao chão, indivíduo em pé) e coxas paralelas ao chão (indivíduo sentado, com o tronco formando um ângulo de 90° com as coxas bem como o ângulo entre as coxas e as pernas).

Assim o projeto precisou de informações adicionais para que fossem definidas as suas medidas, pois a característica da posição sentada adotada para este projeto posiciona quadris com leve abdução, e em posição mais estendida (ângulo entre coxa e tronco maior que 90°), e também com o joelho mais estendido (ângulo entre coxa e perna maior que 90°), tendo que ser feita uma adaptação na interpretação das medidas tabuladas nos estudos. Para isso buscou-se informações sobre bancos conhecidos por manter uma postura semi-sentada, sendo que sua característica é uma postura mais estendida de tronco/quadril e coxa/perna.

Não foram encontrados dados sobre como é feita a definição das alturas máximas e mínimas da variação dos bancos tipo semi-sentado, sendo assim o projeto tomou como base os mecanismos desse tipo de assento para a definição dessas alturas, Figura 25.

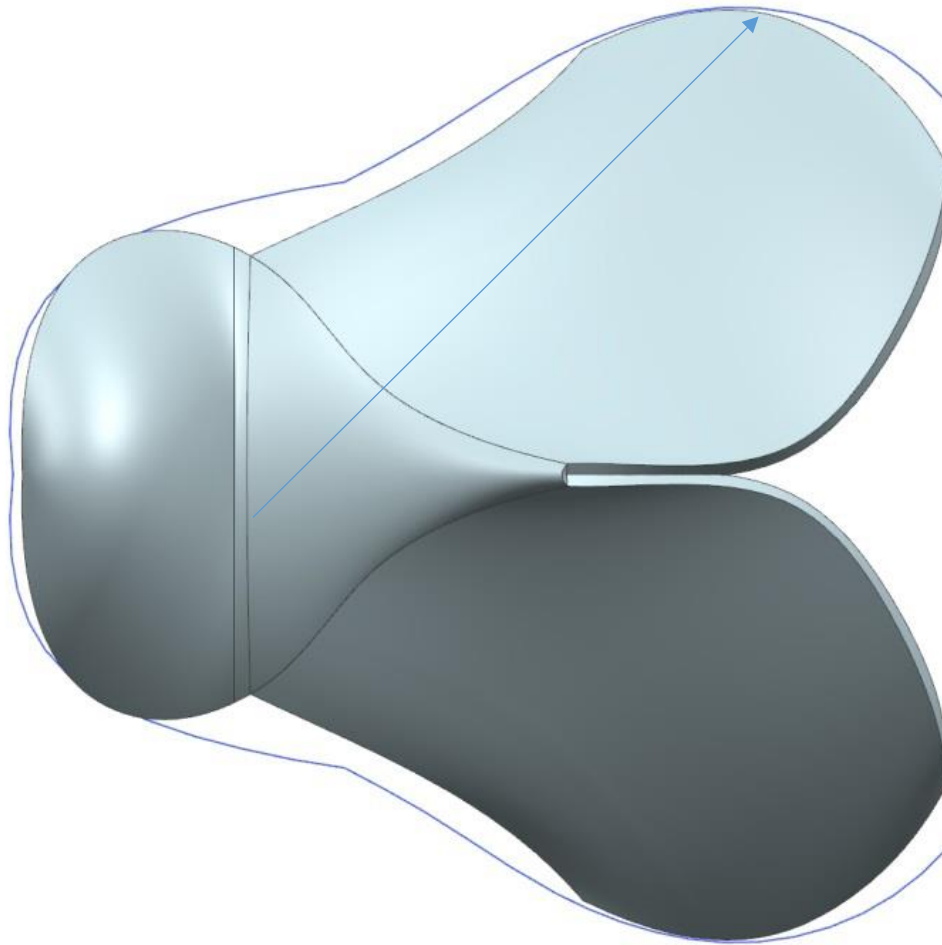
Figura 25 exemplo de banco e postura semi-sentada.



Fonte Autor

Para o dimensionamento de assentos convencionais de cadeiras toma-se como base o comprimento glúteo-poplíteo com as pernas paralelas, no caso desse projeto a medida utilizada também foi a distância glúteo-poplíteo porém com as coxas abduzidas, Figura 26.

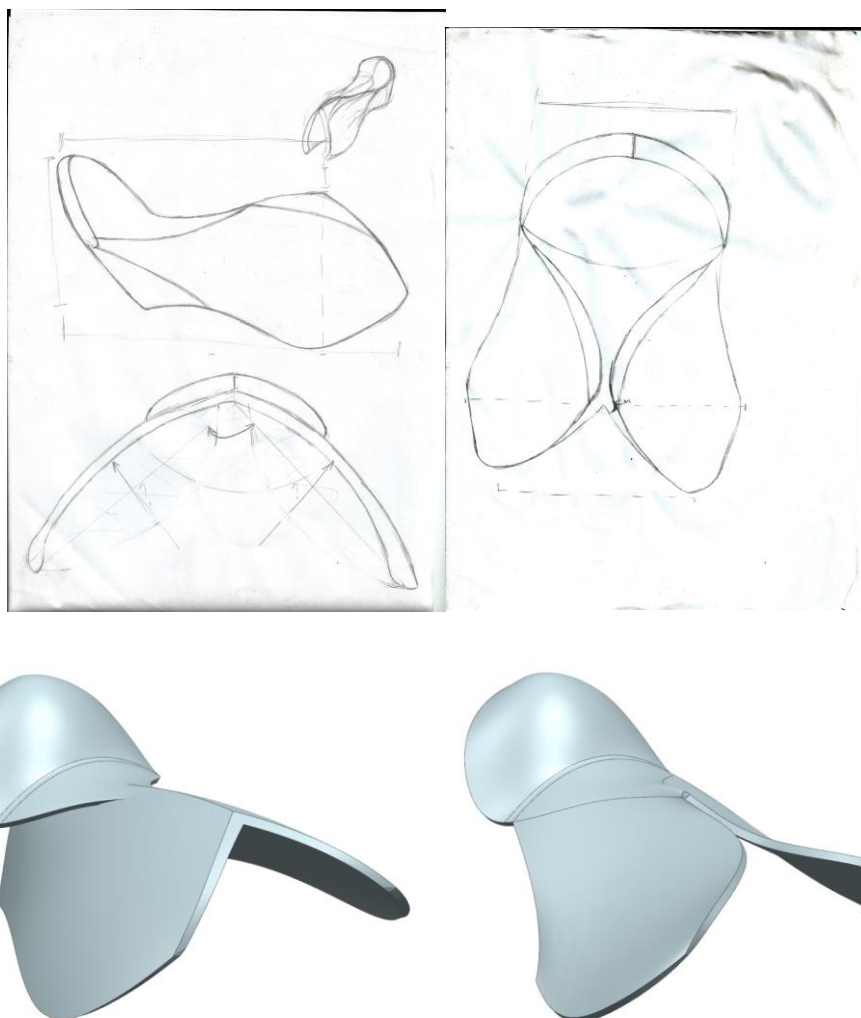
Figura 26 Medição do assento do mocho.



Fonte: Autor

Assim como na seção anterior foram desenvolvidos mais desenhos com base nos parâmetros definidos aqui, Figura 27.

Figura 27 Desenhos e modelos 3D baseados na antropometria.



Fonte: Autor

2.3.3. Levantamento dos componentes do mocho

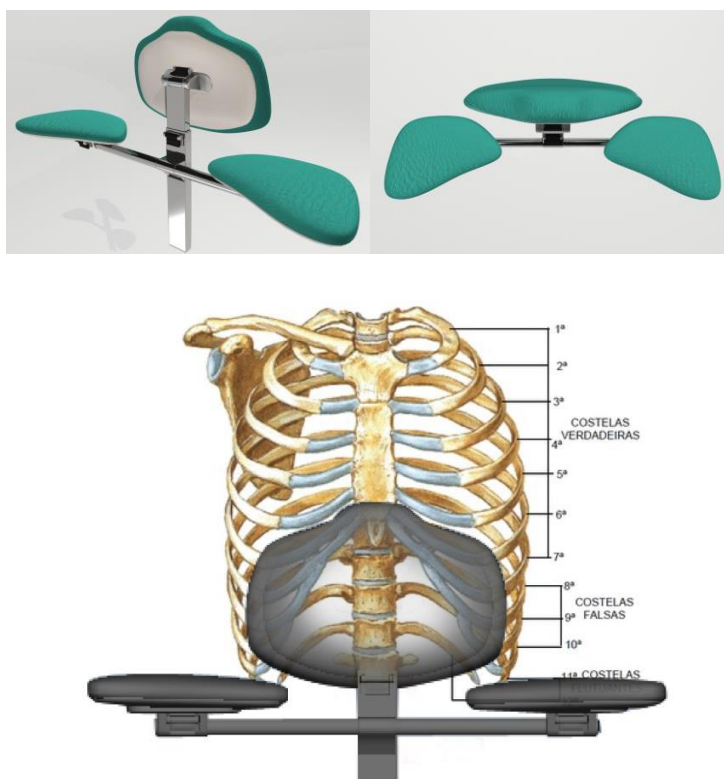
O protótipo de mocho pode ser dividido em três principais partes, sendo estas: suporte anterior de tronco e apoio para membros superiores; rodízios e pés; e assento. Esses elementos serão aqui descritos para melhor entender as

características individuais de cada parte e assim demonstrar na próxima seção o protótipo virtual completo.

2.3.3.1. Suporte anterior de tronco e apoio para membros superiores

O apoio anterior de tronco foi concebido de forma a permitir uma postura inclinada para frente durante a atividade do odontólogo, e sem impedir a liberdade de movimentos do profissional. O design foi desenvolvido para acompanhar da sétima a décima costela, proporcionando assim maior conforto no apoio para o usuário. O apoio para os braços visa a diminuição da contração isométrica principalmente do músculo trapézio superior e musculatura cervical, situação primordial na tensão desta região, além de sua forma permitir o profissional de observar a boca do paciente, Figura 28.

Figura 28 Características do suporte de tronco e membros superiores.



Fonte: autor.

2.3.3.2. Rodízios e pés

Estrutura dos pés do mocho foi concebida com cinco rodízios para permitir o deslocamento do indivíduo dentro do seu consultório com liberdade e sem risco de quedas. Regulagem de altura do assento e do apoio para os pés do usuário, que juntos facilitam o uso do mocho pela maioria da população e permite uma maior variabilidade postural durante o trabalho, Figura 29.

Figura 29 Detalhes dos rodízios e estrutura dos pés



Fonte: o autor.

2.3.3.3. Assento

O assento do protótipo teve seu design inspirado em bancos de motos e selas de cavalo bem como foi projetado pensando no controle da postura da região lombo-pélvica do usuário, permitindo assim uma posição mais confortável e específica de trabalho. O design do assento permite que o usuário assuma uma postura mais ereta de tronco exigindo menor atividade muscular para a

manutenção da postura. Isso por meio de suas formas que posiciona os quadris em leve abdução e em posição mais estendida (ângulo entre coxa e tronco maior que 90°) assim como o joelho mais estendido (ângulo entre coxa e perna maior que 90°). O intuito dessa postura é evitar que a pelve entre em retroversão, o que faz com que a coluna lombar mantenha sua lordose natural sem necessidade de grande atividade muscular para manutenção da postura, Figura 30.

Figura 30 vistas do assento.



Fonte: autor

2.3.3.4. Modelo virtual

Com o levantamento do estado da arte sobre o assunto aqui tratado e com o desenvolvimento do conceito por meio de uma análise empírica e representações provenientes de desenhos, manuais ou modelagem virtual 3D, foi possível a concepção de um protótipo virtual completo desenvolvido no *software Autodesk Maya*, Figura 31.

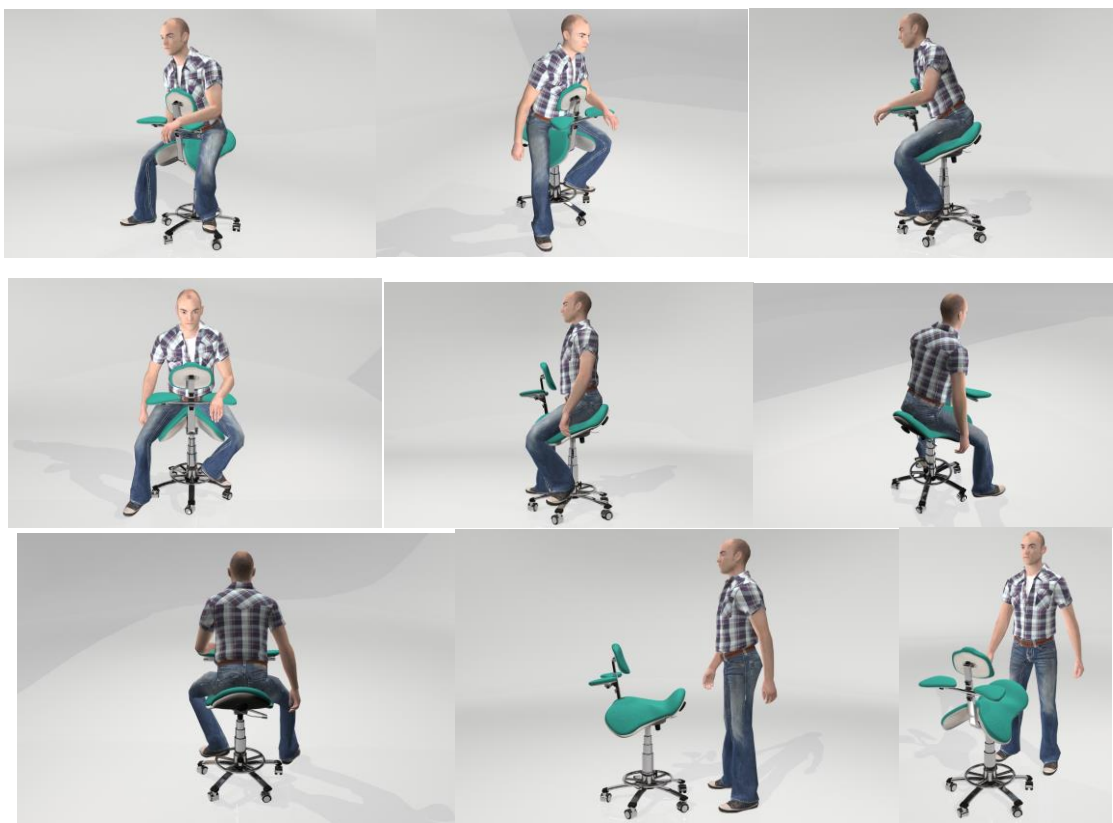
Figura 31 Representação do mocho com as regulagens nas medidas máximas e mínimas.



Fonte: Autor.

Foram também desenvolvidos renderizações do mocho em interação com um usuário de estatura aproximada de 1,75 metros, este usuário concebido em ambiente virtual teve como base os dados antropométricos encontrados em estudos listados na seção anterior (Antropometria e desenho técnico), diversos estudos foram necessários pois é de difícil definição exata de todas as medidas antropométricas da população brasileira, Figura 32.

Figura 32 Interação entre o mocho e o modelo de usuário.



Fonte: Autor.

Foi possível produzir um protótipo virtual (mocho) da interface postural do cirurgião dentista, a partir de uma análise do ponto de vista ergonômico de como se dá seu trabalho. Isso junto com a prática empírica de observação de outras atividades relacionadas com a postura sentada.

O mocho virtual desenvolvido possibilitou uma primeira análise da estrutura concebida junto a um usuário, mostrando as principais características do conceito proposto. Este protótipo virtual é fruto de uma abordagem interdisciplinar entre os conhecimentos do design, ergonomia e biomecânica. Além disso este sugere o benefício ao profissional durante a realização de seu trabalho com a postura inclinada de tronco, por intermédio de suas características ergonômicas.

2.4. ESTUDOS DE FUNDAMENTAÇÃO E VALIDAÇÃO DA PROPOSTA

Nesta seção são apresentados dois estudos com objetivos específicos, cujos resultados demonstram as demandas ergonômicas e fundamentam decisões para validação do conceito e desenvolvimento do protótipo. Especificamente esses estudos auxiliam nas considerações do profissional dentista sobre o seu posto de trabalho, normas reguladoras e parâmetros ergonômicos de sua atividade profissional diária e como este profissional vê, do ponto de vista do Design, seu suporte postural de trabalho, o mocho. Além disso visa a definição e verificação da hipótese, que uma postura de tronco mais elevada como proposta de postura sentada, pode diminuir a atividade muscular das costas. Cada estudo apresenta uma breve introdução, detalhamento dos procedimentos metodológicos, resultados e discussões e conclusões.

2.4.1.Considerações do Cirurgião Dentista sobre seus problemas ocupacionais: demandas para o Design Ergonômico.²

O atual panorama da atividade odontológica caracteriza-se por uma alta prevalência de queixas de dores e desconforto, que podem gerar distúrbios psicológicos e fisiológicos, levando ao comprometimento da saúde e produtividade do profissional. Na odontologia, assim como em diversas atividades profissionais, algumas doenças ocupacionais resultam de problemas na interface entre o profissional, dispositivos e métodos de trabalho. A dificuldade em se estabelecer um equilíbrio postural durante o exercício de seu ofício, tem exposto os cirurgiões dentistas a riscos ocupacionais. Como resultado, a

² Estudo publicado em:

BERTOLACCINI, G. S.; MEDOLA, F. O. ; PASCHOARELLI, L. C. . Considerações do Cirurgião Dentista sobre seus problemas ocupacionais: demandas para o Design Ergonômico. In: Luiz Carlos Paschoarelli ; Rosio Fernández Baca Salcedo. (Org.). Interação: panorama das pesquisas em Design, Arquitetura e Urbanismo. 1ª ed. Bauru: Canal6, 2015, v. 1, p. 59-67.

prevalência de sintomas musculoesqueléticos tem sido reportada por grande maioria dos profissionais.

Muitos desses problemas estão relacionados a posturas estáticas e inadequadas mantida por prolongado período. Especificamente podem ser apontados como fatores que contribuem à sobrecarga biomecânica nos cirurgiões dentistas os posicionamentos do tronco com rotação, inclinação lateral e inclinação anterior (GUPTA et al., 2015). A questão dos problemas de desconforto e dor, investigados neste estudo, merece especial atenção pois há um número crescente de profissionais que adoecem no trabalho por conta de sobrecargas musculoesqueléticas. No entanto, ao invés de procurar a compreensão a respeito dos fatores que os causam, na maior das vezes busca-se somente trata-los (PRADELLA, 2012).

Entre as variáveis de um estabelecimento odontológico, os fatores ergonômicos têm sido considerados determinantes para melhor eficiência, produtividade e o conforto do profissional. Neste sentido, o ambiente de trabalho e, mais especificamente, a interface de suporte postural, conhecido também como mocho, do profissional, assumem relevada importância nos aspectos ergonômicos da atividade odontológica. Sendo assim, o objetivo deste estudo foi avaliar, sob a perspectiva do cirurgião dentista, de que forma o design do mocho influencia nos problemas de dor e desconforto relacionados à atividade deste profissional.

2.4.1.1. Procedimentos metodológicos.

O presente estudo caracteriza-se como transversal, com a participação de nove sujeitos (sete do gênero feminino e dois do gênero masculino), todos cirurgiões dentistas atuantes no interior do estado de São Paulo. Os procedimentos foram submetidos e aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação da UNESP (Parecer N. 1.000.176).

Foi aplicado um formulário eletrônico, composto por um questionário com questões abertas e fechadas, que buscaram avaliar os problemas de

dor/desconforto na atividade profissional e suas relações com o design do mocho. Para o mapeamento das queixas de dor/desconforto, foi aplicado o Diagrama de Corlett (CORLLET; MANENICA, 1980). O formulário com o questionário foi gerado pela plataforma Google Formulários, e enviado por meio de rede social.

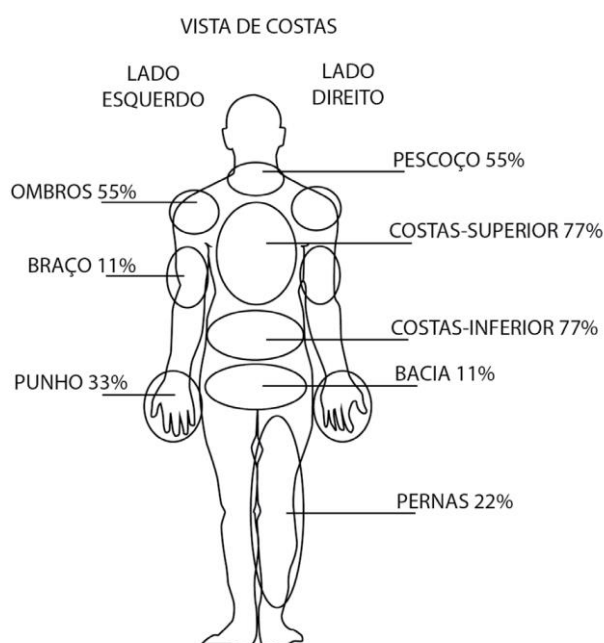
Para a apreciação dos resultados, estes foram analisados de forma descritiva, sendo apresentada a frequência das respostas em forma de porcentagem.

2.4.1.2. Resultados e discussão

A média de idade dos participantes foi de $27,5 \pm 5,6$ anos. A maior parte dos profissionais (66,6%) referiu jornada de trabalho entre 10 a 12 horas, enquanto 33,3% desempenham suas atividades de trabalho em período inferior a 8 horas por dia.

A análise do Diagrama de Corlett (Figura 33) apontou como as principais regiões de queixa (dor e desconforto) durante o exercício da atividade, o pescoço, costas, ombros, punho, braços, bacia e pernas.

Figura 33 Porcentagem de dor referida pelos sujeitos nas regiões corporais (vista posterior).

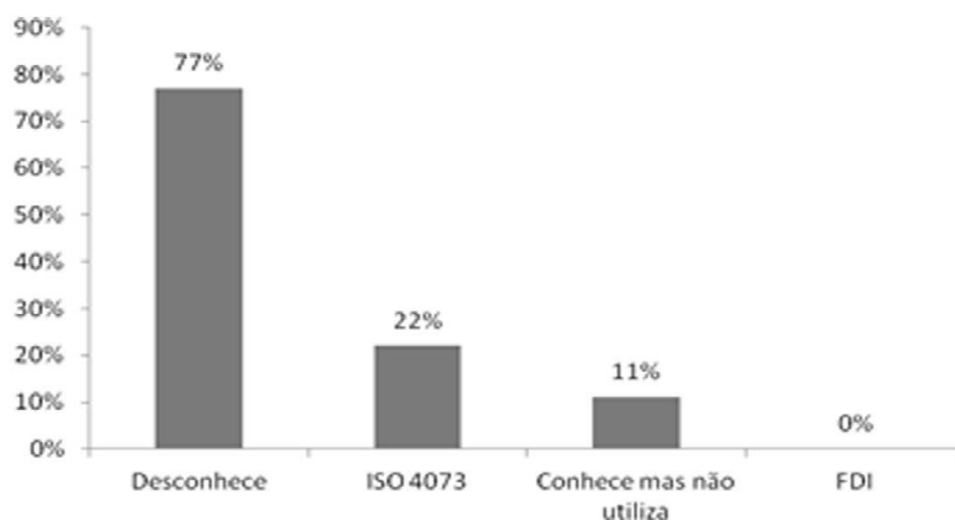


Fonte: autor.

Esses dados corroboram com o estudo de Aguiar et al. (2013), que apontou como principais regiões de dor/desconforto dos cirurgiões dentistas a região cervical, pelve, coluna lombar e torácica, ombro direito e ombro esquerdo. Mostra também que mãos e punhos são regiões relevantes no caso de dor/desconforto, porém essas dores estão relacionadas aos atos operatórios que o profissional realiza e podem sinalizar uma sobrecarga de esforço repetitivo. Ainda, os resultados do presente estudo confirmam com o trabalho do Dantas et al. (2015), que apontou a região lombar como sendo de alta prevalência de dores (58,4%). Apenas um dos participantes do presente trabalho afirmou possuir ajuda de profissional auxiliar. Aguiar et al. (2013), encontrou também que os profissionais em sua maioria trabalham de sete a dez horas diárias (77%), dados que condizem com o perfil da amostra coletada.

Quando os sujeitos entrevistados foram questionados sobre o conhecimento das normas ISO-4073 e da FDI, sobre suas padronizações da rotina de trabalho, 77% afirmam desconhecer essas normas, enquanto 22% afirmam conhecer as normas ISO-4073. E 11% disse conhecer, mas não faz utilização delas, enquanto nenhum dos participantes conhecia as normas da FDI, Figura 34.

Figura 34 Resposta dos sujeitos entrevistados com relação ao conhecimento e aplicação das normas ISO-4073 e FDI.



Fonte: autor.

Com relação às providências para prevenir ou diminuir as dores, 44,4% declararam não tomar providências, 33,3% relatam o uso de medicamentos para diminuir os sintomas de dor/desconforto, 11,1% procuram corrigir a postura durante a atividade e 11,1% realizam atividade física como forma de prevenir e reduzir os problemas de dores e desconforto.

Já em se tratando das características do mocho em que o profissional trabalha, foram mostrados três modelos com diferentes designs e solicitado aos participantes que indicassem qual dos modelos mais se assemelhava ao seu próprio mocho (Figura 35). Os resultados demonstram que os profissionais utilizam dispositivos com apoio posterior de tronco e sem apoio para o braço.

Figura 35 Modelos de mocho utilizados pelos participantes em seu trabalho.



Fonte: autor

A grande maioria dos participantes (88,8%) considera que o design do mocho exerce influência nos problemas de dor e desconforto, e que se o design do dispositivo fosse mais adequado os problemas seriam minimizados, enquanto apenas 11,1% dos sujeitos discordaram parcialmente sobre o design do mocho influenciar nesses problemas. Apesar da pequena amostra, esses resultados sugerem que o design do mocho dos cirurgiões dentistas é inadequado, o que destaca uma demanda de estudo e aplicação do design ergonômico, de forma a adequar a interface postural do profissional a seus limites biomecânicos aceitáveis.

Este estudo apresentou um levantamento das queixas e problemas decorrentes da prática odontológica, a partir da perspectiva do profissional. Ainda, apontou as principais regiões de dor/desconforto, assim como a percepção do profissional sobre sua interface postural imediata de trabalho. Este

conhecimento é relevante para o desenvolvimento de novas propostas de design deste produto, visando atender, de forma mais adequada, as necessidades e expectativas do profissional. O projeto de equipamentos odontológicos vem se caracterizando por um emprego de alta tecnologia, resultando em melhores tratamentos e diagnósticos. Porém, quando se trata da saúde do profissional isso se mostra ainda ineficaz, em vista dos diversos problemas relacionados à atividade odontológica, evidenciando uma demanda para aplicação do design ergonômico.

Os resultados aqui apresentados indicam a necessidade de novos estudos sobre o tema, de forma a melhor esclarecer as questões levantadas, assim como minimizar as limitações metodológicas do presente estudo.

Estudos futuros podem abordar de forma mais detalhada os aspectos biomecânicos da atividade do cirurgião dentista em sua rotina diária de trabalho, favorecendo a identificação de situações de sobrecarga, as quais podem ser abordadas em novas propostas ergonômicas para o design do posto de atividade.

2.4.2. A influência da altura do assento, inclinação de tronco e postura das pernas na atividade do trapézio superior e longuíssimo.³

Muitas das atividades realizadas pelo ser humano, seja para o lazer ou para o trabalho, são realizadas na postura sentada. Os gastos socioeconômicos relacionados a dores nas costas e doenças relacionadas ao trabalho são elevados. Nesse contexto, dores são consideradas, como efeito de longo prazo, um desequilíbrio entre fatores físicos relacionados ao trabalho, postura e capacidade física do sujeito. Investigar como a postura corporal e a configuração do assento afeta a carga biomecânica nos músculos das costas ainda é

³ Estudo publicado em: BERTOLACCINI, GUILHERME DA SILVA; NAKAJIMA, RAFAEL KENDI; FILHO, IDINEI FRANCISCO PIRES DE CARVALHO ; PASCHOARELLI, LUIS CARLOS ; MEDOLA, FAUSTO ORSI . The influence of seat height, trunk inclination and hip posture on the activity of the superior trapezius and longissimus. Journal of Physical Therapy Science, v. 28, p. 1602-1606, 2016.

importante no sentido de melhor compreender a interação mecânica entre usuário e a interface do assento.

Evidências sugerem que sinais de desconforto percebido no corpo, assim como tensão, fadiga, dor ou tremores, são preditores de dor nas costas (HAMBERG-VAN et al., 2008). Sentar com uma postura ereta e com ambos, quadris e joelhos flexionados a 90°, é normalmente considerado uma postura apropriada para prolongado tempo sentado. Entretanto, manter o tronco ereto por um longo período requer a atividade contínua dos músculos posturais, o que pode levar a fadiga, dores e doenças. Adicionalmente em uma variedade de atividades relacionadas ao trabalho, como o uso de computadores e a odontologia, existe a característica dos sujeitos inclinarem todo o tronco para frente, no sentido de melhorar a visão do seu campo de ação. Profissionais da odontologia trabalham com a cabeça e o tronco inclinados para frente, o que é correlacionado a uma alta prevalência de dor postural e desconforto.

Diversos são os estudos que demonstram a influência da postura de tronco em pelve na atividade dos músculos das costas, porém, como a altura do assento, postura do tronco e pernas afetam a atividade dos músculos posturais ainda não foi investigado. Sendo assim este estudo objetiva investigar a influência da altura do assento e postura corporal na atividade do trapézio superior e longuíssimo. Especificamente, a influência na atividade muscular foi investigada levando em conta três fatores principais: posição de assento alto e baixo; inclinação de tronco; adução/abdução de pernas. A hipótese é que esses três fatores afetam potencialmente a atividade do trapézio superior e longuíssimo, e nos dois músculos um assento mais alto e abdução de pernas pode reduzir a atividade eletromiográfica (EMG) desses músculos em uma postura com o tronco inclinado para frente.

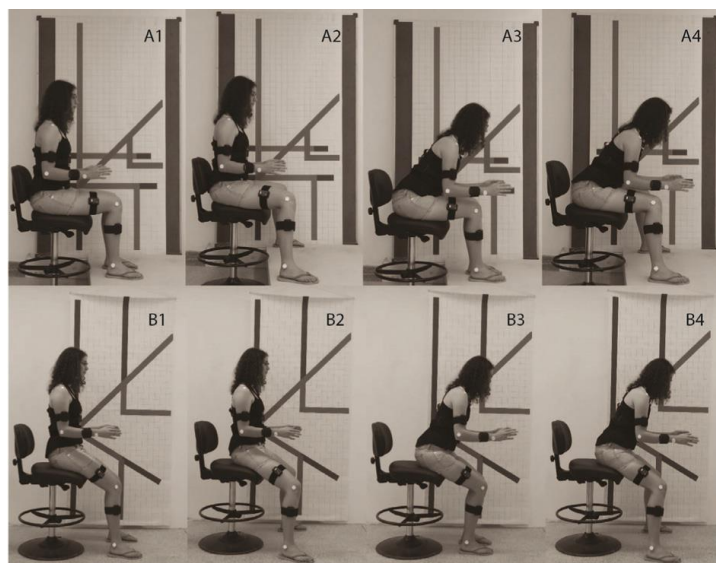
2.4.2.1. Procedimentos metodológicos.

Vinte e dois sujeitos foram recrutados na Universidade Estadual Paulista (UNESP, Bauru) e voluntariamente participaram do estudo. A amostra consistiu em onze pessoas do gênero masculino e onze pessoas do gênero feminino, com

idade média de $22,3 \pm 2,7$ anos, altura média de $1,70 \pm 0,1$ metros e média de peso de $61,6 \pm 13,1$ Quilogramas. Os participantes seguiram o seguinte critério de inclusão: mínimo dezoito anos e não ter tido nenhum tipo de dor crônica nas costas, doenças ou deformidades que poderiam influenciar a manutenção da postura corporal investigada nesse estudo. Antes da coleta de dados, os voluntários foram informados sobre os procedimentos e métodos do estudo, leram e assinaram um formulário de consentimento livre e esclarecido que já havia sido aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Faculdade de Arquitetura Artes e Comunicação, UNESP (Processo N. 1.000.176).

Um total de oito diferentes posturas foram investigadas, variando de acordo com três fatores principais: altura do assento (assento baixo que foi definido como, postura sentada com pernas e joelhos a um ângulo de 90° em uma vista lateral. Assento alto definido como, postura com pernas e joelhos em um ângulo de 120° em uma vista lateral); inclinação de troco (tronco ereto e inclinado para frente a 45° em uma vista lateral); e abdução de pernas (postura com o máximo de abdução das pernas enquanto ainda se mantém os joelhos e os pés alinhados verticalmente) e adução (com ambas as coxas paralelas entre si e alinhadas com o tronco). Em todas as posturas investigadas, os cotovelos estavam flexionados a 90° , com os braços em uma posição vertical. A Figura 36 mostra as oito posturas que foram investigadas no estudo.

Figura 36 as oito posturas variando de acordo com três fatores: Altura do assento (A- assento baixo; B- assento alto); inclinação de tronco (1-2: ereto; 3-4: inclinado para frente a 45°); e posição das pernas (1 e 3: adução; 2 e 4: abdução).



Fonte: o autor.

Os sujeitos mantiveram cada postura por vinte segundos, com um minuto de descanso entre duas posturas. No sentido de promover uma referência para a posição de tronco (ereto e inclinado para frente a 45°) um painel de referência com os ângulos do tronco e braços foi colocado ao lado do sujeito. Para cada altura de assento (baixo e alto), a sequência das quatro posturas que foram adotadas pelos sujeitos e foram repetidas para cada altura de assento foi randomizada para cada sujeito.

Medidas de eletromiografia (EMG) do trapézio superior e do longuíssimo foram coletadas usando um sistema *wireless T-sens surface EMG da CAPTIV* (TEA Ergo, Nance, França). Eletrodos de superfície trípode Ag/AgCl modelo T3402 M (Thought Technology, Montreal, Canadá) foram colocados bilateralmente. Os eletrodos do trapézio foram colocados a 50% na linha que parte do acrômio até a espinha na vertebra C7, e os eletrodos do longuíssimo foram colocados a dois dedos para o lado a partir do processo espinhal da L1. Para a coleta de dados utilizou-se uma frequência de 2048 Hz, com cálculo de RMS de 128 Hz, e analisados com o *software CAPTIV L-7000* (TEA Ergo, Nance, França).

A média dos valores de todos os sujeitos para as medidas de EMG bilaterais do trapézio superior e do longuíssimo foram obtidas. O teste de Shapiro-Wilk foi utilizado para verificar a distribuição dos dados. O teste de Friedman para verificar as diferenças estatísticas entre a EMG nas oito posturas para cada músculo (trapézio superior e longuíssimo). Para a verificação da diferença estatística nos dados pareados, foi aplicado o teste de Wilcoxon, pois os dados não têm uma distribuição normal. A significância foi determinada por $p \leq 0,05$. Toda análise estatística foi realizada utilizando o *software* de estatística SPSS, versão 22.0 (SPSS Inc, Chicago, IL, USA).

2.4.2.2. Resultados e discussão.

As análises da média dos valores de eletromiografia demonstram que a atividade em ambos os músculos – trapézio superior e longuíssimo – tiveram mudanças significativas de acordo com a altura do assento e a inclinação do tronco (teste de Friedman, $p=0,001$). A tabela 1 e 2 resume a médias dos valores

de eletromiografia encontrados em todas as configurações para os dois músculos analisados.

Quando comparado as diferentes posições sobre a altura do assento (baixo e alto), inclinação de tronco (ereto e inclinado para frente) e pernas (abdução e adução), nota-se que sentar com o tronco inclinado para frente resulta em um aumento significativo da atividade eletromiográfica em ambos trapézios superiores (Tabela 1) e longuíssimos (Tabela 2).

A altura do assento parece ser um fator que afeta a eletromiografia do trapézio superior mais do que afeta o longuíssimo em uma postura inclinada para frente. Entretanto não foi verificada diferença estatística para a altura do assento, na atividade de EMG do músculo longuíssimo, porém, sentar-se com o tronco inclinado para frente em um assento alto reduz significativamente a atividade do trapézio superior em comparação com um assento baixo com a mesma postura corporal. Essa diminuição foi encontrada em ambas as posturas de perna: abdução ($p=0,000$) e adução ($p=0,005$), e não foi relatado diferenças significativas para a altura de assento em uma postura com o tronco ereto, tanto para o trapézio superior quanto para o longuíssimo.

Para a maioria dos casos, sentar com as pernas abduzidas resulta em menores valores de EMG do que com as pernas em adução, embora as diferenças estatísticas foram encontradas apenas em três das oito possíveis combinações. A única situação em que os valores de EMG encontrados foram menores com as pernas em adução do que em abdução, foi no trapézio superior, utilizando o assento baixo com a postura de tronco inclinada para frente, porém isso ainda se mostrou não significante ($p=0,302$).

Tabela 1 – Eletromiografia do Trapézio Superior

	TRAPÉZIO SUPERIOR		<i>p</i>
	Assento alto	Assento baixo	
Inclinado p. frente / abdução	20.60(+18.23)	29.03(+22.67)* ^a	0.001
Inclinado p. frente / adução	22.87(+19.98)	26.51(+20.93)* ^b	0.005
Ereto / abdução	21.07(+19.75)	18.63(+17.23)* ^a * ^c	0.371
Ereto / adução	22.34(+19.67)	21.85(+20.12)* ^b * ^c	0.751

*^a $p=0.001$; *^b $p=0.001$; *^c $p=0.046$

Tabela 2 – Eletromiografia do Longuíssimo

	LONGÍSSIMO		p
	Assento alto	Assento baixo	
Inclinado p. frente / abdução	26.66(±37.22)*a *e	23.57(±12.62)*d	0.156
Inclinado p. frente / adução	24.20(±13.24)*b *e	23.94(±12.53)*c	0.104
Ereto / abdução	12.38(±8.02)*a	14.75(±10.08)*d *f	0.242
Ereto / adução	13.92(±9.91)*b	14.42(±11.53)*c *f	0.137

*a p=0.001; *b p=0.001; *c p=0.001; *d p=0.001; *e p=0.024; *f p=0.034

Este estudo encontrou que a altura do assento e a postura corporal influencia significativamente a atividades dos músculos trapézio superior e longuíssimo. Adicionalmente, sentar com o tronco inclinado para frente resulta em um significativo aumento na atividade eletromiografica em ambos os músculos analisados, o que corrobora com o estudo de Kamil e Dawal (2015) . Isto é um achado relevante considerando que a muitas das atividades do dia-a-dia e de trabalho são executadas em uma postura sentada, com alguma inclinação de tronco e pescoço (IJMKER et al., 2011; Marklin e Cherney, 2005; Kietrys et al., 2015).

Possivelmente o maior achado do presente estudo é como diferentes alturas de assento influenciam na carga biomecânica no trapézio superior e no longuíssimo. Enquanto o último não foi influenciado pela altura do assento com o tronco inclinado para frente, existiu uma diminuição na atividade eletromiografica do trapézio superior quando considerada a postura inclinada para frente sentando em um assento alto, em comparação com o assento baixo. Embora a postura do pescoço não foi mensurada, uma explicação possível para este achado é baseada na suposição que um assento mais alto poderia levar a uma melhor postura lombo-pélvica que, conseqüentemente, resultaria em uma mais adequada postura na região cervical. A influência da postura lombo-pélvica na região cervical foi previamente discutida no estudo de Annetts et al., (2012). Outro achado interessante é que a altura do assento não influencia a atividade do trapézio superior em uma postura de tronco ereto, entretanto um assento alto é o único que pode beneficiar (biomecanicamente) as atividades realizadas em uma postura com o tronco inclinado para frente.

Os resultados aqui presentes sugerem que sentar com as pernas em abdução pode ter um efeito benéfico nas cargas biomecânicas dos músculos trapézio superior e longuíssimo, embora apenas em três das oito situações apresentaram diferenças significativas. Acredita-se que as pernas em abdução influenciam a postura do tronco trazendo a pélvis em uma inclinação anterior e isso pode ter efeitos nos músculos posturais, porém os ângulos da pelve não foram mensurados no presente estudo.

Embora esse estudo produziu importantes achados, ele possui limitações que podem ser notadas. Primeiro, a posição cervical em relação ao tronco, e abdução/adução de pernas, não foram controlados. Adicionalmente a percepção de desconforto dos sujeitos não foi questionada. Isso poderia contribuir para a construção de uma correlação entre medições objetivas e subjetivas de percepção. Assim estudos futuros podem discorrer sobre a influência da configuração de assento e postura corporal em medidas subjetivas e objetiva, como eletromiografia e escala de desconforto.

Esse estudo mostrou que a altura de assento, inclinação de tronco e postura das pernas influenciam na atividade do trapézio superior e longuíssimo. Quando sentado com o tronco inclinado para frente, um assento mais alto reduz significativamente a atividade elétrica do músculo trapézio superior. Adicionalmente, os resultados sugerem que sentar com as pernas em abdução reduz a atividade de ambos os músculos analisados, entretanto sem diferenças estatísticas na maioria dos casos. Este estudo proporciona conhecimento adicional sobre ergonomia e biomecânica da postura sentada. Além disso, esses achados também têm implicações para o Design de cadeira e outras interfaces de suporte do corpo relacionadas com atividades em que os usuários são obrigados a manter uma postura com o tronco inclinado para frente. Reduzir as cargas biomecânicas em atividades de postura sentada devem ser estudadas, a fim de beneficiar tanto a usabilidade e segurança do produto, tanto quanto o conforto e satisfação dos usuários.

2.4.3. Implicações dos estudos para definições do projeto.

Esses estudos complementares corroboraram com algumas das hipóteses levantadas anteriormente, como a necessidade da intervenção do design ergonômico no posto de trabalho do cirurgião dentista, mais especificamente a interface de suporte postural direta (mocho). Visto que os dados apresentados demonstram que o profissional considera o design do mocho como algo que contribui para seus problemas ocupacionais. Além de os resultados referentes a análise de diferentes posturas sentadas demonstrarem que o controle da região lombo-pélvica exerce efeito sobre os músculos das costas, mais especificamente o longuíssimo do dorso e o trapézio superior. Dados que reforçam a hipótese levantada durante o desenvolvimento do conceito, essa sendo, que para uma menor demanda dos músculos estabilizadores das costas, durante a postura sentada, se faz necessário o controle da região lombo-pélvica do usuário e que o design do assento poderia contribuir para esse controle.

Os resultados encontrados nesses dois estudos fundamentaram decisões para a validação e desenvolvimento do protótipo. Diante do exposto não se faz necessário o desenvolvimento de novos desenhos e/ou outras formas de representação sobre o conceito desenvolvido no item anterior (2.3. Desenvolvimento do Conceito) a fim de aprimorar o mesmo. Desta maneira optou-se por se desenvolver o protótipo real a partir do conceito virtual já estabelecido.

2.5. Desenvolvimento do protótipo

Nesta seção será apresentado o processo de desenvolvimento do protótipo físico do mocho, lembrando que esse desenvolvimento foi possível com o desenvolvimento do design conceitual e dos estudos complementares apresentados nas seções anteriores. Aqui cada parte do protótipo do mocho será apresentado conforme suas etapas de produção, materiais, processos e técnicas de desenvolvimento. Entretanto para melhor compreender o que é um protótipo,

apresenta-se uma breve introdução sobre o assunto e sua importância para o Design.

O termo protótipo possui diferentes significados e em design permite o uso de diversas nomenclaturas, dependendo da etapa do projeto (PEREIRA, 2015). Podendo ser um simples modelo feito de materiais convencionais, até a configuração do produto em sua escala real com o mesmo material de produção final. Martins (2010) afirma que os protótipos podem ser utilizados para representar o produto por completo ou parte deste. Sendo uma ferramenta fundamental no processo de desenvolvimento de um projeto, podendo ser aplicado em todas as etapas.

O uso de modelos tridimensionais nos projetos se intensificou a partir de 1960, em estudos nas áreas da aviação e automobilística, para simulações e estudos espaciais (SANTOS, 2006). A medida que as ideias amadurecem em um projeto, a necessidade de avaliá-lo de forma mais confiável se torna necessária e os modelos tridimensionais são responsáveis por trazer uma visão mais refinada daquilo que será o produto final. Modelos são importantes na tradução bidimensional para que o designer tenha outra compreensão sobre o projeto, descobrindo assim áreas que precisam ser melhoradas e realizar mudanças que não foram detectadas na idealização ou nos estudos bidimensionais realizados (FORTI, 2005; MARTINS, 2010).

Em suma, pode-se dizer que, o uso de modelos é de grande importância para a prática do Design durante as várias etapas metodológicas de desenvolvimento do produto (PEREIRA, 2015).

2.5.1. Apresentação do processo de fabricação do protótipo.

Utilizar madeira para a construção de qualquer tipo de objeto é algo muito antigo, desde objetos funcionais como mesas e cadeiras, até obras de arte. Talvez um dos maiores expoentes na representação de objetos utilizando madeira seja o artista brasileiro Antônio Francisco Lisboa conhecido como “Aleijadinho”. Este teve seu reconhecimento por suas obras como escultor,

entalhador e arquiteto, utilizava principalmente Madeira e pedra-sabão como matéria-prima para modelar.

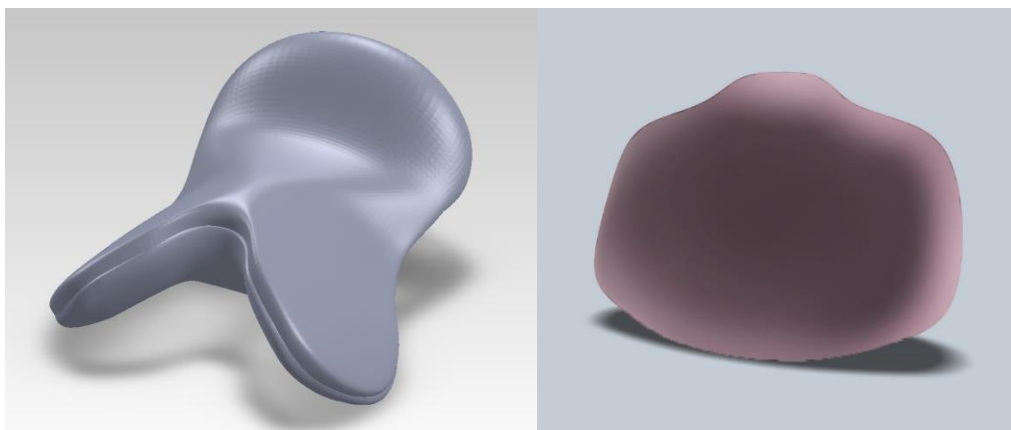
Esse tipo de modelagem totalmente manual, apesar de existir muitas técnicas e ferramentas que facilitem o seu desenvolvimento, depende muito das habilidades do projetista. Com o advento dos recursos computacionais a prototipagem a partir de ferramentas virtuais que desenvolvem modelos em *softwares* 3D, veio ajudar a melhorar a qualidade final dos protótipos e em um tempo, muitas vezes, menor. Dentro desse contexto, existem diversos *softwares* gratuitos que vêm facilitar a modelagem manual gerando peças a partir de um objeto virtual 3D. Um exemplo desse tipo de ferramenta é o *software 123D Make* (Autodesk), este software foi o escolhido como recurso para a fabricação de algumas peças do protótipo de mocho aqui desenvolvido.

2.5.1.1 Processo de fabricação do assento e apoio anterior de tronco e membros superiores

Para esta etapa utilizou-se o *software Autodesk 123D Make*. Este possui diversas técnicas para transformar arquivos de sólidos (modelo 3D) em fatias planificadas, gerando diversas partes com encaixes e ordem de montagem pré-definidos. Lembrando que esse arquivo do modelo 3D deve estar previamente pronto, uma vez que o *123D Make* não constrói arquivos desta natureza, apenas utiliza de técnicas para ajudar no desenvolvimento de um modelo físico real.

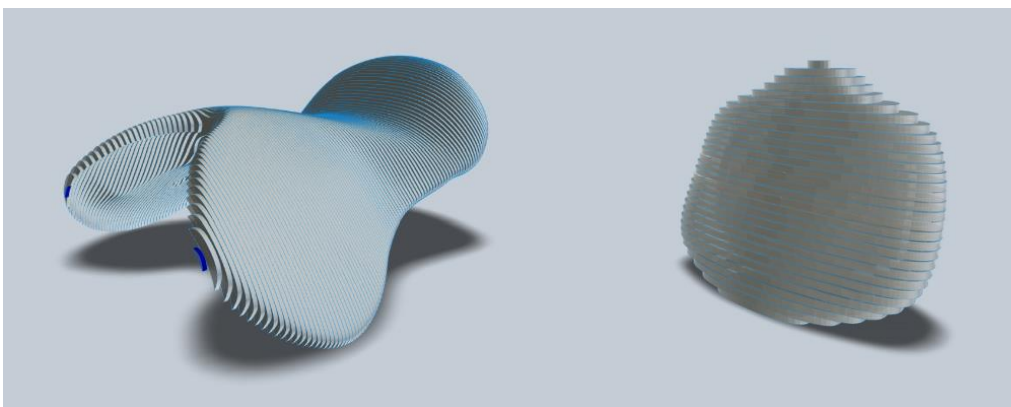
Para o presente protótipo utilizou-se a técnica de fatias empilhadas ou planos seriados (*stacked slices*). A partir do arquivo do modelo 3D, o *software* fatia o objeto em número de fatias de acordo com uma espessura determinada pelo usuário, de tal forma a não descaracterizar a forma do objeto, Figuras 37 e 38.

Figura 37 Modelo 3D do assento do mocho e do apoio anterior.



Fonte: autor

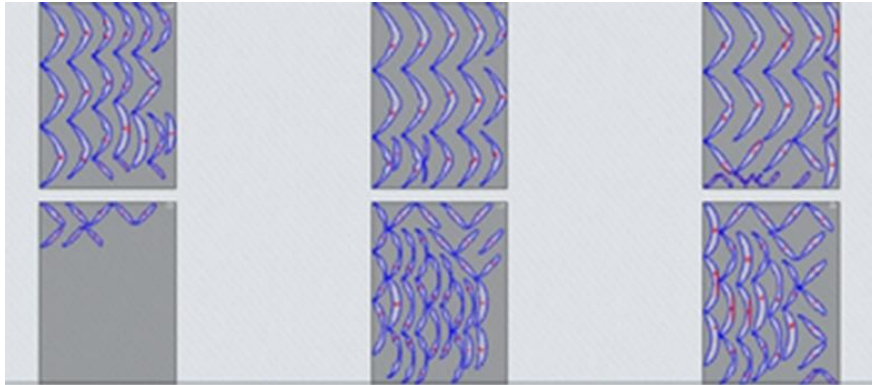
Figura 38 Modelo 3D do assento do mocho e do apoio anterior fatiado no software 123D Make.



Fonte: autor.

Feito isso, as fatias são exportadas para algum dos formatos de arquivo fornecido pelo *software*, que será passível de ser impresso em papel por uma impressora comum, Figura 39.

Figura 39 Exemplo de Fatias do modelo 3D do assento do mocho



Fonte: autor.

Assim com as formas das fatias impressas em papel sulfite, foram coladas na chapa de madeira MDF, que deve ter a mesma espessura especificada no *software*. Assim a chapa foi levada para corte com o auxílio de uma serra de fita, Figura 40.

Figura 40 fatias impressas e coladas na chapa de MDF e posterior corte da chapa.



Fonte: autor

Depois de ter todas as peças cortadas foram feitos pequenos furos, com a ajuda de uma furadeira de bancada, em pontos específicos que o software marca para servir de guia e apontar exatamente aonde cada peça deve ser colada. Depois todas as peças foram colocadas em ordem para o início da colagem, Figura 41.

Figura 41 Furação dos pontos guia e separação das peças em ordem de colagem.



Fonte: autor.

A colagem foi realizada com cola branca comum para madeira e o posicionamento das peças foi guiado pelos furos feitos na etapa anterior e um arame para orientar a posição das peças, Figura 42 e 43.

Figura 42 Processo de Colagem.



Fonte: o autor.

Figura 43 processo de montagem e colagem das partes do assento e do apoio anterior de tronco do mocho



Fonte: autor

Após o processo de montagem e colagem das peças, estas foram reforçadas com laminação de fibra de vidro (*Fiberglass*) e resina poliéster, Figura 44. A resina poliéster quando reforçada com fibra de vidro se transforma em um plástico com ótimas propriedades físico-químicas, substituindo materiais como ferro e aço.

Figura 44 Exemplo de manta de fibra de vidro e fibra de vidro laminada com poliéster para reforço estrutural das peças.



Fonte: autor.

Feito isso, iniciou-se o processo de acabamento da peça com massa plástica. Foram usados três tipos de massa plástica que variavam de acordo com a tonalidade e densidade. A sequência de uso foi: massa cinza escuro, mais

densa para cobrir as maiores imperfeições provenientes dos degraus formados entre uma fatia e outra da madeira MDF; massa cinza claro, densidade média entre as três, para tampar as imperfeições menores; massa laranja, de menor densidade, para um acabamento final e alisamento da superfície, Figura 45.

Figura 45 Processo de diferentes tipos de massa plástica para acabamento da peça.



Fonte: autor

Depois de finalizado foi utilizado um primer PU para acabamento final da peça e posterior recebimento de estofado e revestimento em couro sintético, Figura 46.

Figura 46 Assento e apoio anterior prontos finalizados com primer PU.



Fonte: autor.

2.5.1.2. Montagem e resultado final do desenvolvimento do protótipo

Após as peças do assento e apoio anterior de tronco finalizadas, estas foram montadas em uma estrutura convencional de cadeiras, além disso foi confeccionado uma peça em metalon para o apoio dos membros superiores, Figura 47.

Figura 47 estrutura e mecanismo de cadeira convencional e peças montadas.



Fonte: o autor.

Feito isso, foi realizada uma verificação dos encaixes das peças com a ajuda de um usuário, Figura 48.

Figura 48 verificação dos encaixes e posicionamento de um usuário.



Fonte: o autor.

O protótipo físico, em sua versão final, é apresentado nas Figura 49 e 50, este teve seu acabamento com espuma com espessura de 20mm e revestimento em couro sintético. Na Figura 51, apresenta-se o protótipo em interação com o usuário.

Figura 49 e 50 Mocho finalizado.



Fonte: o autor.

Figura 51 Interação entre usuário e mocho.



Fonte: o autor.

2.6. ATIVIDADE MUSCULAR DOS MÚCULOS LONGUISSIMO DO DORSO E TRAPÉZIO SUPERIOR DURANTE O USO DE DIFERENTES DESIGNS DE MOCHO.

Com o protótipo finalizado fez-se necessário o estudo da influência da postura sentada comparando o protótipo produzido com um mocho convencional. Visto que, diversas são as evidências que consideram como uma postura apropriada a de sentar-se com uma postura ereta e com os quadris e joelhos flexionados a 90°. Porém manter o tronco ereto por um longo período requer atividade contínua dos músculos posturais, o que pode levar a fadiga dos mesmos. Entretanto em uma variedade de atividades relacionadas a postura sentada, como digitação e a odontologia, existe a característica dos usuários inclinarem o tronco para frente, fazendo com que a visão se aproxime do seu campo de ação.

Sendo assim, foi realizado um estudo para verificar de que forma o design da interface postural (mocho convencional e protótipo desenvolvido) influencia a atividade dos músculos posturais durante a atividade sentada com inclinação de tronco realizando uma atividade de digitação.

2.6.1.Procedimentos metodológicos

Foi realizado um estudo no Laboratório de Ergonomia e Interfaces – LEI - da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação da Universidade Estadual Paulista (UNESP), campus de Bauru.

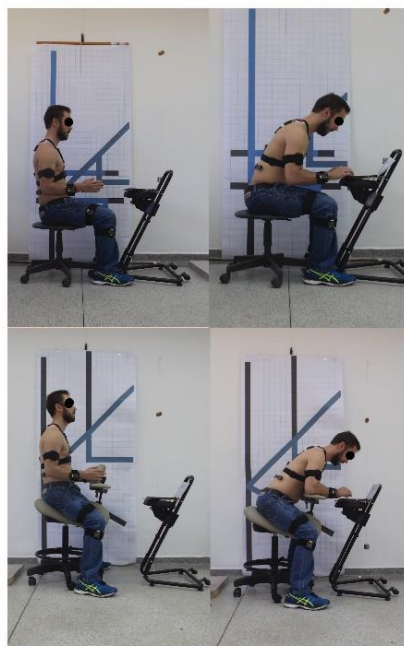
Doze sujeitos do gênero masculino, todos membros da comunidade acadêmica do campus da UNESP de Bauru – SP, foram convidados a participar do estudo. A idade média da amostra foi de $25,58 \pm 4,56$ anos, altura média de $1,73 \pm 0,05$ metros, enquanto a média de massa foi $72,70 \pm 15,09$ Quilogramas. Todos os participantes eram maiores de 18 anos e não possuíam nenhum tipo de lesão ou dor crônica, doenças ou deformidades que poderiam influenciar na manutenção das posturas corporais investigadas ou para a realização da atividade. Antes da coleta de dados, os voluntários foram informados sobre os procedimentos e métodos do estudo, leram e assinaram um formulário de consentimento livre e esclarecido. Este estudo foi aprovado pelo comitê de ética

em Pesquisa da Faculdade de Arquitetura Artes e Comunicação, UNESP (Processo N. 1.000.176).

Foram examinadas duas posturas diferentes (variando de acordo com a inclinação de tronco, para frente a 45° em uma vista lateral, e ereto, tronco na horizontal) em dois tipos de mocho, um convencional o qual permite uma angulação de joelho e quadril a 90° e sem apoio anterior de tronco e membros superiores e um protótipo desenvolvido que permite uma postura corporal mais elevada (ângulo de joelho e quadril a 120°), possui apoio anterior para o tronco e membros superiores. Em ambas as cadeiras foi realizado uma atividade de digitação em um tablete quando realizada a postura inclinada para frente a 45° . Na qual foi designado um texto com 62 palavras sendo determinado um minuto para a realização da atividade. Em todas as posturas investigadas, os cotovelos estavam flexionados a 90° , com os braços em uma posição vertical. As sequências das posturas adotadas pelos sujeitos foram randomizadas bem como a ordem da cadeira a ser utilizada.

Cada postura foi mantida por um minuto, com cinco minutos de descanso entre cada uma. Foi inserido um painel de referência com os ângulos do tronco e membros ao lado dos participantes para promover uma referência visual dos ângulos posturais a serem investigados, além disso foi utilizado um goniômetro como auxílio ao mesmo, Figura 52.

Figura 52 uso dos dois diferentes mochos nas duas situações avaliadas.



Fonte: o autor

Medidas de eletromiografia (EMG) do trapézio superior e do longuíssimo foram coletadas usando um sistema *wireless T-sens surface EMG da CAPTIV* (TEA Ergo, Nance, França). Eletrodos de superfície trípode Ag/AgCl modelo T3402 M (Thought Technology, Montreal, Canadá) foram colocados bilateralmente. Os eletrodos do trapézio foram colocados a 50% na linha que parte do acrômio até a espinha na vertebra C7, e os eletrodos do longuíssimo foram colocados a dois dedos para o lado a partir do processo espinhal da L1. Para a coleta de dados utilizou-se uma frequência de 2048 Hz, com cálculo de RMS de 128 Hz, e analisados com o *software CAPTIV L-7000* (TEA Ergo, Nance, França).

A média dos valores de todos os sujeitos para as medidas de EMG bilaterais do trapézio superior e do longuíssimo foram obtidas. O teste de Shapiro-Wilk foi utilizado para verificar a normalidade na distribuição dos dados. Para a verificação da diferença estatística nos dados pareados, foi aplicado o teste de Wilcoxon, pois os dados não têm uma distribuição normal. A significância foi determinada por $p \leq 0,05$. Toda análise estatística foi realizada utilizando o *software* de estatística SPSS, versão 22.0 (SPSS Inc, Chicago, IL, USA).

2.6.2. Resultados e discussões

Os resultados das médias analisadas demonstram que a atividade elétrica em ambos os músculos analisados – trapézio superior e longuíssimo – tiveram mudanças significativas de acordo com o mocho utilizado e a inclinação de tronco (demonstrado pelo teste de Wilcoxon, $p \leq 0,05$). As tabelas 3 e 4 resumem as médias dos valores de eletromiografia encontrados em todas as configurações para os músculos analisados.

Analisando os mochos separadamente, a postura inclinada de tronco exigiu maior demanda dos músculos analisados em comparação à postura ereta para os dois mochos. No entanto, foi encontrada diferença estatística, para ambos os músculos, apenas no mocho convencional ($p=0,046$ para o trapézio, $p=0,001$ para o longuíssimo), enquanto para o protótipo de mocho houve diferença estatística somente para o músculo longuíssimo ($p=0,001$).

Os resultados demonstram que sentar-se com uma postura inclinada de tronco no protótipo desenvolvido leva a uma diminuição significativa da atividade elétrica dos músculos trapézio superior ($p=0,003$) e longuíssimo ($p=0,001$) em comparação ao modelo convencional. Porém quando analisada a postura ereta não houve diferenças estatísticas entre o uso do modelo convencional ou do protótipo.

Tabela 3 – Eletromiografia do Trapézio Superior nas posturas ereto e inclinado nos dois mochos.

	ERETO	INCLINADO	p
M1 – CONVENCIONAL	33,41 (+24,68)	40,41 (+25,77)	0,046*
M2 – PROTÓTIPO	33,37(+22,67)	29,38(+24,83)	0,114*
p	1,000	0,003*	

* $p \leq 0,005$

Tabela 4 – Eletromiografia do Longuíssimo nas posturas ereto e inclinado nos dois mochos.

	ERETO	INCLINADO	p
M1 – CONVENCIONAL	10,27(+4,32)	56,74 (+119,96)	0,001*
M2 – PROTÓTIPO	9,64(+4,18)	13,47(+6,07)	0,001*
p	0,072	0,001*	

* $p \leq 0,005$

Os resultados apontam que um suporte anterior de tronco diminui significativamente a demanda de trabalho dos músculos posturais quando se adota uma postura inclinada para frente, o que corrobora com o estudo de Tran et al., (2016), o qual apontou que a adoção de um suporte anterior de tronco diminuiu a ativação dos músculos *Iliocostalis lumborum* e *longissimus thoracis* aproximadamente 33% e 50% respectivamente. Apesar desses músculos não serem exatamente os mesmos analisados por este estudo, os músculos analisados por Tran et al., (2016) são também importantes estabilizadores da coluna vertebral. E em última análise, um suporte anterior de tronco pode ser considerado um importante fator para a redução da carga biomecânica nos músculos estabilizadores das costas, de maneira geral, quando adotada a postura inclinada de tronco.

Em se tratando do suporte para os membros superiores, esse parece ser o responsável por diminuir significativamente a atividade muscular do trapézio superior, consolidando com o estudo de Haddad et al., (2012), o qual demonstrou que o uso de um suporte anterior de tronco e apoio para os membros superiores diminuiu significativamente a carga biomecânica nos trapézios superiores e trapézios médios. Além disso, apesar de ambos os modelos de mocho, aqui investigados, apresentarem um aumento na atividade eletromiográfica dos músculos analisados, quando adotada a postura inclinada de tronco, esta se mostrou muito menor na utilização do protótipo desenvolvido. Desta forma, os componentes de suporte anterior de tronco e suporte para membros superiores representam importantes fatores ergonômicos, considerando que as muitas atividades do dia-a-dia e do trabalho (como a atividade odontológica e digitação) ocorrem em uma postura sentada com alguma inclinação de tronco e pescoço (IJMKER et al., 2011; MARKLIN et al., 2005; KIETRYS et al., 2015).

Possivelmente o principal achado deste estudo é o fato de um apoio anterior de tronco e membros superiores contribuir de forma significativa para a redução da demanda biomecânica dos músculos trapézio superior e longuíssimo. Além disso, no protótipo aqui desenvolvido, não houve um aumento significativo da atividade do músculo trapézio, quando comparada a postura ereta em relação à postura inclinada. O design ergonômico do assento do protótipo é outro fator que pode ter contribuído para esse resultado, uma vez que seu desenvolvimento foi concebido sobre a hipótese que um assento mais alto, ou seja ângulos de quadril e joelhos maior do que 90° e uma abdução de quadril poderia levar a uma melhor postura lombo-pélvica e, como resultado, contribui para uma postura mais adequada também da região cervical. A relação entre a postura cervical e lombo-pélvica, sob a influência dos ângulos da adução/abdução de pernas e ângulo de joelho e quadril foi previamente discutida no estudo de Bertolaccini et al (2016).

Apesar dos importantes resultados deste estudo, ele possui limitações que podem ser destacadas. Primeiro, não houve um controle da postura do pescoço dos usuários quando estes realizaram a atividade de digitação com o tronco inclinado. Segundo, a percepção de desconforto dos sujeitos não foi avaliada, e não foram realizados testes de usabilidade com usuários reais

(cirurgiões dentistas) em seu ambiente de trabalho, o que deixa também uma lacuna para próximos estudos. Isso poderia contribuir para a construção de uma correlação entre medições objetivas e subjetivas de percepção, além de contribuir para o aperfeiçoamento do protótipo desenvolvido. Adicionalmente pode-se propor como estudo futuro a verificação da atividade muscular de sujeitos quando se utiliza o protótipo de mocho em uma postura relaxada, ou seja, sem exercer contração muscular para manter uma postura ereta de tronco, a fim de se verificar se o design do assento (ergonômico) implica em menor atividade muscular comparado com o assento convencional (geométrico).

Este estudo apresenta conhecimentos que podem contribuir para as áreas do Design, Ergonomia e Biomecânica, tendo relevância para o design de cadeiras e interfaces posturais, principalmente em se tratando de situações nas quais os usuários são induzidos a manter uma postura com o tronco inclinado para frente por tempo prolongado.

3. DISCUSSÃO GERAL.

O trabalho demonstrou que por meio de uma abordagem interdisciplinar entre as áreas da saúde, ergonomia e design é possível chegar a uma proposta de produto com um novo foco sobre o posto de trabalho do cirurgião dentista. A atuação do design ergonômico junto à prática da pesquisa científica e da ciência empírica foram responsáveis pelos resultados aqui apresentados.

O posto de trabalho do cirurgião dentista é caracterizado por diversas inadequações ergonômicas. Os estudos aqui apresentados destacam as demandas ergonômicas e demonstraram a importância da intervenção científica no design para a concepção de produtos que visam melhorar a vida de profissionais, com destaque neste projeto para os odontólogos, os quais passam longos períodos do dia sentados com postura inclinada de tronco.

Este estudo apresentou importantes resultados, como a percepção do profissional da odontologia em relação ao design do seu suporte postural – o mocho – sendo que em sua maioria os profissionais consideram que o design deste equipamento exerce uma influência direta nos problemas de dores e desconforto relacionados a profissão. Mostrou também como a relação entre altura de assento, inclinação de tronco e postura dos quadris e joelhos influenciam na atividade de músculos posturais, apontando que quando sentado com o tronco inclinado para frente, um assento mais elevado reduz significativamente a atividade dos músculos estabilizadores de tronco. Igualmente, sentar-se com os quadris em abdução também apresenta redução a demanda de trabalho muscular postural. Estes resultados geraram parâmetros que fundamentaram e nortearam a concepção e confecção de um protótipo ergonômico de mocho, desenvolvido por intermédio da prática do design.

O protótipo aqui desenvolvido parte de um *briefing* que visou apontar as características do mocho convencional oferecido comercialmente, este com a característica principal de não ser um projeto específico para a atividade odontológica, mas sim um produto genérico. A partir disso e de uma análise de produtos similares presentes no mercado e ideias patenteadas, foi possível traçar características a serem implementadas no projeto de uma nova interface

postural para o cirurgião dentista. Como resultado final, o protótipo desenvolvido apresenta suas principais características em um apoio anterior de tronco e membros superiores, o que foi associado a uma melhoria da carga biomecânica do profissional dentista (TRAN et al., 2016), corroborando com os dados encontrados no presente estudo, permitindo assim o trabalho com inclinação para frente de tronco, característica principal da biomecânica da atividade do cirurgião dentista (MARKLIN et al., 2005) e decorrente da tendência do profissional em aproximar os olhos da boca do paciente (sua área de atuação) (FINSSEN et al., 1998). Por fim, o design ergonômico do assento desenvolvido pode contribuir para um melhor posicionamento da região lombo-pélvica, o que contribui para a diminuição da sobrecarga nos músculos posturais (BERTOLACCINI et al., 2016).

De maneira geral o presente estudo contribuiu para as áreas do conhecimento do Design, Ergonomia e Biomecânica. Reforçando o design como ciência de caráter interdisciplinar e demonstrando de que forma essas áreas do conhecimento, quando juntas, podem favorecer as questões de saúde e qualidade de vida no trabalho.

4. CONCLUSÕES

A partir de uma proposta fundamentada pelos estudos aqui realizados e conceitos ergonômicos, foi possível desenvolver um protótipo de interface postural do cirurgião dentista (mocho). Esse protótipo é resultado de uma abordagem interdisciplinar, combinando conhecimentos do Design, Ergonomia e Biomecânica.

Os resultados sugerem que o mocho desenvolvido possui características ergonômicas que levam ao benefício, sob a ótica da biomecânica, de o profissional trabalhar com a postura inclinada de tronco, situação primordial para que o mesmo alcance e tenha boa visão do seu campo de trabalho (a boca do paciente). Isto foi possível por meio do design ergonômico do assento, que permite um maior controle da região lombo-pélvica e um apoio anterior para os membros su

periores e tronco que levam a uma diminuição na sobrecarga biomecânica do usuário.

Alterações em configurações da interface, tais como altura do assento, posição pélvica e abertura dos quadris influenciam na demanda de trabalho muscular, e podem, desta forma, serem ajustados para melhorar a qualidade geral e a ergonomia da atividade em posturas sentadas das mais diversas em que se exigem inclinação de tronco. Um projeto ergonômico de mocho pode vir a atender essas demandas e um combinado de fatores podem resultar no desenvolvimento de novos produtos.

Este estudo mostrou que a pesquisa científica em ergonomia permitiu a prática do design baseada em evidências. Mostrou também que o design tem potencial para possibilitar novas experiências na vida cotidiana dos indivíduos, transformando problemas em solução. Dentro deste contexto, o desempenho das atividades projetivas do design, associado a outras áreas do conhecimento visam modificar de forma significativa a qualidade do trabalho de forma geral, sendo destacado neste estudo os aspectos biomecânicos associados às atividades que exigem postura sentada e inclinada de tronco. A intersecção entre Design, Ergonomia e Saúde traz um novo enfoque de investigação com relação

entre o homem e suas situações de trabalho ou uso de equipamentos, de modo a identificar possíveis fatores de risco ocupacional e as possibilidades, limitações, perspectivas e oportunidades para o desenvolvimento de novos produtos de interface na postura sentada. Por conseguinte, a prática do Design pode ser responsável por apresentar evidências ou atitudes que afastem ou minimizem os fatores de riscos relacionados ao surgimento de doenças ocupacionais.

5. REFERENCIAS

AGUIAR, C. H. A.; NEVES, F. C.; ARAÚJO, M. A. O ambiente e as doenças do trabalho: percepção dos principais sintomas de desconforto/dor, relacionados aos aspectos ergonômico na prática odontológica. Revista Tecnologia & Informação. Ano 1 p.7-20, 2013.

ANNETTS, S.; COALES, P.; COLVILLE, R. A pilot investigation into the effects of different office chairs on spinal angles. Eur Spine J, 2012, 21: S165–S170.

BARROS O.B. Ergonomia a e eficiência ou rendimento e a filosofia correta de trabalho em odontologia. 2 e.d. São Paulo: Pancast; v1. 1999.

BERTOLACCINI, G.S.; NAKAJIMA, R.K.; FILHO, I.F.PIRES DE CARVALHO ; PASCHOARELLI, L.C.; MEDOLA, F.O. The influence of seat height, trunk inclination and hip posture on the activity of the superior trapezius and longissimus. Journal of Physical Therapy Science, v. 28, p. 1602-1606, 2016.

BHANDARI, S. B.; BHANDARI, R.; UPPAL, R. S.; GROVER, D. Musculoskeletal disorders in clinical dentistry and their prevention. Journal of Orofacial Research, V. 3 p.106-114, 2013.

BOORSE C. Health as a theoretical concept.Philoso-phy of Science 44:542-573. 1977.

CASTRO S.L.; FIGLIOLI M.D. Ergonomia aplicada à dentística: avaliação da postura e posições de trabalho do cirurgião-dentista Considerações do Cirurgião Dentista sobre seus problemas ocupacionais: demandas para o Design Ergonômico 9 destro e da auxiliar odontológica em procedimentos restauradores. Jornal Brasileiro de Clinica & estética em odontologia, v.3, n.14, p.56-62, 1999.

Castro, J.F.R.; Eleutério, D.; Lopes C.R.M. Adequação do consultório para trabalho com pessoal auxiliar e posições de trabalho. Parte I. Odontol Mod 1983 Jun; 10(6): 30-8.

CAVASSANI, A. P.; CAVASSINI, E. B.; BIAZIN, C. C. Qualidade de vida no trabalho: fatores que influenciam as organizações. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 13, 2006, Bauru. Anais eletrônicos do XIII SIMPEP. Bauru: UNESP, 2006.

CHAFFIN D.B.; ANDERSON G.B.J.; MARTIN B.J. Biomecânica Ocupacional. 2 e.d. Belo Horizonte: Ergo; 2001.

CORLETT, E.N.; MANENICA,I. The effects and measurement of working postures. Applied Ergonomics, v-11, n.1, p. 7-16, 1980

COUTO, H.A. "Ergonomia aplicada ao trabalho: o manual técnico da máquina humana." Belo Horizonte: Ergo 1 (1995): 353.

DANTAS, F.O.; LIMA, K.C. The relationship between physical load and musculoskeletal complaints among Brazilian dentists. *Applied Ergonomics*. V.47 p. 93-98. 2015.

FELISBERTO, L.C. Contribuição para o estudo de uma fresadora CNC de pequeno porte com cabeçote universal reversível do tipo "p. Huré". 1994. 145f. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia Mecânica – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1994.

FINSEN, L.; CHRISTENSEN, H.; BAKKE M. Musculoskeletal disorders among dentists and variation in dental work *Applied Ergonomics*, 29 (2) (1998), pp. 119–125

FLECK, M. P. A. Aplicação da versão em português do instrumento abreviado de avaliação da qualidade de vida "WHOQOL-bref". *Rev Saúde Publica*, v. 34, n.2, p.178-183, 2000.

FLUSSER, Vilém. O Mundo Codificado: Por uma filosofia do design e da comunicação. Organização: Rafael Cardoso. Tradução: Raquel Abi-Sâmara. São Paulo: Cosac Naify, 2000.

FORTI, F. S. A. Uma Avaliação do ensino da Prototipagem Virtual nas Graduações de Design de Produto do Estado do Rio de Janeiro. [Dissertação de Mestrado], COPPE, Universidade Federal do rio de Janeiro, 2005, 105p.

GRANDE DICIONÁRIO HOUAISS. <www.houaiss.uol.com.br> Acesso em: 24 de abril de 2017.

GUPTA, D.; DEVKI, M.; DOMMARAJU, N.; SRINIVAS, K.T; PATIL, A.A.; MOMIN, R.K.; JAIN, A.; GUPTA, R.K.. Alternative Approach For Musculoskeletal Pain Management Among Dentists/; Na Alternative Apramach. *Holistic Nursing Practice*, 2015.

HADDAD, O.; SANJARI, M.A.; AMIRFAZLI, A.; NARIMANI, R.; PARNIAMPOUR, M. Trapezius muscle activity in using ordinary and ergonomically designed chairs. *The international Journal of Occupational and Environmental Medicine*. 2012; v.3, p.76-83.

HAMBERG-VAN, R.; HELEEN, H.; "Does musculoskeletal discomfort at work predict future musculoskeletal pain." *Ergonomics* 51.5 (2008): 637-648.

HENDRICK, H. W. Good Ergonomics is good Economics. *Ergonomics in Design*, v. 5, n. 2, abril, p. 1 - 15. 1997.

HOKWERDA, O.; RUIJTER, R.; SHAW, S. Adopting a healthy sitting working posture during patient treatment. 1ª e.d. Groningen, NL; 2006.

IIDA, I. "Ergonomics: Project and Production." second edition, São Paulo: Blucher (2005).

IJMKER, S.; HUYSMANS, M.A.; VAN der BEEK A.J, et al.: Software-recorded and self-reported duration of computer use in relation to the onset of severe arm-wrist-hand pain and neck-shoulder pain. *Occup Environ Med*, 2011, 68: 502–509.

Kamil, N.S.; Dawal, S.Z: Effect of postural angle on back muscle activities in aging female workers performing computer tasks. *J Phys Ther Sci*, 2015, 27:1967–1970.

Kietrys D.M, GERG M.J, DROPKIN J, et al.: Mobile input device type, texting style and screen size influence upper extremity and trapezius muscle activity, and cervical posture while texting. *Appl Ergon*, 2015, 50: 98–104.

LÖBACH B. Design industrial: bases para a configuração dos produtos industriais. São Paulo: Edgar Blucher, 2001.

MARKLIN, R. W.; CHERNEY, K. Working postures of dentists and dental hygienists. *Journal of the California Dental Association*, v. 33 n.2 p.133-136, 2005.

MARTINS, A. F. P. Da maquete para o desenho: meios de representação tridimensional no design de artefactos, [Dissertação de Mestrado] Aveiro: Universidade de Aveiro, 2010, 149p.

MICHAELIS MODERNO DICIONÁRIO DA LÍNGUA PORTUGUESA. <www.michaelis.uol.com.br>. Acesso em: 24 de abril de 2017.

MICHALAK-TURCOTTE, C. Controlling dental hygiene work-related musculoskeletal disorders: the ergonomic process. *Journal of Dental Hygiene*, v.74 n.1 p.41-48, 2000.

ONETY, G.C.S."Analysis of Endodontist Posture Utilizing Cinemetry, Surface Electromyography and Ergonomic Checklists." *Brazilian dental journal* 25.6 (2014): 508-518.

PASCHOARELLI, L. C.; SILVA, J.C.P. Design ergonômico: uma revisão dos seus aspectos metodológicos. *Conexão- Comunicação e Cultura* V.5 N.10, p 200-213, 2006.

PEREIRA, D.D. O uso da modelagem aplicada à ergonomia no desenvolvimento de produtos. 2015. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Arquitetura Artes e Comunicação –Universidade Estadual Paulista - UNESP,

São Paulo Bauru, 2015.

PRADELLA, D. As características ergonômicas e o adoecimento: o caso de profissionais de Odontologia de uma associação prestadora de serviços no Rio Grande do Sul. 2012. Dissertação (Mestrado em Inclusão Social e Acessibilidade). - Universidade Feevale, Novo Hamburgo, 2012.

RIBEIRO C. V. S.; LÉDA B.D. O significado do trabalho em tempos de reestruturação produtiva. Estudos e Pesquisas em Psicologia. Rio de Janeiro, v. 4, n.2, dez. 2004.

SANTOS, J. R. L. Breve histórico do uso de modelos 3D físicos no desenvolvimento de projetos. 7º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, 2006 UFPR, Curitiba, In: Anais 7º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, 2006 UFPR, Curitiba, 2006.

SILVA, K. A.; PEDROSO, B.; PILATTI, L.A. Qualidade de vida no trabalho e sociedade pós-moderna: construção de um instrumento de avaliação. Revista eletrônica FAFIT/FACIC, v. 01, n. 02, p. 11-25, jul./dez. 2010.

SILVA, S. e MONTEIRO, W. (2009) Levantamento do Perfil antropométrico da População Brasileira Usuária do Transporte Aéreo Nacional – Projeto Conhecer, ANAC. Publicação técnica do acervo da ANAC

SMITH, C.; SOMMERICH, C.; MIRKA, G.; GEORGE, M. An investigation of ergonomic interventions in dental hygiene work. Appl Ergon 2002 Mar; 33(2): 175-84.

STANTON, N. A.; BARBER, C. Factors affecting the selection of methods and techniques prior to conducting a usability evaluation. In: JORDAN, P. W.; THOMAS, Usability evaluation in industry. London: Taylor & Francis, 1996. p. 39-48.

TANIKONDA, RAMBABU. "Chitosan: Applications in Dentistry." Trends in Biomaterials & Artificial Organs 28.2 (2014).

TOLFO, S.R.; PICCININI V.C. Sentidos e Significados do Trabalho: Explorando conceitos, variáveis e estudos empíricos brasileiros. Psicologia & Sociedade, Porto Alegre, v.19, n. spe, 2007, p. 38-46.

TRAN, V.; TURNER, R.; MACFADDEN, A.; CORNISH S.M.; ESLIGER, D.; KOMIYAMA, K.; CHILIBECK, P.D. A dental stool with chest support reduces lower back muscle activation. International Journal of Occupational Safety and Ergonomics (JOSE). 2016. P.

WAONGENNGARM P.; RAJARATNAM B.S.; JANWANTANAKUL P. Perceived body discomfort and trunk muscle activity in three prolonged sitting

postures. J Phys Ther Sci, 2015, 27: 2183–2187.

WUNDERLICH, M.; THOMAS, E.; THOMAS R.; ANDREAS, M.; DIETER, L. Analysis of spine loads in dentistry – impact of na altered siting position of the dentistry. Journal Biomedical Science and Engineering v. 3 p.664-671, 2010.

6. APÊNDICES

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(TERMINOLOGIA OBRIGATÓRIO EM ATENDIMENTO A RESOLUÇÃO 466/2012 – CNS-MS)

A pesquisa **“A interface de suporte postural dos cirurgiões dentistas: uma abordagem do design ergonômico”** tem o objetivo de estudar os aspectos ergonômicos, do ponto de vista do cirurgião dentista, sobre de que forma o design da cadeira do dentista (também conhecida como mocho) influencia as atividades ocupacionais deste profissional. Desta forma, contribuindo através do design ergonômico, o melhor entendimento da interface de suporte postural deste profissional. Bem como mostrando diretrizes para fundamentar uma proposta de melhoria no design do mocho. Os procedimentos envolvem a análise da atividade dos cirurgiões dentistas, através de um questionário a ser realizados com os profissionais, que envolve perguntas de múltipla escolha e dissertativas para entender se, sob o ponto de vista do profissional da odontologia, o design do mocho influência nos problemas ergonômicos e biomecânicos relacionados a profissão.

Nenhum procedimento de pesquisa será invasivo e não causará nenhum risco à sua saúde, e, em caso de dúvida, poderá entrar em contato com os pesquisadores através dos contatos abaixo.

Eu,

_____, RG _____ - SSP/_____, estando ciente das informações acima lidas, concordo em participar da pesquisa **“A interface de suporte postural dos cirurgiões dentistas: uma abordagem do design ergonômico”** e entendo que as informações cedidas por mim são confidenciais, autorizando a sua divulgação no meio científico e acadêmico de forma anônima e global, tendo a minha identidade totalmente

preservada. Estou ciente de que sou voluntário e, portanto, não receberei nenhum benefício por participar desta pesquisa, bem como não terei ônus algum. Tenho total liberdade para aceitar ou recusar fazer parte deste estudo e sei que a minha recusa, em qualquer momento do experimento, não acarretará nenhum prejuízo para mim.

QUESTIONÁRIO VIA INTERNET DESTINADO AOS DENTISTAS.

A INTERFACE DE SUPORTE POSTURAL DOS CIRURGIÕES D...

<https://docs.google.com/forms/d/1Ug4cod9Ei8Wcsq2A4W9pxlS2hQ...>

A INTERFACE DE SUPORTE POSTURAL DOS CIRURGIÕES DENTISTAS: UMA ABORDAGEM DO DESIGN ERGONÔMICO

A pesquisa "A interface de suporte postural dos cirurgiões dentistas: uma abordagem do design ergonômico" tem o objetivo de estudar os aspectos ergonômicos, do ponto de vista do cirurgião dentista, sobre de que forma o design da cadeira do dentista (também conhecida como mocho) influencia as atividades ocupacionais deste profissional. Desta forma, contribuindo através do design ergonômico, o melhor entendimento da interface de suporte postural deste profissional. Bem como mostrando diretrizes para fundamentar uma proposta de melhoria no design do mocho. Os procedimentos envolvem a análise da atividade dos cirurgiões dentistas, através de um questionário a ser realizados com os profissionais, que envolve perguntas de múltipla escolha e dissertativas para entender se, sob o ponto de vista do profissional da odontologia, o design do mocho influencia nos problemas ergonômicos e biomecânicos relacionados a profissão.

* Required

PERGUNTAS

Questionário composto de perguntas múltipla escolha e dissertativas

1. Deseja participar da pesquisa? *

Mark only one oval.

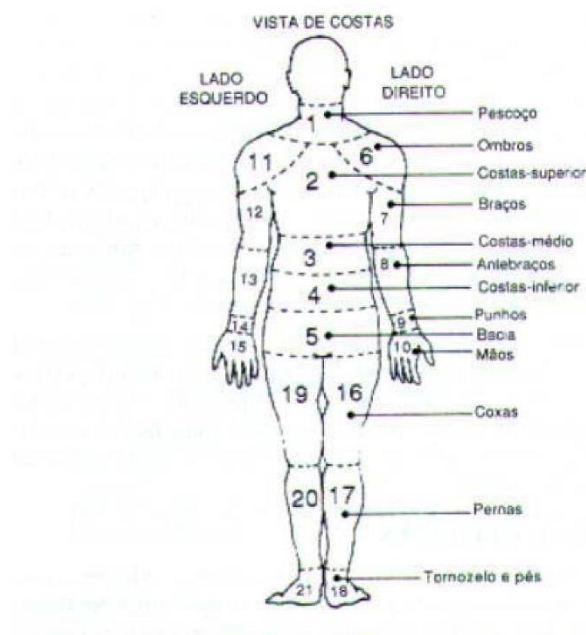
- ☐ SIM *After the last question in this section, skip to question 1.*
- ☐ NÃO *After the last question in this section, stop filling out this form.*

2. Pergunta 1 *

Por favor, indicar na figura a seguir as principais regiões de dor/desconforto, se existirem, que você observa durante o exercício de sua atividade
Check all that apply.

- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5
- ☐ 6
- ☐ 7
- ☐ 8
- ☐ 9
- ☐ 10
- ☐ 11
- ☐ 12
- ☐ 13
- ☐ 14
- ☐ 15
- ☐ 16
- ☐ 17
- ☐ 18
- ☐ 19
- ☐ 20

Diagrama de Corlett



3. Pergunta 2. Com relação a sua rotina de trabalho: *

Trabalha quantas horas por dia?

4. Pergunta 2. Com relação a sua rotina de trabalho: *

Possui auxiliar?

Mark only one oval.

- ☐ SIM
- ☐ NÃO

5. Pergunta 2. Com relação a sua rotina de trabalho: *

Você organiza o posto de trabalho conforme as normas ISO ou da FDI?

Mark only one oval.

- ☐ APENAS UTILIZO AS NORMAS ISO
- ☐ APENAS UTILIZO AS NORMAS FDI
- ☐ UTILIZO AMBAS AS NORMAS
- ☐ CONHEÇO AS NORMAS MAS NÃO UTILIZO
- ☐ DESCONHEÇO ESSAS NORMAS

6. Pergunta 3. *

Com relação as suas dores, devido a postura de trabalho, você toma alguma medida para eliminar ou reduzir a dor?

7. Pergunta 4. *

Com relação ao seu mocho, ele possui:
Check all that apply.

- ☐ rodízios para mobilidade
- ☐ regulagem de assento
- ☐ encosto
- ☐ regulagem de encosto
- ☐ apoio para os braços
- ☐ apoio para os pés

8. Pergunta 5. *

Com relação ao seu mocho, ele se assemelha com qual das imagens abaixo?
Mark only one oval.

- ☐ mocho 1
- ☐ mocho 2
- ☐ mocho 3

mocho 1

**mocho 2**

mocho 3**9. Pergunta 5. ***

O seu mocho possui apoio abdominal? Se sim, qual a marca e modelo do mocho?

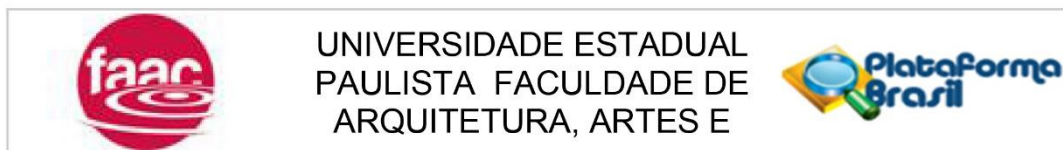
10. Pergunta 6. *

Pensando nas questões anteriores, você acredita que o design do mocho influencia nos problemas de dor/desconforto? E que se ele fosse mais adequado os problemas seriam minimizados?

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
NÃO CONCORDO	☐	☐	☐	☐	☐	CONCORDO PLENAMENTE

7. ANEXOS



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Redesign do Suporte Postural do Cirurgião Dentista: uma proposta ergonômica

Pesquisador: Guilherme da Silva Bertolaccini

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 41371315.4.0000.5663

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JULIO DE MESQUITA FILHO

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.000.176

Data da Relatoria: 26/02/2015

Apresentação do Projeto:

O projeto busca estudar aspectos ergonômicos e problemas biomecânicos (postura e movimento) relacionados à atividade do cirurgião dentista, de forma a fundamentar uma proposta de re-design da interface de suporte postural (mocho) para este profissional.

Objetivo da Pesquisa:

O Objetivo deste projeto é estudar os aspectos ergonômicos e os problemas biomecânicos (postura e movimento) relacionados à atividade do cirurgião dentista

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

RISCOS: mínimos e apenas relacionados a algum desconforto na manutenção da postura durante os testes.

BENEFÍCIOS: contribuir para a compreensão dos aspectos ergonômicos e melhoria das características do posto de trabalho do cirurgião dentista.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O trabalho é importante para a imersão no cotidiano da comunidades investigada

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Foram apresentados corretamente

Endereço: Avenida Engenheiro Luiz Edmundo Carrijo Coube nº 14-01

Bairro: VARGEM LIMPA

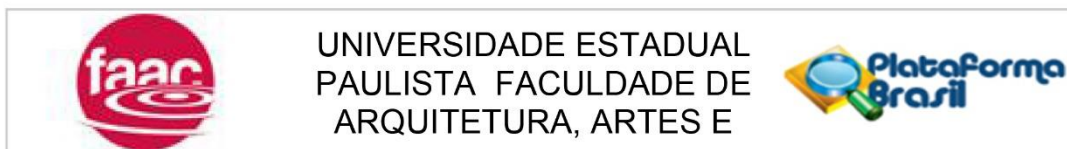
CEP: 17.033-360

UF: SP

Município: BAURU

Telefone: (14)3103-6055

E-mail: sta@faac.unesp.br



Continuação do Parecer: 1.000.176

Recomendações:

O presente estudo merece apreciação favorável

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

O estudo atende às solicitações do CEP. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE redigido em linguagem acessível e o estudo CONTEMPLA os requisitos da Resolução do CNS nº 466/2012.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

Considerando as observações apresentadas pelo relator, o Comitê de Ética em Pesquisa da FAAC aprova o projeto de pesquisa.

BAURU, 26 de Março de 2015

Assinado por:
Luis Carlos Paschoarelli
(Coordenador)

Endereço: Avenida Engenheiro Luiz Edmundo Carrijo Coube nº 14-01
Bairro: VARGEM LIMPA **CEP:** 17.033-360
UF: SP **Município:** BAURU
Telefone: (14)3103-6055 **E-mail:** sta@faac.unesp.br