UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE COMUNICAÇÃO E EXPRESSÃO – CCE
DEPARTAMENTO EXPRESSÃO GRÁFICA
CURSO DESIGN DE PRODUTO

Rafaela Candia Souza

Design de Mobiliário Odontológico: Desenvolvimento de Cadeira ergonômica para Profissionais de Odontologia

Florianópolis

2025

Rafaela Candia Souza

Design de Mobiliário Odontológico: Desenvolvimento de Cadeira ergonômica para Profissionais de Odontologia

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em Design de Produto do Centro de Comunicação e Expressão – CCE da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Bacharel/Licenciado em Design de Produto.

Orientador: Prof. Cristiano Alves, PhD.

Florianópolis

2025

Ficha de identificação da obra

A ficha de identificação é elaborada pelo próprio autora.

Orientações em:

http://portalbu.ufsc.br/ficha

Rafaela Candia Souza

Design de Mobiliário Odontológico: Desenvolvimento de Cadeira ergonômica para Profissionais de Odontologia

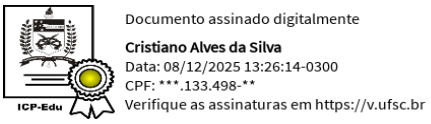
Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de Bacharel em Design de Produto, e aprovado em sua forma final pelo Curso Curso de Design de Produto

Local, 08 de Dezembro de 2025.

_____

Professora Dra. Ana Veronica Pazmino
Coordenadora do Curso

Banca Examinadora:



_____

Prof. Cristiano Alves,Dr.
Orientador
Instituição Universidade Federal de Santa Catarina

Profª Fabíola Reinert, Dra
Avaliadora
Instituição Universidade Federal de Santa Catarina

Profª Marisa Carvalho, Drª.
Avaliadora
Instituição Universidade Federal de Santa Catarina

Profª Dayane Machado Ribeiro, Dra.
Avaliadora
Instituição Universidade Federal de Santa Catarina

AGRADECIMENTOS

A conclusão deste trabalho só foi possível graças ao apoio e contribuição de pessoas especiais que estiveram ao meu lado durante esta jornada acadêmica.

Ao Professor Cristiano Alves, meu orientador, expresso minha profunda gratidão pela dedicação, paciência e conhecimento compartilhado. Suas orientações foram fundamentais para o desenvolvimento e aprimoramento desta pesquisa, sempre me incentivando a buscar a excelência acadêmica.

À Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), instituição que me acolheu no curso de Design de Produto, agradeço por proporcionar um ambiente de aprendizado rico e desafiador, oferecendo todas as condições necessárias para meu crescimento acadêmico e profissional.

À Marisa Carvalho, pessoa de generosidade ímpar, que abriu portas essenciais para o desenvolvimento desta pesquisa. Sua intermediação foi crucial para estabelecer contato com a coordenação de Odontologia da UFSC, possibilitando a observação dos alunos em sala de aula, e para me conectar com a Professora Dayane Machado Ribeiro, Dra. em Ergonomia Aplicada à Odontologia. Sem seu apoio, esta pesquisa não teria alcançado a profundidade necessária.

À Magda Raya Souza e Nair Raya Souza, mulheres extraordinárias da minha família, que são verdadeiros alicerces da minha trajetória. Sem o apoio, carinho e incentivo de vocês, eu não estaria aqui hoje, nem teria chegado até esta universidade. Vocês são a base que sustenta todos os meus sonhos e conquistas.

Ao Jonas Goedert Morsch, meu companheiro de vida, que foi meu porto seguro durante todo este processo. Seu apoio emocional incondicional e sua rede de contatos foram pilares fundamentais para que eu chegasse até aqui. Obrigada por acreditar em mim quando eu mesma duvidava.

Ao Francisco Carlos Morsch, meu sogro, cuja generosidade e compreensão foram essenciais para a realização deste trabalho. Sua hospitalidade me proporcionou a tranquilidade necessária para me dedicar integralmente aos estudos, permitindo que eu focasse completamente neste projeto acadêmico.

A todos vocês, minha eterna gratidão. Este trabalho é também de vocês, pois cada um contribuiu de forma única e insubstituível para que este momento se tornasse realidade.

"Projetar não é apenas criar algo funcional, é criar algo que eleve a experiência do usuário."
— Don Norman , 1988.

RESUMO

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de uma cadeira ergonômica com foco em suporte lombar para profissionais de odontologia, visando reduzir a alta incidência de distúrbios musculoesqueléticos nesta categoria. Utilizando a metodologia Zero to Hero, o projeto percorreu cinco fases desde a definição do problema até o desenvolvimento do MVP. A pesquisa incluiu revisão bibliográfica sobre ergonomia odontológica, aplicação de questionários com 66 profissionais e estudantes da UFSC, entrevistas com especialistas em ergonomia e observações clínicas. Os dados revelaram que 79% dos participantes sentem desconforto durante o trabalho, com predominância de dores lombares, enquanto apenas 21% ajustam regularmente suas cadeiras. A solução desenvolvida integra assento tipo sela com angulações específicas (12° de inclinação frontal e crista central de 6,77°), estrutura cantilever e sistema de suporte lombar com ajuste duplo de altura e profundidade. A validação por meio de mockup em MDF demonstrou eficácia na manutenção postural e redução do desconforto, obtendo avaliação positiva de dentistas e especialistas. O projeto contribui para a saúde ocupacional odontológica ao oferecer solução técnica que integra princípios ergonômicos avançados às necessidades da prática clínica.

Palavras-chave: Design de Produto, Ergonomia Odontológica, Cadeira Odontológica, Suporte Lombar, Distúrbios Musculoesqueléticos.

ABSTRACT

This work presents the development of an ergonomic chair focused on lumbar support for dental professionals, aimed at reducing the high incidence of musculoskeletal disorders in this category. Using the Zero to Hero methodology, the project went through five phases from problem definition to MVP development. The research included literature review on dental ergonomics, questionnaires with 66 UFSC professionals and students, interviews with ergonomics specialists, and clinical observations. Data revealed that 79% of participants experience discomfort during work, predominantly lower back pain, while only 21% regularly adjust their chairs. The developed solution integrates a saddle-type seat with specific angles (12° forward inclination and 6.77° central ridge), cantilever structure, and lumbar support system with dual height and depth adjustment. Validation through MDF mockup demonstrated effectiveness in postural maintenance and discomfort reduction, receiving positive evaluation from dentists and specialists. The project contributes to occupational dental health by offering a technical solution that integrates advanced ergonomic principles with clinical practice needs.

Keywords: Product Design, Dental Ergonomics, Dental Chair, Lumbar Support, Musculoskeletal Disorders.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Jornada do processo de validação de uma solução até o MVP. 29
Figura 2 – Curvaturas da Coluna e suas Angulações Fisiológicas. 33
Figura 3 – Medidas Antropométricas de um Indivíduo Sentado. 34
Figura 4 – Frequência de Relato de Desconforto em Diferentes Regiões Corporais. 36
Figura 5 – Infográfico sobre Ergonomia Odontológica. 38
Figura 6 – Painel Visual da Expressão do Produto. 41
Figura 7 – Paleta de Cores Desenvolvida Para o Produto. 42
Figura 8 – Persona Dra. Carolina Mendes. 45
Figura 9 – Persona Dr. Marcelo Santos. 46
Figura 10 – Cenário prático com a persona Dra. Carolina Mendes. 47
Figura 11 – Cenário prático com a persona Dr. Marcelo Santos. 48
Figura 12 – Alternativas de Assentos Desenvolvidos. 54
Figura 13 – Alternativas de Estruturas Base. 55
Figura 14 – Alternativa Estruturas base Melhorada. 56
Figura 15 – Alternativas de Apoio lombar. 56
Figura 16 – Conceito final. 57
Figura 17 – Solução Encontrada. 58
Figura 18 – Assento sela desenvolvida no Software SolidWorks. 60
Figura 19 – Ângulos definidos para o Assento. 61
Figura 20 – Ângulo de apoio glúteo do Assento. 61
Figura 21 – Fatiamento do Assento no Software Slicer for Fusion 360. 61
Figura 22 – Assento Finalizado após Encaixe Interlock. 62
Figura 23 – Montagem do Assento de Testes, Espuma e Rodízio. 62
Figura 24 – Modelo de Testes Finalizado. 63
Figura 25 – Dentista Utilizando o Mockup de testes. 64
Figura 26 – Ajuste do ângulo de Apoio de Posterior de Coxa no Software SolidWorks. 65
Figura 27 – Modelagem do Suporte Lombar completo no Software SolidWorks. 66
Figura 28 – Detalhe da modelagem do Sistema de Catraca. 66
Figura 29 – Detalhe da modelagem do Sistema de Mola. 67
Figura 30 – Modelagem da Cadeira Completa. 67
Figura 31 – Partes da Cadeira para Impressão 3D. 74
Figura 32 – Preparação para Impressão 3D. 74
Figura 33 – Lixamento das peças impressas em 3D. 75
Figura 34 – Alisamento por aplicação de Acetona. 75
Figura 35 – Modelo final de Apresentação e seus Diferentes Acabamentos. 76
Figura 36 – Modelo final de Apresentação Finalizado. 76

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Requisitos e Normas Reguladoras para Dispositivos Médicos Reutilizáveis 31
Tabela 2 – Parâmetros Ergonômicos e Posturais para Assentos com Suporte lombar. 32
Tabela 3 – Tabela de Medidas Antropométricas. 34
Tabela 4 – Tabela de Análise de Concorrentes 43
Tabela 5 – Tabela de Requisitos de Desenvolvimento do Projeto. 51
Tabela 6 – Matriz de Critérios de Avaliação Simplificada. 52
Tabela 7 – Matriz de Avaliação - Assento 54
Tabela 8 – Matriz de Avaliação - Estrutura Base 55
Tabela 9 – Avaliação da B5 Otimizada. 56
Tabela 10 – Matriz de Avaliação - Apoio Lombar. 57

LISTA DE SIGLAS E ABREVIAÇÕES

ABIMO - Associação Brasileira da Indústria de Artigos e Equipamentos Médicos, Odontológicos, Hospitalares e de Laboratórios
ABO - Associação Brasileira de Odontologia
ADA - American Dental Association
ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária
CAD - Computer-Aided Design (Projeto Assistido por Computador)
CAGR - Compound Annual Growth Rate (Taxa de Crescimento Anual Composta)
DIN - Deutsches Institut für Normung (Instituto Alemão de Normalização)
DME - Distúrbios Musculoesqueléticos
ESDE - European Society of Dental Ergonomics
FDI - FDI World Dental Federation (Federação Dentária Internacional)
FDM - Fused Deposition Modeling (Modelagem por Fusão e Deposição)
ID - Identificação / Identificador
ISO - International Organization for Standardization (Organização Internacional de Normalização)
L4-L5 - Vértebras Lombares 4 e 5
L5-S1 - Vértebra Lombar 5 e Vértebra Sacral 1
MDF - Medium Density Fiberboard (Placa de Fibra de Média Densidade)
MTE - Ministério do Trabalho e Emprego
MVP - Minimum Viable Product (Produto Mínimo Viável)
NBR - Norma Brasileira (Registrada pela ABNT)
NR - Norma Regulamentadora
PP - Polipropileno
PU - Poliuretano
RAL - Reichs-Ausschuß für Lieferbedingungen und Gütesicherung (Padrão de cores alemão)
RDC - Resolução da Diretoria Colegiada (da ANVISA)
REBA - Rapid Entire Body Assessment
RULA - Rapid Upper Limb Assessment
SAE - Society of Automotive Engineers
STEP - Standard for the Exchange of Product model data
TCX - Textile Cotton eXtended (Sufixo para cores Pantone em algodão)
TIG - Tungsten Inert Gas (Soldagem com Gás Inerte de Tungstênio)
UFC - Unidade Formadora de Colônias
UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO **28**
1.1 Contextualização 28
1.2 Definição do problema 28
1.3 Justificativa 28
1.4 Objetivos 29
1.4.1 Objetivo geral 29
1.4.2 Objetivos específicos 29
1.5 Metodologia: Zero to Hero 29
2. FASE DE DEFINIÇÃO DO PROBLEMA **30**
2.1 Ergonomia e saúde ocupacional na odontologia 30
2.2 Normativas e diretrizes odontológicas 31
2.3 Aspectos fisiológicos e antropométricos 32
2.4 Formulação da ideia inicial do projeto 34
3. FASE PROBLEMA VALIDADO **35**
3.1 Metodologia e Coleta de dados 35
3.2 Análise dos dados coletados 35
3.2.1 Questionários com profissionais e estudantes de odontologia 35
3.2.2 Questionários com profissionais de ergonomia odontológica 36
3.2.3 Observações clínicas 37
3.2.4 Conclusões da Análise 37
3.3 Conceituação do produto 39
3.3.1 Definição de palavras-chave 39
3.3.2 Expressão do produto 40
3.3.3 Paleta de cores 41
3.4 Estudo de mercado 43
3.4.1 Análise de concorrentes 43
3.4.2 Análise de Mercado, Lacunas e Oportunidades Estratégicas 43
3.5 Definição de personas e cenários 45
3.5.2 Cenários de uso do produto 46
3.6 Requisitos de projeto 48
4. FASE SOLUÇÃO ENCONTRADA **51**
4.1 Metodologia de Avaliação das Alternativas 51
4.2 Critérios de Avaliação Simplificados 51
4.2.1 Definição dos Pesos dos Critérios 52
4.2.2 Escala de Avaliação e Metodologia 53
4.3 Avaliação do Subsistema assento 53
4.4 Avaliação do Subsistema estrutura base 54
4.5 Avaliação do Subsistema apoio lombar 56
4.6 Desenvolvimento do Conceito Final 57
4.6.1 Avaliação Sistêmica do Conceito Final 57
4.6.2 Análise de Atendimento aos Requisitos Críticos 58
4.6.3 Solução Encontrada 58
4.7.1 Superioridade Técnica da Solução 58
4.7.2 Justificativa da Otimização da B5 59
4.7.3 Vantagens Competitivas da Solução 59
4.7.4 Conclusão 59
5. FASE SOLUÇÃO VALIDADA **60**
5.1 Prototipagem inicial 60
5.1.1 Desenvolvimento do mockup 60
5.2 Testes do Mockup 63
5.2.1 Metodologia de Testes 63
5.2.2 Testes com profissionais de odontologia 63
5.2.3 Avaliação ergonômica especializada 64

5.2.3 Análise do Mockup 64
5.4 Refinamento da solução 65
6. FASE MVP (MINIMUM VIABLE PRODUCT) 66
6.1 Detalhamento técnico da solução final 66
6.1.1 Modelagem 3D 66
6.1.2 Desenhos técnicos 68
6.1.3 Especificações de materiais 72
6.1.4 Processos de fabricação 73
6.2 Prototipagem final 73
6.2.1 Impressão 3D em escala reduzida 73
6.2.2 Processos de acabamento 74
6.3 Manual descritivo 76
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS 77
7.1 Sugestões para trabalhos futuros 77
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 78
APÊNDICES 82
Apêndice A - Questionários utilizados na pesquisa 82
Apêndice B - Observações de Uso 86
Apêndice C - Tabulação dos dados coletados 90
Apêndice D - Avaliação do Mockup com Dentistas 104
Apêndice E - Avaliação do Mockup Especialistas em Ergonomia 106
Apêndice F - Tabulação de dados das avaliações com Mockup 108

1. INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

A prática odontológica está intrinsecamente associada a uma série de desafios ergonômicos que impactam diretamente a saúde ocupacional dos dentistas. Conforme apontado por Valachi e Valachi (2003), a combinação de posturas estáticas prolongadas, movimentos repetitivos, instrumentos inadequados e fatores psicossociais contribui significativamente para o desenvolvimento de distúrbios musculoesqueléticos nestes profissionais. Estudos recentes demonstram que entre 64% e 93% dos dentistas relatam algum tipo de desconforto musculoesquelético relacionado à prática profissional (Hayes et al., 2009). Estes dados evidenciam a relevância do tema e a necessidade urgente de intervenções efetivas.

De acordo com uma pesquisa transversal realizada por Mohseni-Bandpei et al. (2017) com 898 dentistas, a prevalência de dor lombar ao longo da vida profissional chega a 85%, sendo que 29,7% relataram dor lombar crônica. Este mesmo estudo identificou que 39,6% dos dentistas já procuraram tratamento médico para dores lombares e 10,7% foram forçados a reduzir suas atividades profissionais devido a este problema.

O mobiliário odontológico, particularmente a cadeira do profissional, representa um componente fundamental no ambiente de trabalho, influenciando diretamente a postura adotada durante os procedimentos clínicos. Pesquisa conduzida por Pejčić et al. (2017) com 394 dentistas demonstrou que 93,7% dos profissionais que não possuíam cadeiras com suporte lombar adequado relataram dor na região lombar, em comparação com 50,9% dos que utilizavam cadeiras ergonomicamente projetadas.

1.2 Definição do problema

Apesar da evolução dos equipamentos odontológicos nas últimas décadas, observa-se uma persistência alarmante nos índices de distúrbios musculoesqueléticos entre dentistas. De acordo com Garbin et al. (2015), mesmo com o conhecimento sobre princípios ergonômicos, muitos profissionais ainda adotam posturas inadequadas durante o atendimento devido às limitações impostas pelo mobiliário disponível.

Pejčić et al. (2017) demonstraram que grande parte dos dentistas permanece sentada durante a maior parte do expediente. Frequentemente, utilizam cadeiras sem suporte lombar adequado. A ausência desse suporte pode favorecer alterações posturais, como a hiperlordose ou retificação da coluna lombar, além de contribuir para o surgimento de dores e lesões ocupacionais.

O problema central identificado é a inadequação ergonômica das cadeiras odontológicas utilizadas pelos profissionais, especialmente no que tange ao suporte lombar, resultando em sobrecarga biomecânica durante períodos prolongados de trabalho e contribuindo para o desenvolvimento de lesões na região lombar.

1.3 Justificativa

A incidência elevada de distúrbios musculoesqueléticos entre dentistas representa não apenas um problema de saúde individual, mas também um desafio para a sustentabilidade da prática profissional e para os sistemas de saúde. Conforme apontado por Lietz et al. (2018), em meta-análise de 41 estudos publicados entre 2005 e 2017, os distúrbios musculoesqueléticos relacionados ao trabalho (WMSDs) são responsáveis por parcela significativa dos anos vividos com incapacidade no âmbito da saúde. Constituem também fator importante de licenças médicas e retirada precoce da força de trabalho em profissionais de saúde, incluindo dentistas.

Em estudo de Alexopoulos et al. (2004) com 430 dentistas na Grécia, 62% relataram pelo menos um sintoma musculoesquelético no último ano; 16% tiveram episódios de afastamento por doença ocupacional, e 32% buscaram atendimento médico para esses problemas. Esses dados demonstram a frequência de sintomas e o impacto na continuidade do atendimento clínico.

O desenvolvimento de uma cadeira ergonômica com foco em suporte lombar se justifica pela necessidade de proporcionar melhores condições de trabalho aos profissionais, reduzindo o risco de lesões ocupacionais e prolongando a vida útil profissional. Pejčić et al. (2017) mostraram em um levantamento com 394 dentistas que, entre os profissionais que não utilizavam cadeiras com suporte lombar adequado, 93,7% relataram dor lombar, versus 50,9% entre os que usavam cadeiras projetadas ergonomicamente — uma redução de cerca de 43% na prevalência de sintoma.

Do ponto de vista acadêmico, esta pesquisa contribui para a área de ergonomia aplicada e design de produtos ao propor uma metodologia integrada de desenvolvimento que articula validação biomecânica, análise antropométrica e prototipagem iterativa no contexto específico do mobiliário odontológico. O estudo avança o conhecimento sobre sistemas de suporte lombar adaptativo, área ainda pouco explorada no design de assentos profissionais, e estabelece parâmetros técnicos replicáveis para projetos similares. Além disso, a pesquisa amplia o corpus teórico sobre ergonomia preventiva na odontologia, documentando sistematicamente as necessidades não atendidas pelos produtos disponíveis no mercado brasileiro e propondo soluções baseadas em evidências que podem orientar futuras investigações na interface entre design, saúde ocupacional e tecnologia de produto.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo geral

Desenvolver uma cadeira ergonômica com foco em suporte lombar para profissionais de odontologia.

1.4.2 Objetivos específicos

- Analisar os problemas ergonômicos das cadeiras odontológicas atuais e as normativas brasileiras aplicáveis, identificando oportunidades de design para aprimoramento do suporte lombar em equipamentos odontológicos;
- Desenvolver conceitos de design de produto que integrem princípios ergonômicos de suporte lombar às necessidades funcionais específicas da prática odontológica, considerando materiais, formas e ajustes;
- Prototipar e validar soluções de design de produto para suporte lombar em cadeiras odontológicas. A validação deve avaliar usabilidade, conforto, estética e viabilidade técnica por meio de testes com profissionais da área.

1.5 Metodologia: Zero to Hero

Este trabalho adota a metodologia Zero to Hero, estruturada em cinco fases progressivas que conduzem desde a identificação do problema até a entrega de um produto mínimo viável (MVP). A Figura 1 ilustra a jornada completa do processo:

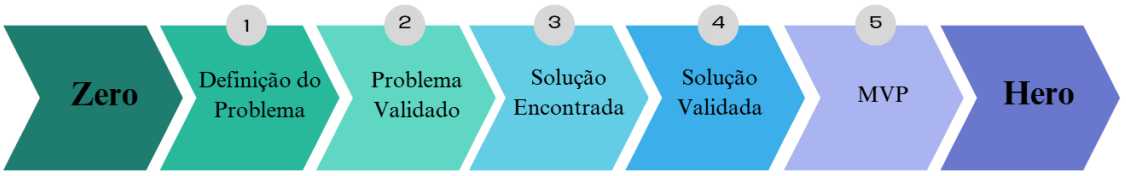


Figura 1 – Jornada do processo de validação de uma solução até o MVP.
Fonte: Elaborado pela autora.

A metodologia adotada fundamenta-se nos princípios do Design Centrado no Usuário (Nielsen, 1993) e integra elementos do processo de desenvolvimento de produto proposto por Ulrich e Eppinger (2015), adaptados ao contexto específico desta pesquisa. As seguintes fases foram empregadas no desenvolvimento do trabalho:

- **Fase 1 – Definição do Problema:** Nesta etapa inicial, realizou-se revisão bibliográfica sistemática sobre ergonomia odontológica, saúde ocupacional e normativas técnicas aplicáveis (ANVISA, ABNT, ISO). Foram analisados aspectos fisiológicos da coluna vertebral, parâmetros antropométricos e diretrizes ergonômicas específicas para assentos profissionais. A fase resultou na formulação da ideia inicial do projeto.
- **Fase 2 – Problema Validado:** A validação empírica do problema envolveu múltiplas ferramentas de coleta de dados: (a) questionários estruturados aplicados a 66 profissionais e estudantes de odontologia da UFSC; (b) entrevistas com duas especialistas em ergonomia odontológica; (c) observações clínicas diretas em ambiente universitário e consultório particular. Os dados coletados foram tabulados e analisados para identificação de padrões de desconforto, práticas posturais e expectativas dos usuários. Esta fase incluiu também conceituação do produto, análise de mercado, definição de personas e estabelecimento de requisitos de projeto.
- **Fase 3 – Solução Encontrada:** O desenvolvimento conceitual utilizou a abordagem de arquitetura do produto, segmentando a cadeira em três subsistemas (assento, estrutura base e apoio lombar). Para cada subsistema, foram geradas múltiplas alternativas avaliadas por matriz de decisão ponderada, considerando oito critérios estabelecidos a partir dos requisitos de projeto. A pontuação final determinou a seleção das melhores alternativas para composição do conceito integrado.
- **Fase 4 – Solução Validada:** Desenvolvimento e teste de mockup físico do assento ergonômico, fabricado em MDF por corte a laser utilizando sistema de encaixes interlock. O protótipo foi testado durante cinco dias por dentista em ambiente clínico real e submetido à avaliação técnica de especialista em ergonomia. Os testes seguiram protocolos estruturados de avaliação de conforto, análise postural e identificação de riscos ergonômicos. Os resultados orientaram refinamentos específicos no design.
- **Fase 5 – MVP (Minimum Viable Product):** Detalhamento técnico completo da solução, incluindo modelagem 3D em SolidWorks, geração de desenhos técnicos bidimensionais conforme normas ABNT, especificação de materiais e processos de fabricação. Produção de protótipo em escala reduzida (1:3) por impressão 3D com acabamento profissional para comunicação do conceito final. Elaboração de memorial descritivo técnico do produto.

2. FASE DE DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

2.1 Ergonomia e saúde ocupacional na odontologia

A ergonomia no contexto odontológico envolve a adaptação do ambiente, equipamentos e processos de trabalho às características e limitações físicas e psicológicas dos profissionais.

Conforme Pîrvu et al. (2014), a aplicação dos princípios ergonômicos na prática odontológica visa primariamente:

- Proporcionar conforto ao profissional durante o atendimento;
- Prevenir o desenvolvimento de distúrbios musculoesqueléticos;
- Aumentar a eficiência e a qualidade dos procedimentos realizados;
- Prolongar a vida profissional do dentista.

Saliba et al. (2016) enfatizam a importância da postura de trabalho adequada, descrevendo parâmetros ideais: coluna ereta, braços próximos ao corpo, antebraços paralelos ao chão e pés completamente apoiados. Os autores destacam que o design do mobiliário deve facilitar a manutenção dessa postura neutra, reduzindo a fadiga e prevenindo dores lombares.

Nachemson et al. (1981) analisaram a pressão intradiscal lombar sob diferentes condições posturais e demonstraram que a ausência de suporte lombar adequado aumenta a pressão no disco em cerca de 40% nos níveis L4–L5 e L5–S1, em comparação com uma cadeira ergonomicamente projetada, reduzindo significativamente o risco de lesões ocupacionais na região lombar.

A literatura identifica diversos problemas ergonômicos recorrentes na prática odontológica, muitos dos quais relacionados diretamente ao mobiliário utilizado. Gopinadh et al. (2013) classificam estes problemas em categorias que incluem:

- Problemas posturais: flexão excessiva do pescoço, rotação e inclinação lateral do tronco, elevação dos ombros e extensão excessiva dos braços;
- Problemas relacionados ao equipamento: altura inadequada da cadeira do dentista, posicionamento incorreto da cadeira do paciente, difícil acesso a instrumentos e equipamentos;
- Problemas ambientais: iluminação inadequada, espaço físico limitado, disposição inapropriada dos mobiliários e equipamentos.

Saliba et al. (2016) observaram variações significativas nos problemas ergonômicos conforme a especialidade odontológica, destacando que cada especialidade apresenta padrões distintos de infrações ergonômicas a partir da ISO/FDI, exigindo soluções específicas para endodontia, cirurgia, dentística restauradora e periodontia.

No que tange às cadeiras odontológicas, estudos recentes de Dable et al. (2024) e Hallaj et al. (2019) demonstraram que o uso de cadeiras com suporte lombar ajustável e magnificação reduz em até 40% a pressão intradiscal nos níveis L4–L5/L5–S1, melhora a manutenção da lordose fisiológica e diminui a fadiga muscular após jornadas prolongadas.

Em relação ao desconforto lombar, Batham & Yasobant (2016) relataram que mais de 92% dos dentistas em Bhopal, Índia, apresentaram dor musculoesquelética durante o período de um ano, e identificaram correlação significativa entre a falta de suporte ergonômico e a gravidade dos sintomas.

A prevalência de dorsalgia, cervicalgia e omalgia entre dentistas é elevada em diversos países. Segundo revisão sistemática conduzida por Hayes, Cockrell e Smith (2009) na Universidade de Newcastle, Austrália, o intervalo de prevalência de dor musculoesquelética geral em profissionais odontológicos foi de 64% a 93%, com 36,3–60,1% para coluna e 19,8–85% para pescoço. Em um levantamento de Morse, Bruneau e Dussetschleger (2010) publicado na revista Work, cobrindo dentistas italianos e higienistas, a prevalência anual de sintomas no pescoço variou de 26% a 73% e nos ombros de 20% a 65%

Em Queensland, Austrália, Leggat e Smith (2007) aplicaram questionário a 285 dentistas da Australian Dental Association e encontraram 57,5% relatando dor cervical, 53,7% dor lombar

e 53,3% dor nos ombros no último ano; 9,1% deles precisaram se ausentar por causa dessas queixas. Em pesquisa com 400 dentistas na Escócia, 62% relataram ao menos um sintoma musculoesquelético nos últimos 12 meses, 30% com queixas crônicas, 16% com licença médica breve e 32% buscando atendimento médico, conforme estudo de Rodak et al. (2004) publicado em BMC Musculoskeletal Disorders.

Intervenções ergonômicas bem delineadas mostram benefícios clínicos e profissionais. Hayes et al. (2009) destacam redução de prevalência de DME e melhora na qualidade de atendimento, e Nowak & Raine (2012) evidenciam queda de 50% na dor lombar e 60% nos dias de afastamento com cadeiras lombar‑ajustáveis.

2.2 Normativas e diretrizes odontológicas

O mobiliário odontológico está sujeito a um conjunto de normas técnicas e sanitárias que garantem condições seguras e ergonômicas no ambiente clínico. O presente projeto analisou normas brasileiras e internacionais relevantes para o desenvolvimento de uma cadeira odontológica, com foco na ergonomia, higiene e segurança microbiológica.

Segundo Rodrigues et al. (2021), o ambiente odontológico requer superfícies de fácil higienização, materiais resistentes e estrutura compatível com processos de esterilização, devido ao alto risco de contaminação cruzada. Além disso, a ergonomia do mobiliário é fundamental para prevenir lesões musculoesqueléticas em profissionais da área, conforme aponta Silva e Lima (2020).

As normas analisadas incluem regulamentações da ANVISA, ABNT e diretrizes internacionais como ISO 11226:2000 e ISO 2631-1:1997, todas consideradas no desenvolvimento do projeto.

Abaixo temos a Tabela 1 com as principais normas sanitárias e de processamento:

Categoria	***Requisitos***	***Norma Reguladora***
Materialidade	Superfícies lisas, impermeáveis e resistentes a produtos químicos.	RDC nº 15/2012 (ANVISA); ABNT NBR ISO 17665-1
Design e Ergonomia	Ausência de frestas e cantos vivos; formato que facilite limpeza.	RDC nº 50/2002 (ANVISA); ABNT NBR 15943:2011
Esterilização	Compatibilidade com autoclave, calor seco e óxido de etileno.	ABNT NBR ISO 17665-1
Controle de Contaminação	Limite de até 10 UFC/dispositivo; superfícies antimicrobianas.	RDC nº 56/2008 (ANVISA); ISO 22196:2011
Identificação e Registro	Número de lote, validade, manual técnico, registro ANVISA.	RDC nº 185/2001 (ANVISA); ABNT NBR ISO 13485:2016

Tabela 1 – Requisitos e Normas Reguladoras para Dispositivos Médicos Reutilizáveis
Fonte: Elaborado pela autora.

Abaixo temos a Tabela 2 com as principais parâmetros ergonômicos relevantes ao projeto:

Norma	***Parâmetro***	***Especificação***	***Requisito***
NBR 13962:2018	Suporte Lombar - Altura	Mínimo 100 mm	Obrigatório
NBR 13962:2018	Ajuste Altura Lombar	Faixa mínima de 50 mm	Obrigatório
NBR 13962:2018	Ajuste Profundidade Lombar	Personalizável	Obrigatório
ISO 11226:2000	Flexão do Pescoço	Máximo 25°	Postural
ISO 11226:2000	Inclinação do Tronco	Máximo 20°	Postural
ISO 2631-1:1997	Vibrações Corporais	Abaixo de 0,5 m/s²	Conforto

ADA Guidelines	Área de Contato Lombar	Mínimo 120 cm²	Ergonomia
ESDE Recommendations	Ângulo de Lordose Lombar	Entre 25° e 30°	Postura
ESDE Recommendations	Variação de Ajuste da Lordose	±10°	Personalização

Tabela 2 – Parâmetros Ergonômicos e Posturais para Assentos com Suporte lombar.
Fonte: Elaborado pela autora.

A análise das normas brasileiras e internacionais evidenciou a necessidade de um suporte lombar ajustável (altura mínima de 100 mm, ajuste de altura ≥ 50 mm, ajuste de profundidade), com área de contato mínima de 120 cm², preservando a curvatura fisiológica da coluna lombar.

Para o conforto postural, limites de flexão cervical (25°) e inclinação de tronco (20°) foram considerados, conforme diretrizes da ISO 11226:2000. Também foi observada a redução de vibrações corporais a níveis inferiores a 0,5 m/s², conforme ISO 2631-1:1997, para maior conforto durante o uso prolongado.

2.3 Aspectos fisiológicos e antropométricos

A coluna é composta por quatro regiões principais: a lordose cervical, a cifose torácica, a lordose lombar e a cifose sacrococcígea. Essas curvaturas desempenham um papel essencial na distribuição de cargas e no equilíbrio corporal.

Na região cervical, encontra-se a lordose cervical, que possui um ângulo característico de 30° a 35°. Essa curvatura facilita os movimentos da cabeça e do pescoço, promovendo a estabilidade e a flexibilidade dessa região. A cifose torácica, localizada na porção média da coluna, apresenta um ângulo de aproximadamente 40°. Essa curvatura é importante para proteger os órgãos internos e oferecer suporte à caixa torácica.

Na parte inferior da coluna, a lordose lombar destaca-se com um ângulo em torno de 45°. Essa curvatura é crucial para suportar o peso da parte superior do corpo, garantindo a absorção de impactos e a preservação da postura adequada.

Por fim, a cifose sacrococcígea, que forma a base da coluna vertebral, contribui para a conexão entre a coluna e a pelve, permitindo a transferência de forças durante atividades como caminhar e sentar.

A Figura 2 a seguir ilustra as curvaturas naturais da coluna vertebral humana, que são fundamentais para a sustentação, estabilidade e mobilidade do corpo:

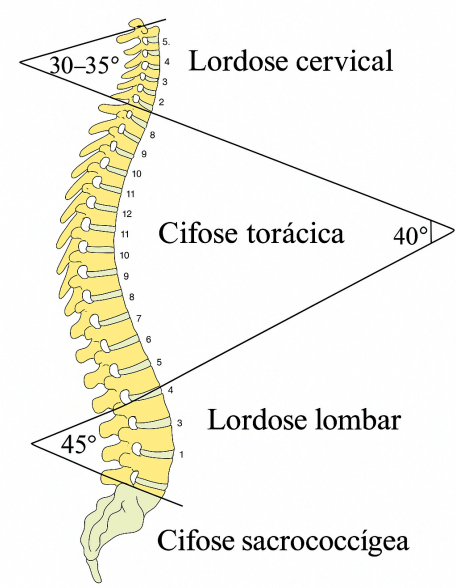


Figura 2 – Curvaturas da Coluna e suas Angulações Fisiológicas.
Fonte: Elaborado pelo autora com auxílio de inteligência artificial.

Focando no ato de sentar, a área lombar da coluna desempenha um papel crucial na manutenção da postura e no conforto durante atividades prolongadas. Para cadeiras odontológicas, é essencial que o suporte lombar:

- Mantenha a curvatura fisiológica da coluna (lordose lombar);
- Ofereça ajustes que permitam personalização para diferentes tamanhos e formas corporais;
- Distribua a pressão de forma uniforme para evitar pontos de tensão.

A antropometria é essencial no design ergonômico de mobiliário, especialmente no desenvolvimento de cadeiras voltadas ao conforto, segurança e eficiência dos usuários. Trata-se de uma ciência que analisa as medidas e proporções do corpo humano para criar produtos adaptáveis às características físicas dos indivíduos. A aplicação dos princípios antropométricos no design ergonômico de cadeiras busca atender a diferentes aspectos.

Para o design de cadeiras, diversos elementos antropométricos críticos devem ser considerados, como altura, profundidade e largura do assento, altura do encosto, curvatura lombar, apoio para os braços e espaço para movimentação. Estas medidas devem ser levadas em conta no desenvolvimento da cadeira, de modo a abranger os menores e maiores percentis de estatura dos profissionais dentistas.

Abaixo a Figura 3 proporciona melhor entendimentos das medidas que devem ser consideradas conforme a Tabela 3, que segue a normativa DIN 33402.

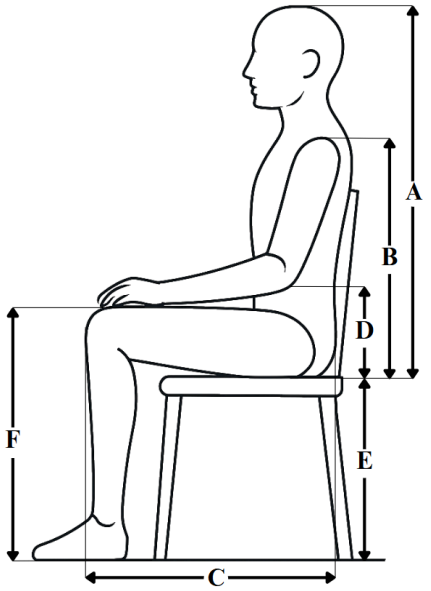


Figura 3 – Medidas Antropométricas de um Indivíduo Sentado.
Fonte: Elaborado pelo autora com auxílio de inteligência artificial.

Medida	*Descrição*	*Percentil 5 - Homens*	*Percentil 95 - Homens*	*Percentil 5 - Mulheres*	*Percentil 95 - Mulheres*
A	Altura sentada (distância vertical da cabeça ao assento)	83,5 cm	96,5 cm	78,5 cm	90,5 cm
B	Altura do ombro sentado (distância vertical do ombro ao assento)	53,0 cm	65,0 cm	49,5 cm	60,5 cm
C	Comprimento nádega-joelho (distância horizontal das costas ao joelho)	54,0 cm	64,0 cm	52,0 cm	62,5 cm
D	Altura do cotovelo sentado (distância vertical do cotovelo ao assento)	18,5 cm	30,0 cm	17,5 cm	27,5 cm
E	Altura poplítea (parte inferior da coxa)	39,9 cm	48,0 cm	35,0 cm	43,5 cm
F	Altura do joelho (distância vertical do pé ao joelho)	47,0 cm	57,0 cm	44,0 cm	53,0 cm

Tabela 3 – Tabela de Medidas Antropométricas.
Fonte: Norma DIN 33402.

2.4 Formulação da ideia inicial do projeto

Com base no levantamento inicial da literatura e na análise das normativas, formula-se a ideia inicial de desenvolver uma cadeira ergonômica para dentistas com foco específico no suporte lombar. A proposta contempla um sistema de suporte lombar ajustável em altura, profundidade e grau de lordose, que possa ser personalizado de acordo com as características anatômicas individuais do profissional e adaptado aos diferentes procedimentos clínicos.

O design proposto considerará os princípios biomecânicos da coluna vertebral durante a postura sentada, buscando manter a lordose lombar fisiológica e distribuir adequadamente a pressão na região, reduzindo a fadiga muscular e o estresse sobre os discos intervertebrais.

A cadeira será projetada considerando a integração de princípios ergonômicos contemporâneos ao design funcional, bem como a adaptabilidade às diferentes constituições físicas dos profissionais e às particularidades de cada procedimento clínico.

3. FASE PROBLEMA VALIDADO

3.1 Metodologia e Coleta de dados

Este trabalho adotou abordagem metodológica mista, integrando métodos qualitativos e quantitativos para identificar e validar os principais problemas ergonômicos enfrentados por dentistas em consultórios particulares e no ambiente acadêmico da UFSC. A coleta de dados envolveu três instrumentos principais:

- **Questionário para dentistas e estudantes de odontologia:** Baseado no Nordic Musculoskeletal Questionnaire (NMQ), instrumento validado internacionalmente para avaliação de sintomas musculoesqueléticos (Kuorinka et al., 1987), adaptado ao contexto odontológico específico. O instrumento completo encontra-se no Apêndice A.
- **Questionário para especialistas em ergonomia:** Estruturado segundo diretrizes de entrevista semiestruturada propostas por Iida e Guimarães (2016) para obtenção de conhecimento especializado. O roteiro utilizado está descrito no Apêndice B.
- **Protocolo de observação postural:** Desenvolvido com base nos métodos RULA (Rapid Upper Limb Assessment) e REBA (Rapid Entire Body Assessment), ferramentas ergonômicas validadas para análise de risco postural (McAtamney e Corlett, 1993; Hignett e McAtamney, 2000). O protocolo foi adaptado para o contexto odontológico, incorporando elementos específicos de análise da coluna vertebral, interação com mobiliário e identificação de compensações posturais durante procedimentos clínicos. A estrutura completa está apresentada no Apêndice C.

Os questionários foram aplicados da seguinte forma:

- **Grupo 1 - Dentistas e Estudantes de Odontologia:** Aplicação digital via Google Forms entre abril e maio de 2025, com 66 respondentes voluntários vinculados à UFSC.
- **Grupo 2 - Especialistas em Ergonomia:** Entrevistas individuais presenciais realizadas em maio de 2025 com duas especialistas: uma doutoranda em ergonomia aplicada à radiologia odontológica e uma docente de Ergonomia Aplicada à Odontologia da UFSC.

As observações posturais foram conduzidas em dois ambientes:

- **Clínica universitária (UFSC):** Três sessões de observação com estudantes de graduação durante procedimentos clínicos supervisionados (dentística, clareamento e restauração), com duração entre 1h e 2h cada.
- **Consultório particular:** Uma sessão de observação de 20 minutos durante ajuste ortodôntico.

3.2 Análise dos dados coletados

3.2.1 Questionários com profissionais e estudantes de odontologia

As 66 respostas obtidas revelam um quadro de desconforto crônico que se acumula ao longo do dia e da carreira:

- Risco ergonômico presente desde cedo: 58% dos profissionais têm até 45 anos — idade em que a maioria já relata incômodos (79% sentiram dor), indicando que más práticas posturais e falta de ajustes começam cedo na carreira.

- Ajuste de cadeira negligenciado: Apenas 21% ajustam a cadeira regularmente. Essa desatenção aumenta a sobrecarga nos pontos críticos (pescoço e lombar), responsáveis por três quartos dos relatos de desconforto.
- Preferências adaptativas: Embora o mocho tradicional lidere (38%), 28% recorrem ao tipo selim e 17% a versões com encosto lombar — escolhas que refletem a busca por ergonomia a partir da experiência.
- Dor acumulativa: O desconforto tende a piorar perto do fim do expediente (40%) ou variar conforme o procedimento (36%), destacando a necessidade de pausas e mudanças posturais ao longo do dia.
- Investimento e valorização: Mais de 75% consideram provável ou certo comprar uma cadeira ergonômica (até R$ 2.500), acreditando que isso reduziria dores e prolongaria a carreira.
- Os dados confirmam que, sem intervenções ergonômicas sistemáticas (ajustes frequentes, mobiliário adequado e treinamento postural), o desconforto se torna recorrente e pode evoluir para lesões crônicas.

Abaixo, na Figura 4, é apresentado o gráfico de resposta dos entrevistados sobre as regiões mais afetadas pelos desconfortos:

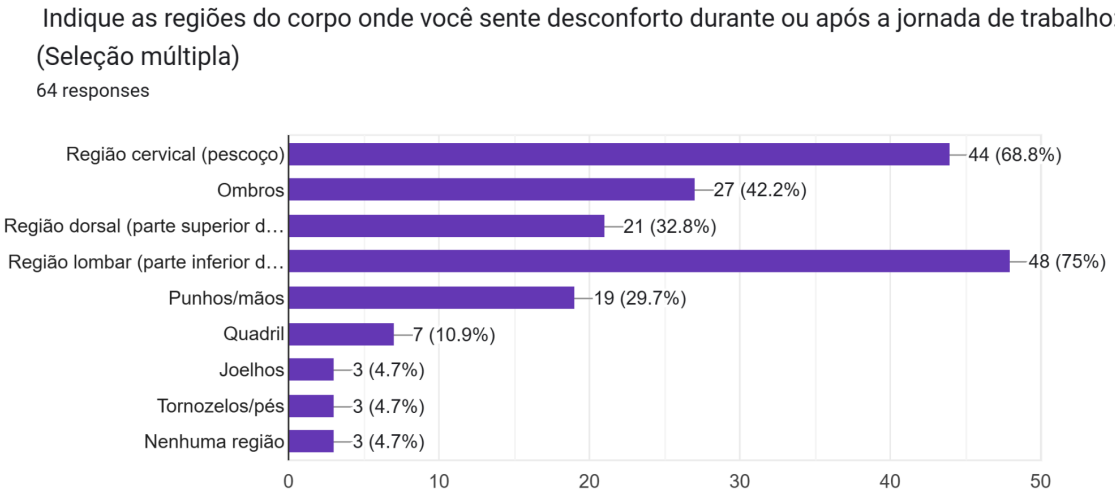


Figura 4 – Frequência de Relato de Desconforto em Diferentes Regiões Corporais.
Fonte: Elaborado pelo autora com base em dados de questionário próprio.

A adoção de cadeiras com suporte lombar ajustável e programas de alongamento regulares são passos críticos para reduzir o impacto, especialmente nas regiões cervical e lombar.

3.2.2 Questionários com profissionais de ergonomia odontológica

Foram entrevistadas duas especialistas na área odontológica – uma doutoranda em ergonomia voltada para radiologia médica e odontológica, e uma professora do curso de Odontologia da UFSC – com o objetivo de mapear os principais desafios ergonômicos enfrentados pelos dentistas e orientar o desenvolvimento de cadeiras odontológicas mais eficazes, especialmente no que se refere ao suporte lombar.

Ambas ressaltaram que a prática clínica impõe posturas estáticas prolongadas, inclinação excessiva sobre o paciente e uso intenso dos membros superiores, fatores que, ao longo do tempo, podem desencadear lesões por esforço repetitivo, distúrbios musculoesqueléticos, estresse ocupacional e até comprometimentos visuais e auditivos. Nesse contexto, o design

das cadeiras odontológicas foi apontado como elemento-chave para reduzir a sobrecarga física e prevenir agravos à saúde.

Na avaliação biomecânica, destacaram a necessidade de manter a coluna em posição neutra, minimizar esforços desnecessários e evitar movimentos repetitivos. Ressaltaram ainda que parâmetros como ângulos articulares e adaptação do assento às dimensões corporais são essenciais para garantir conforto e segurança. Para validar protótipos, recomendaram o uso de ferramentas padronizadas de análise postural (como RULA e REBA), eletromiografia e outros métodos de análise de carga biomecânica.

Em relação às soluções de design, concordaram que o suporte lombar deve ser ajustável em altura e profundidade, e que uma curvatura adaptativa (modular ou em tamanhos intercambiáveis) pode atender melhor à variedade de biotipos. Sugeriram materiais como espumas de memória e componentes termo-responsivos para promover conforto prolongado.

Complementarmente, enfatizaram a importância de encostos de qualidade, apoios laterais para os braços, rodízios com rolamentos de alto desempenho e acabamentos duráveis, capazes de suportar uso intenso sem comprometer a ergonomia.

3.2.3 Observações clínicas

As análises realizadas em diferentes ambientes clínicos revelaram padrões recorrentes de inadequação postural entre os estudantes de odontologia, mesmo diante da variedade de procedimentos realizados.

Observou-se que, em ambas as clínicas, a manutenção da curvatura lombar ocorreu de forma parcial, com apoio reduzido no encosto lombar (inferior a 25% do tempo de trabalho). As Figuras 5 e 6 ilustram a postura característica observada, evidenciando flexão cervical leve a moderada (15-30°), rotação do tronco e ausência de apoio lombar efetivo. Esta conFiguração postural demonstra vulnerabilidade a distúrbios musculoesqueléticos, especialmente na região lombar.



Figura 5 – Observação na Clinica Universitária
Fonte: Elaborado pelo autora.



Mocho utilizado | Participante 1 - Lado | Participante 1 - Costas

Figura 6 – Observação em Clinica Particular.
Fonte: Elaborado pelo autora.

A utilização de mochos tradicionais, com escassos ajustes antes e durante o atendimento, indica limitação importante na adaptação ergonômica dos assentos. Esse fator, associado à baixa frequência de reconFigurações posturais, favorece o acúmulo de tensões e compromete o conforto dos profissionais ao longo do tempo.

Quanto à organização do espaço e disposição dos instrumentos, identificou-se que apenas uma participante conseguiu otimizar o acesso aos materiais, reduzindo a necessidade de estiramentos e torções. A presença de assistente, quando constante, contribuiu para minimização de movimentos compensatórios. No entanto, em casos com apoio esporádico ou ausente, os profissionais demonstraram maior sobrecarga postural.

A iluminação e a organização do ambiente foram consideradas adequadas, embora a circulação ao redor da cadeira tenha sido apontada como restrita por parte das participantes. Esse fator pode limitar o reposicionamento do mocho e, por consequência, reduzir a variabilidade postural necessária para preservar a saúde musculoesquelética.

A comparação com o ambiente de clínica particular revelou condições ligeiramente melhores quanto à circulação e organização do espaço físico, mas os padrões posturais inadequados associados ao uso de mobiliário tradicional persistiram.

Importante ressaltar que as observações foram baseadas em análise visual qualitativa, sem uso de ferramentas de mensuração angular precisa ou análise biomecânica quantitativa. Embora o protocolo utilizado tenha sido fundamentado nos métodos RULA e REBA, a aplicação completa destas ferramentas — que envolve cálculo de escores de risco a partir de ângulos corporais específicos — não foi realizada devido às limitações de tempo e recursos do estudo. Esta análise qualitativa, no entanto, mostrou-se adequada para identificação dos padrões posturais críticos e validação do problema de pesquisa.

Não foram observados sinais claros de desconforto expressos por dor ou pausas não planejadas durante o período de observação, o que pode indicar fase inicial de adaptação ou subnotificação da fadiga acumulada — aspecto comum entre profissionais em início de carreira, conforme apontado por Garbin et al. (2015).

3.2.4 Conclusões da Análise

A análise dos dados coletados evidencia a urgência de soluções ergonômicas eficazes para a prática odontológica, com foco na prevenção de dores musculoesqueléticas — especialmente nas regiões lombar e cervical.

A maioria dos profissionais sente desconforto (79%), mesmo em faixas etárias abaixo dos 45 anos, o que revela um acúmulo precoce de lesões associadas à má postura e à falta de ajustes frequentes. Apenas 21% ajustam o mocho regularmente, o que agrava a sobrecarga postural. Além disso, a dor tende a piorar ao longo do expediente ou conforme a complexidade dos procedimentos, reforçando a necessidade de apoio postural constante.

A escolha do mocho também reflete tentativas adaptativas: enquanto o modelo tradicional ainda predomina (38%), tipos como o selim (28%) e os com encosto lombar (17%) indicam uma demanda por suporte mais eficaz. O interesse de mais de 75% dos entrevistados em investir em uma cadeira ergonômica reforça a viabilidade de um novo produto bem projetado.

As entrevistas com especialistas confirmam que a manutenção da curvatura lombar, o suporte ajustável e a adaptação ao biotipo do usuário são elementos essenciais para um banco ergonômico funcional. Materiais de suporte responsivo, como espumas de memória, e ajustes finos de altura e profundidade do encosto devem ser priorizados no projeto.

O infográfico abaixo (Figura 7) ilustra de forma visual os pontos centrais finais que serão levados em consideração nas demais etapas de ideação projectual:

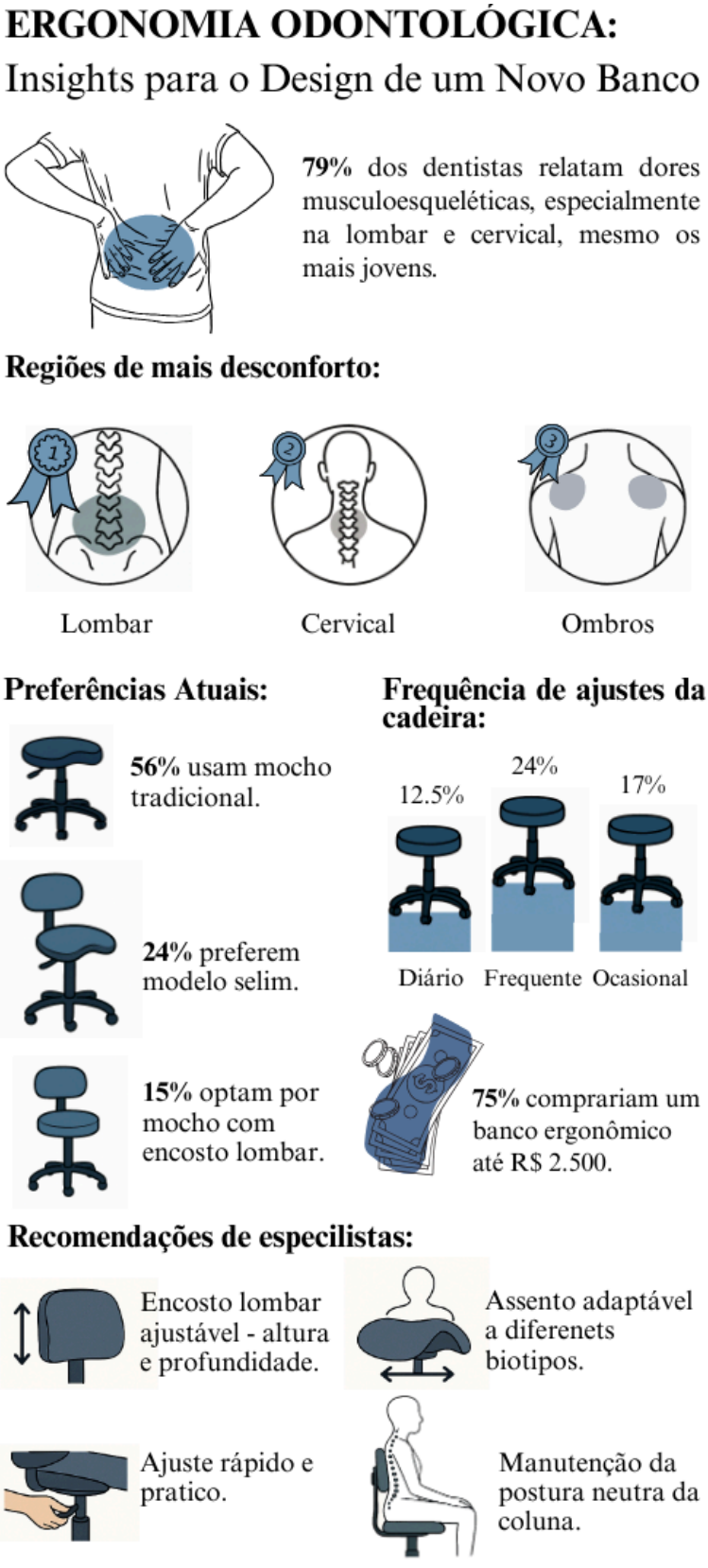


Figura 7 – Infográfico sobre Ergonomia Odontológica.
Fonte: Elaborado pelo autora com base em dados de questionário próprio.

3.3 Conceituação do produto

A fase conceitual no desenvolvimento de produtos representa um momento crítico onde ideias abstratas começam a tomar forma tangível. Segundo Ulrich e Eppinger (2020), esta etapa estabelece as bases fundamentais que determinarão o sucesso ou fracasso do produto final. É neste momento que o designer traduz necessidades identificadas em princípios de solução, definindo a essência do que será desenvolvido.

Para produtos com componentes ergonômicos, como a cadeira odontológica em desenvolvimento, Pheasant e Haslegrave (2016) enfatizam que a conceituação deve integrar especificações técnicas com fatores humanos. Isto significa considerar não apenas dimensões antropométricas, mas também contextos de uso, comportamentos e preferências dos usuários.

A fase conceitual também permite a identificação precoce de oportunidades de inovação e diferenciação. Como observado por Verganti (2009), produtos verdadeiramente inovadores frequentemente resultam de conceituações que desafiam pressupostos estabelecidos, oferecendo novas interpretações sobre como o produto pode atender às necessidades dos usuários.

3.3.1 Definição de palavras-chave

A seleção de palavras-chave no design de produtos funciona como guia conceitual, alinhando equipes multidisciplinares e criando métricas de avaliação desde o início do projeto. Segundo Ulrich & Eppinger (2020), definir criteriosamente esse vocabulário conceitual é fundamental para traduzir necessidades em princípios de solução e evitar retornos de processos em etapas posteriores.

- Ergonomia Preventiva

Este conceito transcende a simples adequação dimensional para incorporar uma abordagem proativa à saúde ocupacional. Jan Dul e Bernard Weerdmeester (2019) defendem uma postura proativa, que antecipa riscos por meio de suporte lombar ativo e elementos que induzem posturas corretas sem exigir esforço cognitivo contínuo. No contexto da cadeira odontológica, isto se traduz em:

    - Sistema de suporte lombar que mantém ativamente a curvatura fisiológica da coluna;
    - Design que naturalmente induz posturas corretas sem exigir conscientização constante;
    - Elementos que distribuem pressão de forma balanceada, prevenindo pontos de tensão.

- Qualidade de Vida

Esta palavra-chave amplia o escopo do projeto para além do momento de uso do produto, reconhecendo seu impacto no bem-estar geral do profissional. Estudos como o de Looze & Vink (2003) mostram que ajustes precisos e materiais adequados geram ganhos reais em energia após expediente e reduzem o estresse crônico. Para a cadeira odontológica, a qualidade de vida se manifesta em:

    - Redução do desgaste físico diário, resultando em maior energia após o expediente;
    - Diminuição do estresse associado à dor crônica e desconforto ocupacional;
    - Prolongamento da vida profissional ativa, com manutenção da produtividade;
    - Prevenção de afastamentos e limitações causados por distúrbios musculoesqueléticos.

- Conforto Prolongado

Diferente do conforto imediato, esta palavra-chave enfatiza a experiência estendida de uso durante longas jornadas clínicas. Pheasant & Haslegrave (2016) demonstram que espumas viscoelásticas e suportes adaptáveis mantêm a eficácia ergonômica mesmo após longos turnos clínicos. Na cadeira odontológica, isto implica em:

    - Materiais com propriedades viscoelásticas que mantêm desempenho após horas de uso;
    - Design que considera a progressão da fadiga muscular ao longo do dia;
    - Sistemas de ajuste que acomodam mudanças posturais necessárias entre procedimentos;
    - Equilíbrio entre suporte firme e adaptabilidade para evitar pressão estática.

- Leveza Visual

Este conceito estético traduz valores funcionais em linguagem visual perceptível. Conforme Don Norman (2013), linhas fluidas, superfícies limpas e transições suaves transmitem ao usuário a promessa de conforto e eficiência ergonômica antes mesmo do primeiro uso. Para a cadeira odontológica, a leveza visual se expressa através de:

    - Linhas fluidas que sugerem movimento e adaptabilidade;
    - Estrutura que aparenta ser menos volumosa do que realmente é;
    - Equilíbrio entre elementos técnicos visíveis e superfícies limpas;
    - Transições suaves entre componentes e materiais diferentes;
    - Paleta cromática que transmite profissionalismo sem peso visual excessivo.

3.3.2 Expressão do produto

A expressão do produto é um conceito fundamental no design que se refere a como um produto "comunica" visualmente e emocionalmente com seus usuários através de suas características formais, materiais, acabamentos e detalhes. É essencialmente a "personalidade" do produto manifestada em sua aparência física e nas emoções que evoca. Segundo Warell (2001), a expressão do produto pode ser compreendida como a totalidade de mensagens e associações transmitidas por sua materialidade, operando na interface entre as intenções projetuais e a percepção do usuário.

A Figura 8 apresenta o painel visual de expressão que se propõe para a cadeira ergonomica:

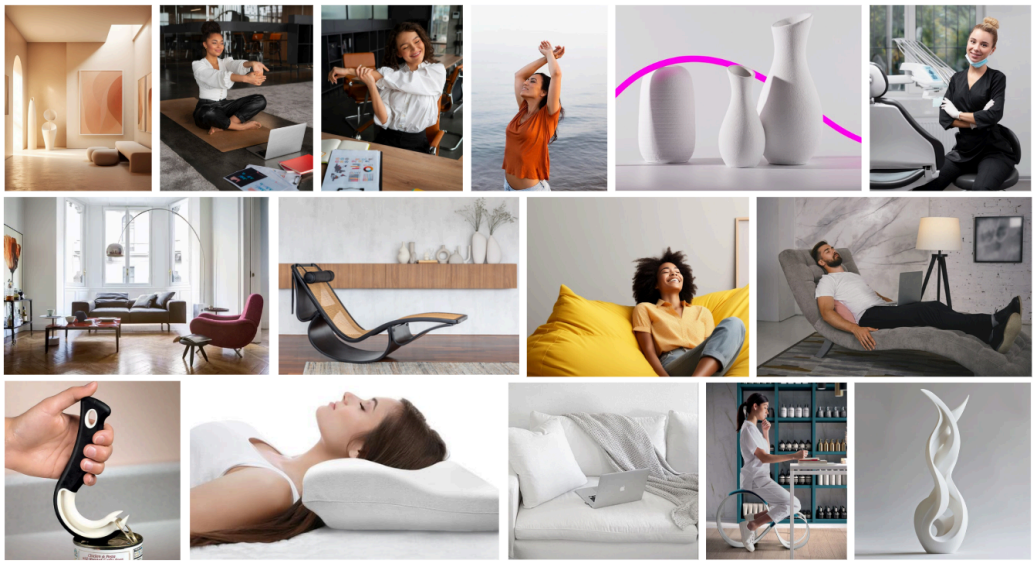


Figura 8 – Painel Visual da Expressão do Produto.
Fonte: Elaborado pela autora.

No contexto do desenvolvimento da cadeira odontológica ergonômica, a expressão do produto traduz escolhas de design visual da seguinte forma:

- Curvas orgânicas que sugerem adaptação ao corpo humano;
- Elementos visuais que comunicam estabilidade e confiabilidade;
- Detalhes que evidenciam possibilidade de ajustes e personalização;
- Acabamentos que transmitem qualidade e durabilidade;
- Presença visual que harmoniza com o ambiente clínico odontológico.

3.3.3 Paleta de cores

A definição da paleta de cores para uma cadeira odontológica deve considerar aspectos funcionais, ergonômicos e psicológicos, uma vez que tanto o profissional quanto o paciente são impactados por esse elemento durante os procedimentos. Neste projeto, buscou-se desenvolver uma combinação cromática que se relacione diretamente com os conceitos: Conforto prolongado e Leveza visual.

O ambiente odontológico tradicionalmente privilegia cores neutras e claras, principalmente o branco, por sua associação com limpeza, higiene e esterilidade (Santos et al., 2021). Entretanto, estudos sobre ergonomia visual indicam que superfícies excessivamente brancas ou refletivas podem causar fadiga visual ao profissional durante jornadas prolongadas de trabalho (Ferreira & Costa, 2022).

Conforme demonstrado por Dalke et al. (2006), em seu estudo sobre cor e iluminação no design hospitalar, ambientes com superfícies neutras e esquemas de baixa saturação atenuam a carga de trabalho visual, reduzem o desconforto ocular e aprimoram a acuidade perceptiva em tarefas clínicas prolongadas.

A paleta desenvolvida (Figura 9) para o projeto baseia-se na combinação estratificada de três grupos cromáticos, distribuídos conforme sua proporção visual no equipamento:

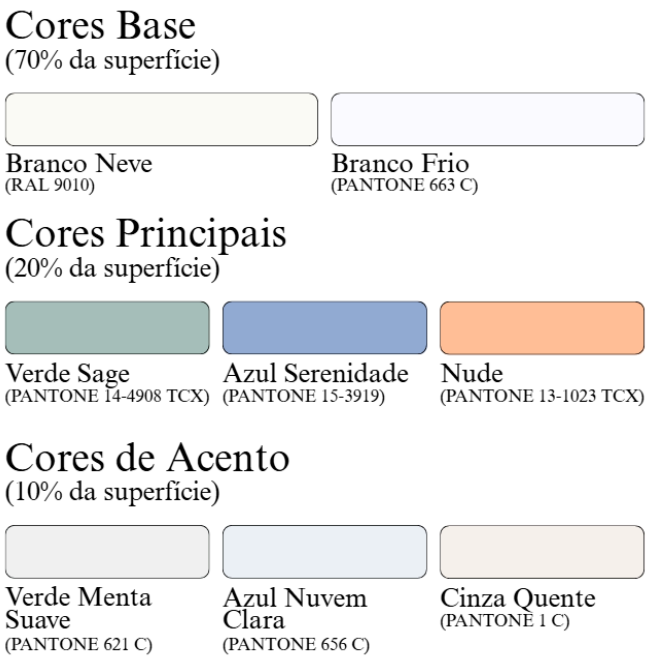


Figura 9 – Paleta de Cores Desenvolvida Para o Produto.
Fonte: Elaborado pela autora.

Esta distribuição cromática foi escolhida para criar um equilíbrio visual que valorize a percepção de leveza do equipamento sem comprometer sua funcionalidade clínica.

- **Tons de Verde:** Promovem relaxamento visual e reduzem a percepção de fadiga em atividades de precisão que exigem concentração prolongada. O verde sage selecionado possui baixa saturação, evitando distorções na percepção de tecidos e materiais odontológicos.
- **Tons de Azul:** Associados à tranquilidade e profissionalismo, os azuis escolhidos têm temperatura cromática neutra para não interferir na percepção de cores durante procedimentos diagnósticos.
- **Tons Neutros Quentes:** Nude e bege suave foram incorporados para atenuar a frieza tipicamente associada a equipamentos médicos, contribuindo para um ambiente mais acolhedor tanto para o profissional quanto para o paciente.
- **Base Neutra:** O branco neve e cinza perolado garantem a percepção de higiene sem provocar ofuscamento, sendo aplicados em superfícies que não competem diretamente com o campo visual de trabalho do dentista.

3.4 Estudo de mercado

3.4.1 Análise de concorrentes

Análise Comparativa de Concorrentes	**Salli Saddle Chair** (Salli Systems, Finlândia)	**Score Amazone** (Score Dental, Holanda)	**CoreChair Classic** (CoreChair Inc., Canadá)	**Varier Thatsit Balans** (Varier Furniture, Noruega)	**Kneeling Chair** (Karo, Alemanha)	**HAG Capisco 8106** (Flokk, Noruega)
						
Tipo de Assento / Conceito	Sela (dividido)	Sela acentuado (com suporte lombar opcional)	Sela suave (com base móvel)	Semi-ajoelhada	Ajoelhada	Sela (versátil)
Foco Ergonômico Principal	Postura ativa, saúde pélvica e circulação.	Mobilidade e suporte lombar ajustável.	Movimento dinâmico e engajamento do core.	Equilíbrio, fortalecimento muscular e apoio lombar.	Ângulo aberto do quadril (110°) e engajamento do core.	Postura ativa e múltiplas posições de sentar.
Pontos Fortes (Prós)	• Melhora significativa da postura lombar. • Alinhamento neutro da pelve. • Reduz a pressão na região pélvica. • Liberdade de movimento (360°).	• Base reduzida, ideal para espaços compactos. • Preço mais acessível que modelos premium. • Suporte lombar ajustável. • Fácil limpeza e manutenção.	• Tecnologia de mobilidade que promove postura ativa. • Benefícios na redução de dor lombar validados clinicamente. • Alta durabilidade (garantia de 10 anos). • Adaptação fácil para novos usuários.	• Design único que estimula movimento. • Excelente suporte lombar integrado. • Reduz a pressão nos discos intervertebrais. • Promove o posicionamento correto da pelve.	• Preço muito acessível. • Promove a curvatura lombar natural (lordose). • Incentiva o uso da musculatura de sustentação. • Boa opção para variar posturas.	• Design icônico que permite sentar para frente, de lado ou semi-em pé. • Promove movimento dinâmico. • Alta qualidade e sustentabilidade (materiais recicláveis). • Garantia de 10 anos.
Pontos Fracos (Contras / Limitações)	• Preço elevado. • Longo período de adaptação (aprox. 2 semanas). • Não indicado para problemas pré-existentes no quadril.	• Menos recursos ergonômicos que modelos de alta gama. • Durabilidade do estofamento questionada. • Ajustes podem ser pouco intuitivos.	• Design generalista, não específico para odontologia. • Opções limitadas de revestimento. • Menos recursos de ajuste fino.	• Curva de aprendizado acentuada. • Menor mobilidade (sem rodízios). • Inadequada para longas jornadas sem pausas. • Pode causar desconforto nos joelhos.	• Potencial desconforto nos joelhos e canelas. • Não adequada para uso contínuo e prolongado. • Ausência de encosto e mobilidade limitada.	• Preço elevado. • Ausência de apoio para braços. • Requer adaptação ao design único.
Preço Médio (R$)	R$ 3.500 - 7.200	R$ 4.600 - 5.800	R$ 4.000 - 6.000	R$ 4.000 - 6.000	R$ 1.000 - 1.500	R$ 5.800 - 7.000

Tabela 4 – Tabela de Análise de Concorrentes
Fonte: Elaborado pela autora.

3.4.2 Análise de Mercado, Lacunas e Oportunidades Estratégicas

O mercado de mobiliário ergonômico para odontologia apresenta um cenário de crescimento robusto e sustentado, criando um ambiente favorável para a introdução de inovações. Impulsionado por uma crescente conscientização sobre saúde ocupacional e pelo desenvolvimento de materiais e designs mais adaptáveis (SILVA et al., 2019), este setor

demonstra grande potencial. Globalmente, o segmento foi estimado em US$ 950 milhões em 2023, dentro de um mercado total de equipamentos odontológicos de US$ 7,5 bilhões (GRAND VIEW RESEARCH, 2023). No Brasil, o setor movimentou aproximadamente R$ 450 milhões no mesmo ano, segundo a ABIMO (2023). As projeções reforçam essa tendência, com uma taxa de crescimento anual composta (CAGR) de 5,7% no cenário global e de 6,3% no Brasil até 2028.

Apesar deste cenário de expansão, a análise aprofundada de concorrentes-chave revela uma dissonância crítica. Modelos como Salli Saddle Chair, HÅG Capisco, Score Amazone e CoreChair apresentam limitação fundamental. Embora estes modelos liderem a tendência de assentos tipo sela para promover a postura ativa, eles demonstram uma limitação fundamental: o suporte lombar, quando existente, funciona como um componente passivo, secundário ou de complexo ajuste, não acompanhando a evolução vista no design dos assentos.

Esta limitação é agravada por uma lacuna de mercado ainda mais profunda: a barreira da complexidade e da baixa adesão do usuário. Dados indicam que a esmagadora maioria dos profissionais (79%) não realiza os ajustes ergonômicos de forma regular, tornando ineficazes até mesmo os recursos mais avançados presentes nestas cadeiras. Atualmente, nenhum concorrente oferece uma solução que ataque diretamente esta causa-raiz, ou seja, um sistema de suporte que se adapte dinamicamente ao profissional ou que simplifique radicalmente o processo de personalização.

Diante desta lacuna estratégica, validada por um mercado em plena expansão, emerge uma oportunidade clara para o desenvolvimento de uma cadeira odontológica inovadora, cujo diferencial competitivo reside precisamente naquilo que o mercado atual negligencia: um sistema de suporte lombar ativo e adaptativo. A proposta central é criar um mecanismo que seja:

- **Dinâmico:** Capaz de acompanhar os micro-movimentos de torção e inclinação do profissional durante os procedimentos, oferecendo suporte contínuo sem restringir a mobilidade essencial;
- **Adaptativo:** Projetado com um sistema de ajuste de curvatura que se molde a diferentes biótipos, superando os tradicionais ajustes de altura e profundidade para oferecer uma personalização genuína;
- **Intuitivo:** Desenvolvido para ser "à prova de erro", com ajustes simplificados ou automáticos que incentivem o uso correto e eliminem o esforço cognitivo que hoje leva à negligência.

Para potencializar esta proposta de valor, identificam-se ainda oportunidades para a integração de inovações complementares. Um design híbrido, que combine os benefícios posturais de um assento tipo sela com o novo sistema de suporte lombar, pode criar uma sinergia que otimiza o alinhamento da coluna desde a pelve. Adicionalmente, a incorporação de tecnologias de feedback postural e o uso de materiais avançados podem transformar a cadeira em uma ferramenta de reeducação postural e maximizar o conforto.

Em suma, a convergência entre um mercado próspero e uma necessidade funcional não atendida pelos principais players aponta para um caminho claro: a transição de um paradigma de ergonomia passiva para um de ergonomia preventiva e ativa. O desenvolvimento de uma cadeira focada nestes princípios não apenas preenche um vácuo evidente no mercado, mas também oferece uma solução robusta para a alta prevalência de dores lombares, posicionando-se para capturar o valor de um setor em crescimento e, mais importante, contribuir para a qualidade de vida e a longevidade da carreira dos profissionais de odontologia.

3.5 Definição de personas e cenários

A criação de personas e cenários de uso é uma etapa essencial no desenvolvimento de produtos, pois permite compreender de forma aprofundada as necessidades, comportamentos e contextos dos usuários. As personas são perfis fictícios construídos a partir de dados reais obtidos nos questionários, entrevistas e observações clínicas; elas não representam indivíduos específicos, mas sim sínteses de padrões identificados no grupo estudado, facilitando decisões de design com foco e empatia.

Os cenários de uso, por sua vez, descrevem situações práticas baseadas nesses perfis, permitindo antecipar desafios, validar funcionalidades e garantir que o produto seja adequado ao cotidiano do usuário real.

Em conjunto, esses recursos orientam o projeto para soluções mais assertivas e verdadeiramente centradas nas necessidades do público-alvo.

- Persona 1 – Dra. Carolina Mendes

Carolina Mendes tem 38 anos, é endodontista com 12 anos de formação e 8 anos de especialização. Há 6 anos é proprietária de uma clínica particular, onde realiza cerca de 8 atendimentos diários. Os procedimentos duram entre 45 minutos e 2 horas e exigem alta precisão e concentração, além de manutenção de posturas prolongadas. Ela tem os seguintes desafios no seu dia-a-dia:

- Dores lombares crônicas iniciadas após 5 anos de carreira;
- Desconforto cervical crescente ao longo do dia;
- Síndrome do túnel do carpo em estágio inicial;
- Formigamento recorrente nas pernas após longos procedimentos.

Carolina utiliza um mocho tradicional de gama média, adquirido há quatro anos. Raramente realiza ajustes de altura ou inclinação durante o expediente. Sente dificuldade para manter o apoio lombar e frequentemente se inclina para frente, perdendo contato com o encosto. Já testou almofadas lombares, sem obter melhora significativa, e considera que o design atual do mocho não acompanha seus movimentos naturais. Ela relata:

"Eu amo minha profissão, mas as dores lombares estão afetando minha qualidade de vida. Já tentei fisioterapia, pilates e diferentes tipos de mochos. Preciso de uma solução que me permita trabalhar com precisão sem comprometer minha coluna."



Figura 10 – Persona Dra. Carolina Mendes.
Fonte: Elaborado pela autora.

- Persona 2 – Dr. Marcelo Santos

Marcelo Santos tem 52 anos, é implantodontista com 27 anos de carreira e 18 de especialização. Divide sua rotina entre 20 horas semanais de atendimento clínico e 12 horas como professor universitário. Realiza cirurgias de implante que podem durar até 3 horas seguidas. Ele tem os seguintes desafios no seu dia-a-dia:

  - Hérnia de disco lombar L4-L5 diagnosticada há 5 anos;
  - Episódios de dor ciática após longas jornadas;
  - Tratamento fisioterápico contínuo nos últimos 3 anos;
  - Período de afastamento por complicações lombares;
  - Limitações de movimento em determinados ângulos.

Marcelo utiliza um mocho ergonômico de alto padrão, adquirido após recomendação médica. Ajusta frequentemente a altura, mas quase não altera os demais parâmetros. Relata que o encosto interfere nos movimentos durante cirurgias, e que já testou modelos tipo "sela", mas sentiu desconforto nos quadris. Alterna entre posições sentada e em pé para evitar agravamento dos sintomas. Ele relata:

"Depois da hérnia de disco, tive que repensar toda minha forma de trabalhar. Reduzi minha carga horária, investi em equipamentos caros, mas ainda não encontrei um mocho que realmente resolva meu problema. Como professor, me preocupo em ensinar aos meus alunos práticas que evitem que eles passem pelo mesmo que eu."

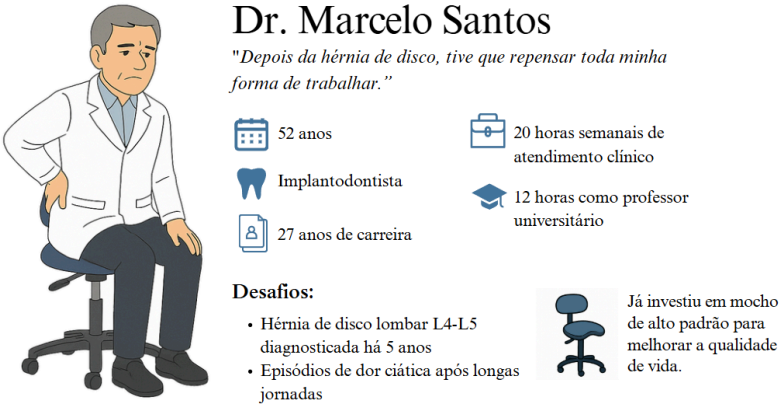


Figura 11 – Persona Dr. Marcelo Santos.
Fonte: Elaborado pela autora.

3.5.2 Cenários de uso do produto

- Cenário 1 – Clínica Odontológica Moderna

A Dra. Carolina inicia sua rotina clínica em um ambiente de alto padrão estético. Ao se sentar no banco ergonômico, ajusta com facilidade a altura e a inclinação do encosto com uma única alavanca acessível, mesmo com luvas. O suporte lombar dinâmico se adapta automaticamente à inclinação do tronco, mantendo a coluna alinhada mesmo durante procedimentos de longa duração.

O design elegante do banco complementa a identidade visual da clínica, transmitindo modernidade e profissionalismo aos pacientes. Ao final do dia, Carolina percebe menor fadiga

muscular e ausência das dores lombares habituais, permitindo-lhe mais energia para sua vida pessoal e profissional.



Figura 12 – Cenário prático com a persona Dra. Carolina Mendes.
Fonte: Elaborado pela autora.

- Cenário 2 – Sala de Cirurgia em Hospital Universitário

Durante uma cirurgia de implante, o Dr. Marcelo alterna entre posições sentado e em pé sem interromper o foco. O banco ergonômico, com base estável e assento responsivo, oferece liberdade total de movimento. O suporte lombar ajustável permite que ele mantenha a postura ereta mesmo em ângulos limitados por sua hérnia de disco.

Com acabamento sofisticado e materiais respiráveis, o banco se integra ao ambiente hospitalar de alta tecnologia sem abrir mão do conforto. A facilidade de ajuste entre procedimentos o ajuda a manter sua coluna protegida e ainda serve como exemplo prático em suas aulas sobre ergonomia na odontologia.



Figura 13 – Cenário prático com a persona Dr. Marcelo Santos.
Fonte: Elaborado pela autora

3.6 Requisitos de projeto

A Tabela de Requisitos de Projeto serve como um documento de referência central que traduz as necessidades dos usuários e objetivos do projeto em critérios claros e mensuráveis para o desenvolvimento da cadeira odontológica ergonômica com foco lombar. Ela orienta todas as decisões de design, facilita a comunicação entre as partes interessadas e fornece uma base para validação do produto durante seu desenvolvimento.

Neste projeto esta tabela guiará as etapas subsequentes de ideação, detalhamento e prototipagem, assegurando que as soluções propostas atendam às necessidades identificadas e ao objetivo de oferecer uma solução ergonômica superior para o dentista.

A seguir temos a Tabela 5 com os requisitos de desenvolvimento deste projeto:

Categoria Principal	***Subcategoria / Aspecto***	***ID***	***Requisito Específico***	***Justificativa/Fonte***	***Prioridade***
1. Ergonomia (Foco Lombar)	Suporte Lombar Ativo/Dinâmico	1.1	O suporte lombar deve se ajustar dinamicamente aos micromovimentos do tronco do usuário, mantendo contato e suporte.	Análise de oportunidades; Personas; "Ergonomia Preventiva"; Nachemson et al. (1981).	Alta
1. Ergonomia (Foco Lombar)	Ajuste de Curvatura Lombar	1.2	Permitir ajuste da curvatura do suporte lombar para se adaptar à lordose individual (25°-30° ±10°).	Análise de oportunidades; Recomendações ESDE; Dable et al. (2024), Hallaj et al. (2019).	Alta

1. Ergonomia (Foco Lombar)	Ajuste de Altura Lombar	1.3	Suporte lombar com altura mínima de 100 mm e faixa de ajuste de altura vertical de no mínimo 50 mm.	NBR 13962:2018; Necessidades das Personas.	Média
1. Ergonomia (Foco Lombar)	Ajuste de Profundidade Lombar	1.4	Permitir ajuste de profundidade do suporte lombar para acomodar diferentes biotipos e preferências.	NBR 13962:2018; Necessidades das Personas.	Alta
1. Ergonomia (Foco Lombar)	Área de Contato Lombar	1.5	Área de contato do suporte lombar com o usuário de no mínimo 120 cm².	ADA Guidelines.	Média
2. Ergonomia (Geral)	Postura Neutra	2.1	Facilitar a manutenção de uma postura de trabalho neutra: coluna ereta, braços próximos ao corpo, antebraços paralelos ao chão.	Saliba et al. (2016); Gopinadh et al. (2013); "Ergonomia Preventiva".	Alta
2. Ergonomia (Geral)	Suporte Cervical/Tronco	2.2	Limitar a necessidade de flexão do pescoço a no máximo 25° e inclinação do tronco a no máximo 20°.	ISO 11226:2000; Dores cervicais; Gopinadh et al. (2013).	Média
2. Ergonomia (Geral)	Assento	2.3	Assento com design que permita apoio total dos pés no chão e promova distribuição equilibrada do peso.	Saliba et al. (2016); Prevenção de formigamento.	Média
2. Ergonomia (Geral)	Ajuste de Altura do Assento	2.4	Ampla faixa de ajuste de altura do assento para acomodar diferentes estaturas e alturas de trabalho.	Necessidades das Personas; Prática odontológica geral.	Alta
2. Ergonomia (Geral)	Movimento e Variedade Postural	2.5	Incentivar ou permitir micromovimentos e variações posturais sem comprometer o suporte.	"Ergonomia Preventiva"; Evitar posturas estáticas prolongadas.	Média
3.Funcionalidade e Uso	Ajustes Intuitivos	3.1	Mecanismos de ajuste (especialmente lombares) devem ser intuitivos, de fácil identificação e acionamento (mesmo com luvas).	Análise de oportunidades; Baixa adesão a ajustes; Cenário de uso.	Média
3. Funcionalidade e Uso	Acessibilidade dos Controles	3.2	Controles de ajuste posicionados para fácil acesso sem necessidade de contorcionismos ou interrupção do fluxo de trabalho.	Cenário de uso; Usabilidade geral.	Média

3. Funcionalidade e Uso	Estabilidade	3.3	Base estável que garanta segurança e confiança durante o uso e movimentação.	Expressão do Produto; Segurança do usuário.	Alta
3. Funcionalidade e Uso	Mobilidade (Rodízios)	3.4	Rodízios de alta performance que permitam movimentação suave e silenciosa em superfícies clínicas.	Necessidade de reposicionamento; Especialistas.	Alta
4. Materiais e Durabilidade	Qualidade dos Materiais	4.1	Utilizar materiais de alta qualidade, resistentes ao desgaste, a produtos químicos de limpeza e desinfecção.	RDC nº 15/2012; "Qualidade de Vida"; "Conforto Prolongado".	Média
4. Materiais e Durabilidade	Conforto do Estofamento	4.2	Estofamento com espuma de memória ou similar, que ofereça suporte firme, adaptável e respirável para conforto prolongado.	"Conforto Prolongado"; Especialistas; Dores das Personas.	Alta
4. Materiais e Durabilidade	Higienização	4.3	Superfícies lisas, impermeáveis, sem frestas ou cantos vivos para facilitar a limpeza e desinfecção.	RDC nº 15/2012; RDC nº 50/2002; Rodrigues et al. (2021).	Alta
4. Materiais e Durabilidade	Durabilidade Estrutural	4.4	Estrutura robusta projetada para suportar uso intenso e contínuo em ambiente clínico.	Expectativa de investimento; "Qualidade de Vida".	Alta
4. Materiais e Durabilidade	Resistência a Contaminação	4.5	Considerar materiais com propriedades antimicrobianas ou de fácil esterilização, conforme normas.	RDC nº 56/2008; ISO 22196:2011; ABNT NBR ISO 17665-1.	Média
5. Estética e Design	Leveza Visual	5.1	Design que transmita leveza visual, modernidade e profissionalismo, evitando aparência volumosa.	Palavra-chave "Leveza Visual"; Expressão do Produto.	Média
5. Estética e Design	Harmonia com Ambiente Clínico	5.2	Aparência que se integre de forma harmoniosa aos ambientes clínicos odontológicos modernos.	Expressão do Produto; Cenários de Uso.	Média
6. Segurança e Normas	Conformidade Regulatória	6.1	Atender a todas as normas sanitárias e técnicas aplicáveis (ANVISA, ABNT, ISO) listadas na revisão bibliográfica.	Seção 2.2 Normativas e diretrizes; Segurança do paciente e profissional.	Alta

6. Segurança e Normas	Prevenção de Acidentes	6.2	Design livre de cantos vivos, pontos de pinçamento ou outros riscos potenciais de acidentes.	RDC nº 50/2002; Segurança do usuário.	Alta
6. Segurança e Normas	Vibrações	6.3	Níveis de vibração transmitidos ao corpo abaixo de 0,5 m/s².	ISO 2631-1:1997.	Baixa

Tabela 5 – Tabela de Requisitos de Desenvolvimento do Projeto.
Fonte: Elaborado pela autora.

4. FASE SOLUÇÃO ENCONTRADA

4.1 Metodologia de Avaliação das Alternativas

Para avaliar as alternativas desenvolvidas, foi adotada a abordagem de arquitetura do objeto, dividindo a cadeira odontológica em três subsistemas principais: assento, apoio lombar e estrutura base. A seleção das melhores alternativas baseou-se em uma matriz de avaliação ponderada, considerando os requisitos críticos identificados na fase anterior. Esta metodologia permite uma análise sistemática e objetiva de cada proposta.

4.2 Critérios de Avaliação Simplificados

Com base dos Requisitos de Projeto, foram estabelecidos 8 critérios principais para avaliação das alternativas, agrupados por relevância e impacto no desempenho final do produto:

Critério	***Descrição***	***Peso***	***Requisitos Relacionados***
C1 - Ergonomia Lombar	Capacidade de fornecer suporte lombar dinâmico e ajustável	25%	1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5
C2 - Postura e Conforto	Promoção de postura neutra e conforto prolongado	20%	2.1, 2.2, 2.3, 4.2
C3 - Facilidade de Ajuste	Intuitividade e acessibilidade dos mecanismos de controle	15%	3.1, 3.2, 2.4
C4 - Mobilidade e Estabilidade	Equilíbrio entre movimentação suave e base estável	15%	3.3, 3.4, 2.5
C5 - Higienização	Facilidade de limpeza e resistência a desinfetantes	10%	4.3, 4.5
C6 - Durabilidade	Resistência estrutural e qualidade dos materiais	8%	4.1, 4.4
C7 - Estética Profissional	Harmonia visual com ambiente clínico	5%	5.1, 5.2
C8 - Segurança	Conformidade normativa e prevenção de acidentes	2%	6.1, 6.2, 6.3

Tabela 6 – Matriz de Critérios de Avaliação Simplificada.
Fonte: Elaborado pela autora.

4.2.1 Definição dos Pesos dos Critérios

A atribuição dos pesos para cada critério baseou-se em uma análise hierárquica considerando três fatores principais: impacto na saúde ocupacional, frequência de uso e diferencial competitivo no mercado de cadeiras odontológicas.

- Critérios de Alta Prioridade (60% do peso total):
    - Ergonomia Lombar (25%): Recebeu o maior peso por ser o foco principal do projeto, diretamente relacionado à prevenção de dores lombares - principal queixa dos dentistas segundo as personas desenvolvidas. A literatura científica (Nachemson et al., 1981; Dable et al., 2024) confirma que o suporte lombar adequado é fundamental para a saúde postural.
    - Postura e Conforto (20%): Peso elevado devido ao impacto direto na produtividade e bem-estar do profissional durante longas jornadas de trabalho (8-10 horas diárias). A manutenção da postura neutra é essencial para prevenção de distúrbios musculoesqueléticos.
    - Facilidade de Ajuste (15%): Peso significativo considerando que a baixa adesão aos ajustes foi identificada como problema crítico na análise de oportunidades. Controles intuitivos são determinantes para a efetividade ergonômica do produto.
- Critérios de Média Prioridade (25% do peso total):
    - Mobilidade e Estabilidade (15%): Peso moderado refletindo a necessidade de reposicionamento frequente durante procedimentos, equilibrado com a exigência de segurança e estabilidade.
    - Higienização (10%): Peso considerável devido às exigências sanitárias específicas do ambiente odontológico (RDC nº 15/2012), sendo requisito obrigatório mas não diferencial entre alternativas de qualidade similar.
- Critérios de Baixa Prioridade (15% do peso total):
    - Durabilidade (8%): Peso menor por ser expectativa básica em equipamentos odontológicos, com diferenciação limitada entre alternativas bem projetadas.
    - Estética Profissional (5%): Peso reduzido por ter impacto secundário na funcionalidade, embora contribua para a aceitação do produto.
    - Segurança (2%): Menor peso pois representa requisito obrigatório com pouca variação entre alternativas que atendem às normas básicas.

4.2.2 Escala de Avaliação e Metodologia

- Escala Likert de 5 Pontos:
    - 1 (Insuficiente): A alternativa não atende adequadamente ao critério, apresentando deficiências significativas que comprometem sua funcionalidade;
    - 2 (Adequado): A alternativa atende minimamente ao critério, cumprindo requisitos básicos sem diferenciação;
    - 3 (Bom): A alternativa atende satisfatoriamente ao critério, apresentando desempenho acima da média do mercado;
    - 4 (Muito Bom): A alternativa supera as expectativas do critério, oferecendo características avançadas e bem integradas;
    - 5 (Excelente): A alternativa representa estado da arte no critério, com soluções inovadoras e desempenho superior.

A pontuação final de cada alternativa resulta da soma ponderada: Σ (Nota × Peso), variando de 1,0 a 5,0 pontos.

4.3 Avaliação do Subsistema assento

Foram desenvolvidas sete alternativas de assento (Figura 14), explorando diferentes variações do formato sela, com graus distintos de acentuação e características específicas:

- A1: Sela sutil com recorte posterior discreto para ventilação e alívio de pressão;
- A2: Sela acentuada em formato de dente, promovendo máxima abertura do quadril e postura natural;
- A3: Sela bipartida com divisão central, oferecendo apoio independente para cada coxa;
- A4: Sela anatômica com curvatura moderada e transições suaves entre as superfícies;
- A5: Sela circular com depressão central suave para distribuição equilibrada de peso;
- A6: Sela assimétrica com contornos direcionados para otimizar a posição de trabalho;
- A7: Sela triangular com base ampla e afilamento frontal para maior liberdade de movimento.

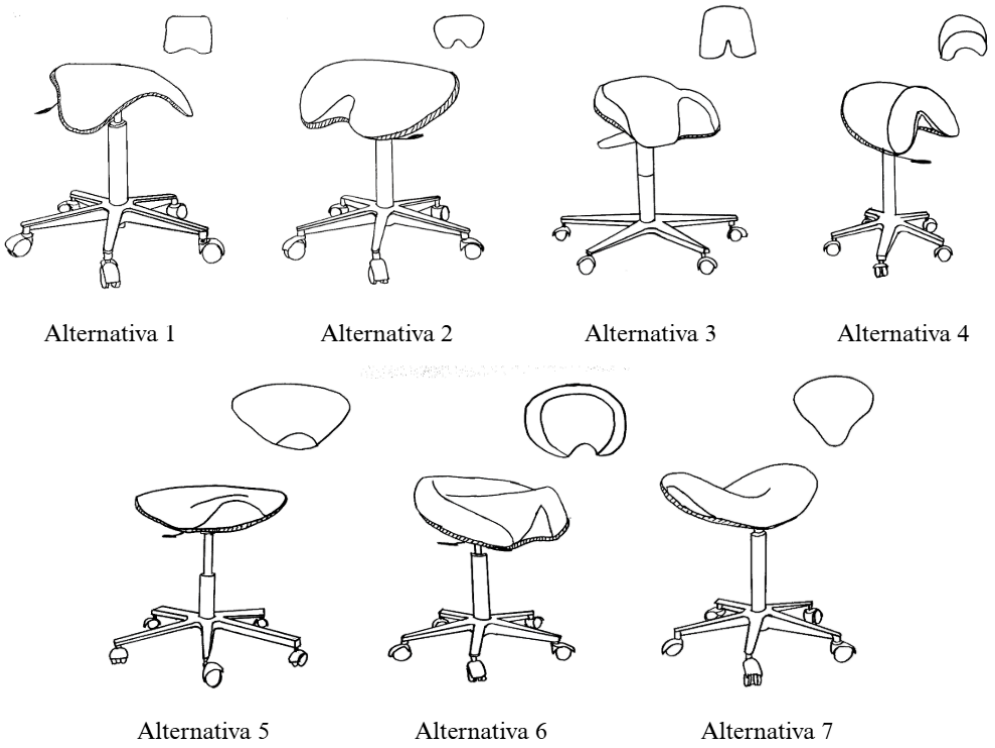


Figura 14 – Alternativas de Assentos Desenvolvidos.

Fonte: Elaborado pela autoraa.

Alternativa	*C1*	*C2*	*C3*	*C4*	*C5*	*C6*	*C7*	*C8*	*Pontuação Final*
A1	3×0,25	3×0,20	4×0,15	3×0,15	4×0,10	4×0,08	3×0,05	4×0,02	**3,28**
A2	5×0,25	5×0,20	4×0,15	4×0,15	4×0,10	4×0,08	5×0,05	5×0,02	**4,67**
A3	4×0,25	4×0,20	3×0,15	3×0,15	3×0,10	3×0,08	3×0,05	4×0,02	**3,58**
A4	4×0,25	4×0,20	5×0,15	3×0,15	3×0,10	4×0,08	4×0,05	4×0,02	**3,97**
A5	3×0,25	3×0,20	4×0,15	4×0,15	5×0,10	3×0,08	4×0,05	3×0,02	**3,44**
A6	4×0,25	4×0,20	4×0,15	4×0,15	4×0,10	4×0,08	4×0,05	4×0,02	**4,00**
A7	3×0,25	3×0,20	3×0,15	4×0,15	4×0,10	3×0,08	4×0,05	3×0,02	**3,24**

Tabela 7 – Matriz de Avaliação - Assento
Fonte: Elaborado pela autora.

4.4 Avaliação do Subsistema estrutura base

Foram desenvolvidas sete alternativas de estrutura para a cadeira (Figura 15), possuindo diferentes formas de envolver o usuário. Cada uma com suas características específicas:

- B1: Base com apoio lombar integrado e estrutura tubular curva;
- B2: Estrutura orgânica envolvente;
- B3: Base minimalista com linhas limpas;
- B4: Estrutura robusta articulada;
- B5: Base em "C" com apoio lombar suspenso;
- B6: Estrutura cantilever independente;
- B7: Base tradicional com braços opcionais.

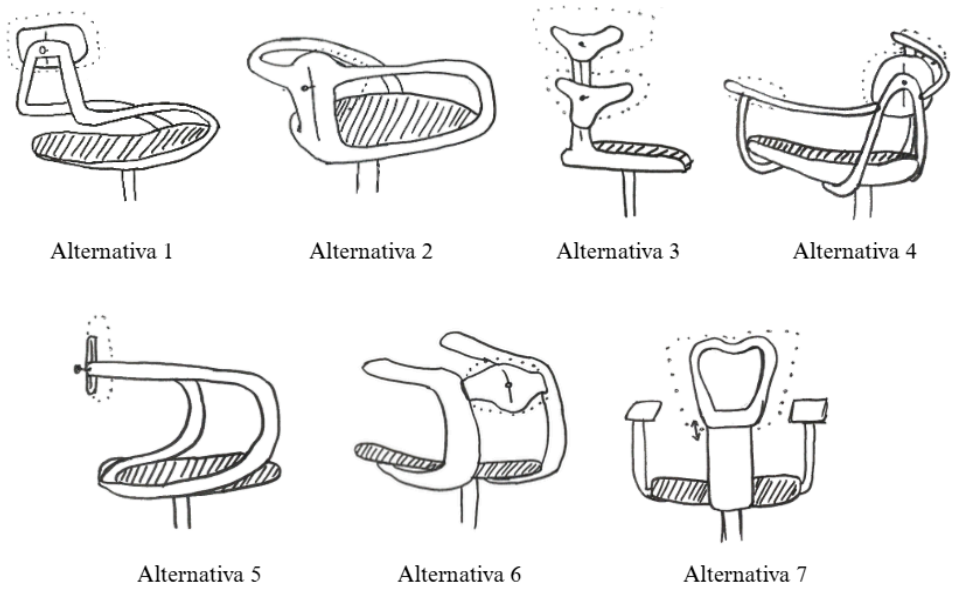


Figura 15 – Alternativas de Estruturas Base.
Fonte: Elaborado pela autora.

Alternativa	*C1*	*C2*	*C3*	*C4*	*C5*	*C6*	*C7*	*C8*	*Pontuação Final*
B1	4×0,25	4×0,20	3×0,15	4×0,15	4×0,10	4×0,08	4×0,05	3×0,02	**3,97**
B2	5×0,25	5×0,20	5×0,15	5×0,15	5×0,10	5×0,08	5×0,05	5×0,02	**4,50**
B3	5×0,25	5×0,20	4×0,15	5×0,15	4×0,10	4×0,08	4×0,05	4×0,02	**4,38**
B4	4×0,25	3×0,20	4×0,15	3×0,15	4×0,10	4×0,08	3×0,05	4×0,02	**3,73**
B5	4×0,25	4×0,20	4×0,15	4×0,15	4×0,10	4×0,08	4×0,05	4×0,02	**4,00**
B6	4×0,25	3×0,20	4×0,15	4×0,15	3×0,10	4×0,08	4×0,05	3×0,02	**3,81**
B7	3×0,25	4×0,20	4×0,15	4×0,15	3×0,10	3×0,08	4×0,05	4×0,02	**3,69**

Tabela 8 – Matriz de Avaliação - Estrutura Base
Fonte: Elaborado pela autora.

A análise inicial mostrou que B2 obteve a maior pontuação (4,50), seguida por B3 (4,38) e B5 (4,00). No entanto, B5 apresentava características únicas de integração sistêmica com A2 e L1 que não eram adequadamente captadas pela avaliação individual:

- Sinergia com L1: Estrutura cantilever especificamente adequada para apoio lombar suspenso;
- Compatibilidade com A2: Base que não interfere com a abertura do quadril proporcionada pela sela;
- Mobilidade superior: Essencial para o ambiente odontológico restrito.

Com base na análise sistêmica e feedback técnico, foi desenvolvida uma versão aprimorada da B5 (Figura 16), incorporando melhorias específicas para superar as limitações identificadas. As melhorias implementadas na B5 Otimizada incluem um reforço estrutural através da incorporação de nervuras internas otimizadas, redistribuição de material para maior rigidez e manutenção do peso através de otimização topológica. Foi desenvolvido um sistema de apoio lombar integrado com redesign do ponto de fixação do apoio lombar L1, proporcionando maior precisão e estabilidade nos ajustes, além da eliminação de folgas e micro-movimentos.

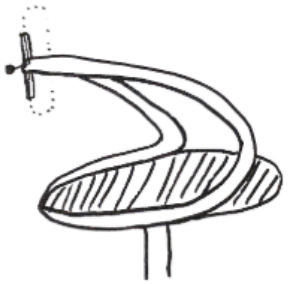


Figura 16 – Alternativa Estruturas base Melhorada.
Fonte: Elaborado pela autora.

O refinamento estético contempla transições mais suaves entre superfícies, proporções otimizadas mantendo a linguagem técnica e acabamentos que valorizam a sofisticação tecnológica. Para melhoria na higienização, foram eliminados cantos vivos e frestas, criadas superfícies contínuas e otimizados os ângulos para drenagem. A estabilidade foi aprimorada através da otimização da geometria da base cantilever, oferecendo maior resistência lateral sem aumentar a pegada e uma distribuição de tensões melhorada.

Alternativa	*C1*	*C2*	*C3*	*C4*	*C5*	*C6*	*C7*	*C8*	*Pontuação Final*
B5 Otimizada	5×0,25	5×0,20	4×0,15	5×0,15	5×0,10	5×0,08	5×0,05	5×0,02	**4,75**

Tabela 9 – Avaliação da B5 Otimizada.
Fonte: Elaborado pela autora.

4.5 Avaliação do Subsistema apoio lombar

Foram desenvolvidas quatro alternativas de apoio lombar explorando diferentes variaçõe (Figura 17):

- L1: Ajuste duplo (altura + profundidade) - máxima personalização;
- L2: Ajuste apenas de profundidade - solução intermediária;
- L3: Sistema de mola para profundidade - suporte dinâmico;
- L4: Sistema de mola otimizado - versão aprimorada.

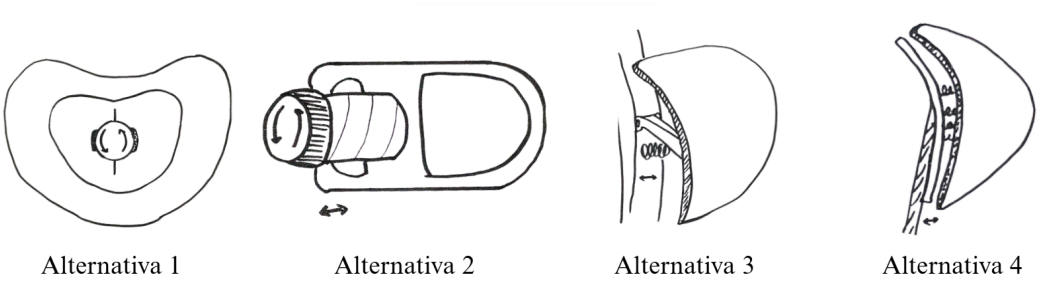


Figura 17 – Alternativas de Apoio lombar.
Fonte: Elaborado pela autora.

Alternativa	*C1*	*C2*	*C3*	*C4*	*C5*	*C6*	*C7*	*C8*	*Pontuação Final*
L1	5×0,25	5×0,20	4×0,15	4×0,15	4×0,10	4×0,08	5×0,05	5×0,02	**4,67**
L2	4×0,25	4×0,20	4×0,15	4×0,15	4×0,10	4×0,08	4×0,05	4×0,02	**4,00**
L3	4×0,25	4×0,20	3×0,15	3×0,15	3×0,10	3×0,08	3×0,05	4×0,02	**3,58**
L4	4×0,25	4×0,20	5×0,15	3×0,15	3×0,10	4×0,08	4×0,05	4×0,02	**3,97**

Tabela 10 – Matriz de Avaliação - Apoio Lombar.
Fonte: Elaborado pela autora.

4.6 Desenvolvimento do Conceito Final

A filosofia de Design baseia-se em uma solução integrada que prioriza máxima eficácia ergonômica através da sinergia entre componentes otimizados. O conceito, ilustrado na Figura 18, combina a melhor alternativa de cada subsistema, com a estrutura base especificamente desenvolvida para potencializar o desempenho conjunto do sistema A2+L1.

- Composição do Sistema:
  - Assento: A2 - Sela acentuada em formato de dente (4,67 pontos);
  - Apoio Lombar: L1 - Ajuste duplo altura e profundidade (4,67 pontos);
  - Base: B5 Otimizada - Estrutura cantilever aprimorada (4,75 pontos).



Figura 18 – Conceito final.
Fonte: Elaborado pela autora.

4.6.1 Avaliação Sistêmica do Conceito Final

Critério	***Pontuação***	***Peso***	***Contribuição***	***Justificativa***
C1 - Ergonomia Lombar	5	25%	1,25	A2+L1+B5 Otim. = suporte lombar máximo
C2 - Postura e Conforto	5	20%	1,00	Sinergia perfeita para postura neutra
C3 - Facilidade de Ajuste	4	15%	0,60	L1 duplo controle com interface otimizada
C4 - Mobilidade e Estabilidade	5	15%	0,75	B5 Otim. equilíbrio perfeito mob./estab.
C5 - Higienização	5	10%	0,50	Superfícies otimizadas em todos componentes
C6 - Durabilidade	5	8%	0,40	Materiais e estrutura dimensionados
C7 - Estética Profissional	5	5%	0,25	Design técnico sofisticado e coerente
C8 - Segurança	5	2%	0,10	Conformidade normativa assegurada
TOTAL		100%	4,85	Excelência sistêmica comprovada

Tabela 11 – Avaliação Sistêmica do Conceito Final.
Fonte: Elaborado pela autora.

4.6.2 Análise de Atendimento aos Requisitos Críticos

Requisito de Alta Prioridade	***Nível de Atendimento***	***Componente Responsável***
1.2 - Ajuste Curvatura Lombar	✓✓✓ Excelente	L1 ajuste duplo
1.4 - Ajuste Profundidade	✓✓✓ Excelente	L1 controle preciso
2.1 - Postura Neutra	✓✓✓ Excelente	A2 sela otimizada
2.4 - Ajuste Altura Assento	✓✓✓ Excelente	B5 Otim. sistema amplo
3.3 - Estabilidade	✓✓✓ Excelente	B5 Otim. cantilever rígido
3.4 - Mobilidade	✓✓✓ Excelente	B5 Otim. fluidez superior
4.2 - Conforto Prolongado	✓✓✓ Excelente	Sinergia A2+L1+B5 Otim.
4.3 - Higienização	✓✓✓ Excelente	Superfícies otimizadas

Tabela 12 – Atendimento aos Requisitos de Alta Prioridade.
Fonte: Elaborado pela autora.

4.6.3 Solução Encontrada

O Conceito Final - Ergonomia Dinâmica Integrada (Figura 19) foi desenvolvido como solução otimizada que obteve 4,85 pontos na matriz de avaliação, representando desempenho excepcional em todos os critérios estabelecidos.



Figura 19 – Solução Encontrada.
Fonte: Elaborado pela autora.

4.7.1 Superioridade Técnica da Solução

- Desempenho nos Critérios Críticos: A solução alcança pontuação máxima (5,0) em seis dos oito critérios avaliados, incluindo todos os de alta e média prioridade. Esta performance demonstra que o conceito não apenas atende aos requisitos, mas supera expectativas em áreas fundamentais para o sucesso do produto.
- Integração Sistêmica: O diferencial da solução reside na sinergia entre componentes especificamente otimizados para trabalhar em conjunto. B5 Otimizada não é simplesmente a melhor base isoladamente, mas a base que maximiza o desempenho de A2 e L1, criando um sistema superior à soma de suas partes.

4.7.2 Justificativa da Otimização da B5

- Processo de Desenvolvimento: A otimização da estrutura B5 baseou-se em análise crítica do desempenho inicial e identificação de oportunidades de melhoria específicas. O processo demonstrou:
    - Rigor Metodológico: Aplicação sistemática de melhorias baseadas em critérios objetivos;
    - Visão Sistêmica: Compreensão de que componentes isolados devem ser otimizados para integração;
    - Comprometimento Técnico: Capacidade de refinar soluções até atingir excelência.
- Resultado Quantificado: A B5 Otimizada atingiu 4,75 pontos, superando todas as alternativas iniciais, incluindo B2 (4,50) e B3 (4,38), validando objetivamente a escolha pela arquitetura cantilever.

4.7.3 Vantagens Competitivas da Solução

- Diferenciação no Mercado:

    - Design cantilever único no segmento odontológico;
    - Combinação exclusiva de mobilidade e estabilidade;
    - Suporte lombar mais avançado disponível;
    - Estética técnica sofisticada.

- Benefícios para o Usuário:
    - Prevenção efetiva de distúrbios musculoesqueléticos;
    - Adaptação precisa a diferentes biótipos;
    - Facilidade de movimentação em espaços restritos;
    - Manutenção simplificada e higienização otimizada.

4.7.4 Conclusão

O Conceito Final - Ergonomia Dinâmica Integrada representa solução tecnicamente superior que combina inovação, rigor metodológico e visão sistêmica. A otimização da estrutura B5 demonstrou capacidade de refinamento técnico e resultou em solução que estabelece novo patamar de desempenho para cadeiras odontológicas focadas em saúde ocupacional.

A pontuação de 4,85 pontos valida objetivamente a superioridade da solução, enquanto o processo de otimização aplicado comprova a maturidade projetual e comprometimento com a excelência técnica necessária para desenvolvimento de produtos inovadores no segmento de equipamentos médico-odontológicos.

5. FASE SOLUÇÃO VALIDADA

5.1 Prototipagem inicial

5.1.1 Desenvolvimento do mockup

O desenvolvimento do mockup foi realizado com abordagem de prototipagem rápida. Empregaram-se ferramentas de CAD (Computer-Aided Design) e manufatura aditiva para validação do conceito. O processo foi dividido em duas etapas principais: modelagem 3D e preparação para manufatura.

A modelagem tridimensional (Figura 20) foi desenvolvida no software SolidWorks, escolhido pela sua robustez em projetos mecânicos e facilidade de integração com sistemas de manufatura aditiva. O modelo apresenta uma geometria complexa com superfícies curvas que simulam as condições reais de aplicação do produto. O arquivo do SolidWorks foi organizado em um sistema de árvore de recursos, permitindo modificações paramétricas e facilitando futuras iterações do design.

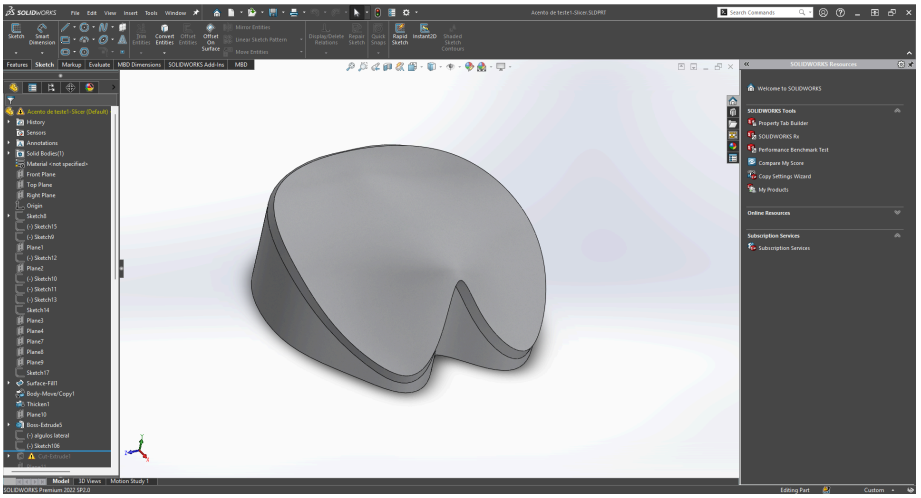


Figura 20 – Assento sela desenvolvida no Software SolidWorks.
Fonte: Elaborado pela autora.

A construção do assento ergonômico (Figura 21 e 22) incorporou três ângulos fundamentais específicos para otimizar o posicionamento do profissional de odontologia: o assento foi projetado com uma inclinação para frente de 12°, promovendo uma postura ativa que facilita o alcance aos instrumentos e melhora o acesso à cavidade oral do paciente; a crista do assento recebeu uma angulação de 6,77°, criando um apoio sutil que auxilia na estabilização pélvica sem comprometer a mobilidade; e a região posterior do assento foi inclinada em 31,3° para acomodar adequadamente as coxas, distribuindo o peso corporal de forma equilibrada e reduzindo a pressão nos pontos de apoio. Estes ângulos foram cuidadosamente integrados ao modelo CAD, considerando as transições suaves entre as superfícies para garantir conforto durante uso prolongado.

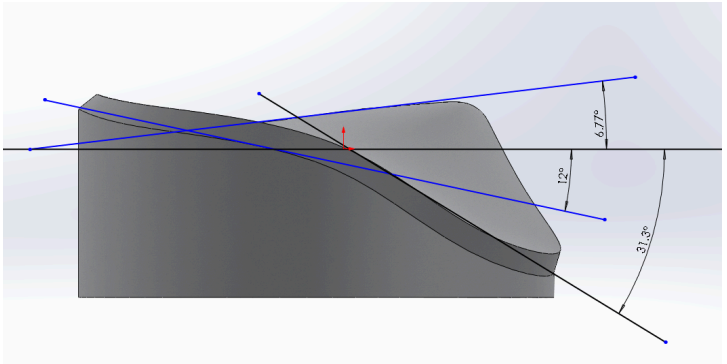


Figura 21 – Ângulos definidos para o Assento.
Fonte: Elaborado pela autora.

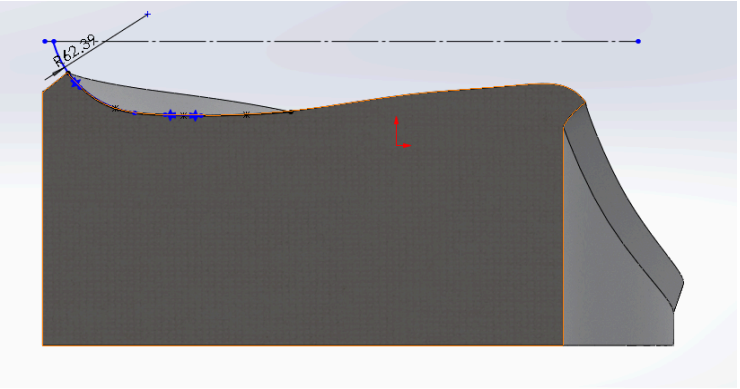


Figura 22 – Ângulo de apoio glúteo do Assento.
Fonte: Elaborado pela autora.

Para a materialização do mockup, utilizou-se o software Slicer for Fusion 360 (Figura 23), que permite a conversão do modelo CAD em instruções de fabricação para impressão 3D. Este software oferece recursos avançados de fatiamento e otimização de suporte, essenciais para geometrias complexas.

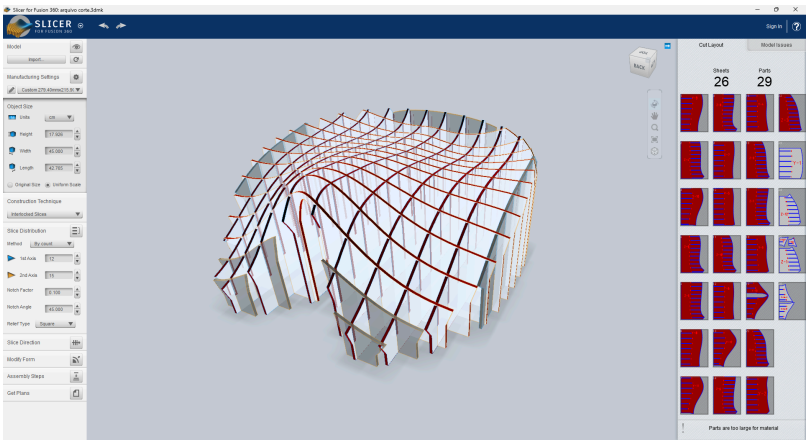


Figura 23 – Fatiamento do Assento no Software Slicer for Fusion 360.
Fonte: Elaborado pela autora.

O processo de slicing foi feito com 29 partes distribuídas em 26 sheets (folhas de impressão), indicando a complexidade geométrica do modelo e a necessidade de estratégia de montagem pós-impressão.

- Parâmetros de ConFiguração:
    - Processo de fabricação: Corte a laser com sistema de encaixe interlock;
    - Espessura do material: MDF de 3mm;
    - Pós-processamento: Montagem manual através do sistema de encaixes.

Após a fabricação das 32 peças por corte a laser, procedeu-se à montagem do mockup do assento ergonômico (Figura 24) utilizando o sistema de encaixes interlock. O processo de montagem seguiu a sequência definida pelo software Slicer for Fusion 360, garantindo o alinhamento correto de todas as partes e a integridade estrutural do conjunto.

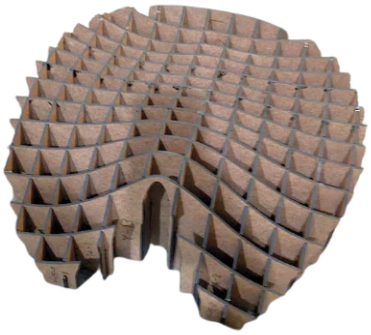


Figura 24 – Assento Finalizado após Encaixe Interlock.
Fonte: Elaborado pela autora.

Para viabilizar os testes práticos, o assento fabricado em MDF foi acoplado sobre uma base de cadeira tradicional. Esta solução permitiu simular as condições reais de uso, fornecendo apoio adequado e mobilidade necessária para a avaliação ergonômica. A base escolhida possui características compatíveis com o ambiente odontológico, incluindo regulagem de altura e estabilidade sobre rodízios.



Figura 25 – Montagem do Assento de Testes, Espuma e Rodízio.
Fonte: Elaborado pela autora.

Conforme é visto na Figura 25, visando aproximar as condições de teste da experiência real de uso, foi aplicada uma camada de espuma sobre a superfície do assento. Este revestimento tem dupla função: proporcionar maior conforto durante os testes prolongados e simular as características de um assento final estofado. A espuma utilizada possui densidade adequada para não comprometer a avaliação dos ângulos estabelecidos, mantendo as características geométricas essenciais do design. Na Figura 24 temos o mockup pronto para ser utilizado em testes.



Figura 26 – Modelo de Testes Finalizado.
Fonte: Elaborado pela autora.

5.2 Testes do Mockup

5.2.1 Metodologia de Testes

O mockup desenvolvido serve como ferramenta de validação específica para o assento ergonômico odontológico, com foco na avaliação dos ângulos pré-definidos e do conforto do usuário:

- Verificação da adequação dos ângulos estabelecidos: Avaliar se os três ângulos críticos atendem aos requisitos ergonômicos:
    - 12° de inclinação para frente: promovendo postura ativa e facilita o trabalho;
    - 6,77° na crista: o apoio para estabilização pélvica;
    - 31,3° para acomodação das coxas: distribuição do peso corporal.
- Avaliação de conforto do usuário: Análise prática da sensação de conforto e suporte oferecido pelo assento durante simulações de trabalho odontológico.
- Teste de posicionamento ergonômico: Verificação se a conFiguração angular permite manter a postura adequada durante diferentes tipos de procedimentos odontológicos.
- Análise de pontos de pressão: Identificação de possíveis desconfortos ou concentrações de pressão que possam afetar o bem-estar do profissional.

5.2.2 Testes com profissionais de odontologia

Avaliação prática em situações simuladas de trabalho clínico, focando no conforto e adequação postural durante procedimentos odontológicos típicos. Os critérios de avaliação foram organizados em protocolo específico (ver Apêndice D - Avaliação do Mockup com Dentistas).

5.2.3 Avaliação ergonômica especializada

Análise técnica conduzida por profissional de ergonomia, visando validar cientificamente os ângulos adotados e identificar possíveis ajustes necessários. A metodologia técnica foi estruturada conforme protocolo especializado (ver Apêndice E - Avaliação do Mockup Especialistas em Ergonomia).

5.2.3 Análise do Mockup

O mockup foi avaliado durante 5 dias por um dentista em ambiente clínico e analisado tecnicamente por especialista em Ergonomia Aplicada à Odontologia da UFSC, seguindo protocolo estruturado de avaliação.

Avaliação com dentista (Figura 27): O teste demonstrou boa aceitação geral do conceito. O conforto geral e a acomodação pélvica foram classificados como "Confortável" (pontuação 4), e a facilidade de movimento como "Muito Confortável" (pontuação 5). O suporte para coxas recebeu avaliação "Neutra" (pontuação 3), indicando necessidade de ajuste. Não houve relato de fadiga ou desconforto em nenhuma região corporal avaliada.



Figura 27 – Dentista Utilizando o Mockup de testes.
Fonte: Elaborado pela autora.

Na comparação com o assento atual, o mockup foi considerado "Melhor" em conforto geral e "Muito Melhor" em suporte postural e facilidade de trabalho. O participante destacou que o assento "ajuda a lembrar de manter a postura, quando tenta ficar curvado o assento cobra a postura". Relatou também que, diferentemente de assentos sela convencionais aos quais não se adaptou, este projeto mostrou-se confortável devido à crista central menos acentuada. Como ponto de melhoria, indicou que o mockup estava "um pouco alto".

Avaliação com especialista: A análise técnica confirmou adequação na distribuição de peso corporal: região glútea (60-70%), posterior das coxas (20-30%) e região lombar (5-10%), todos dentro dos percentuais esperados.

Os ângulos do assento (12°) e da crista (6,77°) receberam avaliação "Muito Adequado" (pontuação 5) em todos os critérios biomecânicos. Entretanto, o ângulo de acomodação das coxas (31,3°) foi classificado como "Parcialmente Adequado" (pontuação 3), com a observação de que "parte do posterior da coxa não toca no assento, de forma a ter menos distribuição do peso".

A análise de riscos ergonômicos apresentou perfil favorável, com ausência de compressão vascular e nervosa, restrição de movimento e alterações lombares. O sistema musculoesquelético mostrou risco baixo para sobrecarga da coluna e tensão muscular, com

risco moderado apenas para sobrecarga articular do quadril. O sistema circulatório apresentou risco baixo em todos os aspectos.

O especialista recomendou manter os ângulos do assento e da crista, mas reduzir a inclinação das coxas de 31,3° para 20° para melhorar o contato e distribuição de peso. A avaliação final foi "Aprovado com modificações menores", destacando como pontos fortes o design, tamanho e encaixe da coluna, e como ponto crítico o ângulo do apoio posterior da coxa.

A Figura 28 apresenta comparação ilustrativa entre a postura típica observada com mochos tradicionais e a postura obtida com o conceito desenvolvido.

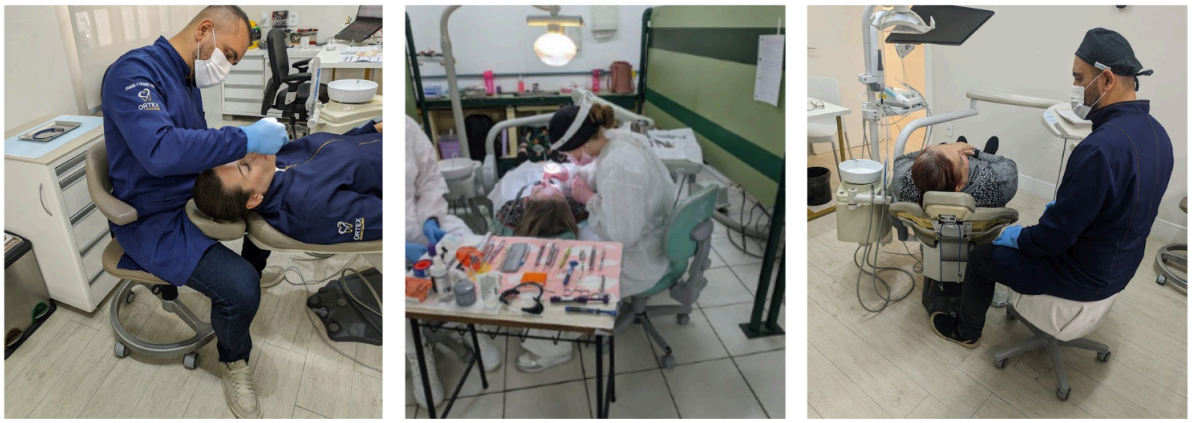


Figura 28 – Comparação postural: mocho tradicional vs. conceito desenvolvido
Fonte: Elaborado pela autora com base em observações clínicas e testes do mockup.

A comparação visual evidencia os benefícios posturais da solução proposta:

- **Alinhamento da coluna:** Redução da flexão cervical e manutenção da curvatura lombar fisiológica;
- **Distribuição de carga:** Melhor distribuição do peso corporal entre região glútea (60-70%), posterior das coxas (20-30%) e suporte lombar (5-10%);
- **Estabilização pélvica:** A crista central de 6,77° e inclinação frontal de 12° promovem abertura adequada do ângulo tronco-coxa, facilitando postura ativa sem esforço consciente constante;
- **Mobilidade preservada:** Estrutura cantilever permite movimentação necessária sem comprometer o suporte.

Esta melhoria postural foi confirmada tanto pela avaliação subjetiva do dentista participante — que relatou que "o assento cobra a postura" quando há tentativa de curvatura inadequada — quanto pela análise técnica da especialista em ergonomia, que classificou os ângulos como "muito adequados" para manutenção da lordose lombar e abertura do ângulo tronco-coxa.

Os dados completos da avaliação encontram-se no Apêndice F - Tabulação de dados das avaliações com Mockup.

5.4 Refinamento da solução

As avaliações do mockup resultaram em ajustes específicos que preservam os aspectos validados e corrigem os pontos críticos identificados (Figura 29).

A principal modificação é a redução da inclinação da região de acomodação das coxas de 31,3° para 20°, atendendo à recomendação técnica do especialista e ao feedback sobre suporte das coxas. Esta alteração melhora o contato da parte posterior da coxa com o assento,

promovendo distribuição de peso mais uniforme. A altura do assento também será reduzida conforme indicado pelo usuário.

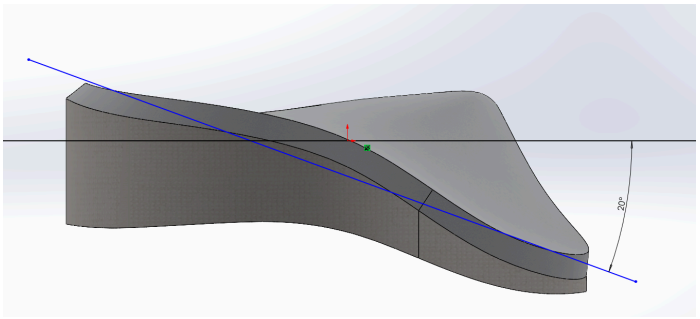


Figura 29 – Ajuste do ângulo de Apoio de Posterior de Coxa no Software SolidWorks.
Fonte: Elaborado pela autora.

Os ângulos do assento (12°) e da crista central (6,77°) foram mantidos sem alterações, validados pela avaliação "Muito Adequado" do especialista. Estes parâmetros demonstraram eficácia em promover abertura adequada do ângulo tronco-coxa, facilitar a lordose lombar e auxiliar na manutenção postural, conforme relatado pelo dentista.

A estratégia de crista central menos pronunciada, diferenciando-se dos assentos sela convencionais, mostrou-se acertada ao facilitar a adaptação dos usuários. O refinamento caracteriza-se como ajuste incremental, classificado como "modificação menor", não comprometendo o conceito fundamental do projeto.

A validação positiva do mockup, com recomendação de uso pelo dentista e aprovação técnica do especialista, confirma a viabilidade do conceito e justifica o prosseguimento para o desenvolvimento do protótipo funcional.

6. FASE MVP (MINIMUM VIABLE PRODUCT)

6.1 Detalhamento técnico da solução final

6.1.1 Modelagem 3D

O desenvolvimento do MVP foi fundamentado na modelagem tridimensional realizada no software SolidWorks, que permitiu a criação de um protótipo virtual completo com todos os componentes estruturais e funcionais integrados.

O componente de suporte lombar representa uma inovação significativa no projeto, incorporando dois mecanismos de ajuste independentes. A estrutura principal foi modelada em formato cantiléver, conectada à base do assento através de braços de apoio em conFiguração que garante estabilidade e transmissão adequada das cargas (Figura 30).

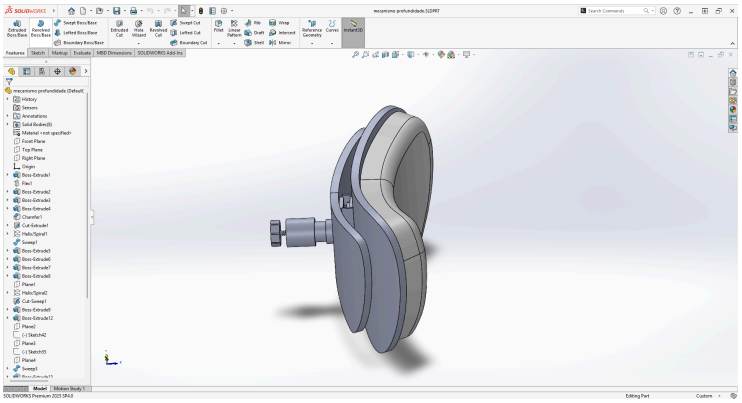


Figura 30 – Modelagem do Suporte Lombar completo no Software SolidWorks.
Fonte: Elaborado pela autora.

O mecanismo de ajuste vertical (Figura 31) utiliza um sistema de catraca com incrementos discretos, modelado com as seguintes características técnicas:

- Curso de ajuste de 120mm, permitindo adaptação a diferentes estaturas (percentil 5 feminino ao 95 masculino);
- Componente de catraca com dentes trapezoidais (ângulo de 60°) para travamento positivo;
- Sistema de liberação por alavanca frontal de fácil acesso: o usuário segura a parte frontal do encosto com ambas as mãos e puxa para cima, ouvindo os "cliques" característicos de cada nível; para reiniciar, basta puxar até o topo e o mecanismo descerá suavemente;

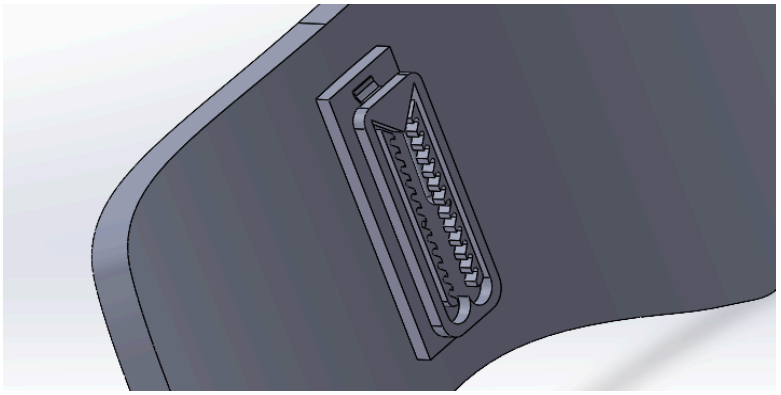


Figura 31 – Detalhe da modelagem do Sistema de Catraca.
Fonte: Elaborado pela autora.

O ajuste de profundidade (Figura 32) é realizado por sistema de mola pré-tensionada, modelado com os seguintes elementos:

- Curso de 80mm para acomodação de diferentes preferências posturais;
- Faixa de ajuste de força: 15N a 45N, permitindo suporte desde muito suave até firme;
- Mola helicoidal de compressão com constante elástica variável;
- Ajuste intuitivo: giro no sentido horário aumenta a pressão (suporte mais firme), sentido anti-horário diminui (suporte mais suave).

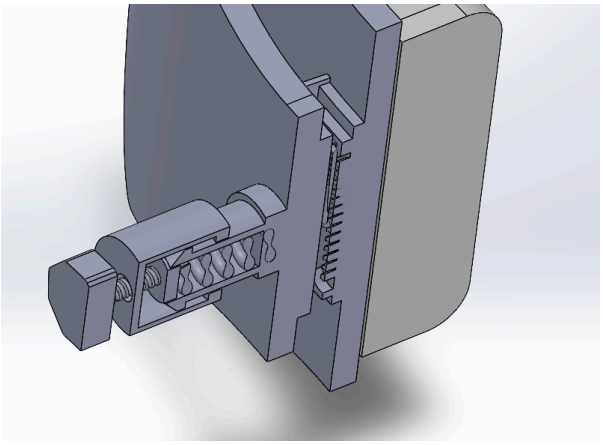


Figura 32 – Detalhe da modelagem do Sistema de Mola.
Fonte: Elaborado pela autora.

A coluna central foi modelada em conFiguração telescópica, permitindo ajuste de altura do assento através do cilindro pneumático e alavanca de ajuste. A estrutura cantiléver que conecta o apoio lombar ao assento apresenta:

- Perfil em aço inoxidável com conFiguração de braços duplos para maior rigidez;
- Design curvilíneo que acompanha a ergonomia do conjunto;
- Comprimento total que posiciona o apoio lombar a distância adequada do ponto de assento;
- Integração com os mecanismos de ajuste de altura e profundidade do encosto.

Por fim, após a modelagem completa de todos os componentes, temos a cadeira completa como pode-se ver na Figura 33.

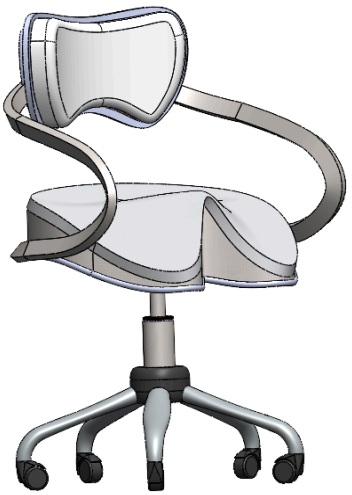
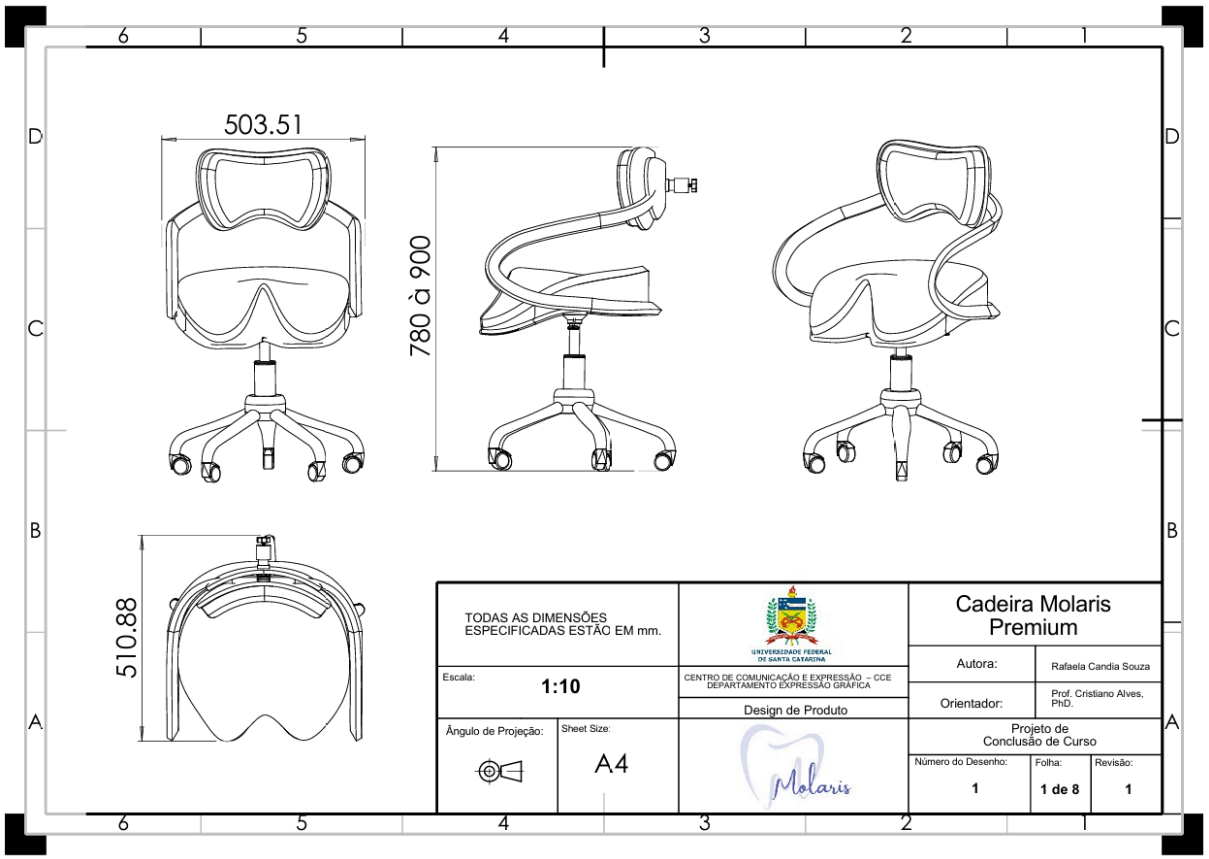
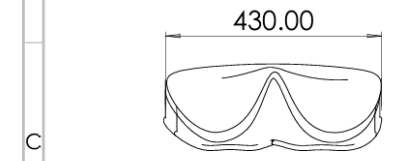


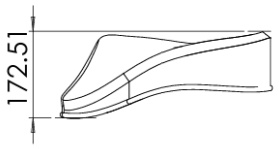
Figura 33 – Modelagem da Cadeira Completa.
Fonte: Elaborado pela autora.

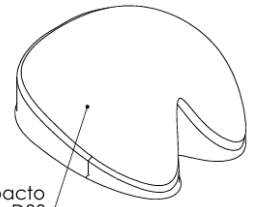
6.1.2 Desenhos técnicos

Para a fase de manufatura, foi desenvolvido um conjunto completo de desenhos técnicos bidimensionais conforme normas ABNT NBR 10067 (Princípios gerais de representação em desenho técnico) e ABNT NBR 8196 (Desenho técnico - Emprego de escalas). Os desenhos foram extraídos diretamente do modelo 3D do SolidWorks, garantindo consistência dimensional. O conjunto completo de desenhos técnicos encontram-se a seguir:

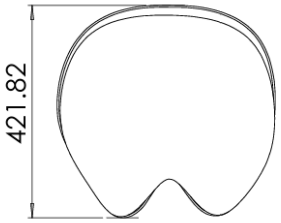




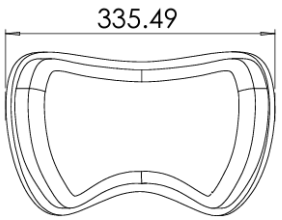


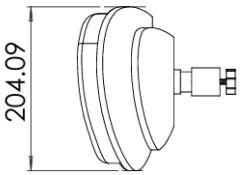


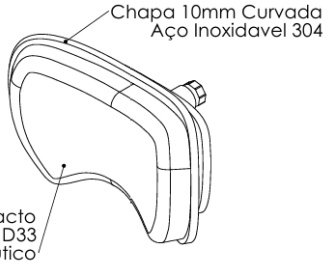
Estrutura base: Polipropileno (PP) alto impacto
Revestimento Interno: Espuma PU alta densidade D33
Revestimento Externo: Courvin náutico



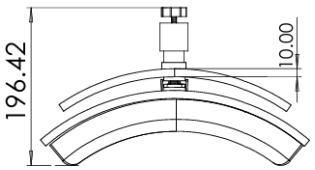
TODAS AS DIMENSÕES ESPECIFICADAS ESTÃO EM mm.	UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA CENTRO DE COMUNICAÇÃO E EXPRESSÃO – CCE DEPARTAMENTO EXPRESSÃO GRÁFICA Design de Produto	Cadeira Molaris Premium
Escala: 1:8		Autora: Rafaela Candia Souza
		Orientador: Prof. Cristiano Alves, PhD.
Ângulo de Projeção:	Sheet Size: A4	Projeto de Conclusão de Curso
	Molaris	Número do Desenho: 1 / Folha: 2 de 8 / Revisão: 1



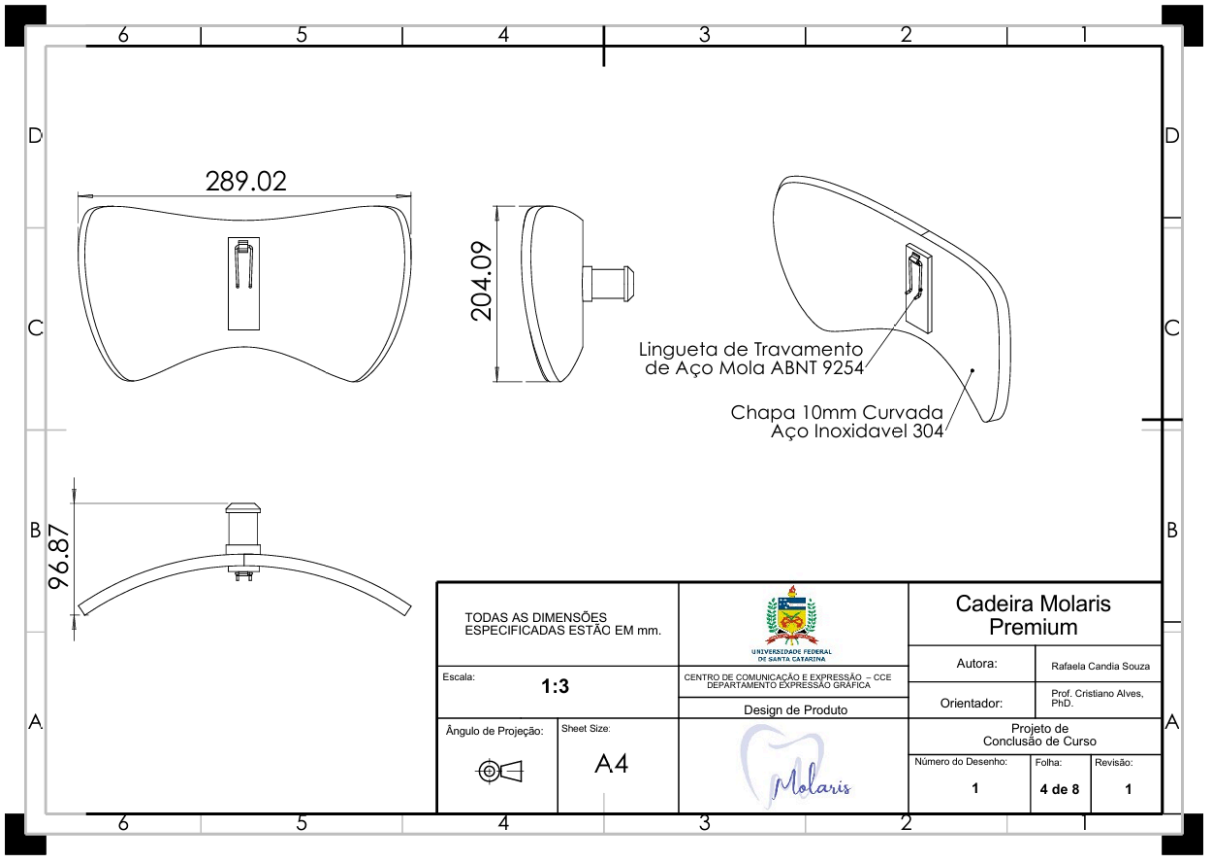




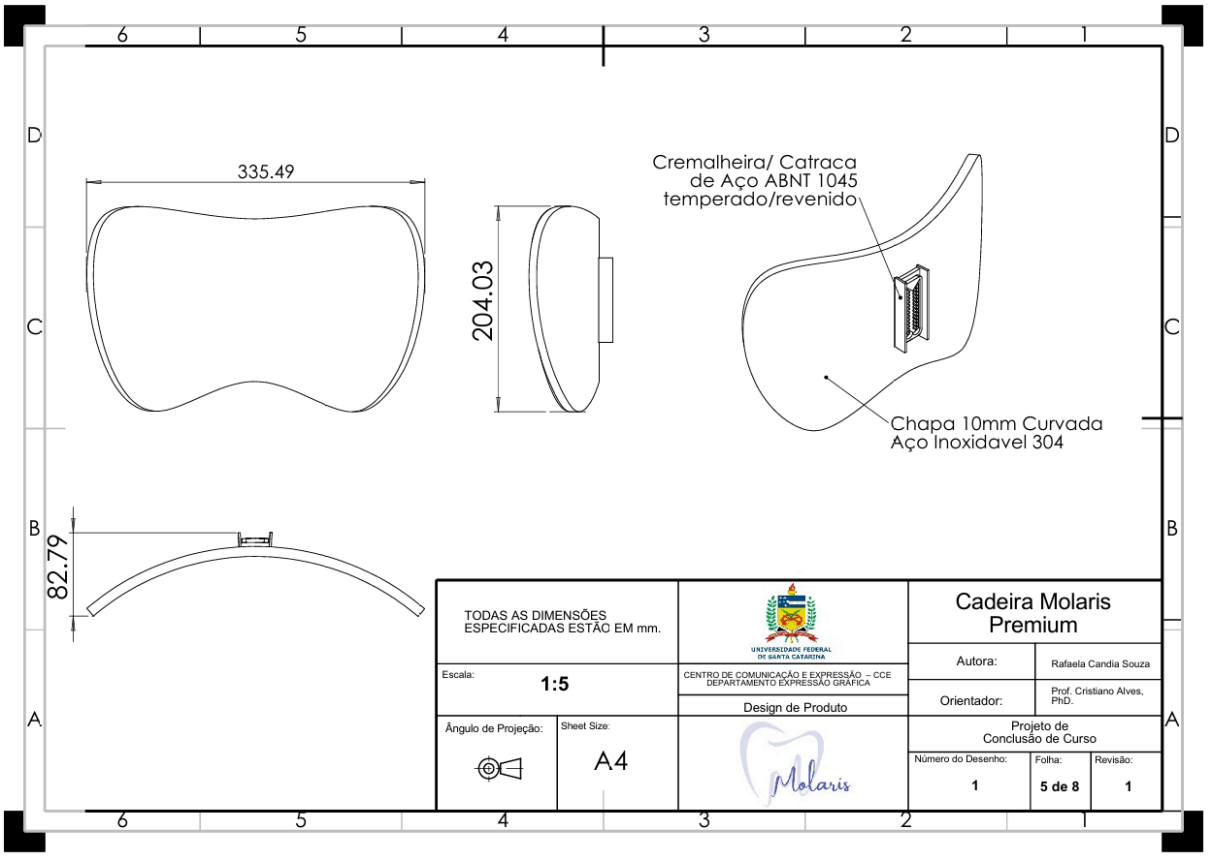
Estrutura base: Polipropileno (PP) alto impacto
Revestimento Interno: Espuma PU alta densidade D33
Revestimento Externo: Courvin náutico



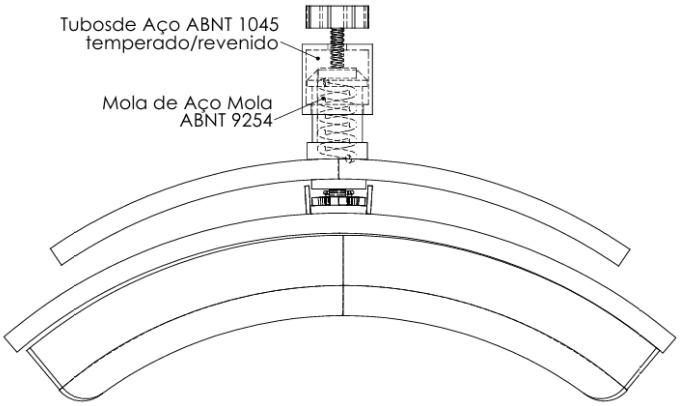
TODAS AS DIMENSÕES ESPECIFICADAS ESTÃO EM mm.	UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA CENTRO DE COMUNICAÇÃO E EXPRESSÃO – CCE DEPARTAMENTO EXPRESSÃO GRÁFICA Design de Produto	Cadeira Molaris Premium
Escala: 1:5		Autora: Rafaela Candia Souza
		Orientador: Prof. Cristiano Alves, PhD.
Ângulo de Projeção:	Sheet Size: A4	Projeto de Conclusão de Curso
	Molaris	Número do Desenho: 1 / Folha: 3 de 8 / Revisão: 1



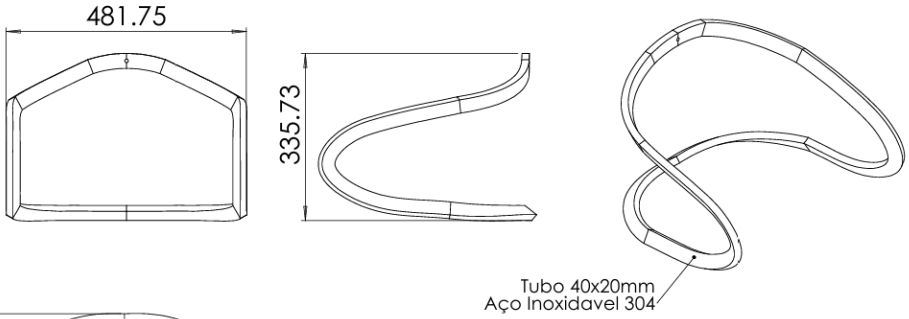
TODAS AS DIMENSÕES ESPECIFICADAS ESTÃO EM mm.	UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA	Cadeira Molaris Premium
Escala: 1:3	CENTRO DE COMUNICAÇÃO E EXPRESSÃO – CCE DEPARTAMENTO EXPRESSÃO GRÁFICA	Autora: Rafaela Candia Souza
	Design de Produto	Orientador: Prof. Cristiano Alves, PhD.
Ângulo de Projeção:	Sheet Size: A4	Projeto de Conclusão de Curso
	Molaris	Número do Desenho: 1 / Folha: 4 de 8 / Revisão: 1



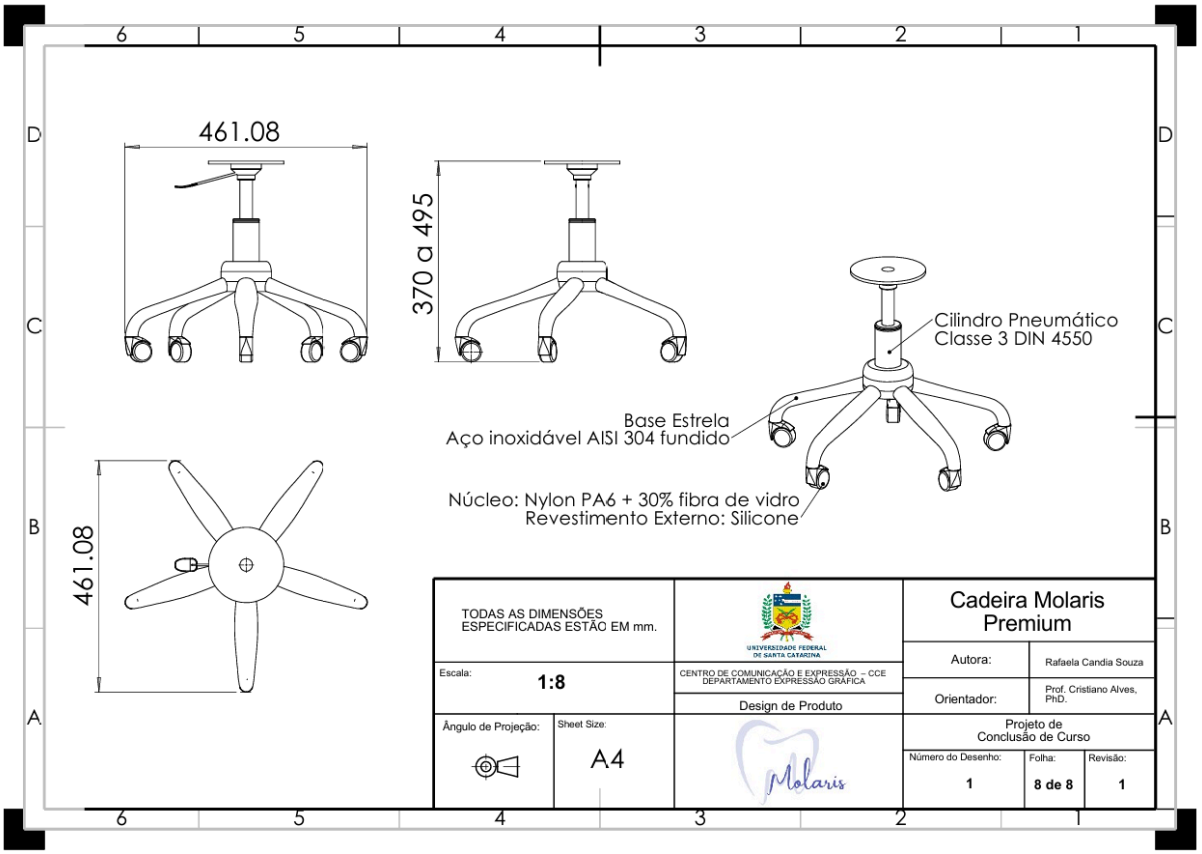
TODAS AS DIMENSÕES ESPECIFICADAS ESTÃO EM mm.	UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA	Cadeira Molaris Premium
Escala: 1:5	CENTRO DE COMUNICAÇÃO E EXPRESSÃO – CCE DEPARTAMENTO EXPRESSÃO GRÁFICA	Autora: Rafaela Candia Souza
	Design de Produto	Orientador: Prof. Cristiano Alves, PhD.
Ângulo de Projeção:	Sheet Size: A4	Projeto de Conclusão de Curso
	Molaris	Número do Desenho: 1 / Folha: 5 de 8 / Revisão: 1



TODAS AS DIMENSÕES ESPECIFICADAS ESTÃO EM mm.	UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA	Cadeira Molaris Premium
Escala: **1:5**	CENTRO DE COMUNICAÇÃO E EXPRESSÃO – CCE DEPARTAMENTO EXPRESSÃO GRÁFICA	Autora: Rafaela Candia Souza
	Design de Produto	Orientador: Prof. Cristiano Alves, PhD.
Ângulo de Projeção:	Sheet Size: A4	Projeto de Conclusão de Curso
	Molaris	Número do Desenho: **1** / Folha: **6 de 8** / Revisão: **1**



TODAS AS DIMENSÕES ESPECIFICADAS ESTÃO EM mm.	UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA	Cadeira Molaris Premium
Escala: **1:8**	CENTRO DE COMUNICAÇÃO E EXPRESSÃO – CCE DEPARTAMENTO EXPRESSÃO GRÁFICA	Autora: Rafaela Candia Souza
	Design de Produto	Orientador: Prof. Cristiano Alves, PhD.
Ângulo de Projeção:	Sheet Size: A4	Projeto de Conclusão de Curso
	Molaris	Número do Desenho: **1** / Folha: **7 de 8** / Revisão: **1**



6.1.3 Especificações de materiais

A seleção de materiais considerou requisitos de resistência mecânica, durabilidade, facilidade de limpeza (crítico em ambiente odontológico), custo e sustentabilidade.

O assento tipo sela e o apoio lombar são produzidos pelo processo de Integral Skin, no qual a camada externa em poliuretano é injetada simultaneamente com a espuma interna, formando uma peça monobloco. Este processo elimina o risco de descolamento entre camadas, garantindo maior durabilidade e facilitando a higienização. O assento utiliza espuma de poliuretano flexível densidade D28, enquanto o apoio lombar emprega densidade D33, proporcionando maior firmeza ao suporte. A pele externa em poliuretano apresenta acabamento impermeável e resistente, ideal para o ambiente clínico.

A estrutura cantiléver e os braços de apoio foram projetados em aço inoxidável AISI 304, garantindo resistência à corrosão e durabilidade em ambiente hospitalar. Os componentes de ajuste, incluindo catraca e suporte de mola, utilizam aço ABNT 1045 temperado e revenido, enquanto a mola de ajuste é fabricada em aço mola ABNT 9254 (equivalente SAE 9254), assegurando elasticidade e vida útil prolongada.

A base estrela foi especificada em aço inoxidável AISI 304 fundido, proporcionando estabilidade e resistência. O sistema de mobilidade conta com cilindro pneumático Classe 3 DIN 4550 e rodízios de 65mm em silicone, com diâmetro superior ao padrão de 50mm para melhor deslocamento. Os rodízios possuem núcleo em nylon PA6 reforçado com 30% de fibra de vidro, garantindo resistência mecânica e redução de ruído durante o movimento.

Componente	Estrutura/Base	Revestimento Interno	Revestimento Externo
Assento tipo sela	Polipropileno (PP) alto impacto	Espuma PU flexível D28	Courvin náutico
Apoio lombar	Polipropileno (PP) alto impacto	Espuma PU alta densidade D33	Courvin náutico

Estrutura cantiléver	Aço inoxidável AISI 304 (tubo 40x20mm)	–	–
Componentes de ajuste	Aço ABNT 1045 temperado/revenido	–	–
Mola de ajuste	Aço mola ABNT 9254	–	–
Base estrela	Aço inoxidável AISI 304 fundido	–	–
Cilindro pneumático	Classe 3 DIN 4550	–	–
Rodízios (65mm)	Núcleo: Nylon PA6 + 30% fibra de vidro	–	Silicone

Tabela 12 – Atendimento aos Requisitos de Alta Prioridade
Fonte: Elaborado pela autora.

6.1.4 Processos de fabricação

A estratégia de manufatura foi definida considerando a escala de produção inicial (lote piloto de 50 unidades), com potencial de otimização para produção seriada. Os componentes plásticos, incluindo estrutura do assento e apoio lombar, serão produzidos por moldagem por injeção, processo que garante precisão dimensional e repetibilidade. A aplicação da espuma de poliuretano D28 no assento e D33 no apoio lombar será realizada por laminação por espumação, técnica que permite aderência adequada à estrutura plástica. O revestimento em courvin náutico será aplicado posteriormente, garantindo acabamento profissional e facilidade de manutenção. A estrutura cantiléver será fabricada a partir de tubo de aço inoxidável AISI 304 nas dimensões 40x20mm, processado por corte, conformação e soldagem TIG, assegurando integridade estrutural e acabamento de qualidade.

6.2 Prototipagem final

6.2.1 Impressão 3D em escala reduzida

A fase de prototipagem final teve como objetivo a materialização do projeto para permitir a análise de montagem, proporções e estética do produto de forma tangível.

O método escolhido para a confecção do protótipo foi a Manufatura Aditiva, popularmente conhecida como impressão 3D, por sua alta fidelidade ao modelo digital e agilidade no processo. Foi definida uma escala de redução de 1:3, uma escolha que representa um equilíbrio ideal entre a manutenção de detalhes importantes do design e a viabilidade de tempo e custo de produção. Nesta escala, o modelo final atinge uma altura total de 27,4 cm.

Visando otimizar o processo de fabricação e pós-processamento, o projeto foi estrategicamente seccionado em quatro componentes independentes, conforme concebido no ambiente CAD:



Figura 34– Partes da Cadeira para Impressão 3D.
Fonte: Elaborado pela autora.

Esta segmentação (Figura 34) foi fundamental para garantir uma impressão 3D de maior qualidade, permitindo que cada peça fosse orientada na mesa de impressão da forma mais eficiente para garantir um bom acabamento superficial. Além disso, a separação das partes foi crucial para simplificar as etapas de acabamento, como lixamento, aplicação de primer e pintura, garantindo um resultado final mais profissional. Para a transferência dos dados do software de modelagem para o ambiente de impressão (Figura 35), cada um dos quatro componentes foi exportado individualmente no formato STEP (Standard for the Exchange of Product model data), garantindo a integridade geométrica do modelo.

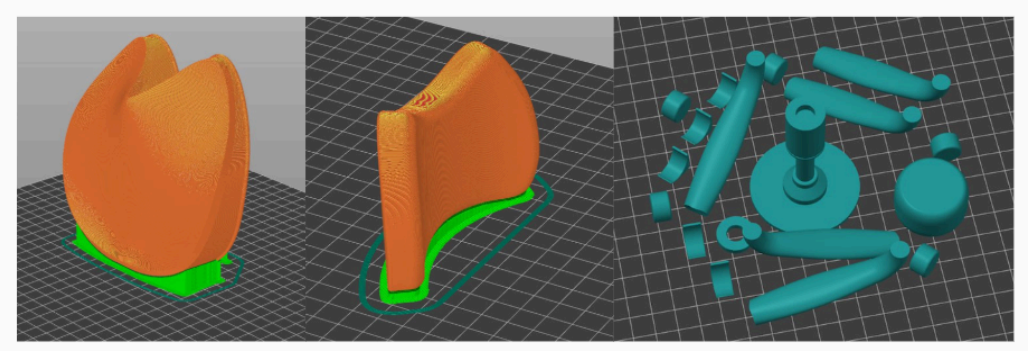


Figura 35 – Preparação para Impressão 3D.
Fonte: Elaborado pela autora.

6.2.2 Processos de acabamento

Com os componentes impressos, iniciou-se a fase de pós-processamento, essencial para transformar as peças brutas em um protótipo de alta fidelidade visual que representasse com precisão as texturas e os materiais do produto final. O fluxo de trabalho foi dividido em três etapas principais.

A primeira etapa foi a preparação superficial (Figura 36). Cada componente foi inspecionado e teve suas rebarbas e imperfeições, decorrentes do processo de Manufatura Aditiva, cuidadosamente removidas. Um lixamento progressivo foi aplicado para uniformizar as superfícies, criando uma base adequada para o tratamento subsequente.



Figura 36 – Lixamento das peças impressas em 3D.
Fonte: Elaborado pela autora.

Em seguida, foi realizado um processo de alisamento químico por aplicação de acetona (Figura 37). Esta técnica foi empregada para fundir superficialmente as camadas de impressão, eliminando as estrias características do método FDM (Modelagem por Fusão e Deposição). O resultado é uma superfície perfeitamente lisa e com um brilho que emula o acabamento de plásticos injetados, elevando significativamente a qualidade percebida do protótipo.



Figura 37 – Alisamento por aplicação de Acetona.
Fonte: Elaborado pela autora.

A etapa final foi a diferenciação de materiais através de pintura e revestimento (Figura 38). Para os componentes que representam a estrutura metálica – a base com rodízios e o suporte do assento – foi aplicada uma tinta spray com efeito cromo, conferindo um aspecto metálico realista. Para o assento e o encosto, optou-se por um revestimento têxtil. A aplicação de tecido sobre essas superfícies não apenas simulou o estofamento de forma visual, mas também adicionou uma dimensão tátil ao modelo, enriquecendo a experiência de análise do protótipo.



Figura 38 – Modelo final de Apresentação e seus Diferentes Acabamentos.
Fonte: Elaborado pela autora.

Esses processos de acabamento foram fundamentais para que o modelo em escala reduzida cumprisse seu objetivo de comunicar de forma clara e eficaz a proposta de design, materiais e estética do modelo final, visível na Figura 39.



Figura 39 – Modelo final de Apresentação Finalizado.
Fonte: Elaborado pela autora.

6.3 Manual descritivo

O memorial descritivo constitui, conforme Pazmino (2015), um documento técnico elaborado após a conclusão do projeto, no qual são detalhadas as características do produto final e seus respectivos processos de fabricação. Este documento pode ser composto por diferentes recursos, incluindo textos explicativos, infográficos, desenhos técnicos, registros fotográficos e demais elementos gráficos que proporcionem uma compreensão abrangente e sistemática do

produto desenvolvido. Pazmino (2015) ressalta ainda que o memorial descritivo deve contemplar prioritariamente os elementos essenciais que caracterizam o produto. O memorial descritivo completo da cadeira Molaris encontra-se disponível como material suplementar digital em: Memorial Descritivo do Produto.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou o desenvolvimento de uma cadeira ergonômica com foco em suporte lombar para profissionais de odontologia, respondendo a uma necessidade crítica identificada na literatura e validada empiricamente: a alta prevalência de distúrbios musculoesqueléticos, especialmente dores lombares, entre dentistas.

A metodologia Zero to Hero mostrou-se eficaz ao estruturar o processo de design em fases progressivas de validação, permitindo que cada decisão projetual fosse fundamentada em dados reais obtidos junto ao público-alvo. A integração entre pesquisa bibliográfica, coleta de dados primários com 66 profissionais e estudantes, consulta a especialistas em ergonomia e observações clínicas in loco proporcionou uma compreensão abrangente do problema e das necessidades dos usuários.

O conceito final desenvolvido — que integra assento tipo sela com angulações biomecânicas específicas, estrutura cantilever otimizada e sistema de suporte lombar com ajuste duplo — representa uma contribuição inovadora ao segmento de mobiliário odontológico. A pontuação de 4,85 na matriz de avaliação ponderada e os resultados positivos dos testes com mockup validam a superioridade técnica da solução proposta em relação às alternativas disponíveis no mercado.

É importante reconhecer as limitações metodológicas deste estudo. A validação da solução baseou-se primariamente em avaliações qualitativas e percepções subjetivas de conforto, sem mensuração biomecânica quantitativa dos efeitos sobre pressão intradiscal, atividade muscular (via eletromiografia) ou mapeamento preciso de distribuição de pressão no assento. Embora o protocolo de observação postural tenha sido fundamentado em métodos validados (RULA e REBA), sua aplicação foi adaptada e simplificada ao contexto do estudo. Testes biomecânicos mais rigorosos, envolvendo equipamentos de laboratório específicos e amostras maiores de usuários, são necessários para validação científica completa da eficácia ergonômica da solução. Esta limitação, no entanto, não compromete a contribuição do trabalho como desenvolvimento projetual fundamentado, representando etapa natural de um primeiro projeto completo que estabelece bases sólidas para investigações futuras mais aprofundadas.

Os testes práticos evidenciaram que o design proposto efetivamente auxilia na manutenção da postura correta, com usuários relatando que "o assento cobra a postura" quando há tentativa de curvatura inadequada. A avaliação técnica por especialista em ergonomia confirmou a adequação dos parâmetros biomecânicos estabelecidos, com recomendação de apenas um ajuste incremental na angulação das coxas.

Além dos benefícios ergonômicos diretos, o projeto demonstra viabilidade técnica e econômica, utilizando processos de fabricação consolidados (moldagem por injeção, conformação de tubos metálicos) e materiais adequados aos requisitos sanitários do ambiente odontológico. A faixa de preço projetada (R$ 1.001 - R$ 2.500) alinha-se com a disposição de investimento manifestada por 75% dos profissionais consultados.

Este trabalho evidencia que soluções de design centradas no usuário e fundamentadas em princípios ergonômicos rigorosos podem contribuir significativamente para a qualidade de vida e longevidade profissional dos dentistas. A transição de um paradigma de ergonomia passiva para ergonomia preventiva e ativa, materializada no conceito desenvolvido, representa um avanço conceitual relevante para o campo.

7.1 Sugestões para trabalhos futuros

Para a continuidade e aprofundamento deste trabalho, sugerem-se as seguintes linhas de pesquisa e desenvolvimento, organizadas em quatro eixos principais:

1. Desenvolvimento e Validação do Produto: Construir um protótipo funcional para testes de usabilidade e validação técnica. Conduzir ensaios para adequação a normas técnicas (ABNT/ISO) e analisar a viabilidade de produção em escala, incluindo a pesquisa de materiais sustentáveis.
2. Estudos de Eficácia Ergonômica: Realizar estudos longitudinais (6-12 meses) comparando a saúde musculoesquelética de usuários da cadeira proposta com a de usuários de cadeiras convencionais. Aprofundar a análise com avaliações biomecânicas quantitativas, como eletromiografia e mapeamento de pressão, em uma amostra diversificada de profissionais.
3. Inovação e Expansão Tecnológica: Investigar a incorporação de tecnologias avançadas, como sistemas de suporte lombar adaptativo e sensores para monitoramento e feedback postural. Expandir o conceito para uma linha de produtos completa, com acessórios e variações para diferentes especialidades.
4. Transferência de Tecnologia e Análise de Impacto: Realizar estudos comparativos com produtos de referência no mercado e desenvolver análises de custo-efetividade que demonstrem o impacto da solução na saúde pública. Estabelecer parcerias industriais para viabilizar a produção e comercialização do produto.

A concretização destas etapas futuras poderá consolidar o projeto como uma solução de mercado viável, com potencial para gerar um impacto significativo na saúde ocupacional e na qualidade de vida dos profissionais de odontologia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE DISPOSITIVOS MÉDICOS (ABIMO). Panorama do Setor de Dispositivos Médicos. São Paulo: ABIMO, 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR ISO 6875: Equipamento odontológico - Cadeira odontológica de paciente. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15943: Diretrizes para o programa de gerenciamento de equipamentos de proteção individual. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 17665-1: Esterilização de produtos para saúde - Vapor. Rio de Janeiro: ABNT, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ODONTOLOGIA (ABO). Relatório do Mercado Odontológico Brasileiro. São Paulo: ABO, 2023.

ALEXOPOULOS, E. C. et al. Prevalence of musculoskeletal disorders in dentists. BMC Musculoskeletal Disorders, v. 15, n. 1, p. 430, 2014.

AMERICAN DENTAL ASSOCIATION (ADA). Ergonomic Guidelines for Dental Practice. Chicago: ADA, 2019.

BATHAM, C.; YASOBANT, S. A risk assessment study on work-related musculoskeletal disorders among dentists in Bhopal, India. Indian Journal of Dental Research, v. 27, n. 4, p. 347-353, 2016.

BAXTER, M. Projeto de produto: guia prático para o design de novos produtos. 3. ed. São Paulo: Blucher, 2011.

BISWAS, R. et al. Musculoskeletal disorders and ergonomic risk factors in dental practice. Indian Journal of Dental Research, v. 23, n. 6, p. 816-821, 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 15, de 15 de março de 2012. Dispõe sobre requisitos de boas práticas para o processamento de produtos para saúde e dá outras providências. Brasília, DF: ANVISA, 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 50, de 21 de fevereiro de 2002. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para planejamento, programação, elaboração e avaliação de projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde. Brasília, DF: ANVISA, 2002.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora nº 17 (NR-17): Ergonomia. Brasília, DF: MTE.

CARVALHO, M. V. D. et al. Prevalência de disfunções temporomandibulares e dor orofacial em profissionais da saúde. Revista Dor, v. 19, n. 3, p. 193-198, 2018.

DABLE, R. A. et al. The effect of ergonomic interventions on intradiscal pressure in dentists: a systematic review. Journal of Clinical and Diagnostic Research, v. 18, n. 3, p. 12-18, 2024.

DAJPRATHAM, P. et al. Prevalence and associated factors of musculoskeletal pain among the dental personnel in a dental school. Journal of the Medical Association of Thailand, v. 103, n. 3, p. 249-255, 2020.

DALKE, H. et al. Lighting and Colour for Hospital Design. London: TSO (The Stationery Office), 2006.

DUL, J.; WEERDMEESTER, B. Ergonomics for Beginners: A Quick Reference Guide. 4. ed. Boca Raton: CRC Press, 2019.

EUROPEAN SOCIETY OF DENTAL ERGONOMICS (ESDE). Position Paper on Ergonomic Seating in Dentistry. European Journal of Dental Ergonomics, v. 6, n. 1, p. 15-22, 2018.

FERREIRA, L. S.; COSTA, B. R. Visual ergonomics in healthcare: a review of the impact of lighting and color on professional performance. Work, v. 71, n. 2, p. 341-350, 2022.

FLICK, U. Introdução à pesquisa qualitativa. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

GANDAVADI, A. et al. Effect of two different chair types on occupational health of dentists – a short-term pilot study. British Dental Journal, v. 219, n. 4, p. 183-187, 2015.

GARBIN, A. J. I. et al. Musculoskeletal disorders and perception of working conditions: a survey of Brazilian dentists in São Paulo. International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health, v. 32, n. 3, p. 333-342, 2019.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GOPINADH, A. et al. Ergonomics and musculoskeletal disorder: as an occupational hazard in dentistry. The Journal of Contemporary Dental Practice, v. 14, n. 2, p. 299-303, 2013.

GRAND VIEW RESEARCH. Dental Equipment Market Size, Share & Trends Analysis Report. San Francisco: Grand View Research, 2023.

GRANDJEAN, E.; KROEMER, K. H. E. Manual de ergonomia: adaptando o trabalho ao homem. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

HALLAJ, S. et al. The effect of an ergonomic chair with adjustable lumbar support on musculoskeletal pain among dentists: a randomized controlled trial. Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation, v. 32, n. 5, p. 745-752, 2019.

HALLGRIMSSON, B. Prototyping and Modelmaking for Product Design. London: Laurence King Publishing, 2012.

HAYES, M. J. et al. Musculoskeletal disorders and symptom severity among Australian dental hygienists. BMC Research Notes, v. 2, n. 1, p. 139, 2009.

IIDA, I.; GUIMARÃES, L. B. M. Ergonomia: projeto e produção. 3. ed. São Paulo: Blucher, 2016.

KHAN, S. A.; YEE CHEW, K. Effect of working characteristics and taught ergonomics on the prevalence of musculoskeletal disorders amongst dental students. BMC Musculoskeletal Disorders, v. 14, n. 1, p. 118, 2013.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. Fundamentos de metodologia científica. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

LEGGAT, P. A.; SMITH, D. R. Musculoskeletal disorders self-reported by dentists in Queensland, Australia. Australian Dental Journal, v. 52, n. 2, p. 132-137, 2007.

LIETZ, J. et al. Work-related musculoskeletal disorders in dentists and dental hygienists: a systematic review. International Journal of Dental Hygiene, v. 16, n. 1, p. 3-12, 2018.

LÖBACH, B. Design industrial: bases para a conFiguração dos produtos industriais. São Paulo: Edgard Blücher, 2001.

LOOZE, M. P. DE; VINK, P. (Ed.). Impact of Precision Adjustments on User Comfort and Well-being. Proceedings of the XVth Triennial Congress of the International Ergonomics Association. Seoul, 2003.

MOHSENI-BANDPEI, M. A. et al. Prevalence and risk factors associated with low back pain in Iranian surgeons. Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics, v. 40, n. 9, p. 645-651, 2017.

MORSE, T. et al. A pilot study of hand and arm musculoskeletal disorders in dental hygiene students. Journal of Dental Hygiene, v. 84, n. 4, p. 195-204, 2010.

NACHEMSON, A. L. Disc pressure measurements. Spine, v. 6, n. 1, p. 93-97, 1981.

NIELSEN, J. Usability Engineering. San Francisco: Morgan Kaufmann, 1993.

NORMAN, D. The Design of Everyday Things. New York: Basic Books, 1988.

NORMAN, D. The Design of Everyday Things: Revised and Expanded Edition. New York: Basic Books, 2013.

NOWAK, K.; RAINE, S. Ergonomic interventions and their impact on musculoskeletal disorders in dentistry: A literature review. Journal of the American Dental Association, v. 143, n. 4, p. 367-374, 2012.

PAZMINO, V. O memorial descritivo no projeto de produto. São Paulo: Blucher, 2015.

PEJČIĆ, N. et al. Assessment of risk factors and preventive measures and their relations to work-related musculoskeletal pain among dentists. Work, v. 57, n. 4, p. 573-593, 2017.

PHEASANT, S.; HASLEGRAVE, C. M. Bodyspace: Anthropometry, Ergonomics and the Design of Work. 3. ed. Boca Raton: CRC Press, 2016.

PÎRVU, C. et al. The dentist's operating posture – ergonomic aspects. Journal of Medicine and Life, v. 7, n. 2, p. 177-182, 2014.

PRESOTO, C. D. et al. Analysis of dental chairs' ergonomic features in clinical dentistry. Brazilian Dental Science, v. 21, n. 3, p. 312-319, 2018.

RAFIE, F. et al. Prevalence of upper extremity musculoskeletal disorders in dentists: symptoms and risk factors. Journal of Environmental and Public Health, v. 2015, p. 1-6, 2015.

RODAK, L. et al. Musculoskeletal symptoms in Scottish dentists: a national survey. BMC Musculoskeletal Disorders, v. 5, n. 1, p. 25, 2004.

RODRIGUES, M. L. V. et al. Cross-contamination in the dental environment: a systematic review of surface disinfection methods. Journal of Hospital Infection, v. 110, p. 52-61, 2021.

SAKZEWSKI, L.; NASER-UD-DIN, S. Work-related musculoskeletal disorders in Australian dentists and orthodontists: risk assessment and prevention. Work, v. 52, n. 3, p. 559-579, 2015.

SALIBA, T. A. et al. Ergonomic problems according to dental specialty: a cross-sectional study. Journal of Physical Therapy Science, v. 28, n. 7, p. 1984-1988, 2016.

SANTOS, A. L. dos; RODRIGUES, F. Biossegurança em Odontologia. 3. ed. São Paulo: Editora Santos, 2019.

SANTOS, J. F. et al. Influence of color in the dental clinical environment: a systematic review. Clinical Oral Investigations, v. 25, n. 8, p. 4719-4729, 2021.

SILVA, H. P.; GARCIA, P. P. N. S. Análise da interferência do calçado do tipo tamanco na aplicação de protocolos ergonômicos em odontologia. Revista Uniara, v. 19, n. 1, p. 159-173, 2016.

SILVA, R. M.; LIMA, F. F. Ergonomics in dentistry: a review of the impact of furniture on musculoskeletal health. Revista Brasileira de Odontologia, v. 77, e1757, 2020.

SILVA, T. C. et al. Trends in ergonomic furniture for dentistry: materials and design. Materials Science and Engineering: C, v. 104, 109890, 2019.

SOUZA, T. A. et al. Ergonomia e postura ideal na prática odontológica: uma revisão de literatura. Revista Eletrônica Acervo Saúde, v. 10, n. 5, p. 2079-2086, 2018.

SZCZYGIEŁ, E. et al. Biomechanical analysis of balance in dentists. Acta of Bioengineering and Biomechanics, v. 19, n. 1, p. 121-128, 2017.

TEIXEIRA, P.; VALLE, S. Biossegurança: uma abordagem multidisciplinar. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2018.

ULRICH, K. T.; EPPINGER, S. D. Product Design and Development. 6. ed. New York: McGraw-Hill Education, 2015.

ULRICH, K. T.; EPPINGER, S. D. Product Design and Development. 7. ed. New York: McGraw-Hill Education, 2020.

VALACHI, B.; VALACHI, K. Preventing musculoskeletal disorders in clinical dentistry: strategies to address the mechanisms leading to musculoskeletal disorders. The Journal of the American Dental Association, v. 134, n. 12, p. 1604-1612, 2003.

VERGANTI, R. Design-Driven Innovation: Changing the Rules of Competition by Radically Innovating What Things Mean. Boston: Harvard Business Press, 2009.

VIJAY, S.; IDE, M. Musculoskeletal neck and back pain in undergraduate dental students at a UK dental school - a cross-sectional study. British Dental Journal, v. 221, n. 5, p. 241-245, 2016.

WARELL, A. Design syntactics: a functional approach to visual product form. Design Studies, v. 22, n. 1, p. 21-40, 2001.

YAMALIK, N. Musculoskeletal disorders (MSDs) and dental practice Part 1. Risk factors for dentistry, magnitudes of the problem, prevention. International Dental Journal, v. 57, n. 4, p. 268-276, 2007.

GARBIN, A. J. I. et al. Ergonomics and body posture of dentists. Revista de Odontologia da UNESP, v. 44, n. 5, p. 281-287, 2015.

GOPINADH, A. et al. Ergonomics and musculoskeletal disorder: as an occupational hazard in dentistry. The Journal of Contemporary Dental Practice, v. 14, n. 2, p. 299-303, 2013.

LOOZE, M. P. DE; VINK, P. The effects of posture and load on the spine. Ergonomics, v. 46, n. 9, p. 985-997, 2003.

MOHSENI-BANDPEI, M. A. et al. Prevalence and risk factors associated with low back pain in Iranian dentists. Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics, v. 40, n. 5, p. 352-358, 2017.

MORSE, T.; BRUNEAU, H.; DUSSETSCHLEGER, J. Musculoskeletal disorders of the neck and shoulder in the dental professions. Work, v. 35, n. 4, p. 419-429, 2010.

NACHEMSON, A. L.; ANDERSSON, G. B. J.; SCHULTZ, A. B. Valsalva maneuver biomechanics: effects on lumbar trunk loads of elevated intraabdominal pressures. Spine, v. 11, n. 5, p. 476-479, 1986.

NIELSEN, J. Usability Engineering. Cambridge: Academic Press, 1993.

NORMAN, D. A. The Design of Everyday Things: Revised and Expanded Edition. New York: Basic Books, 2013.

RODRIGUES, M. L. V. et al. Disinfection protocols in dental clinics: a systematic review. Journal of Dentistry, v. 108, 103634, 2021.

RODAK, L.; DAHLSTRÖM, L. Pain and discomfort in the musculoskeletal system among dentists. Swedish Dental Journal, v. 28, n. 4, p. 185-192, 2004.

APÊNDICES

Apêndice A - Questionários utilizados na pesquisa

1. Questionário para Dentistas e Estudantes de Odontologia da UFSC

Seção 1: Perfil profissional/acadêmico

Questão	***Opções de resposta***
1.1 Idade	□ 18-25 anos □ 26-35 anos □ 36-45 anos □ 46-55 anos □ Acima de 55 anos
1.2 Categoria	□ Estudante de graduação □ Estudante de pós-graduação □ Profissional formado
1.3 Tempo de atuação profissional	□ Ainda estudante □ Menos de 5 anos □ 5-10 anos □ 11-20 anos □ Mais de 20 anos
1.4 Ambiente de trabalho principal	□ Consultório próprio □ Clínica compartilhada □ Serviço público □ Ambiente acadêmico □ Outro (especifique): _____
1.5 Carga horária semanal de trabalho clínico	□ Até 20 horas □ 21-30 horas □ 31-40 horas □ Mais de 40 horas

Seção 2: Condições ergonômicas atuais

Questão	***Opções de resposta***
2.1 Qual modelo de cadeira odontológica você utiliza atualmente?	□ Mocho tradicional □ Cadeira com encosto lombar □ Cadeira com suporte lombar ajustável □ Selim (tipo sela) □ Outro (especifique): _____
2.2 A cadeira que você utiliza permite ajustes de: (marque todas as aplicáveis)	□ Altura do assento □ Inclinação do assento □ Altura do encosto □ Profundidade do suporte lombar □ Apoio para braços □ Nenhuma das anteriores
2.3 Com que frequência você ajusta sua cadeira odontológica?	□ Nunca □ Raramente (uma vez por mês ou menos) □ Ocasionalmente (algumas vezes por mês) □ Frequentemente (algumas vezes por semana) □ Diariamente

2.4 Como você avalia sua postura durante a jornada de trabalho?	□ Sinto-me confortável durante toda a jornada □ Sinto desconfortos em algum momento do dia □ Não costumo perceber ou reparar na minha postura
2.5 Você já precisou interromper seu trabalho devido a desconforto postural?	□ Nunca □ Raramente □ Às vezes □ Frequentemente □ Sempre
2.6 Você já foi diagnosticado com algum distúrbio musculoesquelético relacionado ao trabalho?	□ Não □ Sim (especifique): _____

Seção 3: Avaliação de desconforto

Questão	***Opções de resposta***
3.1 Indique as regiões do corpo onde você sente desconforto durante ou após a jornada de trabalho (marque todas as aplicáveis)	□ Região cervical (pescoço) □ Ombros □ Região dorsal (parte superior das costas) □ Região lombar (parte inferior das costas) □ Punhos/mãos □ Quadril □ Joelhos □ Tornozelos/pés □ Nenhuma região
3.2 Para a região lombar, classifique o nível de desconforto em uma escala de 0 a 5 (0 = nenhum desconforto, 5 = dor extrema)	[Escala numérica de 0 a]
3.3 Em quais procedimentos odontológicos você sente mais desconforto lombar?	□ Exame clínico □ Procedimentos restauradores □ Procedimentos endodônticos □ Procedimentos cirúrgicos □ Procedimentos periodontais □ Outros (especifique): _____
3.4 Quando o desconforto lombar geralmente começa durante sua jornada de trabalho?	□ Logo no início □ Após 1-2 horas □ Na metade da jornada □ Próximo do final da jornada □ Varia conforme o procedimento
3.5 Quais medidas você adota para aliviar o desconforto lombar?	□ Pausas para alongamento □ Alteração de postura □ Uso de suportes ergonômicos □ Medicação □ Fisioterapia □ Outros (especifique):_____

Seção 4: Expectativas e necessidades

Questão	***Opções de resposta***

4.1 Na sua opinião, quais características seriam mais importantes em uma cadeira odontológica ideal? (classifique de 1 a 5, sendo 1 menos importante e 5 mais importante)	□ Suporte lombar ajustável □ Altura ajustável □ Mobilidade/rodízios □ Material confortável e respirável □ Design compacto
4.2 Você estaria disposto a investir em uma cadeira com suporte lombar personalizado?	□ Definitivamente não □ Provavelmente não □ Talvez □ Provavelmente sim □ Definitivamente sim
4.3 Qual valor você consideraria justo para uma cadeira odontológica com suporte lombar ergonômico e personalizado?	□ Até R$1.000 □ R$1.001 - R$2.500 □ R$2.501 - R$5.000 □ Acima de R$5.000
4.4 Quais outros recursos você gostaria de ver em uma cadeira odontológica ergonômica?	[Campo de texto livre]
4.5 Na sua percepção, como uma cadeira com suporte lombar ajustável poderia impactar sua prática profissional?	□ Reduziria significativamente o desconforto □ Permitiria jornadas de trabalho mais longas □ Melhoraria a precisão dos procedimentos □ Aumentaria minha longevidade profissional □ Não faria diferença significativa

2. Questionário para Especialistas em Ergonomia

Seção 1: Análise técnica dos problemas identificados

Questão	***Opções de resposta***
1.1 Em sua avaliação profissional, quais são os principais problemas ergonômicos enfrentados por dentistas?	[Campo de texto livre]
1.2 Como você avalia os modelos de cadeiras odontológicas disponíveis atualmente no mercado quanto ao suporte lombar?	□ Totalmente inadequados □ Parcialmente inadequados □ Neutro □ Adequados com ressalvas □ Totalmente adequados
1.3 Na sua opinião, qual é a correlação entre o design da cadeira odontológica e a incidência de distúrbios musculoesqueléticos em dentistas?	□ Nenhuma correlação □ Baixa correlação □ Moderada correlação □ Alta correlação □ Correlação direta e causal
1.4 De acordo com os princípios da ergonomia, quais são os aspectos mais críticos a serem considerados no design de uma cadeira para dentistas?	[Campo de texto livre]

Seção 2: Validação científica das hipóteses

Questão	***Opções de resposta***
2.1 Quais parâmetros biomecânicos devem ser considerados ao projetar um suporte lombar ajustável para a postura específica de trabalho odontológico?	[Campo de texto livre]
2.2 Em sua opinião profissional, quais metodologias de avaliação ergonômica seriam mais adequadas para validar o design proposto?	□ Análise postural (RULA, REBA) □ Análise biomecânica □ Eletromiografia □ Análise de pressão □ Outras (especifique): _____

Seção 3: Recomendações técnicas de design

Questão	***Opções de resposta***
3.1 Quais ajustes específicos você recomendaria para um suporte lombar destinado a dentistas?	□ Ajuste de altura □ Ajuste de profundidade □ Ajuste de curvatura □ Ajuste de firmeza □ Ajuste de angulação □ Outros (especifique): _____
3.2 Qual seria o grau de personalização ideal para um suporte lombar eficaz?	□ Tamanho único com ajustes básicos □ Alguns tamanhos padrão com ajustes □ Sistema modular adaptável □ Totalmente personalizado por profissional
3.3 Em sua opinião, quais materiais seriam mais adequados para um suporte lombar ergonômico?	□ Espuma de memória □ Materiais inflados/pneumáticos □ Materiais termo-responsivos □ Materiais rígidos com pontos de flexão □ Outros (especifique): _____
3.4 Quais outros elementos de design você considera essenciais para uma cadeira odontológica ergonomicamente otimizada?	[Campo de texto livre]

Apêndice B - Observações de Uso

1. Identificação da observação

Item	*Detalhes*
Data da observação	__/__/__
Horário de início	__:__
Horário de término	__:__
Local da observação	□ Clínica particular □ Clínica universitária □ Outro: _____
Tipo de procedimento observado	_____
Duração total do procedimento	_____ minutos

2. Análise da Postura Corporal

2.1 Alinhamento da Coluna

Aspecto observado	*Registro*
Manutenção da lordose lombar	□ Lordose mantida □ Lordose parcialmente mantida □ Lordose não mantida (cifose)
Rotação do tronco	□ Sem rotação □ Rotação leve (< 15°) □ Rotação moderada (15-30°) □ Rotação acentuada (> 30°)
Inclinação lateral	□ Sem inclinação □ Inclinação leve (< 15°) □ Inclinação moderada (15-30°) □ Inclinação acentuada (> 30°)
Apoio das costas no encosto	□ Apoio completo □ Apoio parcial □ Sem apoio
Alterações posturais ao longo do tempo	[Registro de minuto em minuto ou eventos significativos]

2.2 Posição dos Ombros

Aspecto observado	*Registro*
Altura dos ombros	□ Alinhados □ Desalinhados (D mais alto) □ Desalinhados (E mais alto)
Tensão visível	□ Ausente □ Leve □ Moderada □ Acentuada
Elevação durante procedimento	□ Não observada □ Ocasional □ Frequente □ Constante

2.3 Angulação da Cabeça

Aspecto observado	*Registro*
Flexão cervical	□ Neutra (0-15°) □ Leve (15-30°) □ Moderada (30-45°) □ Acentuada (> 45°)
Rotação cervical	□ Ausente □ Leve (< 15°) □ Moderada (15-30°) □ Acentuada (> 30°)
Inclinação lateral	□ Ausente □ Leve (< 15°) □ Moderada (15-30°) □ Acentuada (> 30°)

2.4 Movimentação dos Membros Superiores

3. Interação com o Mobiliário

Aspecto observado	*Registro*
Posição dos cotovelos	□ Junto ao corpo □ Afastados do corpo □ Variável
Elevação dos braços	□ Abaixo da linha dos ombros □ Na linha dos ombros □ Acima da linha dos ombros
Apoio dos antebraços	□ Completo □ Parcial □ Ausente
Movimentos repetitivos	□ Ausentes □ Ocasionais □ Frequentes □ Constantes

3.1 Uso da Cadeira

Aspecto observado	*Registro*
Tipo de cadeira utilizada	□ Mocho tradicional □ Cadeira com encosto lombar □ Cadeira tipo selim □ Outro: _____
Ajustes realizados antes do procedimento	□ Nenhum □ Altura □ Encosto □ Outros: _____
Ajustes realizados durante o procedimento	□ Nenhum □ Altura □ Encosto □ Outros: _____

Porcentagem de tempo com apoio lombar	□ 0% □ < 25% □ 25-50% □ 51-75% □ > 75%
Movimentação na cadeira	□ Estática □ Ocasional □ Frequente

3.2 Alcance de Instrumentos

Aspecto observado	***Registro***
Disposição dos instrumentos	□ Ao alcance □ Parcialmente ao alcance □ Fora do alcance ideal
Necessidade de movimentos extremos para alcance	□ Não observado □ Ocasional □ Frequente
Uso de assistente	□ Constante □ Parcial □ Ausente

3.3 Ajustes Posturais

Aspecto observado	***Registro***
Frequência de ajustes posturais	□ Rara (< 1/10 min) □ Ocasional (1-3/10 min) □ Frequente (> 3/10 min)
Tipo de ajuste postural	□ Mudança de peso □ Alongamento momentâneo □ Ajuste da cadeira □ Reposicionamento completo

3.4 Sinais de Desconforto

4. Ambiente de Trabalho

Aspecto observado	***Registro***
Expressões faciais de desconforto	□ Não observadas □ Ocasionais □ Frequentes
Movimentos de alívio	□ Não observados □ Ocasionais □ Frequentes
Pausas não planejadas	□ Não observadas □ 1-2 pausas □ > 2 pausas
Massagem ou toque em áreas de desconforto	□ Não observado □ Região cervical □ Ombros □ Região lombar □ Outros: _____

4.1 Iluminação

Aspecto observado	***Registro***
Posicionamento da iluminação	□ Adequado □ Causa sombras □ Reflexos
Ajustes de iluminação durante procedimento	□ Nenhum □ Ocasional □ Frequente

4.2 Espaço Físico

Aspecto observado	***Registro***
Dimensões do espaço de trabalho	□ Amplo □ Adequado □ Restrito
Circulação em torno da cadeira	□ Livre □ Parcialmente restrita □ Muito restrita
Organização geral	□ Organizado □ Parcialmente organizado □ Desorganizado

4.3 Disposição dos Equipamentos

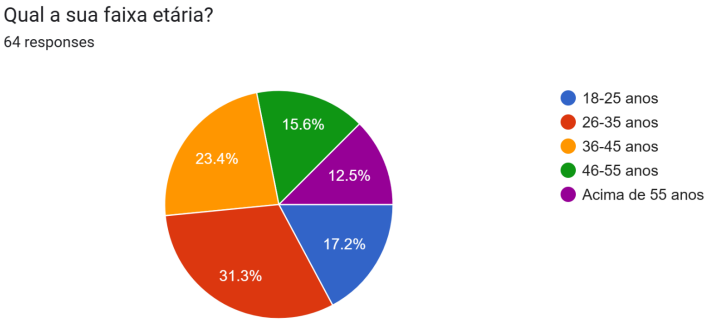
Aspecto observado	***Registro***
Distância entre cadeira do dentista e equipamentos	□ Adequada □ Parcialmente adequada □ Inadequada
Altura da mesa/bandeja de instrumentos	□ Adequada □ Parcialmente adequada □ Inadequada
Posicionamento do paciente	□ Adequado □ Parcialmente adequado □ Inadequado

Apêndice C - Tabulação dos dados coletados

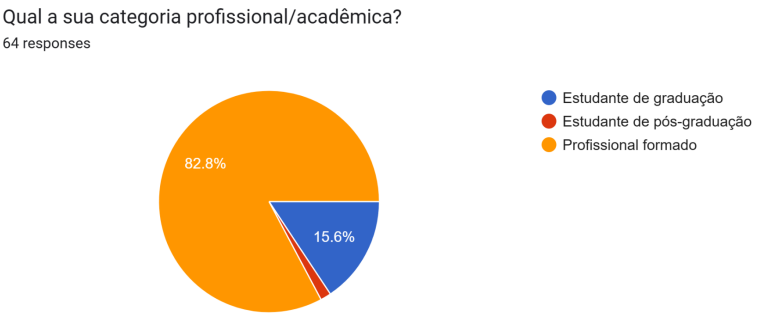
1. Questionários com profissionais dentistas e estudantes de odontologia

1.1 Perfil dos Participantes

1.1.1 Distribuição por Faixa Etária



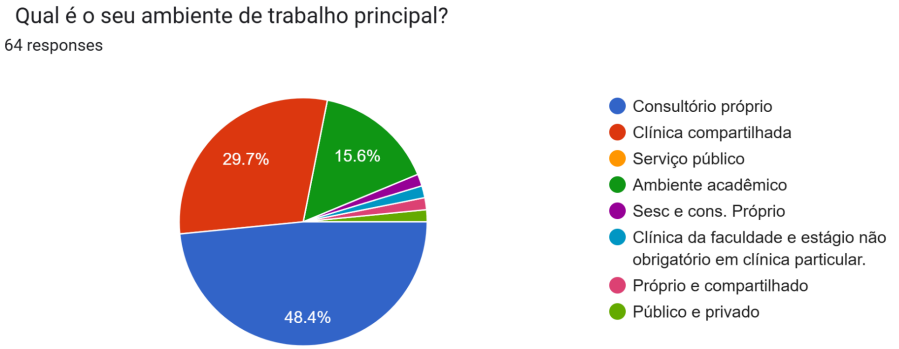
1.1.2 Categoria Profissional/Acadêmica



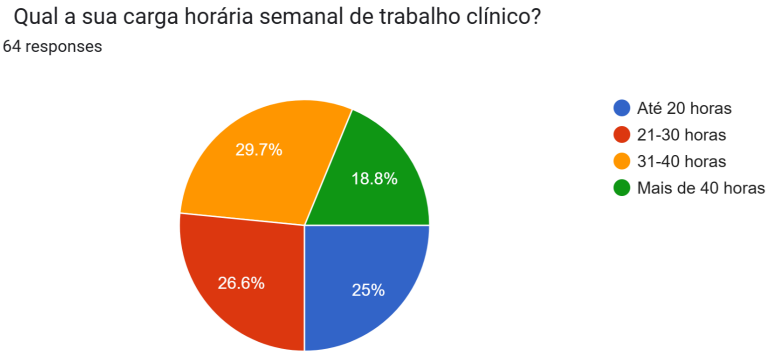
1.1.3 Tempo de Atuação na Área Odontológica



1.1.4 Ambiente de Trabalho Principal

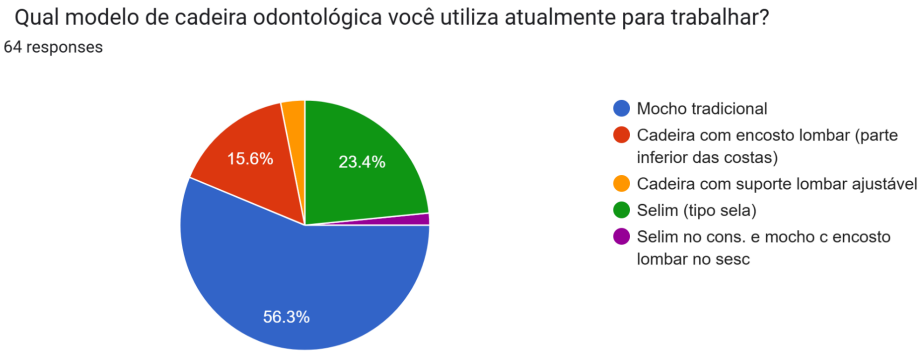


1.1.5 Carga Horária Semanal

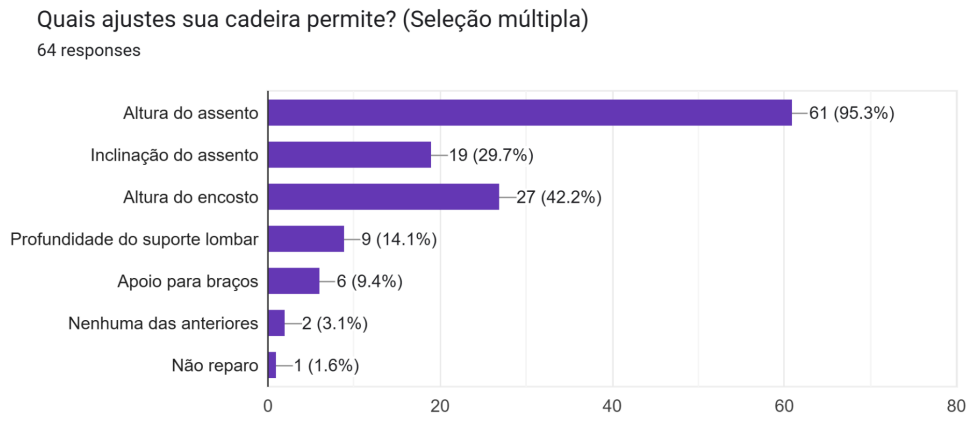


1.2 Características da Cadeira Odontológica Atual

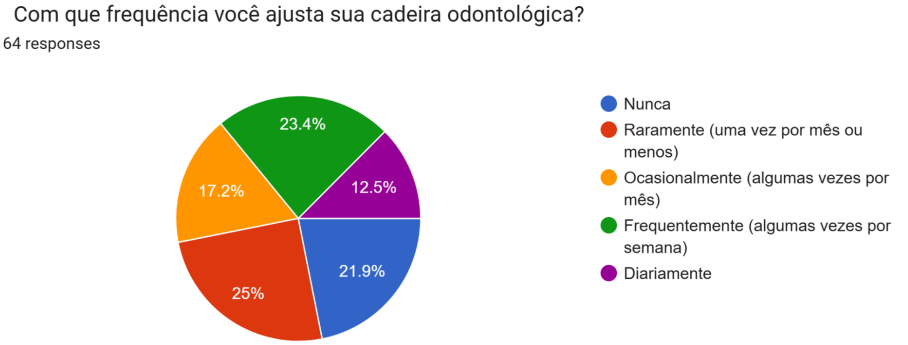
1.2.1 Modelo de Cadeira Utilizada



1.2.2 Ajustes Disponíveis (seleção múltipla)

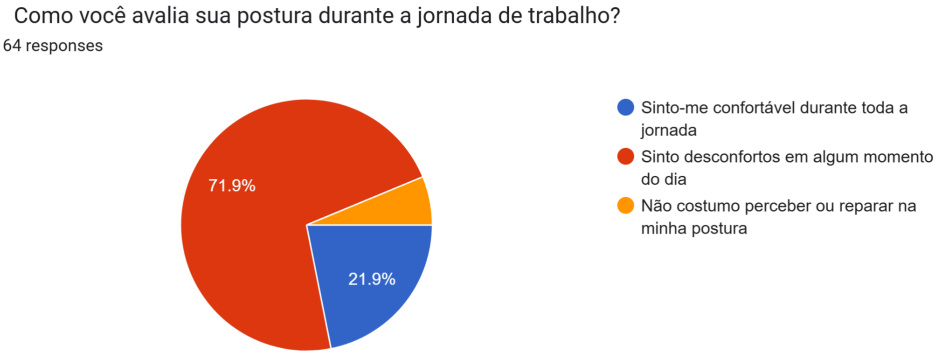


1.2.3 Frequência de Ajuste da Cadeira

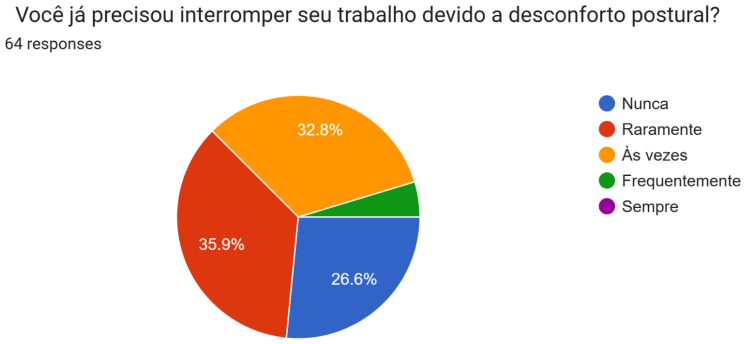


1.3 Avaliação Postural e Desconforto

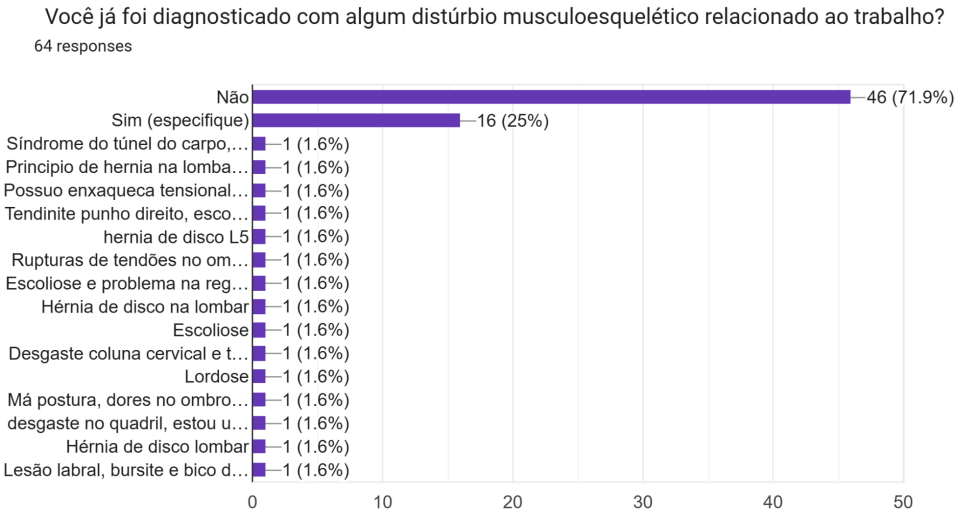
1.3.1 Percepção da Postura Durante o Trabalho



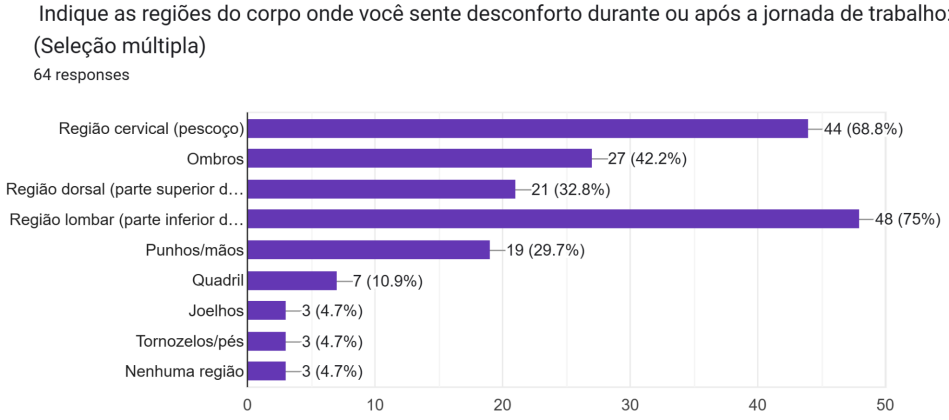
1.3.2 Interrupção do Trabalho por Desconforto Postural



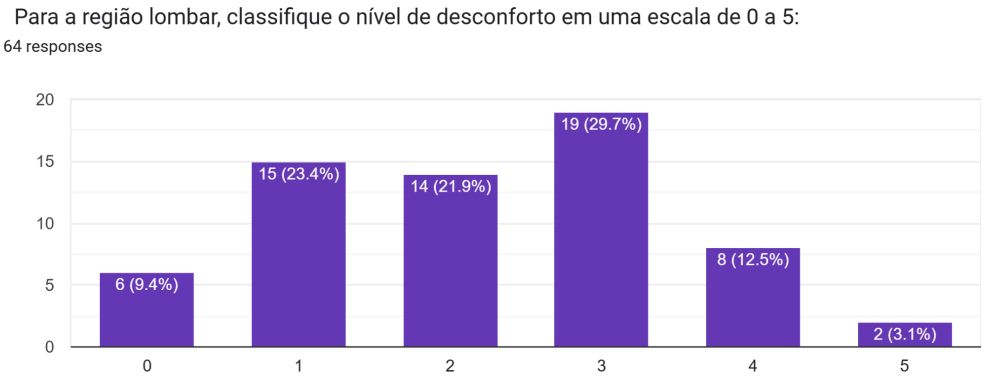
1.3.3 Diagnóstico de Distúrbios Musculoesqueléticos



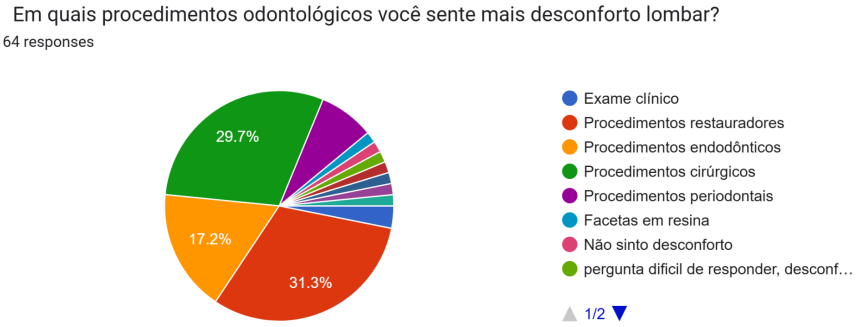
1.3.4 Regiões de Desconforto (seleção múltipla)



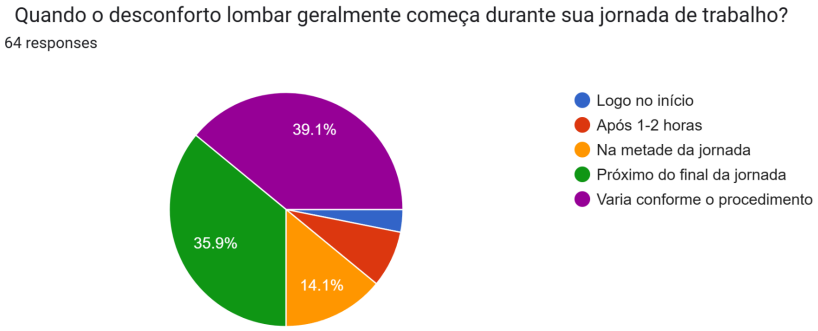
1.3.5 Nível de Desconforto Lombar (escala de 0 a 5)



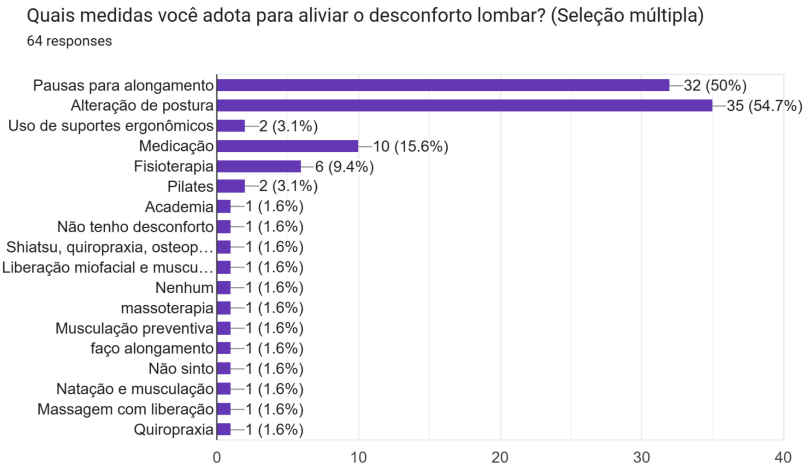
1.3.6 Procedimentos com Maior Desconforto Lombar



1.3.7 Início do Desconforto Lombar Durante a Jornada

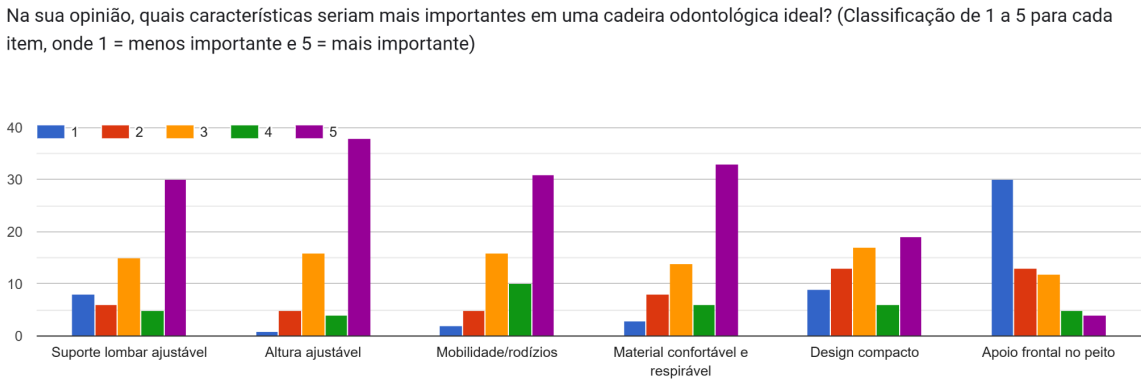


1.3.8 Medidas Adotadas para Alívio do Desconforto (seleção múltipla)

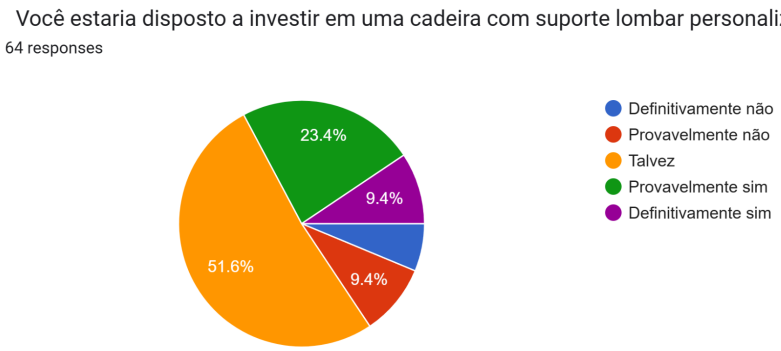


1.4 Preferências para Cadeira Odontológica Ideal

1.4.1 Importância das Características (média numa escala de 1 a 5)



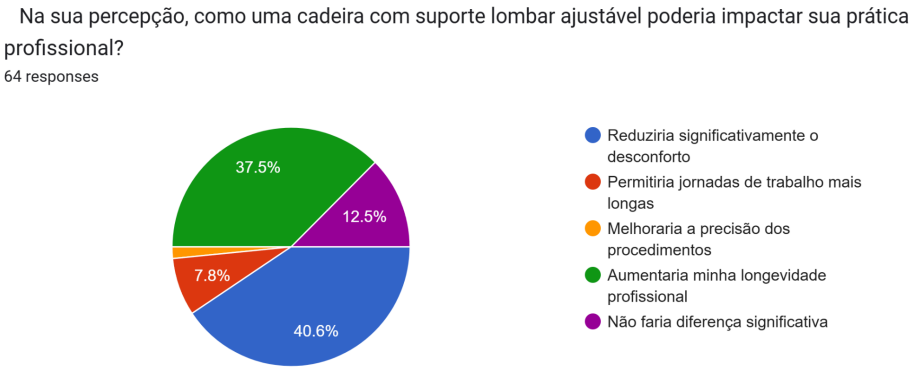
1.4.2 Disposição para Investir em Cadeira com Suporte Lombar Personalizado



1.4.3 Valor Considerado Justo para uma Cadeira Ergonômica



1.4.4 Percepção do Impacto de uma Cadeira com Suporte Lombar



1.5 Recursos Adicionais Sugeridos para Cadeira Ergonômica

1.5.1 Sugestões Mais Frequentes

- Apoio para braços/cotovelos (8 menções);
- Melhor qualidade de rodízios (4 menções);
- Formato de sela com ajustes (3 menções);
- Suporte lombar personalizado (3 menções);
- Material de qualidade/confortável (3 menções);
- Apoio para os pés (2 menções);
- Sistema de alerta/lembrete para correção postural (1 menção).

1.6 Observações Complementares

1.6.1 Temas Recorrentes nos Comentários

- Importância da ergonomia para longevidade profissional;
- Necessidade de treinamento em ergonomia durante a formação;
- Desafios específicos ao atender diferentes tipos de pacientes;
- Uso complementar de atividades físicas para manutenção da saúde postural;

- Diferenciação entre problemas da cadeira do dentista (mocho) e cadeira do paciente.

2. Questionários com profissionais de ergonomia odontológica

2.1 Dados dos participantes

Identificação	***Data***	***Área de Atuação***
Profissional A	*01/05/2025*	*Radiologia médica e odontológica / Doutorado em Ergonomia*
Profissional B	*07/05/2025*	*Docente de Ergonomia Aplicada à Odontologia (UFSC)*

2.2 Problemas ergonômicos e design de cadeiras odontológicas

2.2.1 Em sua avaliação profissional, quais são os principais problemas ergonômicos enfrentados por dentistas?

Identificação	***Resposta***
Profissional A	Permanência prolongada sentado, curvatura excessiva sobre o paciente, esforço manual.
Profissional B	Conforto, membros superiores, região escapular e coluna. Lesões por esforço repetitivo, estresse ocupacional, ruído e perda de acuidade visual.

2.2.2 Como você avalia os modelos de cadeiras odontológicas disponíveis atualmente no mercado quanto ao suporte lombar?

Identificação	***Resposta***
Profissional A	Parcialmente inadequados
Profissional B	Adequados com ressalvas

2.2.3 Na sua opinião, qual é a correlação entre o design da cadeira odontológica e a incidência de distúrbios musculoesqueléticos em dentistas?

Identificação	***Resposta***
Profissional A	Alta correlação
Profissional B	Alta correlação

2.2.4 De acordo com os princípios da ergonomia, quais são os aspectos mais críticos a serem considerados no design de uma cadeira para dentistas?

Identificação	***Resposta***
Profissional A	Postura adequada e altura compatível com o profissional
Profissional B	Encosto lombar, ajuste de altura, segurança nos movimentos (rodízios e assento)

2.3 Parâmetros biomecânicos e metodologias de avaliação

2.3.1 Quais parâmetros biomecânicos devem ser considerados ao projetar um suporte lombar ajustável para a postura específica de trabalho odontológico?

Identificação	***Resposta***
Profissional A	Postura, esforço, repetitividade
Profissional B	Postura, força moderada, articulações em ponto neutro

2.3.2 Em sua opinião profissional, quais metodologias de avaliação ergonômica seriam mais adequadas para validar o design proposto?

Identificação	*Resposta*
Profissional A	Análise postural (RULA, REBA), biomecânica, eletromiografia, pressão
Profissional B	Análise biomecânica

2.4 Recomendações específicas para suporte lombar e design de cadeira

2.4.1 Quais ajustes específicos você recomendaria para um suporte lombar destinado a dentistas?

Identificação	*Resposta*
Profissional A	Altura, profundidade e curvatura ajustáveis
Profissional B	Altura e profundidade ajustáveis

2.4.2 Qual seria o grau de personalização ideal para um suporte lombar eficaz?

Identificação	*Resposta*
Profissional A	Sistema modular adaptável
Profissional B	Tamanhos padrão com ajustes

2.4.3 Em sua opinião, quais materiais seriam mais adequados para um suporte lombar ergonômico?

Identificação	*Resposta*
Profissional A	Materiais termo-responsivos
Profissional B	Espuma de memória

2.5 Comentários finais e sugestões

Identificação	*Resposta*
Profissional A	*Pesquisar referências de cadeiras odontológicas em outros países*
Profissional B	*Ajustes no encosto e assento, encostos modulares, apoio de braço, qualidade dos rodízios e materiais*

3. Observações de uso na clínica universitária da UFSC

3.1 Dados Gerais das Observações

Identificação	*Baia*	*Procedimento*	*Duração*
Participante 1	*205A*	*Dentística*	*1h30min*
Participante 2	*08*	*Clareamento dental*	*1h*
Participante 3	*05*	*Restauração classe 5*	*2h*

3.2. Análise da Postura Corporal

3.2.1 Alinhamento da Coluna

Aspecto Observado	*Participante 1*	*Participante 2*	*Participante 3*
Manutenção da lordose lombar	Parcialmente mantida	Parcialmente mantida	Parcialmente mantida

Rotação do tronco	Leve (< 15°)	Sem rotação	Leve (< 15°)
Inclinação lateral	Leve (< 15°)	Leve (< 15°)	Leve (< 15°)
Apoio das costas no encosto	Parcial	Parcial	Parcial
Tempo com apoio lombar	0% < 25%	0% < 25%	0% < 25%
Alterações posturais	Encostamento momentâneo (<3min)	Encostamento momentâneo, relatou desconforto com a cadeira	Encostamento momentâneo, com movimentação frequente do tronco

3.2.2 Posição dos Ombros

Aspecto Observado	***Participante 1***	***Participante 2***	***Participante 3***
Altura dos ombros	Desalinhados (E mais alto)	Alinhados	Desalinhados (E mais alto)
Tensão visível	Leve	Leve	Ausente
Elevação durante procedimento	Não observada	Ocasional	Não observada

3.2.3 Angulação da Cabeça

Aspecto Observado	***Participante 1***	***Participante 2***	***Participante 3***
Flexão cervical	Leve (15-30°)	Neutra/Leve (15-30°)	Leve (15-30°)
Rotação cervical	Leve (< 15°)	Ausente	Leve (< 15°)
Inclinação lateral	Leve (< 15°)	Ausente	Leve (< 15°)

3.2.4 Movimentação dos Membros Superiores

Aspecto Observado	***Participante 1***	***Participante 2***	***Participante 3***
Posição dos cotovelos	Afastados do corpo / Variável	Variável	Variável
Elevação dos braços	Abaixo da linha dos ombros	Abaixo da linha dos ombros	Abaixo da linha dos ombros
Apoio dos antebraços	Ausente	Ausente	Ausente
Movimentos repetitivos	Frequentes	Frequentes	Ocasionais

3.3 Interação com o Mobiliário

3.3.1 Uso da Cadeira

Aspecto Observado	***Participante 1***	***Participante 2***	***Participante 3***
Tipo de cadeira utilizada	Mocho tradicional	Mocho tradicional	Mocho tradicional
Ajustes antes do procedimento	Nenhum	Ajuste de altura	Nenhum
Ajustes durante o procedimento	Nenhum	Nenhum	Nenhum
Movimentação na cadeira	Ocasional	Ocasional	Ocasional

3.3.2 Alcance de Instrumentos

Aspecto Observado	*Participante 1*	*Participante 2*	*Participante 3*
Disposição dos instrumentos	Parcialmente ao alcance	Parcialmente ao alcance	Ao alcance
Movimentos extremos	Não observados	Ocasional	Não observados
Uso de assistente	Parcial	Constante	Constante

3.3.3 Ajustes Posturais

Aspecto Observado	*Participante 1*	*Participante 2*	*Participante 3*
Frequência de ajustes	Rara (< 1/10 min)	Ocasional (1-3/10 min)	Rara (< 1/10 min)
Tipo de ajuste postural	Alongamento momentâneo	Mudança de peso	Mudança de peso

3.3.4 Sinais de Desconforto

Aspecto Observado	*Participante 1*	*Participante 2*	*Participante 3*
Expressões faciais de desconforto	Não observadas	Não observadas	Não observadas
Movimentos de alívio	Ocasionais	Não observados	Não observados
Pausas não planejadas	Não observadas	Não observadas	Não observadas
Massagem/toque em áreas de desconforto	Não observado	Não observado	Não observado

3.4. Ambiente de Trabalho

3.4.1 Iluminação

Aspecto Observado	*Participante 1*	*Participante 2*	*Participante 3*
Posicionamento da iluminação	Adequado	Adequado	Adequado
Ajustes de iluminação	Ocasional	Ocasional	Frequente

3.4.2 Espaço Físico

Aspecto Observado	*Participante 1*	*Participante 2*	*Participante 3*
Dimensões do espaço de trabalho	Adequado	Adequado	Adequado
Circulação em torno da cadeira	Muito restrita	Parcialmente restrita	Parcialmente restrita
Organização geral	Organizado	Organizado	Organizado

3.4.3 Disposição dos Equipamentos

Aspecto Observado	*Participante 1*	*Participante 2*	*Participante 3*
Distância entre cadeira e equipamentos	Parcialmente adequada	Parcialmente adequada	Adequada
Altura da mesa/bandeja de instrumentos	Adequada	Adequada	Adequada
Posicionamento do paciente	Adequado	Adequado	Adequado

4. Observações de uso na clínica particular

4.1 Dados Gerais das Observações

Identificação	***Procedimento***	***Duração***
Participante 1	*Ajuste de aparelho dental*	*20 min*

4.2. Análise da Postura Corporal

4.2.1 Alinhamento da Coluna

Aspecto Observado	***Participante 1***
Manutenção da lordose lombar	Parcialmente mantida
Rotação do tronco	Leve (< 15°)
Inclinação lateral	Leve (< 15°)
Apoio das costas no encosto	Ausente
Tempo com apoio lombar	0% < 25%
Alterações posturais	Movimento para frente

4.2.2 Posição dos Ombros

Aspecto Observado	***Participante 1***
Altura dos ombros	Desalinhados (D mais alto)
Tensão visível	Leve
Elevação durante procedimento	Não observada

4.2.3 Angulação da Cabeça

Aspecto Observado	***Participante 1***
Flexão cervical	Leve (15-30°)
Rotação cervical	Leve (< 15°)
Inclinação lateral	Leve (< 15°)

4.2.4 Movimentação dos Membros Superiores

Aspecto Observado	***Participante 1***
Posição dos cotovelos	Afastados do corpo / Variável
Elevação dos braços	Abaixo da linha dos ombros
Apoio dos antebraços	Ausente
Movimentos repetitivos	Frequentes

4.3. Interação com o Mobiliário

4.3.1 Uso da Cadeira

Aspecto Observado	***Participante 1***
Tipo de cadeira utilizada	Mocho tradicional
Ajustes antes do procedimento	Nenhum
Ajustes durante o procedimento	Nenhum
Movimentação na cadeira	Ocasional

4.3.2 Alcance de Instrumentos

Aspecto Observado	***Participante 1***
Disposição dos instrumentos	Parcialmente ao alcance
Movimentos extremos	Não observados
Uso de assistente	Não

4.3.3 Ajustes Posturais

Aspecto Observado	***Participante 1***
Frequência de ajustes	Rara (< 1/10 min)
Tipo de ajuste postural	Movimentar o corpo

4.3.4 Sinais de Desconforto

Aspecto Observado	***Participante 1***
Expressões faciais de desconforto	Não observadas
Movimentos de alívio	Não observadas
Pausas não planejadas	Não observadas
Massagem/toque em áreas de desconforto	Não observado

4.4. Ambiente de Trabalho

4.4.1 Iluminação

Aspecto Observado	***Participante 1***
Posicionamento da iluminação	Adequado
Ajustes de iluminação	Ocasional

4.4.2 Espaço Físico

Aspecto Observado	***Participante 1***
Dimensões do espaço de trabalho	Adequado
Circulação em torno da cadeira	Amplo
Organização geral	Organizado

4.4.3 Disposição dos Equipamentos

Aspecto Observado	***Participante 1***
Distância entre cadeira e equipamentos	Parcialmente adequada
Altura da mesa/bandeja de instrumentos	Adequada
Posicionamento do paciente	Adequado

Apêndice D - Avaliação do Mockup com Dentistas

1. Tempo de Uso

- Tempo de teste: _____ Dias
- Sentiu fadiga durante o teste? ( ) Sim ( ) Não
- A partir de quanto tempo começou a sentir desconforto (se houver)? _____

2. Avaliação de Conforto Durante Simulação de Trabalho

Aspecto Avaliado	***Muito Desconfortável (1)***	***Desconfortável (2)***	***Neutro (3)***	***Confortável (4)***	***Muito Confortável (5)***
Conforto geral do assento	( )	( )	( )	( )	( )
Acomodação da região pélvica	( )	( )	( )	( )	( )
Suporte para as coxas	( )	( )	( )	( )	( )
Facilidade de movimento	( )	( )	( )	( )	( )

3. Análise de Pontos de Pressão e Desconforto

Região Corporal	***Sem Desconforto (1)***	***Leve Desconforto (2)***	***Moderado (3)***	***Desconfortável (4)***	***Muito Desconfortável (5)***
Região sacral	( )	( )	( )	( )	( )
Coxas - parte anterior	( )	( )	( )	( )	( )
Coxas - parte posterior	( )	( )	( )	( )	( )
Região glútea	( )	( )	( )	( )	( )

4. Comparação com Assento Atual

Aspecto	***Muito Pior (1)***	***Pior (2)***	***Igual (3)***	***Melhor (4)***	***Muito Melhor (5)***
Conforto geral	( )	( )	( )	( )	( )
Suporte postural	( )	( )	( )	( )	( )
Facilidade de trabalho	( )	( )	( )	( )	( )

5. Recomendações e Sugestões

Pontos positivos identificados:

_____

Pontos que necessitam melhoria:

_____

Sugestões específicas de ajustes:

_____

Recomendaria este assento para outros colegas? ( ) Sim ( ) Não, por quê? _____

Apêndice E - Avaliação do Mockup Especialistas em Ergonomia

1. Distribuição de Peso Corporal

Região de Suporte	***Percentual Esperado***	***Observação Visual***	***Adequação***
Região glútea	60-70%	( ) Adequada ( ) Concentrada ( ) Insuficiente	( ) Adequado ( ) Inadequado
Posterior das coxas	20-30%	( ) Adequada ( ) Concentrada ( ) Insuficiente	( ) Adequado ( ) Inadequado
Região lombar	5-10%	( ) Adequada ( ) Concentrada ( ) Insuficiente	( ) Adequado ( ) Inadequado

2. Avaliação dos Ângulos Projetados

2.1 Inclinação do Assento (12°)

Critério de Análise	***Muito Inadequado (1)***	***Inadequado (2)***	***Parcialmente Adequado (3)***	***Adequado (4)***	***Muito Adequado (5)***
Promove abertura do ângulo tronco-coxa	( )	( )	( )	( )	( )
Facilita manutenção da lordose lombar	( )	( )	( )	( )	( )
Reduz pressão na fossa poplítea	( )	( )	( )	( )	( )
Evita deslizamento anterior	( )	( )	( )	( )	( )

2.2 Ângulo da Crista (6,77°)

Critério de Análise	***Muito Inadequado (1)***	***Inadequado (2)***	***Parcialmente Adequado (3)***	***Adequado (4)***	***Muito Adequado (5)***
Estabilização pélvica adequada	( )	( )	( )	( )	( )
Não cria ponto de pressão excessivo	( )	( )	( )	( )	( )
Permite mobilidade lateral	( )	( )	( )	( )	( )
Altura adequada para diferentes biotipos	( )	( )	( )	( )	( )

2.3 Inclinação para Acomodação das Coxas (31,3°)

Critério de Análise	***Muito Inadequado (1)***	***Inadequado (2)***	***Parcialmente Adequado (3)***	***Adequado (4)***	***Muito Adequado (5)***
Distribuição uniforme da pressão	( )	( )	( )	( )	( )
Suporte adequado sem compressão vascular	( )	( )	( )	( )	( )
Facilita flexão do quadril	( )	( )	( )	( )	( )
Evitar hiperextensão da coluna	( )	( )	( )	( )	( )

Observações técnicas:

---

3. Análise de Risco Ergonômico

3.1 Fatores de Risco Identificados

Fator de Risco	***Presente***	***Ausente***	***Observações***
Compressão de vasos sanguíneos	( )	( )	
Compressão de nervos	( )	( )	
Pontos de pressão concentrada	( )	( )	
Restrição de movimento	( )	( )	
Postura assimétrica forçada	( )	( )	
Hiperextensão lombar	( )	( )	
Flexão lombar excessiva	( )	( )	

3.2 Análise por Sistema Corporal

3.2.1 Sistema Musculoesquelético

Aspecto	***Risco Baixo (1)***	***Risco Moderado (2)***	***Risco Alto (3)***	***Observações***
Sobrecarga da coluna vertebral	( )	( )	( )	
Tensão muscular nas costas	( )	( )	( )	
Sobrecarga articular do quadril	( )	( )	( )	
Tensão nos músculos das pernas	( )	( )	( )	

3.2.2 Sistema Circulatório

Aspecto	***Risco Baixo (1)***	***Risco Moderado (2)***	***Risco Alto (3)***	***Observações***
Compressão vascular das pernas	( )	( )	( )	

Dificuldade de retorno venoso	( )	( )	( )
Formação de edemas	( )	( )	( )

4. Recomendações Técnicas

*4.1 Ajustes Necessários nos Ângulo***s**

Inclinação do assento (atual 12°): ( ) Manter ângulo atual ( ) Reduzir para: ____° ( ) Aumentar para: ____° **Justificativa:**
_____

Ângulo da crista (atual 6,77°): ( ) Manter ângulo atual ( ) Reduzir para: ____° ( ) Aumentar para: ____° **Justificativa:**
_____

Inclinação das coxas (atual 31,3°): ( ) Manter ângulo atual ( ) Reduzir para: ____° ( ) Aumentar para: ____° **Justificativa:**
_____

4.2 Outras Recomendações

Dimensionais:

Materiais/Estofamento:

Ajustes mecânicos sugeridos:

4.3 Avaliação Geral do Projeto

Pontos fortes do design:

Pontos críticos identificados:

Recomendação final: ( ) Aprovado sem modificações () Aprovado com modificações menores ( ) Necessita modificações significativas ( ) Não aprovado - reformular design

Justificativa da recomendação:

Apêndice F - Tabulação de dados das avaliações com Mockup

1. Valiação do Mockup com Dentistas

1.1 Tempo de Uso

- **Tempo de teste**: 5 Dias
- **Sentiu fadiga durante o teste?** ( ) Sim (x) Não
- **A partir de quanto tempo começou a sentir desconforto (se houver)?** Não recorda ter sentido desconfortos.

1.2 Avaliação de Conforto Durante Simulação de Trabalho

Aspecto Avaliado	***Muito Desconfortável (1)***	***Desconfortável (2)***	***Neutro (3)***	***Confortável (4)***	***Muito Confortável (5)***
Conforto geral do assento	( )	( )	( )	(x)	( )
Acomodação da região pélvica	( )	( )	( )	(x)	( )
Suporte para as coxas	( )	( )	(x)	( )	( )
Facilidade de movimento	( )	( )	( )	( )	(x)

3. Análise de Pontos de Pressão e Desconforto

Região Corporal	***Sem Desconforto (1)***	***Leve Desconforto (2)***	***Moderado (3)***	***Desconfortável (4)***	***Muito Desconfortável (5)***
Região sacral	(x)	( )	( )	( )	( )
Coxas - parte anterior	(x)	( )	( )	( )	( )
Coxas - parte posterior	(x)	( )	( )	( )	( )
Região glútea	(x)	( )	( )	( )	( )

4. Comparação com Assento Atual

Aspecto	***Muito Pior (1)***	***Pior (2)***	***Igual (3)***	***Melhor (4)***	***Muito Melhor (5)***
Conforto geral	( )	( )	( )	(x)	( )
Suporte postural	( )	( )	( )	( )	(x)
Facilidade de trabalho	( )	( )	( )	( )	(x)

5. Recomendações e Sugestões

Pontos positivos identificados:
Ajuda a lembrar de manter a postura, quando tenta ficar curvado o assento cobra a postura.

Pontos que necessitam melhoria:

Mockup um pouco alto.

Sugestões específicas de ajustes:
Altura do assento.

Recomendaria este assento para outros colegas? (X) Sim ( ) Não **Por quê?**
Já experimentou assento sela e não se adaptou, mas este assento por não ter acentuação da crista muito elevada se tornou confortável e melhor de se adaptar.

1. Avaliação do Mockup Especialistas em Ergonomia

1.1 Dados dos participantes

Identificação	***Data***	***Área de Atuação***
Profissional A	*23/09/2025*	*Docente de Ergonomia Aplicada à Odontologia (UFSC)*

2. Distribuição de Peso Corporal

Região de Suporte	***Percentual Esperado***	***Observação Visual***	***Adequação***
Região glútea	60-70%	Adequada	Adequado
Posterior das coxas	20-30%	Adequada	Adequado
Região lombar	5-10%	Adequada	Adequado

3. Avaliação dos Ângulos Projetados

3.1 Inclinação do Assento (12°)

Critério de Análise	***Muito Inadequado (1)***	***Inadequado (2)***	***Parcialmente Adequado (3)***	***Adequado (4)***	***Muito Adequado (5)***
Promove abertura do ângulo tronco-coxa	( )	( )	( )	( )	(X)
Facilita manutenção da lordose lombar	( )	( )	( )	( )	(X)
Reduz pressão na fossa poplítea	( )	( )	( )	( )	(X)
Evita deslizamento anterior	( )	( )	( )	( )	(X)

3.2 Ângulo da Crista (6,77°)

Critério de Análise	***Muito Inadequado (1)***	***Inadequado (2)***	***Parcialmente Adequado (3)***	***Adequado (4)***	***Muito Adequado (5)***
Estabilização pélvica adequada	( )	( )	( )	( )	(X)
Não cria ponto de pressão excessivo	( )	( )	( )	( )	(X)
Permite mobilidade lateral	( )	( )	( )	( )	(X)

Altura adequada para diferentes biotipos	( )	( )	( )	( )	(X)

3.3 Inclinação para Acomodação das Coxas (31,3°)

Critério de Análise	***Muito Inadequado (1)***	***Inadequado (2)***	***Parcialmente Adequado (3)***	***Adequado (4)***	***Muito Adequado (5)***
Distribuição uniforme da pressão	( )	( )	(X)	( )	( )
Suporte adequado sem compressão vascular	( )	( )	(X)	( )	( )
Facilita flexão do quadril	( )	( )	(X)	( )	( )
Evitar hiperextensão da coluna	( )	( )	(X)	( )	( )

Observações técnicas: Parte do posterior da coxa não toca no assento, de forma a ter menos distribuição do peso.

4. Análise de Risco Ergonômico

4.1 Fatores de Risco Identificados

Fator de Risco	***Presente***	***Ausente***	***Observações***
Compressão de vasos sanguíneos	( )	(X)	
Compressão de nervos	( )	(X)	
Pontos de pressão concentrada	(X)	( )	
Restrição de movimento	( )	(X)	
Postura assimétrica forçada	( )	(X)	
Hiperextensão lombar	( )	(X)	
Flexão lombar excessiva	( )	(X)	

5. Análise por Sistema Corporal

5.2 Sistema Musculoesquelético

Aspecto	***Risco Baixo (1)***	***Risco Moderado (2)***	***Risco Alto (3)***
Sobrecarga da coluna vertebral	(X)	( )	( )
Tensão muscular nas costas	(X)	( )	( )
Sobrecarga articular do quadril	( )	(X)	( )
Tensão nos músculos das pernas	(X)	( )	( )

5.3. Sistema Circulatório

Aspecto	***Risco Baixo (1)***	***Risco Moderado (2)***	***Risco Alto (3)***
Compressão vascular das pernas	(X)	( )	( )
Dificuldade de retorno venoso	(X)	( )	( )

Formação de edemas	(X)	( )	( )

6. Recomendações Técnicas

6.1 Ajustes Necessários nos Ângulos

Inclinação do assento (atual 12°): (X) Manter ângulo atual ( ) Reduzir para: ____°
( ) Aumentar para: ____°
Justificativa: _____

Ângulo da crista (atual 6,77°): (X) Manter ângulo atual ( ) Reduzir para: ____°
( ) Aumentar para: ____°
Justificativa: _____
Inclinação das coxas (atual 31,3°): ( ) Manter ângulo atual (X) Reduzir para:20° ( ) Aumentar para: ____°
Justificativa: Melhorar o contato da parte posterior da coxa para melhor distribuição do peso ao sentar.

6.2 Outras Recomendações

Dimensionais: Nenhuma.

Materiais/Estofamento: Nenhuma.

Ajustes mecânicos sugeridos: Nenhuma.

6.3 Avaliação Geral do Projeto

Pontos fortes do design: Design, tamanho e encaixe da coluna

Pontos críticos identificados: Ângulo do apoio na parte posterior da coxa.

Recomendação final: ( ) Aprovado sem modificações (X) Aprovado com modificações menores ( ) Necessita modificações significativas ( ) Não aprovado - reformular design

Justificativa da recomendação: Apenas alterar a angulação para apoio da parte posterior da coxa.