

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ARQUITETURA
CURSO DE DESIGN DE PRODUTO

NICOLLE MUSSÓI PERICO

**DISPOSITIVO DE PREVENÇÃO DE DORSALGIAS, CERVICALGIAS E
LOMBALGIAS CAUSADAS PELA MÁ POSTURA SENTADA**

Porto Alegre

2019

NICOLLE MUSSÓI PERICO

**DISPOSITIVO DE PREVENÇÃO DE DORSALGIAS, CERVICALGIAS E
LOMBALGIAS CAUSADAS PELA MÁ POSTURA SENTADA**

Trabalho de Conclusão de Curso II
submetido ao Curso de Design de Produto,
da Faculdade de Arquitetura da UFRGS,
como requisito parcial para a obtenção do
título de Designer.

Orientador: Prof. Dr. Régio Pierre da Silva

Coorientadora: Profa. Dra. Clariana Fischer
Brendler

Porto Alegre

2019

NICOLLE MUSSÓI PERICO

**DISPOSITIVO DE PREVENÇÃO DE DORSALGIAS, CERVICALGIAS E
LOMBALGIAS CAUSADAS PELA MÁ POSTURA SENTADA**

Trabalho de Conclusão de Curso II
submetido ao Curso de Design de Produto,
da Faculdade de Arquitetura da UFRGS,
como requisito parcial para a obtenção do
título de Designer.

Aprovado em: Porto Alegre, 04/07/2019.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Régio Pierre da Silva
Orientador

Prof. Dr. Fábio Gonçalves Teixeira
UFRGS

Profa. Dra. Mariana Pohlmann
UFRGS

Marina Jornada Storgatto
PGDesign
UFRGS

Gostaria de agradecer, primeiramente, aos meus pais Lélia Luísa Mussói Perico e Sergio Perico, por sempre terem me dado o apoio e as oportunidades para eu poder chegar até aqui e, ao meu irmão Nicolás Mussói Perico e demais membros da família que acreditaram em mim.

Ao meu namorado, Gabriel Fonseca Silva, que me auxiliou, principalmente no desenvolvimento do protótipo, e me tranquilizou em diversos momentos nos últimos anos de graduação.

Ao meu orientador, Régio Pierre da Silva e a minha coorientadora Clariana Fisccher Brendler, quero agradecer, por terem acreditado na minha idéia, sempre disponíveis para esclarecer dúvidas, sugerir mudanças e melhorar o desenvolvimento deste trabalho, em todas as suas etapas, através do largo conhecimento.

Quero agradecer, especialmente, a minha grande amiga e colega Maria Victória Staggemeier Pasini, que me acompanha em toda a minha fase escolar, da primeira série do Ensino Fundamental até a colação de grau, pela disponibilidade, carinho, cumplicidade e respeito, que sempre teve por mim. Agradeço, ainda, os meus colegas e amigos Juliano Oliveira, Gustavo Borges, Melissa Sartor, Renata Almeida, Claudia Bagatini e Aline Kaufmann, que sempre estiveram presentes durante toda a minha jornada e que me acolheram nos momentos mais difíceis.

Por fim, quero agradecer a Instituição UFRGS e a todos os professores e profissionais que de alguma forma me ajudaram, em especial aos entrevistados da área da saúde, por terem colaborado para o desenvolvimento e elaboração deste trabalho; aos colegas e profissionais que já trabalharam ao meu lado até o momento, sobretudo aos da ilegra, que participam atualmente do meu dia a dia, pelo compartilhamento de conhecimentos, apoio e influência no meu crescimento profissional.

RESUMO

Nos dias de hoje, com o avanço da tecnologia e computadores cada vez mais completos, os trabalhadores de diversas áreas passaram a transcorrer horas de seus dias na posição sentada, e conseqüentemente, a não pensarem nos danos que este mau hábito poderá causar às suas saúdes. São diversos os danos causados neste contexto, principalmente nas regiões da coluna cervical e lombar.

O presente trabalho de Conclusão de Curso (TCC) em Design de Produto da Universidade Federal do Rio Grande do Sul tem como objetivo a criação de um dispositivo que consiga evitar o quadro citado, melhorando a qualidade de vida e prevenindo danos, tais como lombalgias e cervicalgias, à coluna dos trabalhadores que passam grandes períodos de tempo na posição sentada. A primeira etapa do trabalho (TCC1) é dedicada ao planejamento do projeto, à fundamentação teórica, à análise de similares, à entrevistas com usuários e especialistas, à elencar necessidades e requisitos do usuário e do produto e, por fim, à definição do conceito do projeto. A segunda etapa do trabalho (TCC2), por sua vez, consiste no desenvolvimento de alternativas, avaliação destas, definições e detalhamento técnico, assim como a elaboração de um protótipo.

O dispositivo criado no presente trabalho tem como funcionalidade principal o monitoramento postural do usuário, conseqüentemente criando mais consciência corporal, além de avisos físicos e pelo aplicativo desenvolvido, para assim, evitar ou retardar possíveis danos causados pela má postura sentada.

Palavra-chave: postura, posição sentada, lombalgias e cervicalgias, coluna vertebral, ergonomia, design de produto.

ABSTRACT

Nowadays, with the advancement of technology and computers, workers from different areas spend hours of their days in the sitting position, and consequently, not thinking about the damages that this bad habit can cause to their health . There are several damages caused in this context, mainly in the regions of the cervical and lumbar spine.

The present undergraduate thesis in Product Design of the Federal University of Rio Grande do Sul (UFRGS) aims to create a device that can prevent the aforementioned condition, improving the quality of life and avoid damages, such as low back pain and neck pain, to the column of workers who spend great periods of time in the sitting position . The first stage of the work (TCC1) is dedicated to the design of the project, theoretical foundation, analysis of similar products, interviews with users and specialists, identification of needs and requirements of the user and the product and, finally, to the definition of the concept from the project. The second stage of the work (TCC2) consists of the development of alternative concepts, evaluation of these, definitions and technical detail, as well as the elaboration of a prototype.

The device created in the presented work has as main functionality the postural monitoring of the user, consequently creating more body awareness, besides physical warnings and the developed application to avoid or delay possible damages caused by poor sitting posture.

Keywords: posture, sitting position, low back pain, neck pain, vertebral column, ergonomics, product design.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Etapas da metodologia proposta por Back et al. (2008)	23
Figura 2: Metodologia proposta por Giselle Merino	25
Figura 3: Fluxo de comparação das metodologias apresentadas	27
Figura 4: Etapas da metodologia proposta pela	27
Figura 5: Grupos da coluna vertebral	30
Figura 6: Deformações da coluna vertebral	30
Figura 7: Imagem da coluna vertebral e seus componentes	32
Figura 8: comparação com inclinação correta e incorreta da cabeça	34
Figura 9: Imagem dos ísquios apoiados no assento de forma correta	39
Figura 10: Representação do encosto sugerido por lida	40
Figura 11: Representação do encosto sugerido por lida	41
Figura 12: Medidas recomendadas para a estrutura de uma mesa	42
Figura 13: Medidas sugeridas para mobiliário com dispositivos de exibição ..	42
Figura 14: Variações ao sentar	43
Figura 15: Dimensões básicas antropométricas relacionados aos percentis 5 e 95 de homens e mulheres na posição sentada, exigidas para o projeto de cadeiras	44
Figura 16: Ângulos de rotação da cabeça, vista lateral	45
Figura 17: Ângulos de rotação possíveis na cervical e lombar	45
Figura 18: Sensor flexível	46
Figura 19: Arduino Lilypad	47
Figura 20: Placa com acelerômetro e giroscópio, utilizada em eletrônicos	48
Figura 21: Interruptor de mercúrio	48
Figura 22: Exemplos de modelos bidimensionais	49

Figura 23: MDH do software de Brendler ambientado em uma estação de trabalho	51
Figura 24: MDH do software de Brendler ambientado em um carro	51
Figura 25: Idade dos usuários entrevistados	54
Figura 26: Horas em que os entrevistados passam em suas ocupações	54
Figura 27: Tempo em uma mesma posição que os usuários passam	55
Figura 28: Incidência de dores nas costas	55
Figura 29: Incidência de tipos de dores nas costas	56
Figura 30: Respostas dos usuários que ainda não sentem dores nas costas referente a utilização de dispositivos	56
Figura 31: Respostas dos usuários que sentem dores nas costas referente a utilização de dispositivos	57
Figura 32: Upright Go	58
Figura 33: Aplicativo Upright Go	60
Figura 34: Lumo Lift	61
Figura 35: Interior Lumo Lift	62
Figura 36: Utilização do Lumo Lift	62
Figura 37: Aplicativo Lumo Lift	63
Figura 38: Darma Smart	64
Figura 39: Representação dos sensores no Darma Smart	64
Figura 40: Aplicativo Darma Smart	66
Figura 41: PosturePulse	66
Figura 42: Mecanismo interno de um dos protótipos finais	67
Figura 43: As duas formas de utilização do PosturePulse	67
Figura 44: Alex Posture	68
Figura 45: Ajustes do Alex Posture	68
Figura 46: Utilização do Alex Posture	69

Figura 47: Aplicativo do Alex Posture	70
Figura 48: Exercício com Alex	70
Figura 49: Coleco	71
Figura 50: Workrave	72
Figura 51: Pomodoro Time para iPhone	73
Figura 52: ClearFocus - Productivity Timer para Android	73
Figura 53: Mapa mental	81
Figura 54: Painel visual conceitual	82
Figura 55: Sketches iniciais	85
Figura 56: Alternativa 1	86
Figura 57: Alternativa 2	87
Figura 58: Alternativa 3	88
Figura 59: Alternativa 4	89
Figura 60: Alternativa 5	90
Figura 61: Alternativa 6	91
Figura 62: Jumpers, módulo Bluetooth, placa de acelerômetro/giroscópio, bateria, protoboard, "jacaré", Arduino LilyPad, botão, módulo de vibração, conector FDTI e conector UART, nomeados respectivamente da esquerda para a direita e da linha de cima para a de baixo	95
Figura 63: Circuito construído com uma protoboard.....	95
Figura 64: Desenho do circuito e espelhamento, respectivamente.....	96
Figura 65: Desenho feito de caneta na placa de cobre	97
Figura 66: Placa com alguns componentes já soldados	97
Figura 67: Placa com o circuito de cobre aparente	98
Figura 68: Placa com alguns componentes já soldados	98
Figura 69: Impressão do primeiro modelo	99
Figura 70: Primeiro modelo	100

Figura 71: Impressão do segundo modelo	100
Figura 72: Peças do segundo modelo	101
Figura 73: Modelo de tamanho real comparado a uma caneta	101
Figura 74: Botão e led fixados.....	102
Figura 75: Componentes fixados dentro da carcaça	102
Figura 76: Demonstração de desconforto na região da cervical gerada no modelo de usuário	103
Figura 77: Demonstração de desconforto na região da lombar gerada no modelo de usuário	104
Figura 78: Teste de usabilidade de funcionamento	104
Figura 79: QR Code do vídeo de funcionamento do protótipo	105
Figura 80: Produto final modelado e renderizado	105
Figura 81: Vista expandida	108
Figura 82: Tampa e botões	109
Figura 83: Base do dispositivo	109
Figura 84: Imagem ilustrativa de como os componentes do circuito se acomodam, aproximadamente, na carcaça	110
Figura 85: Clipe, pino e mola	110
Figura 86: Clipe, pino e mola no dispositivo	111
Figura 87: Dispositivos em todas as cores, dispostos lado a lado em vista frontal	111
Figura 88: Dispositivos em todas as cores, dispostos deitados com ênfase na vista interior	111
Figura 89: Dispositivos em todas as cores, dispostos de pé, com vista isométrica	112
Figura 90: Dispositivos lado a lado com distorção	112
Figura 91: Dispositivo utilizado na região da coluna lombar	114
Figura 92: Dispositivo utilizado na região da coluna cervical	114
Figura 93: Acessório para cadeira	116

Figura 94: Acessório para cadeira visto de trás	116
Figura 95: Protótipo do acessório para cadeira impresso em PLA, com o modelo em tamanho real	117
Figura 96: Capa de silicone acoplada no clipe	118
Figura 97: Capa de silicone acoplada no clipe, vista de trás	118
Figura 98: Mapa mental para naming	119
Figura 99: Tipografia Baloo Regular	120
Figura 100: Logotipo ease-R	120
Figura 101: Linhas de criação do personagem Ez	121
Figura 102: Personagem Ez em suas três versões	121
Figura 103: Cores principais	122
Figura 104: Cores neutras	122
Figura 105: Cores vívidas	123
Figura 106: Noto Sans e seus pesos selecionados	123
Figura 107: Wireframes das primeiras telas feitos em papel	125
Figura 108: Wireframes das demais telas feitos em papel	125
Figura 109: Tela 1 em português e inglês	126
Figura 110: Tela 2 em português e inglês	127
Figura 111: Tela 3 em português e inglês	128
Figura 112: Tela 4 em português e inglês	128
Figura 113: Tela 5 em português e inglês	129
Figura 114: Tela 6 em português e inglês	130
Figura 115: Tela 7 em português e inglês	130
Figura 116: Tela 8 em português e inglês	131
Figura 117: Variações angulares da cabeça em vista superior	140
Figura 118: Parâmetros antropométricos relacionados aos percentis 1, 50 e 99 de mulheres em vista frontal	141

Figura 119: Parâmetros antropométricos relacionados aos percentis 1, 50 e 99 de mulheres em vista lateral	142
Figura 120: Parâmetros antropométricos relacionados aos percentis 1, 50 e 99 de homens em vista frontal	143
Figura 121: Parâmetros antropométricos relacionados aos percentis 1, 50 e 99 de homens em vista lateral	144
Figura 122: Parâmetros antropométricos relacionados aos percentis 1, 50 e 99 de mulheres na posição sentada em vista lateral	145
Figura 123: Parâmetros antropométricos relacionados aos percentis 1, 50 e 99 de homens na posição sentada em vista lateral	146
Figura 124: Parâmetros antropométricos dinâmicos, planos frontal e sagital..	147
Figura 125: Parâmetros antropométricos dinâmicos dos movimentos nos planos sagital e transversal	147
Figura 126: Fluxograma do funcionamento e direcionamento do questionário feito com usuários	168
Figura 127: Segunda pergunta do questionário	169
Figura 128: Quarta pergunta do questionário	169
Figura 129: Quinta pergunta do questionário	169
Figura 130: Pergunta do questionário referente a alongamentos, primeira página de respostas	170
Figura 131: Pergunta do questionário referente a alongamentos, segunda página de respostas	170
Figura 132: Pergunta do questionário referente a prevenção ou remediação de dores nas costas	170
Figura 133: Pergunta do questionário referente a utilização de dispositivos por usuários	171
Figura 134: Pergunta do questionário referente a qual dispositivo foi utilizado pelos usuários	171

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Elicitação das necessidades dos usuários	76
Quadro 2: Conversão das necessidades para requisitos dos usuários	76
Quadro 3: Diagrama de Mudge para comparação de requisitos de usuário ...	77
Quadro 4: Conversão dos requisitos do usuário para requisitos de projeto ...	77
Quadro 5: Casa da qualidade	78
Quadro 6: Prioridades dos requisitos de projeto	79
Quadro 7: Diagrama de Mudge para comparação de requisitos de usuário ...	80
Quadro 8: Matriz morfológica	84
Quadro 9: Matriz de Pugh	93
Quadro 10: Componentes e funcionalidades do protótipo	94
Quadro 11: Componentes e funcionalidades do produto final	115

LISTA DE ABREVIATURAS

ABERGO - Associação Brasileira de Ergonomia
ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
DORT - Distúrbios Relacionados ao Trabalho
g - Gramas
GODP - Guia de Orientação para Desenvolvimento de Projetos
GPS - Sistemas De Posicionamento Global
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INSS - Instituto Nacional do Seguro Social
kg - Quilograma
LED - Diodo emissor de luz (*Light Emitting Diode*)
OMS - Organização Mundial da Saúde
MHD - Modelo Humano Digital
cm - Centímetro
mm - Milímetro
MVP - Produto Viável Mínimo (*Minimum Viable Product*)
PLA - Polímero de ácido polilático (*Polylactic acid*)
PS - Poliestireno
QFD - Desdobramento da Função da Qualidade (Quality Function Deployment)
RGB - Sistema de cores vermelho (*Red*), verde (*Green*) e azul (*Blue*).
TCC - Trabalho de Conclusão de Curso
UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul
USB - Universal Serial Bus
3D – Tridimensional
2D - Bidimensional

LISTA DE QUADROS	12
LISTA DE ABREVIATURAS	13
1 INTRODUÇÃO	18
1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO E JUSTIFICATIVA	18
2 PLANEJAMENTO DO PROJETO	20
2.1 PROBLEMATIZAÇÃO	20
2.2 OBJETIVOS	20
2.2.1 Objetivo Geral	21
2.2.2 Objetivos Específicos	21
2.3 ESCOPO DE PRODUTO	21
2.4 ESCOPO DO PROJETO	22
2.5 METODOLOGIA PROJETUAL	22
2.5.1 Metodologia proposta por Back et al. (2008)	23
2.5.2 Metodologia proposta por Merino (2016): GODP	24
2.5.5 Metodologia proposta pela autora	26
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	29
3.1 COLUNA VERTEBRAL	29
3.1.1 Discos e fluidos	31
3.1.2 Músculos	32
3.1.3 Posição sentada	33
3.1.4 Dorsalgias, Lombalgias e cervicalgias	34
3.1.5 Tratamento preventivo	35
3.2 ERGONOMIA	37
3.2.1 Antropometria e parâmetros antropométricos	38
3.3 DISPOSITIVOS, FERRAMENTAS E TECNOLOGIAS	46
3.3.1 Sensores posturais	46
3.3.1.1 Sensor Flexível	46
3.3.1.2 Arduino Lilypad	46
3.3.1.3 Acelerômetro e Giroscópio	47
3.3.1.4 Interruptor de Mercúrio	48
3.3.2 Modelo Humano Digital (MDH)	49
4 PROJETO INFORMACIONAL	52
4.1 ENTREVISTAS	52
4.1.1 Entrevistas com especialistas	52
4.1.2 Entrevistas com usuários	53
4.2 DEFINIÇÃO DO PÚBLICO ALVO	57

4.3 ANÁLISE DE SIMILARES	57
4.3.1 Similares de Produto	58
4.3.1.1 Upright Go	58
4.3.1.1.1 Aplicativo	60
4.3.1.2 Lumo Lift	61
4.3.1.2.1 Aplicativo	63
4.3.1.3 Darma Smart	64
4.3.1.3.1 Aplicativo	65
4.3.1.4 PosturePulse	66
4.3.1.5 Alex Posture	68
4.3.1.5.1 Aplicativo	70
4.3.1.6 Coleco	70
4.3.2 Similares de Função	72
4.3.2.1 Workrave	72
4.3.2.1 Pomodoro Timer	73
4.4 CICLO DE VIDA DO PRODUTO	74
4.5 NECESSIDADES E REQUISITOS DO USUÁRIO	74
4.5.1 Necessidades do usuário	74
4.5.2 Requisitos do usuário	75
4.5.3 Conversão dos requisitos do usuário em requisitos de projeto	77
4.5.4 Priorização dos requisitos de projeto	77
4.5.5 Especificações de projeto	79
4.6 CONCEITO DO PRODUTO	81
5 PROJETO CONCEITUAL	82
5.1 GERAÇÃO DE ALTERNATIVAS	83
5.1.1 Mecanismo	83
5.1.2 Geração de ideias	83
5.1.3 Geração de alternativas	84
5.1.3.1 Alternativa 1	85
5.1.3.1.1 Utilização da Alternativa 1	86
5.1.3.2 Alternativa 2	86
5.1.3.2.1 Utilização da Alternativa 2	87
5.1.3.3 Alternativa 3	87
5.1.3.3.1 Utilização da Alternativa 3	88
5.1.3.4 Alternativa 4	88
5.1.3.4.1 Utilização da Alternativa 4	89
5.1.3.5 Alternativa 5	90
5.1.3.5.1 Utilização da Alternativa 5	90

5.1.3.6 Alternativa 6	91
5.1.3.6.1 Utilização da Alternativa 6	91
5.1.4 Seleção de alternativa	92
6 PROJETO PRELIMINAR	94
6.1 PROTOTIPAGEM	94
6.1.1 Circuito interno	94
6.1.1.1 Protoboard	95
6.1.1.1 Placa de cobre	96
6.1.2 Carcaça	99
6.1.2.1 Primeiro modelo	99
6.1.2.2 Segundo modelo	100
6.1.2.3 Modelo em tamanho real	101
6.1.3 Protótipo funcional	102
6.1.4 Testes	103
6.1.4.1 MHD	103
6.1.4.2 Testes de usabilidade	104
7 PROJETO DETALHADO	105
7.1 CARCAÇA	106
7.1.1 Materiais	106
7.1.1.1 Processos de produção	107
7.1.2 Carcaça	107
7.1.2.1 Tampa e botões	108
7.1.2.2 Base	109
7.1.2.3 Clipe	110
7.1.3 Cores	111
7.2 FUNCIONAMENTO DO DISPOSITIVO	112
7.3 CIRCUITO INTERNO	115
7.4 ACESSÓRIOS	115
7.4.1 Suporte para cadeira	115
7.4.1.1 Teste de validação	117
7.4.2 Capa de silicone	117
7.5 IDENTIDADE VISUAL	119
7.5.1 Naming	119
7.5.2 Logotipo	120
7.5.2.1 Personagem: Ez	121
7.5.3 Paleta de cores	122
7.5.4 Tipografia	123
7.6 MVP DO APLICATIVO	124

7.6.1 Wireframes	124
7.6.2 Telas	126
7.6.2.1 Telas 1 e 2	126
7.6.2.2 Telas 3, 4 e 5	127
7.6.2.3 Telas 6, 7 e 8	129
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	132
REFERÊNCIAS	133
ANEXO A - Parâmetros antropométricos	140
APÊNDICE A - Entrevistas com especialistas	148
APÊNDICE B - Entrevistas com usuários	168
APÊNDICE C - Códigos Arduino	172
APÊNDICE D - Desenhos técnicos	179

1 INTRODUÇÃO

Esta seção consiste em introduzir e contextualizar o tema do trabalho, no Brasil e no mundo, assim como justificar a importância deste.

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO E JUSTIFICATIVA

Como símbolo de poder e *status*, antigamente os assentos já foram apenas utilizados pelos chefes locais, como no caso dos tronos. Com o tempo, os assentos foram sendo popularizados, mas ainda se diferiam no *status* pelo tamanho, qualidade e material. Segundo Kroemer e Grandjean (2005), no final do século IX, foi definido que a melhor postura para o maior conforto e rendimento, assim como menor fadiga, dos trabalhadores era a posição sentada, o que levou a uma grande aplicação de ideias médicas e ortopédicas quanto a isso. Muito tempo se passou desde então, e podemos observar que ainda mais profissões possuem a característica de trabalhar na posição sentada, durante períodos de tempo cada vez mais longo. Ainda segundo Kroemer e Grandjean (2005), nos dias atuais, três quartos dos trabalhadores em países industrializados exercem suas funções na posição sentada.

A visão perante os benefícios da posição sentada mudou muito desde o final do século IX, e a posição sentada foi identificada como um fator de risco para a coluna, além de que, quando sentados durante muito tempo, os músculos modificam seu estado de tensão e a coluna vertebral também é modificada (VIEL E ESNAULT, 2000). O modelo biomecânico da coluna não foi construído para permanecer por longos períodos na posição sentada, mantendo posturas estáticas fixadas ou realizando movimentos repetitivos (BRACCIALLI & VILARTA, 2000). Os trabalhadores assumem posturas inadequadas devido, também, a erros projetuais dos equipamentos; além disso, duas das situações principais em que a má postura pode produzir consequências danosas, envolvem: trabalhos estáticos por longos períodos e trabalhos que exigem posturas desfavoráveis, como o tronco inclinado e

torcido. Por estes motivos, pessoas que passam longos períodos do dia sentadas, tendem a sofrer mais de dor nas costas, seja na região lombar ou cervical (IIDA, 2005).

O simples fato de se sentar traz consequências. O ato de se sentar numa cadeira tradicional produz uma retificação acentuada de lordose lombar. Na posição posterior, os ligamentos são tensionados, assim como as fibras posteriores dos discos intervertebrais. (VIEL E ESNAULT, 2000, p. 03).

As lombalgias são muito associadas a estressores ergonômicos no trabalho, e podem ser causadas por má postura, como flexão frequente, torções e posturas inadequadas (OMS, 2004). Além disso, a OMS (2004) também aponta que, apesar de geralmente não causar riscos à vida, o desconforto causado pelas lombalgias limitam a capacidade de trabalho do ser humano, assim como atividades domésticas e de lazer. O INSS (2017) apontou que, em 2017, que a dorsalgia foi a causa mais recorrente para o afastamento de trabalhadores dos seus cargos. A torção na região lombar acarreta uma contração muscular que dá origem a outros problemas, como distensão do músculo-ligamentar, fadiga e protrusão intradiscal do núcleo pulposo, e doenças degenerativas cada vez mais acometem trabalhadores jovens, devido a esses esforços ocorridos (PEQUINI, 2000). Viel e Esnault (2000) apontam que na posição sentada, os discos da coluna

deslocam e são deformados continuamente, além de se encontrarem esmagados, o que desencadeia efeitos nocivos. Segundo dados da OMS (2004), dores nas costas são cada vez mais frequentes em países industrializados, e acometeu metade dos americanos em 2004. No Brasil, de acordo com a Pesquisa Nacional de Saúde feita pelo IBGE (2013), aproximadamente 27,0 milhões de pessoas de 18 anos ou mais de idade referiram problema crônico de coluna. Ainda a partir da pesquisa feita pelo IBGE (2013), 46,4% das pessoas utilizam medicamentos ou injeções para remediar a dor e apenas em 18,9% dos casos o tratamento foi feito com exercícios físicos e fisioterapia, que seria o ideal. Permanecer em uma mesma postura pode causar lesões e é altamente

recomendado interpolar períodos sentado e de pé (VIEL E ESNAULT, 2000; IIDA, 2005; KROEMER E GRANDJEAN, 2005).

Apesar de os danos causados na coluna serem definitivamente um problema atual, a lombalgia e a cervicalgia são considerados “pequenos males”, para os quais a medicina dos dias de hoje ainda não oferece tratamentos convincentes (VIEL E ESNAULT, 2000). Adoções de medidas de ergonomia pode reduzir em 80% a incidência de dores nas costas, sendo medidas estas de baixo custo (COUTO, 1995). Os casos de lombalgia, frequentemente provocadas por posturas erradas, pode incapacitar o trabalhador de seus afazeres por até 30 dias em seus casos mais graves, além de afirmar que uma boa postura é importante para realização do trabalho sem desconforto e estresse (IIDA, 2005). Também de acordo com lida (2005), alterar o design dos postos de trabalho para melhorar a postura pode reduzir fadiga, dores corporais, afastamentos de trabalho e doenças ocupacionais. Assim sendo, é de interesse social e econômico a solução deste problema, visto que se persistir, os trabalhadores continuarão sofrendo com dores diárias, prejudicando sua saúde e faltando dias de trabalho.

2 PLANEJAMENTO DO PROJETO

2.1 PROBLEMATIZAÇÃO

Como reduzir os efeitos da má postura na posição sentada com o uso de dispositivo que auxilie na prevenção das dorsalgias, lombalgias e cervicalgias da coluna vertebral?

2.2 OBJETIVOS

Nesta seção são apresentados os objetivos geral e específico deste trabalho.

2.2.1 Objetivo Geral

O presente trabalho tem o objetivo de projetar um dispositivo de adequação postural, voltado para trabalhadores que passam longos períodos de seus dias sentados, a fim de auxiliá-los a prevenir dores nas costas.

2.2.2 Objetivos Específicos

Os objetivos do módulo 01 são:

- Analisar e se aprofundar nas questões posturais, assim como problemas acarretados pela forma errônea no modo de posicionar-se na posição sentada;
- Pesquisar sobre os estudos e avanços na ergonomia dentro do projeto de produto, e medidas antropométricas para a posição sentada;
- Compreender o contexto de tratamento feito por profissionais da saúde de várias áreas, como médicos, fisioterapeutas e educadores físicos;
- Identificar necessidades dos usuários, para assim, obter os requisitos de usuários e de produto;
- Identificar atributos e funções de produtos similares;
- Especificar o conceito geral do produto a partir das informações identificadas nos objetivos anteriores.

Os objetivos do módulo 02 são:

- Propor alternativas de produto a partir do conceito especificado no TCC1;
- Selecionar a(s) melhor(es) alternativa(s) de produto com vista a determinação da alternativa que melhor atenda aos requisitos de projeto;
- Desenvolver, aprimorar, detalhar e prototipar a solução de projeto selecionada.

2.3 ESCOPO DE PRODUTO

O produto consiste em um dispositivo confortável ao usuário, que auxiliará mecanicamente na adequação postural com base nos estudos ergonômicos.

2.4 ESCOPO DO PROJETO

O projeto visa estudar a base teórica referente ao tema abordado, além de práticas necessárias para a produção do produto, para assim, ser possível produzi-lo em escala industrial. O escopo do projeto inclui etapas de testes para validação com o público alvo por meio de protótipos e *mockups*, e o produto final respeitará normas técnicas existentes.

2.5 METODOLOGIA PROJETUAL

A metodologia utilizada é de extrema importância para o desenvolvimento de um projeto, por isso, é essencial que esta seja adaptada ao contexto e necessidades projetuais. Baxter (2011) diz que desenvolver um novo produto requer o uso de métodos sistemáticos, e estes exigem abordagens multidisciplinares, abrangendo técnicas de *marketing*, engenharia de métodos e conhecimentos sobre estética e estilo. Back *et al.* (2008) também aponta a importância das alternativas geradas, resultado de tempos de pesquisa, em que quanto mais exploradas forem, mais perto da melhor solução se estará. Para Munari (1998), o método projetual é um conjunto de operações elencados por ordem lógica, para assim, se chegar ao melhor resultado possível em um projeto. Porém, Munari (1998) também destaca que a metodologia não é nada absoluta ou definitiva, podendo ser modificada para melhorar o processo projetual, e inclusive estimulando o projetista que o faça e eventualmente acabe ajudando outras pessoas. De acordo com Merino (2016), o design é feito para promover o bem estar das pessoas, o que necessita empatia, portanto, entender quem são os usuários, o contexto em que estão inseridos e o produto que se quer projetar são de extrema importância. O método utilizado neste trabalho utiliza, principalmente, técnicas e ferramentas das metodologias propostas de Back *et al.* (2008) e Merino (2016), além de ferramentas do IDEO (2015) e Baxter (2011).

2.5.1 Metodologia proposta por Back *et al.* (2008)

A metodologia proposta por Back *et al.* (2008) contempla todas as etapas para o desenvolvimento de produtos, do planejamento ao projeto. Para os autores, o Processo de Desenvolvimento Integrado de Produtos (PRODIP) considera que os processos ao longo das fases do projeto devam ser feitos por uma equipe multidisciplinar, em que tarefas aconteçam simultaneamente. Back *et al.* (2008) baseia-se no conceito de ciclo de vida do produto, e deixa claro que cabe à equipe de projeto definir as especificações, métodos de fabricação, uso e descarte. Os autores citam que metodologias sistematizadas devem focalizar em: o que fazer, para quem fazer, quando fazer, como fazer e com o que fazer. A metodologia proposta por Back *et al.* (2008) se divide em 7 etapas principais, como demonstra a figura 1.

Figura 1: Etapas da metodologia proposta por Back *et al.* (2008)



Fonte: Back *et al.* (2008) adaptado pela autora

Os momentos e etapas apresentados acima, significam:

- a. **Planejamento de projeto:** nessa etapa é definida a ideia de projeto, suas estratégias, escopos, justificativa e objetos;
- b. **Projeto informacional:** na etapa informacional, são feitas pesquisas, entrevistas e observações com os usuários, assim como monitoramento de mercado. Ao fim desta etapa, devem ser elucidadas as necessidades e os requisitos de usuário e de projeto, além das especificações;
- c. **Projeto conceitual:** etapa onde é feita a concepção do projeto, ou seja, são criadas diversas alternativas, e a análise destas, além da identificação dos processos de fabricação;
- d. **Projeto preliminar:** nesta etapa ocorre o estabelecimento do *layout* final e determinação da viabilidade técnica e econômica do projeto;
- e. **Projeto detalhado:** etapa onde é feita a prototipagem e a finalização das especificações, além do detalhamento do plano de manufatura;
- f. **Preparação para produção:** etapa em que ocorre a preparação para a produção, além de um plano de implementação de marketing;
- g. **Lançamento do produto:** etapa final, onde acontece o lançamento do produto já finalizado no mercado.

2.5.2 Metodologia proposta por Merino (2016): GODP

A metodologia proposta por Merino (2016), GODP ou Guia de Orientação para Desenvolvimento de Projetos (Figura 2), tem o usuário como centro de cada etapa projetual. Merino (2016) diz que no Projeto Centrado no Usuário, são estudadas as capacidades humanas, assim como dimensões sociais e temporais, sendo assim, empático. O processo metodológico possui 8 etapas e é cíclico, para assim, possibilitar oportunidades de continuação, de acordo com Merino (2016). Segundo a autora, o Guia foi baseado no *design thinking*, e tem suas 8 etapas divididas em três sub-etapas, ou momentos, diferentes: Inspiração, Ideação e Implementação. Cada momento é numerado de modo que demonstre a ordem das sub-etapas a quem for

utilizar o método. Os momentos “-1” e “0”, por exemplo, tiveram estes números escolhidos por se tratarem de etapas pré-projeto, ou seja, são geralmente feitas antes do projeto iniciar-se de fato. Também como no *design thinking*, este método permite modificações e adaptações, dependendo do tipo de projeto a ser feito.

Figura 2: Metodologia proposta por Giselle Merino



Fonte: Merino (2016)

Os momentos e etapas apresentados acima, significam:

a. Inspiração:

- i. Etapa (-1) OPORTUNIDADES: oportunidades do mercado/setores, conforme o produto a ser avaliado, são evidenciadas as necessidades de crescimento do setor e outras conforme o produto;
- ii. Etapa (0) PROSPECÇÃO/SOLICITAÇÃO: definida a demanda/ problemática central que norteará o projeto;
- iii. Etapa (1) LEVANTAMENTO DE DADOS: definições do projeto com base em um levantamento de dados em conformidade com as necessidades e expectativas do usuário;

b. Ideação:

- i. Etapa (2) ORGANIZAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS: as informações são organizadas e analisadas. Neste momento podem ser utilizadas técnicas analíticas que permitirão definir as estratégias de projeto;
- ii. Etapa (3) CRIAÇÃO: conceitos globais do projeto, alternativas preliminares e protótipos. Análise das alternativas e escolha;

c. Implementação:

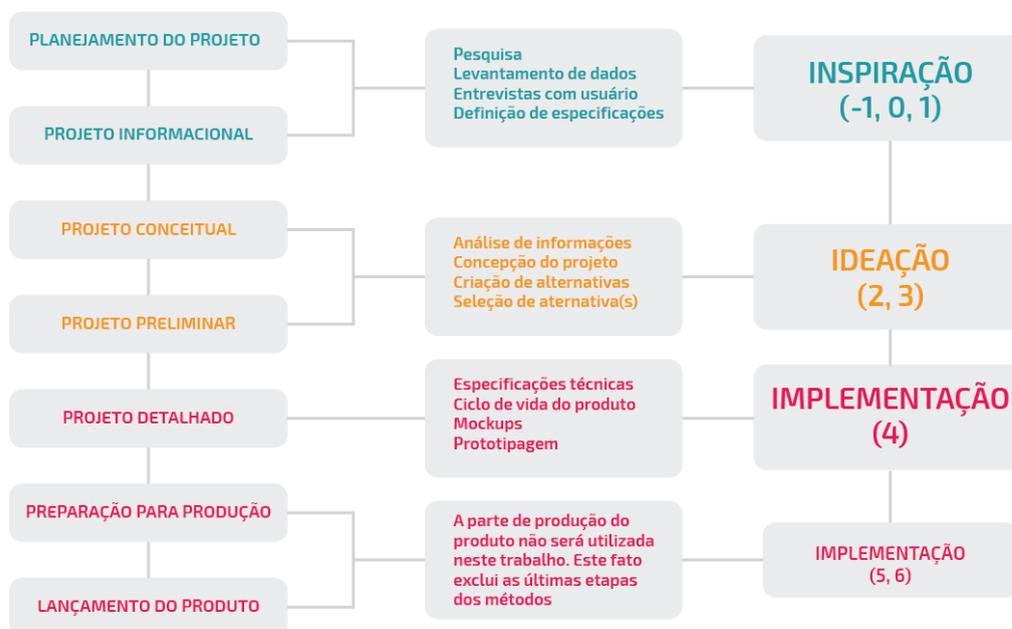
- i. Etapa (4) EXECUÇÃO: ciclo de vida do produto em relação às propostas. São desenvolvidos protótipos (escala) e/ou modelados matematicamente, para posteriormente elaborar protótipos funcionais dos escolhidos, para os testes (de usabilidade, por exemplo);
- ii. Etapa (5) VIABILIZAÇÃO: o produto é testado em situação real, junto a usuários. Somado a este são realizadas pesquisas (no exemplo de uma embalagem, podem ser realizados em pontos de venda), e junto a potenciais consumidores. Neste item podem ser utilizadas ferramentas de avaliação de ergonomia, usabilidade e qualidade aparente;
- iii. Etapa (6) VERIFICAÇÃO: sustentabilidade, focado no destino dos produtos após o término do tempo de vida útil, seu impacto econômico e social.

2.5.5 Metodologia proposta pela autora

A partir das metodologias apresentadas, é possível notarmos características comuns e distintas entre elas. Para melhor visualização, foi criado um fluxo de comparação com as metodologias de Back *et al.* (2008), à esquerda, e Merino (2016), à direita; tendo ao centro as ferramentas similares nos dois métodos que serão utilizadas de acordo com a metodologia proposta pela autora (Figura 3). As duas metodologias possuem etapas de pesquisa e conceituação, de criação e implementação. A metodologia proposta por Back *et al.* (2008) é mais sistemática e apesar de ter estudos sobre, não é centrada ao usuário como na metodologia proposta por Merino (2016). Por este motivo, a proposta de metodologia para este trabalho (Figura 4) é unir as etapas de Back *et al.* (2008) e adaptá-las às técnicas

centradas ao usuário de Merino (2016). Além disso, também serão utilizadas ferramentas propostas por Baxter (2011), como análise dos concorrentes, análise das funções do produto, análise morfológica, painéis semânticos e brainstorming.

Figura 3: Fluxo de comparação das metodologias apresentadas



Fonte: Elaborado pela autora

Figura 4: Etapas da metodologia proposta pela autora



Fonte: Elaborado pela autora

As etapas propostas pela autora e exemplificadas acima são:

- a. **Planejamento do Projeto:** etapa da Inspiração. A fase inicial é onde é tida a ideia inicial, e são definidas estratégias, escopos, justificativa e objetos;

- b. Projeto Informacional:** segunda etapa da Inspiração. Essa etapa é onde conhecemos os concorrentes e o público. É feito o levantamento de dados a respeito da temática do projeto, por meio da fundamentação teórica; e o monitoramento de mercado, por meio de análises de similares. Também são elencadas as necessidades dos usuários, por meio de entrevistas com usuários e especialistas, além da observação dos usuários. Assim, são reconhecidos os requisitos de usuários e de projetos e, assim, delimitadas as especificações (submetidas a aprovação). Ao final do projeto informacional, o conceito é pré-definido;
- i. Ferramentas utilizadas Back *et al.*: Diagrama de Mudge, Casa da Qualidade
 - ii. Ferramentas utilizadas Baxter: Análise Estrutural + Funcional + Ergonômica, Análise da tarefa, Mapa Mental, Casa da Qualidade, Brainstorming, Painéis visuais.
 - iii. Ferramentas utilizadas IDEO: Guia de entrevista, Entrevista com especialista.
 - iv. Ferramentas utilizadas Platcheck: Análise Estrutural, Funcional, Morfológica e Ergonômica.
- c. Projeto conceitual:** etapa da Ideação. No projeto conceitual, é feita a concepção do projeto, ou seja, os dados levantados anteriormente são analisados e são criadas alternativas que correspondam às necessidades, requisitos e especificações de projeto. Assim feito, ocorre a análise dessas alternativas, assim como a identificação de materiais e dos processos de fabricação;
- i. Ferramentas utilizadas Baxter: Sinética, Matriz Morfológica, Matriz de Avaliação, Matriz de Decisão.
- d. Projeto detalhado:** etapa da Implementação. São criados *mockups* e o protótipo final (sujeitos a testes de usabilidade), assim como a finalização das especificações. Além disso, também é determinado o ciclo de vida do produto, pensando-se ao máximo no impacto ambiental que será causado por ele.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

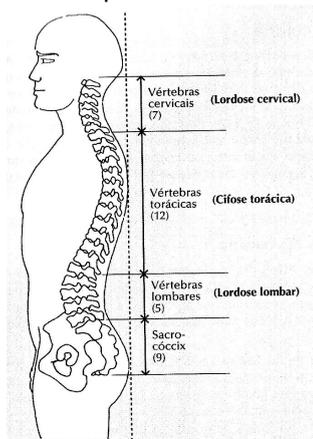
3.1 COLUNA VERTEBRAL

A coluna vertebral (Figura 5), de acordo com Kapandji (2000, apud PEQUINI, 2005), é o eixo que, graças a sua estrutura, consegue conciliar dois imperativos mecânicos contraditórios: a rigidez e mobilidade do corpo humano. Lida (2005) corrobora o que disse Kapandji, e diz que a rigidez garante a estruturação do corpo, enquanto a mobilidade possibilita a rotação para os lados e para frente e para trás, o que garante a movimentação da cabeça e dos membros superiores. A coluna vertebral permite ao ser humano ter uma estrutura fixa para sustentação e uma móvel que permite a mobilidade do corpo, e isso acontece devido aos discos intervertebrais, que ocupam 25% da extensão da coluna, e possuem um interior gelatinoso (COUTO, 1995). A coluna vertebral protege e tem suas funções influenciadas pelo sistema nervoso central, e é apoiada na pelve, vai até a cabeça e, no nível dos ombros, suporta uma grande verga transversal: a cintura escapular; em cada nível, existem tensores ligamentares e musculares (PEQUINI, 2005).

A coluna vertebral é composta de 33 vértebras, e é dividida em cinco grupos, de cima para baixo: região cervical (7 vértebras - alta mobilidade), região torácica ou dorsal (12 vértebras - pouco móvel), região lombar (5 vértebras - alta mobilidade), osso sacro (5 fundidas - imóvel) e cóccix (4 pouco desenvolvidas); as vértebras do osso sacro e do cóccix são fixas e estão situadas na bacia, e juntas são chamadas de sacrocóccigeas (COUTO, 1985; IIDA, 2005). A coluna vertebral possui quatro curvaturas no plano sagital (Figura 5): a curvatura sacral, fixa devido à soldadura definitiva das vértebras sacrais, de concavidade anterior; a lordose lombar, de concavidade posterior; a cifose dorsal, de convexidade posterior e a lordose cervical, de concavidade posterior. A L5-S1, 5ª vértebra lombar com o osso sacro, é uma das articulações com maior importância na coluna, pois nela ocorre a maioria dos movimentos do tronco sobre os membros inferiores; essas curvaturas ajudam a dissipar as forças verticais compressivas, protegendo a coluna durante a absorção de choques (PEQUINI, 2005).

A anatomia da coluna vertebral é dividida em cinco componentes: vértebras, articulações, discos intervertebrais, ligamentos e orifício de conjugação (PEQUINI, 2005). Os discos, encontrados entre uma vértebra e outra, são cartilaginosos e compostos de uma massa gelatinosa; os ligamentos conectam as vértebras; e os movimentos da coluna são possíveis graças a compressão e deformação dos discos e pelo deslizamento dos ligamentos (IIDA, 2005).

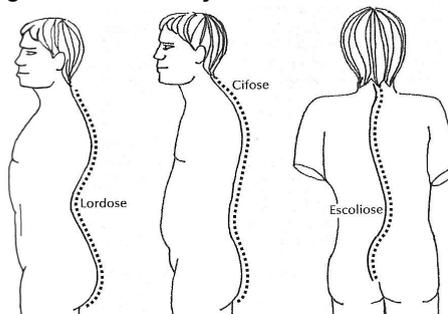
Figura 5: Grupos da coluna vertebral



Fonte: IIDA, 2005, p. 75

Do ponto de vista postural, existem três deformações possíveis na coluna vertical (Figura 6), que podem existir desde o nascimento da pessoa ou adquiridas por diversas formas, sendo uma delas a má postura do trabalho: lordose, correspondendo ao aumento da concavidade posterior da curvatura cervical ou lombar; cifose, sendo o aumento da convexidade, que faz a região torácica se inclinar para a frente; e a escoliose, um desvio lateral da coluna, em que a pessoa pende para um dos lados (IIDA, 2005).

Figura 6: Deformações da coluna vertebral



Fonte: IIDA, 2005, p. 77

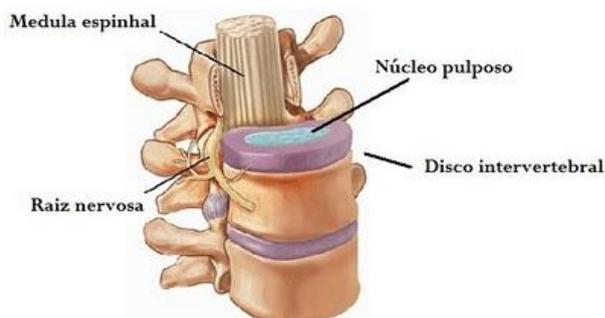
3.1.1 Discos e fluidos

Os discos (Figura 7) não possuem vasos sanguíneos e são nutridos por tecidos vizinhos, e quando são comprimidos perdem líquido, e com a descompressão absorvem os nutrientes novamente (IIDA, 2005). Os discos são como almofadas que separam duas vértebras, e possuem em sua volta um anel fibroso preenchido pelo líquido viscoso nutritivo (BRACCIALLI & VILARTA, 2000; KROEMER E GRANDJEAN, 2005). Os discos têm função de amortecimento de pressões e sustentação de peso na coluna vertebral, e variam de acordo com a altura da coluna, sendo em formato de cunha nas regiões cervical e lombar; além disso, também afirmam que as curvaturas côncavas existentes nestas regiões, permitem que a coluna exerça com precisão suas funções de flexibilidade e rigidez (BRACCIALLI & VILARTA, 2000). A contração alongada dos discos é prejudicial pois interrompe o processo de nutrição, podendo provocar sua degeneração (IIDA, 2005). A degeneração acontece após a compressão dos discos, o que pode inclusive danificar o anel fibroso (KROEMER E GRANDJEAN, 2005). A nutrição dos discos intervertebrais ser prejudicada quando sob pressão, o que sugere que para mantê-los em boa nutrição, os discos devem ser submetidos a frequentes mudanças de pressão, como um sistema de bombeamento (KRÄMER, 1973, apud KROEMER E GRANDJEAN, 2005).

Os processos degenerativos interferem na mecânica da coluna vertebral, fazendo com que tecidos e nervos sejam comprimidos, levando a vários problemas, sendo o mais comum a lombalgia (dores musculares) e problemas ciáticos, e, em casos mais severos, à paralisia das pernas. (KROEMER E GRANDJEAN, 2005, p. 60)

Os discos da coluna se deslocam e são deformados continuamente, além de se encontrarem esmagados, o que desencadeia efeitos nocivos (VIEL E ESNAULT, 2000).

Figura 7: Imagem da coluna vertebral e seus componentes



Fonte: Dicionário da Saúde

3.1.2 Músculos

O trabalhador assume diversas posturas ao longo da sua jornada de trabalho para garantir um maior conforto, e em todas elas, independente de qual seja, há um conjunto de músculos sendo acionado (PANERO, 2002; IIDA, 2005). Mesmo em repouso e na posição sentada, os músculos paravertebrais não se encontram repousados, mas oferecem uma resistência à flexão, o que pode ser considerado uma atividade antigravitacional automatizada (VIEL E ESNAULT, 2000). O tônus muscular é o principal fator de manutenção da postura, sendo além da base de acomodação postural, a expressão das emoções, movimentos e atitudes (PRESSI & CANDOTTI, 2005).

Geralmente, os indivíduos adotam posturas inadequadas que acabam mantendo os músculos constantemente tensos; e esse não-relaxamento da musculatura acaba provocando encurtamentos, o que dificulta o movimento de descida do tórax; em consequência, a expiração acaba se tornando insuficiente e limita a ventilação pulmonar (BRACCIALLI & VILARTA, 2000). Braccialli & Vilarta (2000) dizem, ainda, que é possível, com o passar dos anos, o encurtamento natural da musculatura da estática e o relaxamento da musculatura da dinâmica, o que acaba favorecendo a compressão articular e possíveis alterações posturais.

O encurtamento adaptativo dos músculos também pode ser causado por efeitos cumulativos quando em posição errada, pelo fato de os músculos manterem uma contração constante para dar sustentabilidade aos membros superiores, causando fadiga (PRESSI & CANDOTTI, 2005).

Um músculo, quando em fadiga, acaba acumulando ácido láctico em seu interior, o que acaba causando dor local e até hipóxia, e além disso, quando um grupamento muscular está em fadiga, outros acabam por exercer um esforço complementar de maior exigência para realizar um movimento pretendido (COUTO, 1995).

3.1.3 Posição sentada

O modo de vida atual nos impõe longos momentos sentados, o que coloca a coluna vertebral em uma posição anormal, podendo causar dores insuportáveis, além de acarretar 50% de diminuição da lordose natural (VIEL E ESNAULT, 2000). Posições estáticas, como a sentada, podem levar a DORT (Distúrbio osteomuscular relacionado ao trabalho) quando combinados a outros fatores, e tendem a acontecer com indivíduos tensos (PRESSI & CANDOTTI, 2005). Apesar de ter vantagens como tirar o peso das pernas, dar estabilidade aos membros superiores, diminuir a demanda no sistema circulatório e diminuir o consumo de energia, a posição sentada é prejudicial principalmente para a coluna vertebral e a musculatura das costas, que podem ser sobrecarregados (KROEMER E GRANDJEAN, 2005). As posturas inadequadas e os produtos com dimensões inadequadas podem provocar nos usuários dores corporais, fadigas e doenças ocupacionais, estes problemas podem ser resolvidos com mudanças simples, como nas dimensões do espaço de trabalho do usuário (IIDA, 2005). A posição sentada é considerada a mais danosa para a coluna, sendo pior que a posição em pé, enfatizando que a pressão no disco intervertebral em L3 é consideravelmente menor em pé do que na postura sentada (NACHEMSON, 1975, apud BRACCIALLI & VILARTA, 2000).

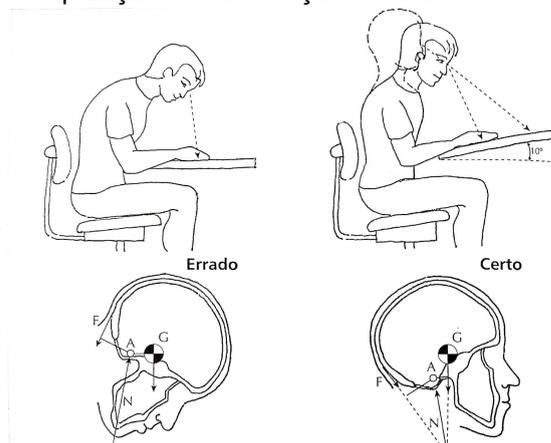
A posição sentada exige atividade muscular do dorso e do ventre, e praticamente todo o peso do corpo é suportado pela pele que cobre os ísquios (IIDA, 2005). Geralmente quando em posições não naturais, como ficar mal sentado, podem ocorrer problemas sérios, como a deterioração dos discos (KROEMER E GRANDJEAN, 2005).

Muitas pessoas, quando sentadas, atingem o máximo da flexão vertebral e não possuem uma amplitude residual reserva, o que é prejudicial, e desde os

primeiros minutos nessa posição, a pressão é imediata e as dores não demoram a aparecer; as dores ocorrem devido os discos da coluna que se deslocam e são deformados continuamente, além de se encontrarem esmagados, o que desencadeia efeitos nocivos, (VIEL E ESNAULT, 2000).

Há um conflito de interesse entre as demandas dos discos e músculos na posição sentada: enquanto os músculos sofrem menos esforço quando em posição inclinada para a frente, os discos sofrem mais e preferem a posição ereta (KROEMER E GRANDJEAN, 2005). É muito comum, na posição sentada, o indivíduo sentar-se inclinado para trás, retificando a lombar e aumentando a cifose dorsal, o que diminui a exigência muscular, mas aumenta a sobrecarga dos discos vertebrais (PRESSI & CANDOTTI, 2005). A inclinação da cabeça (Figura 8) na posição sentada, promove fadiga nos músculos do pescoço e do ombro e deve ser evitada ao máximo (IIDA, 2005). Essa inclinação, embora pareça inofensiva, causa pressão intradiscal e pode iniciar casos de lombalgias (VIEL E ESNAULT, 2000).

Figura 8: comparação com inclinação correta e incorreta da cabeça



Fonte: De Wall, 1991, apud Iida, 2005, p. 168

3.1.4 Dorsalgias, Lombalgias e cervicalgias

Existem relatos problemas na coluna desde 5000 anos atrás, dos antigos egípcios, e, no ano de 1600 d.C. era a maior preocupação do fundador da medicina ocupacional, Bernardino Ramazzini (SNOOK, 1978, apud BRACCIALLI & VILARTA, 2000). Segundo Daniel Resnick (2018), presidente da Sociedade Norte Americana da Coluna Vertebral, a lombalgia é a causa número um de incapacidade

no mundo todo, e a medicina tem dificuldades de encontrar soluções para este problema. A dorsalgia é a causa mais comum de perda de atividade em adultos em idade produtiva, e 80% dos trabalhadores já sentiram dores nas costas (OMS, 2004; KROEMER E GRANDJEAN, 2005; PRESSI & CANDOTTI, 2005; INSS, 2017). Pressi & Candotti (2005) ainda afirmam que anualmente, os Estados Unidos tem um custo de 60 bilhões de dólares em tratamento ou perda de produtividade de trabalhadores.

As regiões da cervical e da lombar são que mais possuem mobilidade com suas 24 vértebras, motivo que leva essas regiões serem mais propensas a terem desarranjos mecânicos (COUTO, 1995; IIDA, 2005).

As lombalgias, causadas pela fadiga da musculatura das costas, são frequentemente adquiridas pela permanência na mesma postura, principalmente se essa postura inclui uma inclinação de cabeça. Uma pessoa pode ficar de 3 a 10 dias incapacitada de trabalhar e/ou fazer atividades diárias, devido a lombalgia, e se for um caso mais grave, pode chegar a períodos de 15 a 30 dias (IIDA, 2005).

A coluna cervical é bastante móvel e também apresenta lordose quando ereta. É delicada e passível de processos degenerativos e artrose, além de ser comum dores e redução na mobilidade na região, podendo inclusive atingir os braços (KROEMER E GRANDJEAN, 2005).

3.1.5 Tratamento preventivo

A prevenção é a melhor forma de se evitar os Distúrbios Ocupacionais Relacionados ao Trabalho (DORT), e como forma de prevenção são recomendadas pausas a cada hora de trabalho, além de alongamentos, técnicas de relaxamento, uso de almofadas apoiadoras, modificação das estações de trabalho e correção postural (PRESSI & CANDOTTI, 2005). Para tentar-se minimizar a alta incidência de problemas posturais no adulto é necessário um trabalho feito desde cedo, possibilitando a mudança de hábitos inadequados (BRACCIALI & VILARTA, 2000).

Existem quatro tipos principais de pausas no expediente: pausas espontâneas, em que os trabalhadores fazem ao longo do seu trabalho por pouco tempo, geralmente feitas se o trabalho for estressante e, se frequentes, mais efetivas

que pausas longas; pausas disfarçadas, em que os trabalhadores fazem uma tarefa fácil e curta além da sua principal, mas acabam não relaxando; pausas condicionais de trabalho, como esperar uma máquina funcionar ou esperar pelas ordens de clientes; e as pausas prescritas, que são definidas pela gerência, como pausas para comer (KROEMER E GRANDJEAN, 2005).

[...] a importância da realização simultânea de exercícios concêntricos para a musculatura da dinâmica enfraquecida, e exercícios excêntricos para a musculatura da estática retraída e a liberação expiratória. Tais atividades podem permitir um reequilíbrio do tônus postural e a realização eficaz, harmônica e segura de quaisquer movimentos. Desta forma, acreditamos ser necessária a utilização de exercícios de alongamentos globais, prolongados e com baixo número de repetições anteriormente à realização de qualquer outra atividade física proposta. Isto pode permitir a manutenção da flexibilidade global do indivíduo e, conseqüentemente, uma “performance” melhor nas atividades físicas e uma maior conscientização corporal para a criança. (BRACCIALLI & VILARTA, 2000, p. 161)

Uma das estratégias para o alívio de dores nas costas é mudar de posição para a vertical, sendo altamente recomendado interpolar períodos sentado e de pé (COUTO, 1995; VIEL E ESNAULT, 2000; IIDA, 2005; KROEMER E GRANDJEAN, 2005).

Do ponto de vista ortopédico e fisiológico, é altamente recomendável um local de trabalho que permita ao operador alternar o trabalho sentado com a postura de pé. [...] Ficar de pé e sentar geram cargas em diferentes músculos, e portanto a alternância permite relaxar alguns grupos musculares, enquanto outros estão sobrecarregados. (KROEMER E GRANDJEAN, 2005, p. 54)

Uma das precauções que podem evitar ou diminuir as lombalgias, é o fortalecimento da musculatura dorsal, que pode evitar a torção do tronco, principalmente somada com movimentos bruscos (IIDA, 2005). Diversos exercícios simples podem aliviar as dores lombares, também colaborando para o aumento da consciência corporal, como alongamentos e ginástica laboral, que acabam por agir como forma de uma reeducação postural, prevenindo a saúde do trabalhador (VIEL E ESNAULT, 2000; PRESSI & CANDOTTI, 2005).

3.2 ERGONOMIA

A ergonomia é o estudo da adaptação do trabalho ao homem e, hoje em dia, abrange todos os tipos de atividades humanas e é multidisciplinar. Os ergonomistas realizam o planejamento, projeto e avaliação de tarefas, além de postos de trabalho, produtos, ambientes e sistemas, tornando-os compatíveis com as necessidades, habilidades e limitações dos usuários. (IIDA, 2005). A ergonomia pode ser chamada também de “engenharia humana”, uma vez que estuda os aspectos antropométricos e os aplica em projetos (PANERO, 2002).

Ergonomia é a disciplina científica relacionada com a compreensão das interações entre humanos e outros elementos de um sistema, e a profissão que aplica teoria, princípios, dados e métodos para projetar a fim de otimizar o bem-estar humano e o desempenho geral do sistema (International Ergonomics Association, 2000).

Ergonomia é uma disciplina baseada na ciência que reúne conhecimentos de outras disciplinas como anatomia, fisiologia, psicologia, engenharia e estatística para garantir que o design complemente os pontos fortes e as habilidades das pessoas e minimizem os efeitos de suas limitações. Em vez de esperar que as pessoas se adaptem a um design que as force a trabalhar de forma desconfortável, estressante ou perigosa, ergonomistas e especialistas em fatores humanos procuram entender como um produto, local de trabalho ou sistema pode ser projetado para atender às pessoas que precisam usá-lo (Chartered Institute of Ergonomics & Human Factors, 2018).

A Ergonomia (ou Fatores Humanos) é uma disciplina científica relacionada ao entendimento das interações entre os seres humanos e outros elementos ou sistemas, e à aplicação de teorias, princípios, dados e métodos a projetos a fim de otimizar o bem estar humano e o desempenho global do sistema (Associação Brasileira de Ergonomia, 2018)

Os ergonomistas trabalham em três domínios especializados: ergonomia física, que ocupa-se das características da anatomia humana, antropometria, fisiologia e biomecânica para desenvolver tópicos como postura no trabalho, manuseio de materiais, movimentos, distúrbios músculo-esqueléticos, entre outros; ergonomia cognitiva, que se ocupa dos processos mentais, como percepção,

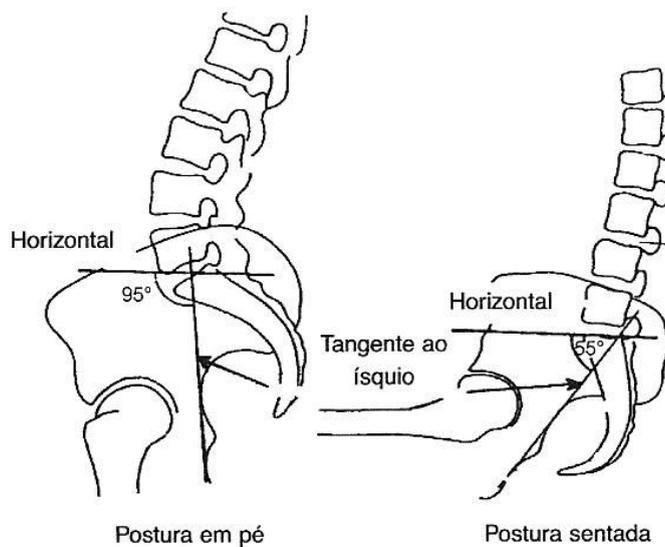
memória, raciocínio e resposta motora, aplicados em tomadas de decisão, relação homem-computador, estresse, entre outros; e ergonomia organizacional, que ocupa-se da otimização dos sistemas sócio-técnicos, estruturas organizacionais, políticas e processos, aplicados em comunicações, projetos de trabalho, entre outros (IIDA, 2005). Neste TCC será trabalhada a ergonomia física.

3.2.1 Antropometria e parâmetros antropométricos

A antropometria trata das medidas físicas do corpo humano, e hoje em dia procura-se estabelecer padrões mundiais de medidas antropométricas, para assim, tornar possível a produção de produtos que se adaptem a diversas etnias (IIDA, 2005). A antropometria é um exercício complexo não apenas de medição, tendo muitos fatores humanos a serem analisados além de medidas (PANERO, 2002). A antropometria é muito dependente de tempo e dinheiro, e hoje em dia pode ser considerada uma subdisciplina da Engenharia Humana (TILLEY E DREYFUSS, 2005).

Muitos ortopedistas recomendam uma postura ereta quando em posição sentada, sendo que desta forma, a pressão do disco é diminuída em relação a quando o corpo está curvado para frente, em cifose na região lombar e torácica, porém, essas recomendações conflitam com o fato de que sentar-se ligeiramente para frente ou reclinado reduz o esforço dos músculos das costas, tornando o ato de sentar mais estável (KROEMER E GRANDJEAN, 2005). A postura levemente inclinada para frente é mais natural e menos fatigante em relação a ereta (IIDA, 2005). Estudos recomendam assentos levemente inclinados para frente, o que proporciona uma menor pressão nos discos e ligamentos da coluna (VIEL E ESNAULT, 2000). Neste TCC será utilizada a postura levemente inclinada como a menos prejudicial para a saúde do usuário. Na posição sentada correta (Figura 9), o indivíduo deve sentar-se nos ísquios, evitando que o peso corporal seja apoiado nas últimas vértebras da coluna, e que os encostos de cadeiras antropométricas ajustadas, ajudam neste processo (VIEL E ESNAULT, 2000; IIDA, 2005; PRESSI & CANDOTTI, 2005).

Figura 9: Imagem dos ísquios apoiados no assento de forma correta



Fonte: VIEL E ESNAULT, 2000, p. 5

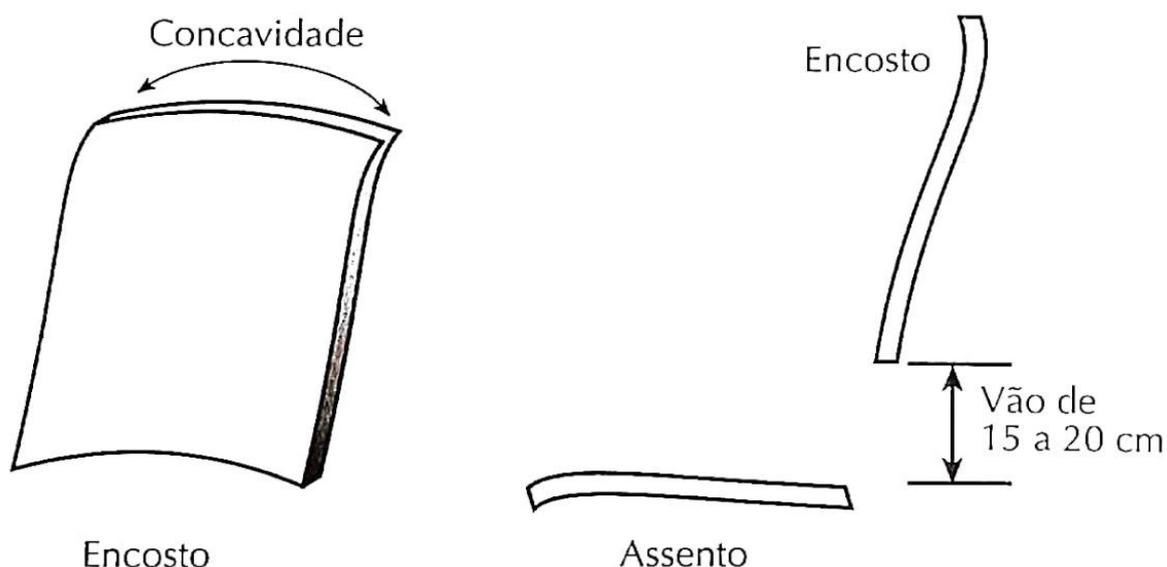
O corpo deve estar em contato com o assento apenas através da estrutura óssea, as tuberosidades isquiáticas, cobertas apenas por uma fina camada de tecido muscular e uma pele grossa, adequada para suportar grandes pressões (IIDA, 2005). 75% do peso do indivíduo é apoiado em apenas 260 mm das tuberosidades, o que resulta em um esforço grande de compressão na área inferior das nádegas (PANERO, 2002). Em um assento macio, a pressão imposta nas pernas e nas costas perturbam a circulação e comprimem as terminações nervosas, podendo causar formigamentos e perda de sensibilidade; já na utilização de assentos muito duros, os ísquios sofrem demasiada pressão, tornando-se insuportável (VIEL E ESNAULT, 2000). O ideal e não prejudicial a postura é um estofamento nem muito rígido nem muito macio (PANERO, 2002; IIDA, 2005). Iida (2005) sugere de 20 a 30 mm de espessura, desta forma, o corpo possui mais estabilidade e a pressão é distribuída, a postura mantida e a fadiga evitada.

As variações de postura para aliviar as pressões nos discos e tensões nos músculos são de extrema importância, o que faz os assentos em que as nádegas encaixam anatomicamente serem pouco recomendados por não permitirem essa variação postural (IIDA, 2005). É necessária a variação de postura para evitar dores e formigamentos locais, além de evitar maiores desconfortos e complicações (PANERO, 2002). A relação entre cadeira e mesa são fundamentais para um

posicionamento equilibrado da coluna, assim como a adequação do mobiliário aos ajustes compatíveis com o conforto do usuário (VIEL E ESNAULT, 2000).

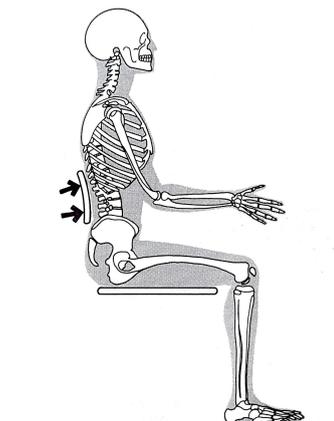
O estudo dos assentos é algo interessante, visto que é uma parte presente no dia a dia das pessoas, seja no carro, na mesa de jantar ou no escritório; e assim, fazem um estudo sobre diferentes tipos de cadeira, sendo a de escritório complicada, assim como a de computador, pelo fato do usuário sentar tanto de forma ereta quanto relaxada (TILLEY E DREYFUSS, 2005). O melhor tipo de assento deve ser alto com inclinação, e a região da cervical deve ter apoios para cabeça e pescoço, assim como deve conter uma concavidade para os ombros (KROEMER E GRANDJEAN, 2005). O perfil do encosto deve ser côncavo e ter uma protuberância para trás, podendo-se deixar um espaço vazio de 150 a 200 mm entre assento e encosto (Figura 10), que deve ficar entre a segunda e a quinta vértebra para permitir liberdade de movimento para o tronco (IIDA, 2005). A função principal do encosto é dar suporte para a região lombar, e que deve-se pensar em um espaço livre na parte posterior das nádegas, conforme figura 11 (PANERO, 2002; TILLEY E DREYFUSS, 2005).

Figura 10: Representação do encosto sugerido por Iida



Fonte: IIDA, 2005, p.154

Figura 11: Representação do encosto sugerido por IIDA



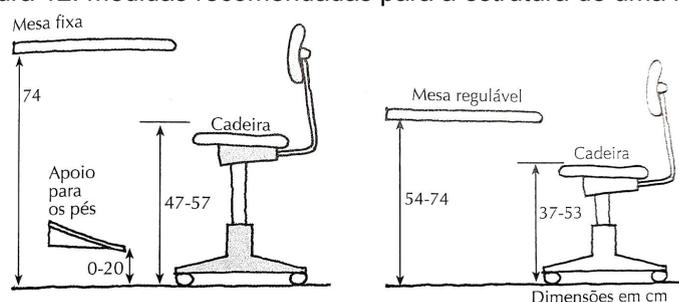
Fonte: IIDA, 2005, p.154

A região na qual é colocado o encosto influencia a pressão discal: ocorre uma diminuição da pressão, quando o encosto for na região lombar, movendo a coluna para posição de lordose; o apoio na região torácica, movimentando a coluna lombar para cifose e, conseqüentemente, aumenta a pressão discal (NACHEMSON, 1975, apud BRACCIALLI & VILARTA, 2000). Estudos comprovam que para minimizar danos nos discos e nos músculos, deve-se utilizar um suporte na lombar, como uma almofada, entre a terceira e a quinta vértebra, para assim deixar a coluna com a posição mais natural possível (PANERO, 2002; KROEMER E GRANDJEAN, 2005). Quando uma retificação acentuada na lordose lombar é provocada, como em uma cadeira tradicional, além de ocorrer uma tensão nos ligamentos e fibras posteriores dos discos, provocando pressão nesses locais, o que pode gerar deslocamentos e deformações contínuas (VIEL E ESNAULT, 2000). Em muitas aplicações, existe a necessidade de combinar medidas máximas e mínimas de uma população, e para isso, na maior parte dos casos utiliza-se o máximo como o percentil 95% dos homens e o mínimo como o percentil 5% das mulheres, visto que tem-se como conceito geral que mulheres tendem a ser menores que homens na sociedade (PANERO, 2002; IIDA, 2005; TILLEY E DREYFUSS, 2005).

Em relação a altura necessária de uma mesa, conforme a figura 12, é ideal que ela esteja entre 540 mm (altura mínima, para os 5% das mulheres) e 740 mm (altura máxima, para os 95% dos homens) (IIDA, 2005). A altura geral mais

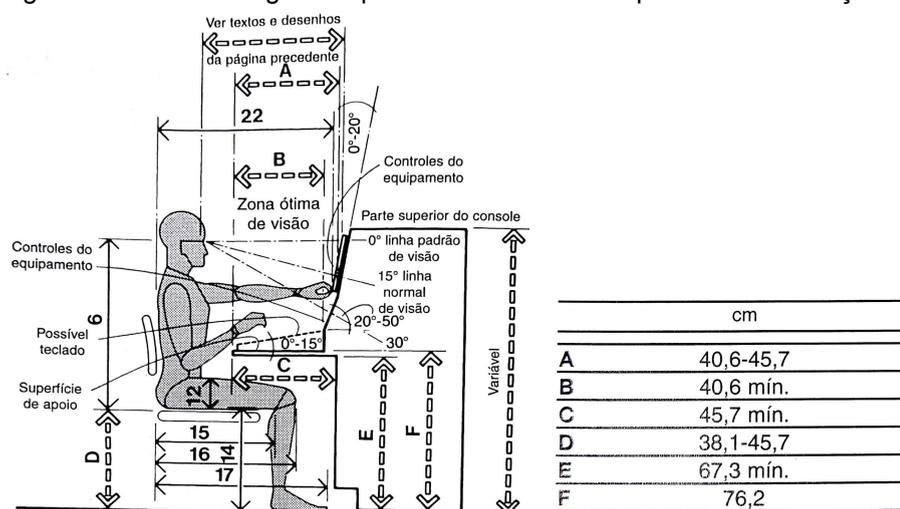
recomendada de mesas quando há dispositivos de exibição, como monitores, é de 720 mm (Figura 13), medida que se adapta bem a homens e mulheres de diferentes percentis, desde que haja uma regulação na altura do teclado (PANERO, 2002; TILLEY E DREYFUSS, 2005). Uma mesa muito baixa pode causar inclinação no tronco e cifose lombar, o que faz a carga sobre o dorso e o pescoço aumentar, provocando dores; já uma mesa muito alta causa abdução e elevação dos ombros e uma postura forçada, causando fadiga nos músculos dos ombros e pescoço (CHAFIN, 2001, apud IIDA, 2005). Quando muito baixas, as mesas podem aumentar a flexão da coluna dorsal e lombar, aumentando a pressão sobre os discos intervertebrais (KROEMER e GRANDJEAN, 2005).

Figura 12: medidas recomendadas para a estrutura de uma mesa



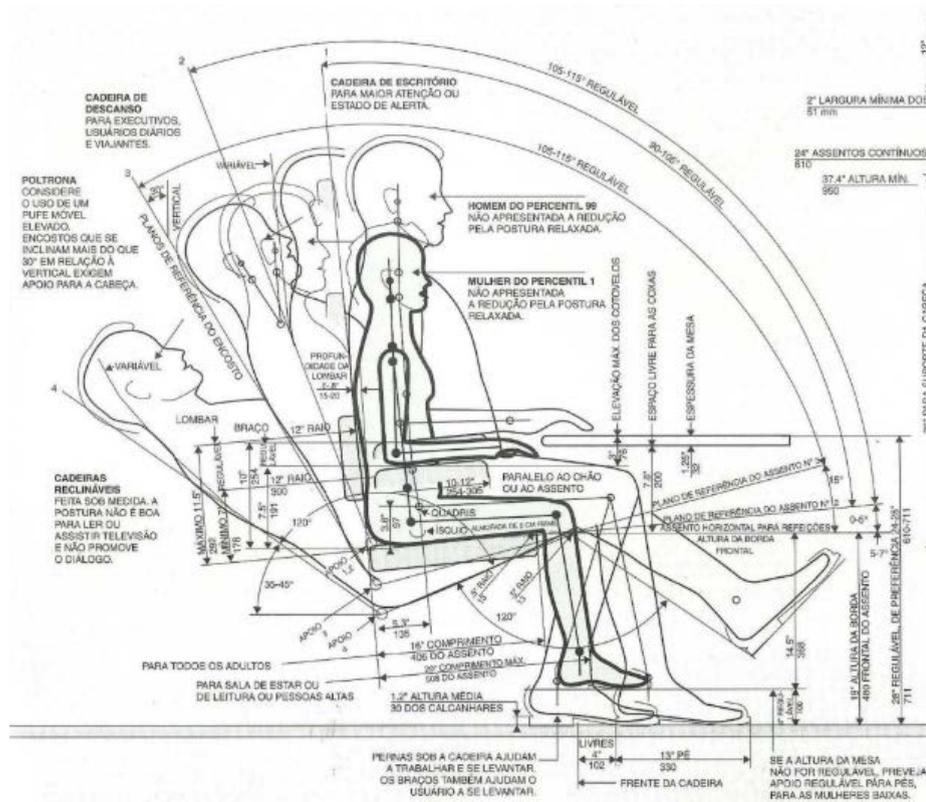
Fonte: REDGROVE, 1979, apud Iida, 2005 p. 145

Figura 13: Medidas sugeridas para mobiliário com dispositivos de exibição



Fonte: PANERO, 2005, p. 292

Figura 14: Variações ao sentar



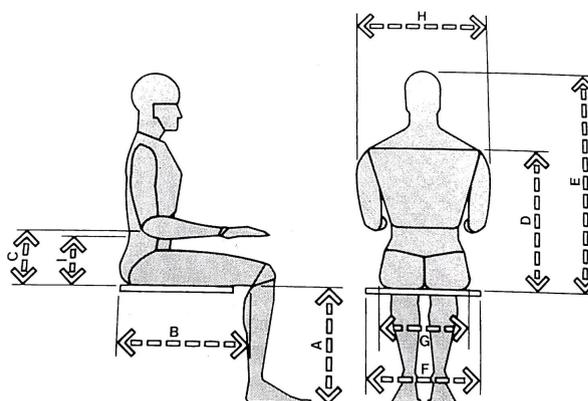
Fonte: TILLEY E DREYFUSS, 2005, p.51

Tilley e Dreyfuss (2005) sugerem, de acordo com a figura 14, que cadeiras de escritório tenham 495 mm na borda frontal, com profundidade de 406 mm e assento com largura de 406 a 560 mm; os assentos de cadeiras de escritórios devem ter ângulos ajustáveis entre 90-105° em relação a horizontal e as espaldas devem ter o mesmo ajuste, mas em relação a vertical; a altura do espaldar deve ser de 635 mm para apoio do tórax e ombros, 915 mm para apoio da cabeça e 400 mm para apoio dos braços; o centro da altura lombar deve ser regulável a partir de um ponto de referência do assento, entre 178-292 mm, e o ajuste para dentro e para fora deve ser de, no mínimo, 51 mm. Na figura 14 são ilustrados parâmetros da antropometria estática e dinâmica. Assim como a sugestão de Lida (2005), Tilley e Dreyfuss (2005) também sugerem o encosto com concavidade, com uma espessura de 25-51 mm, para evitar um desvio lateral.

Utilizando o percentil de 5 e 95 para homens e mulheres, PANERO (2002) apresenta dimensões antropométricas básicas utilizados para se projetar cadeiras

(Figura 15), que quando relacionados com as medidas ideais de uma cadeira para escritório dadas por Tilley e Dreyfuss (2005), pode-se perceber uma coerência na maior parte das medidas.

Figura 15: Dimensões básicas antropométricas relacionados aos percentis 5 e 95 de homens e mulheres na posição sentada, exigidas para o projeto de cadeiras

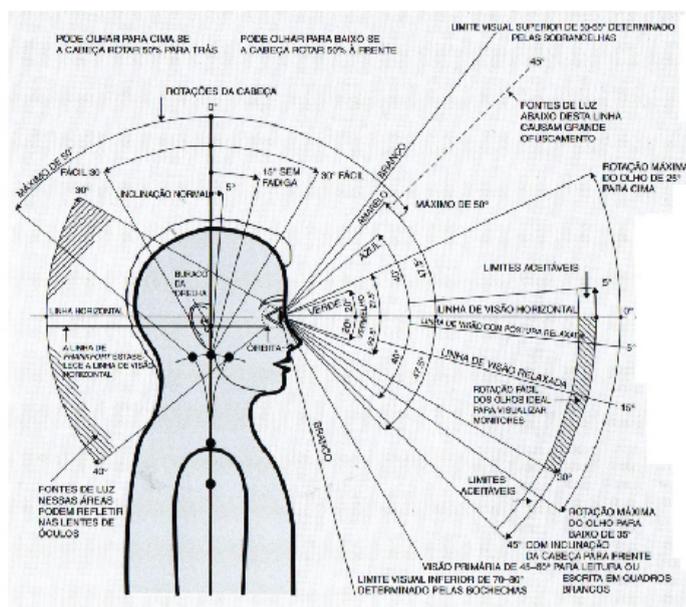


MEDIDAS	HOMENS		MULHERES	
	Percentil		Percentil	
	5	95	5	95
A	39,4	49,0	35,6	44,5
B	43,9	54,9	43,2	53,3
C	18,8	29,5	18,0	27,9
D	53,3	63,5	45,7	63,5
E	80,3	93,0	75,2	88,1
F	34,8	50,5	31,2	49,0
G	31,0	40,4	31,2	43,4
H	43,2	48,3	33,0	48,3

Fonte: PANERO, 2005, p. 61

A inclinação da cabeça deve ser de, no máximo, 20°, sendo valores acima de 30°, certas de que o usuário sofrerá com dores (IIDA, 2005). Como mostrado na figura 16, a inclinação de cabeça de 0° a 5° representa uma zona de conforto da visão com uma postura relaxada, de 5° a 15° uma linha de visão relaxada e, o máximo possível de 45°; já para a inclinação para cima, o máximo é de 25° (TILLEY E DREYFUSS, 2005).

Figura 16: Ângulos de rotação da cabeça, vista lateral



Fonte: IIDA, 2005, p.154

De acordo com Marques (2003, apud Brendler, 2017), existem ângulos máximos (Figura 17) que a coluna cervical e a lombar podem executar sem causar maiores danos a saúde.

Figura 17: Ângulos de rotação possíveis na cervical e lombar

MOVIMENTO	COLUNA VERTEBRAL CERVICAL (GRAUS)	COLUNA VERTEBRAL LOMBAR (GRAUS)
Flexão	0 - 65°	0 - 95°
Extensão	0 - 50°	0 - 35°
Flexão lateral	0 - 40°	0 - 40°
Rotação	0 - 55°	0 - 35°

Fonte: MARQUES, 2003, p. 49, apud Brendler, 2017

Informações de parâmetros antropométricos adicionais podem ser encontradas no Anexo A.

3.3 DISPOSITIVOS, FERRAMENTAS E TECNOLOGIAS

Nesta seção são citadas formas de tecnologias que podem ser utilizadas para a medição postural ou para testes e verificação do projeto.

3.3.1 Sensores posturais

Nesta seção são mostrados tipos diferentes de sensores para a monitoração postural dos indivíduos.

3.3.1.1 Sensor Flexível

O sensor flexível (Figura 18) é um equipamento que possui resistor variável, no qual a resistência do sensor aumenta de acordo com a flexão do corpo do componente, sendo utilizado, por exemplo, em equipamentos de *videogame* como as luvas Nintendo Power. Outras aplicações são componentes principais em robôs sensíveis ao toque, para reabilitação funcional de membros, onde o sensor é usado para medir a força e a angulação que o paciente coloca sobre um membro que está previamente afetado, (OLIVEIRA, 2016). Ao combinar o sensor de cabo flexível com uma resistência estática, é criado para um divisor de tensão, e é possível produzir uma tensão variável, que pode ser lida pelo microcontrolador (OLIVEIRA, 2016).

Figura 18: Sensor flexível



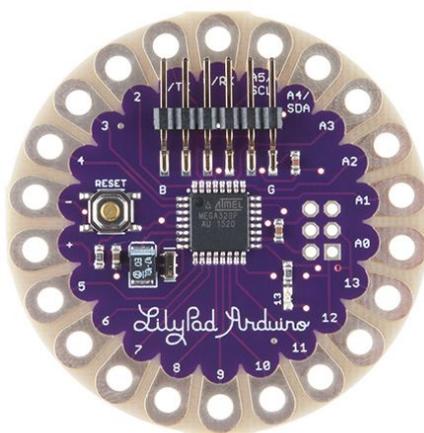
Fonte: Sparkfun (2018)

3.3.1.2 Arduino Lilypad

Arduino é uma plataforma livre e programável de prototipação, baseada em software e hardware fáceis de usar. O Arduino é capaz de ler entradas e

transformá-las em uma saída, existem várias versões dessas placas, como a LilyPad Board (Figura 19), que foi desenvolvida especificamente para projetos de computação vestível (wearables), pois pode ser costurada no tecido e conectada a alimentação, sensores e atuadores por uma linha condutora também desenvolvida para projetos de computação vestível, possuindo uma resistência de cerca de 150 Ohms por pé, podendo ser ajustada para até 250 Ohms, quando esticada, (OLIVEIRA, 2016).

Figura 19: Arduino Lilypad



Fonte: Multilógica (2018)

3.3.1.3 Acelerômetro e Giroscópio

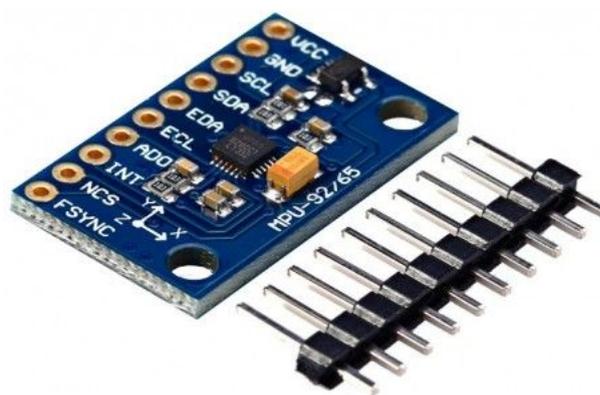
Os acelerômetros, como o nome sugere, medem a aceleração. Muitos acelerômetros são nada mais que transdutores feitos para medir as forças de reação associadas a uma dada aceleração (WINTER, 2004).

Um giroscópio consiste em um rotor balanceado que pode girar livremente em torno de seus eixos geométricos, perpendiculares entre si, que se interceptam no seu centro de gravidade (CUBIÇA DE SOUZA JÚNIOR, 2014).

Os acelerômetros são muito utilizados em smartphones e tablets, assim como na robótica, onde conseguem captar movimentos ou mudanças de posição por meio da aceleração. Os giroscópios também são utilizados em eletrônicos, assim como são utilizados há anos em segmentos da navegação, como em barcos e navios (VIEIRA & AGUIAR, 2013).

Além de possuírem aplicação em bússolas, aeronaves e sistemas de posicionamento global (GPS), os giroscópios foram introduzidos atualmente em produtos eletrônicos de consumo em massa. Uma vez que o giroscópio permite o cálculo de orientação e rotação, fabricantes incorporaram-no na tecnologia moderna. A integração do giroscópio permite um melhor reconhecimento de movimento num espaço de três dimensões (3D) que somente o acelerômetro; os giroscópios são freqüentemente combinados com os acelerômetros (sensores de aceleração), como mostrado na figura 20 (CUBIÇA DE SOUZA JÚNIOR, 2014).

Figura 20: Placa com acelerômetro e giroscópio, utilizada em eletrônicos

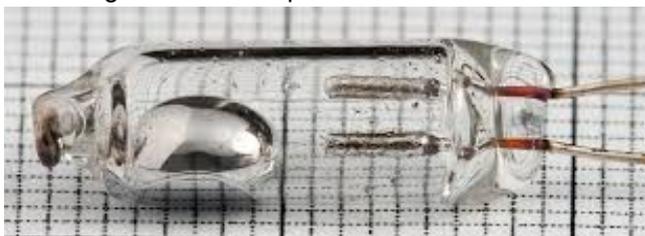


Fonte: Max Eletrônica (2018)

3.3.1.4 Interruptor de Mercúrio

Interruptor de Mercúrio (Figura 21) é um tubo de vidro com mercúrio dentro, que quando inclinado, permite a circulação do mercúrio até a extremidade, onde ocorre a junção dos contatos com o mercúrio, fechando o circuito elétrico. Ou seja, o interruptor de mercúrio pode funcionar como um nível, que quando em determinadas posições, aciona o dispositivo ligado a ele.

Figura 21: Interruptor de mercúrio



Fonte: Mercado Libre (2018)

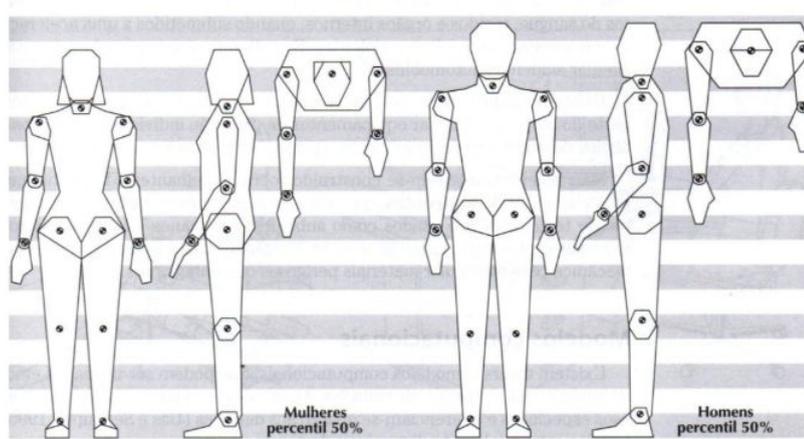
3.3.2 Modelo Humano Digital (MDH)

Os MHD, ou Modelos Humano Digitais, são desenvolvidos a partir de parâmetros antropométricos e são utilizados conforme necessidades do projeto (BRENDLER, 2017). Neste TCC serão utilizados para teste e verificação ao longo do projeto.

Os MHD podem ser representados em diferentes formatos, como matemáticos, bidimensionais, tridimensionais e modelos digitais (IIDA, 2005). Os modelos matemáticos, por exemplo, são obtidos a partir de medições em determinadas variáveis antropométricas do corpo, e as demais são calculadas por fórmulas matemáticas; o problema com este tipo de medição é a não proporcionalidade de todos os segmentos corporais, o que pode causar erros (IIDA, 2005).

No modelo bidimensional ou planejado (Figura 22) é representada apenas uma das vistas do corpo humano, como as vistas lateral, frontal ou superior, e normalmente, representam homens e mulheres com os percentis de 5%, 50% e 95% construídos em diferentes escalas (IIDA, 2005). Esse tipo de modelo é produzido com baixo custo de fabricação, utilizando materiais como papelão e polímero, e a finalidade de uso é para análises de estações de trabalho ou de produtos que não requerem maior precisão e detalhamento de medidas antropométricas (IIDA, 2005).

Figura 22: Exemplos de modelos bidimensionais



Fonte: FELIZBERTO E PASCHOARELL, 2000, apud. IIDA, 2005, p. 129

Para estudos mais completos podem ser construídos modelos tridimensionais, também chamados de manequins, não apenas para testar o dimensionamento de espaços, mas para medir outros parâmetros, como distribuição de pesos, momento de inércia, resistência ao impacto, e assim por diante (IIDA, 2005). Ainda segundo Lida (2005), assim como Brendler (2017), este tipo de modelo pode ser desenvolvido para meios digitais, e são chamados de modelos humanos digitais (MDH), sendo utilizados principalmente em áreas como a biomecânica e a ergonomia. Jung *et al.* (2009) dizem que utilizar o MDH em projetos de produto, para as análises ergonômicas, torna mais rápido e frequentes os processos como avaliação, diagnóstico e revisão do projeto, além de ser mais econômico. Brendler (2017) apresenta exemplos de MDH desenvolvidos e testados, como de Grajewski *et al.* (2013), Baek e Lee (2012), Kuo e Chu (2005) e Jung *et al.* (2009), e de acordo com a autora, os modelos analisados precisam de algumas alterações para a realização das tarefas nas análises ergonômicas, como a parametrização das variáveis antropométricas e do movimento das articulações do MHD, conforme o movimento do corpo humano.

Brendler (2017) apresenta, em sua tese de doutorado, o desenvolvimento de um MHD em que resolve questões como: a parametrização das variáveis antropométricas do corpo humano, contém parâmetros da cinesiologia e biomecânica o que faz com que o MHD realize os movimentos o mais próximo do movimento real do corpo humano e, para avaliação da postura durante o uso do produto ou postos de trabalho, há em suas articulações móveis marcadores que modificam a cor sinalizando quando está em uma postura incorreta ou desconfortável.

O método de análise ergonômica em que utiliza o MHD proposto por Brendler (2017) contempla etapas no desenvolvimento do projeto de produto que vão desde a etapa informacional até a etapa de detalhamento do produto, auxiliando na verificação, no diagnóstico até a obtenção dos parâmetros de projeto. Nas figuras 23 e 24, são apresentadas aplicações do MHD desenvolvido por Brendler (2017) em uma estação de trabalho e em um veículo de simulação de autoescola, respectivamente.

4 PROJETO INFORMACIONAL

Nesta seção, são apresentados os resultados das entrevistas, tanto com especialistas em coluna e ergonomia quanto com usuários, analisadas em conjunto com as informações da fundamentação teórica. Após, é feita uma análise de produtos no segmento de prevenção de dores nas costas. Ao final, é apresentado o ciclo de vida do produto e as eliciações das necessidades dos usuário, onde são apresentados requisitos de usuário e de projeto.

4.1 ENTREVISTAS

Nesta seção são dispostos os resultados das entrevistas feitas.

4.1.1 Entrevistas com especialistas

Foram realizadas doze entrevistas com diversos profissionais ligados à saúde e postura de indivíduos, como fisioterapeutas pesquisadores, fisioterapeutas clínicos, uma médica especializada em oncologia e acupuntura, uma massoterapeuta e um ergonomista. As entrevistas foram feitas, em sua maioria, ao vivo, e algumas foram feitas a distância. Todas podem ser vistas, detalhadamente, na Apêndice A deste trabalho.

A maior parte dos especialistas em saúde consideraram a posição sentada em longos períodos como prejudicial para a coluna vertebral. Cinco especialistas enfatizaram a pressão e o dano que longos períodos na posição sentada podem causar aos discos intervertebrais. Três especialistas consideram 1h, e três consideram 2h, como o máximo que uma pessoa pode ficar na mesma posição, sendo recomendadas interpolações de posições e alongamentos durante o período. A maior parte dos especialistas comentou que mesmo neste tempo máximo, é importante que o indivíduo mantenha uma postura correta, preservando as curvas fisiológicas da coluna. Autores como Lida (2005), Kroemer e Grandjean (2005) e Viel e Esnault (2000) consideram a posição sentada mais correta como a levemente inclinada para frente, para assim, os discos não se encontrarem totalmente verticalizados, o que aumentaria a pressão entre eles, e conseqüentemente, a falta

de irrigação e nutrição, causando danos. Além disso, é necessária uma leve curvatura na região da lombar, também evitando a verticalização demasiada da coluna. De acordo com os especialistas, não existe uma faixa etária principal expressiva que sofre com dores na coluna, pois são problemas que podem começar na adolescência ou até na infância, continuando até a velhice. Como recomendação para prevenir os danos, todos os especialistas recomendaram interpolação de posição e alongamentos frequentes, além de pausas para desestresse. Uma das entrevistadas enfatizou a importância dessas pausas para conter a tensão e desopilar, afirmando que quanto mais atividade cerebral ocorre, a atividade muscular acompanha e acabam ocorrendo as lesões. Autores como Lida (2005), Viel e Esnault (2000) e Kroemer e Grandjean (2005) também recomendam essa interpolação para evitar lesões e a má nutrição dos discos, como dito anteriormente. O ergonomista entrevistado lembrou da importância do tempo e das interações dos usuários com as pausas feitas ao longo do expediente de trabalho, além de lembrar que a ergonomia é focada em evitar lesões e manter o conforto dos usuários. Os especialistas, no geral, gostaram do tema deste trabalho, e acreditam que um dispositivo possa auxiliar neste processo de prevenção como um lembrete de interpolação de posição ou com a conscientização corporal; alguns especialistas sugeriram algo mecânico que ajudasse na postura propriamente dita.

4.1.2 Entrevistas com usuários

Além das entrevistas com especialistas, foram feitas duzentas e seis entrevistas com usuários. É possível ver as perguntas e respostas mais detalhadamente na Apêndice B deste trabalho.

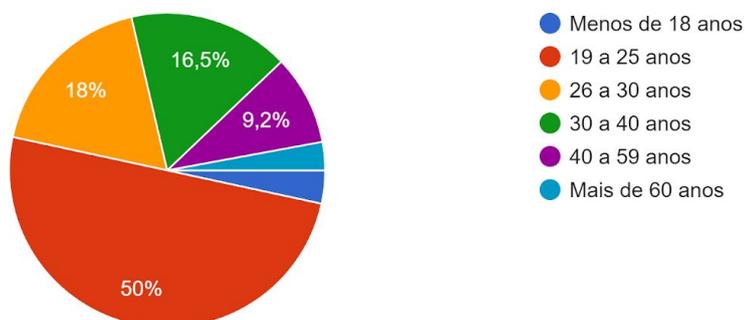
Como dito anteriormente, a maior parte dos especialistas entrevistados consideram a posição sentada, assim como outras posições estáticas, danosa aos discos intervertebrais e aos músculos da coluna. De acordo com doze especialistas, é necessária uma postura correta, que preserve as curvaturas fisiológicas da coluna, para prevenir ou minimizar os danos causados, ainda são sugeridas pausas para desestresse ao longo do dia, além de alongamentos, exercícios físicos e uma maior conscientização corporal pelos indivíduos.

As entrevistas que foram realizadas com usuários de diversas faixa etárias (Figura 25) e profissões e/ou ocupações, como designers, professores, jornalistas, engenheiros, arquitetos, contadores, secretários, estudantes, animadores, programadores, ilustradores, cientistas, entre outros, mostraram que a maioria dos entrevistados, 55,8%, passa de 6h a 8h em suas ocupações (Figura 26), sendo 90,8% em uma posição estática, e 86,4% na posição sentada (Figura 27).

Figura 25: Idade dos usuários entrevistados

Qual sua idade?

206 respostas

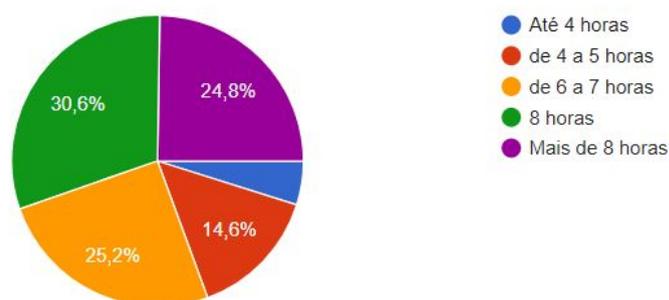


Fonte: Elaborado pela autora

Figura 26: Horas em que os entrevistados passam em suas ocupações

Quantas horas diárias você passa em seu trabalho/ocupação?

206 respostas



Fonte: Elaborado pela autora

Figura 27: Tempo em uma mesma posição que os usuários passam

Você passa muito tempo em uma mesma posição no seu trabalho/ocupação?

206 respostas



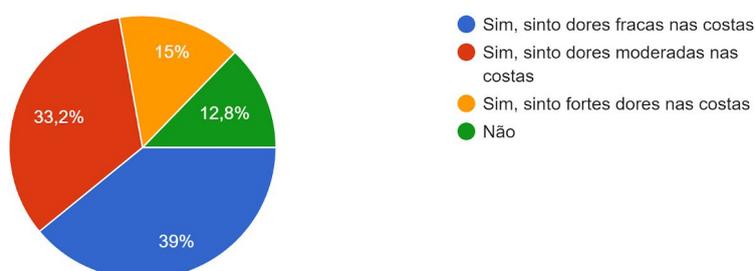
Fonte: Elaborado pela autora

Alguns dos entrevistados já possuem o hábito de se alongar durante suas rotinas diárias, sendo que 50,8% dos entrevistados não sabem de quanto em quanto tempo, enquanto 29,9% não costumam ter este hábito. Dos 187 que responderam a essa pergunta, 87,2% responderam que sofrem de dores nas costas, sendo fracas, moderadas ou fortes (Figura 28). A maior parte dos entrevistados acha que a má postura afeta sua saúde negativamente.

Figura 28: Incidência de dores nas costas

Você sofre com dores nas costas?

187 respostas



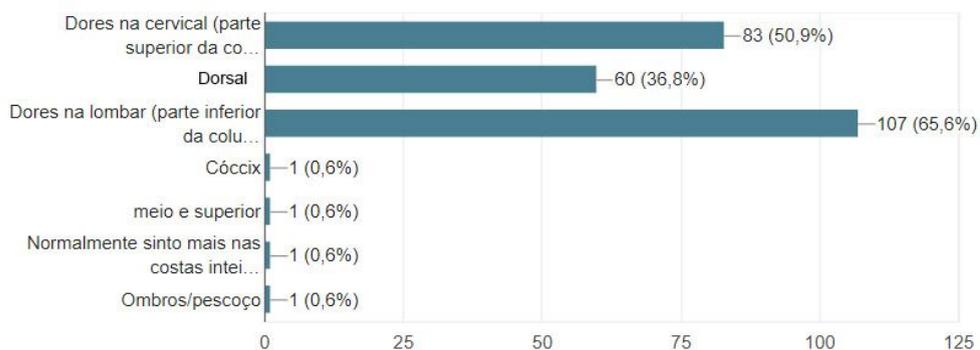
Fonte: Elaborado pela autora

A maior parte dos usuários dos 163 entrevistados que responderam a pergunta sobre local de dor, responderam que sentem mais dores na região lombar, tendo a região cervical em segundo lugar e a região dorsal em terceiro (Figura 29).

Figura 29: Incidência de tipos de dores nas costas

Qual maior incidência de dor nas costas você sente (pode marcar mais de uma opção, caso sejam frequentes)?

163 respostas



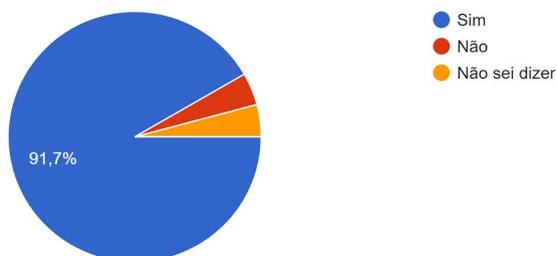
Fonte: Elaborado pela autora

A maior parte dos entrevistados utilizariam um dispositivo para prevenção (Figuras 30 e 31), caso existisse, sendo que muitos dos entrevistados já utilizaram almofadas, coletes posturais, massageadores (incluindo um com infravermelho), além de acupuntura, pilates e fisioterapia para prevenir ou remediar dores. Quando foi perguntado o que um dispositivo poderia fazer para auxiliá-los, a maior parte dos entrevistados citou a correção e alerta da postura errada, além de adaptável e versátil.

Figura 30: Respostas dos usuários que ainda não sentem dores nas costas referente a utilização de dispositivos

Se você sofresse de dores nas costas, utilizaria um dispositivo que prevenisse essas dores?

24 respostas



Fonte: Elaborado pela autora

Figura 31: Respostas dos usuários que sentem dores nas costas referente a utilização de dispositivos

Utilizaria esse tipo de dispositivo, se ele existisse?

151 respostas



Fonte: Elaborado pela autora

Além das entrevistas, foram feitas observações com os usuários durante períodos de trabalho em escritórios. É possível observar que, mesmo que o usuário tenha consciência da postura correta inicialmente, ao longo do período na posição sentada, o corpo acaba relaxando, resultando em uma postura errada. Poucos usuários demonstraram ter consciência dos momentos de pausas e alongamentos ao longo do dia, fazendo-as quando necessário fisiologicamente, como as pausas para comer ou ir ao banheiro.

4.2 DEFINIÇÃO DO PÚBLICO ALVO

Devido às entrevistas com especialistas e usuários, define-se como público alvo os jovens e adultos que passam muito tempo na posição sentada. A faixa etária varia do final da adolescência até o final da vida profissional.

4.3 ANÁLISE DE SIMILARES

São feitas análises de similares de produto, que se assemelham com o produto que é desenvolvido neste trabalho, e de similares de função, que se assemelham em determinada função no que é desenvolvido.

4.3.1 Similares de Produto

Para a análise de similares de produto, serão utilizados os parâmetros estruturais, funcionais, morfológicos e ergonômicos, sugeridos por Platcheck (2012). Platcheck (2012) também sugere as etapas de análise de mercado e análise técnica, que não são feitas devido a eventuais erros que podem ocorrer, visto que é difícil a obtenção correta dessas informações. A análise estrutural é referente a estrutura, componentes e elementos de junção; a análise funcional é referente às funcionalidades do produto e a relação desse produto com o modo de utilização do usuário, além de ser analisado o método de reciclagem, o acabamento e a resistência do produto; a análise morfológica é referente a estética do produto; e a análise ergonômica é referente a ergonomia aplicada ao produto, se ele é adequado ao usuário, preocupando-se com o conforto a longo prazo de uso, além de aspectos antropométricos, cognitivos e de biomecânica, tornando-o de fácil utilização.

4.3.1.1 Upright Go

Upright Go (Figura 32) é um dispositivo treinador de postura, que combinado com um aplicativo, manda lembretes de adequação postural e pausas ao usuário. Ele funciona fixado com adesivos aderentes descartáveis, que assim como o produto, podem ser comprados direto no *site* do fabricante ou de distribuidores como a Amazon e a Apple. O produto é vendido com um cabo USB, nove adesivos de fixação extras, panos embebidos em álcool para higienização, uma bolsa de transporte e um manual de instruções, além do dispositivo principal.

Figura 32: Upright Go



Fonte: Upright (2014)

Análise Estrutural: o produto é compacto, tendo as dimensões de 55.25 x 33.16 x 11.62mm e 12g. É feito de polímero emborrachado, possui apenas um botão e um LED RGB na vista superior. O dispositivo possui, em seu interior, um acelerômetro de três eixos, o que torna o monitoramento postural possível. Possui uma bateria recarregável de lítio, além de uma porta USB mini para carga na vista frontal e módulo *bluetooth*. É fixado na pele do usuário por meio de um adesivo feito de silicone médico hipoalergênico descartável, colocado na vista inferior do dispositivo.

Análise Funcional: o dispositivo funciona em duas modalidades distintas, a de *training* (treinamento) e a de *tracking* (rastreamento), acionados pelo botão ou pelo aplicativo, sendo maior diferença entre eles que o modo de treinamento possui uma leve vibração para lembrar o usuário de se posicionar corretamente. Antes da utilização, é possível calibrar o dispositivo, acionando-se duas vezes o botão físico, fixando-o na altura da coluna cervical e posicionando-se de forma correta até ele vibrar duas vezes. É possível conectar ao aplicativo por meio de bluetooth, para assim, poder ver e rastrear a posição do usuário ao longo do dia. O LED funciona como indicativo para conexões, bateria ou *updates*, intercalando nas cores RGB piscando ou estáticas, dependendo do indicativo. A bateria deve ser carregada durante 2h com o auxílio do cabo USB incluso na compra do dispositivo. Os adesivos devem ser higienizados com álcool ou sabão após o uso, e trocados após 10 usos.

Análise Morfológica: o dispositivo é minimalista e possui formas orgânicas, além de ser sutil e discreto o único botão presente, sendo coberto com polímero, sem ter vãos em sua volta. O LED também é discreto, quando não está aceso, mas se destaca quando está. O nome e o logo do produto são feitos em baixo relevo nas vistas lateral e superior.

Análise Ergonômica: o dispositivo é de fácil transporte e utilização, quando pensamos nas dimensões e número de passos que deve-se fazer para utilizá-lo. É

leve e pode ser utilizado embaixo das roupas sem ser perceptível. Não possui cantos vivos ou botões pequenos que dificultariam o uso, porém, por ter poucos componentes, é pouco intuitivo. O fato de ter de trocar o adesivo regularmente também é algo que pode ser negativo para o usuário, visto que ele pode apresentar dificuldades ou pode utilizar um adesivo já velho, o que faria o dispositivo não fixar corretamente. De acordo com *review* feito no *site* Engadget, o dispositivo não é totalmente preciso quanto o que é correto ou não na postura, isso porque o usuário que o fixa em suas costas e pode colocá-lo no local errado. Além disso, o dispositivo apenas identifica se a parte superior da coluna está reta ou não, e a postura pode ser inadequada mesmo com a cervical reta. O fabricante não diz como é feita a desmontagem do aparelho, e seu descarte deve ser feito em um lixo especial para eletrônicos, uma vez que possui bateria interna de lítio.

4.3.1.1.1 Aplicativo

O aplicativo utilizado em conjunto com o produto (Figura 33) é bastante direto e fácil de ser utilizado. Nele é possível ver registros de postura do usuário, assim como configurar o modo de uso do dispositivo. Os ícones são *flat* e de fácil entendimento, e as cores são contrastantes e condizentes com a identidade da marca.

Figura 33: Aplicativo Upright Go



Fonte: Upright Go (2014)

4.3.1.2 Lumo Lift

Lumo Lift (Figura 34) é um dispositivo pequeno, similar ao tamanho de um broche, que deve ser usado na roupa do usuário. O dispositivo identifica quando o usuário está com uma postura errada, e envia alertas.

Figura 34: Lumo Lift



Fonte: The Test Pit (2018)

Análise Estrutural: o dispositivo é compacto e quase imperceptível quando utilizado, tendo 4.4 x 2.5 x 1.3 cm de dimensão e pesando 13.6g. Possui duas peças separáveis, a carcaça e um broche, e não é à prova d'água. Tem sua carcaça constituída de polímero rígido e possui um ímã no interior, e um broche, também de polímero, que conta com um revestimento imantado na vista inferior. O dispositivo é minimalista, tendo a carcaça inteiramente de uma cor, sem detalhes, apenas com um pequeno LED RGB que acende para determinadas funções. O dispositivo todo funciona como um botão ao ser pressionado, para assim, ser configurado, sempre com ajuda do aplicativo. Sua tecnologia (Figura 35) é possível graças a um acelerômetro LIS3DH de três eixos, da marca Adafruit, além de *bluetooth* NRF 8001, um processador EFM32 Gecko e memória flash Winbound 25032. Seu carregamento é feito por meio de uma base, onde o dispositivo é encaixado, que tem entrada USB mini e é conectado a energia por USB.

Figura 35: Interior Lumo Lift



Fonte: Joshua Flowers (2015)

Análise Funcional: o dispositivo não pode ser utilizado sozinho, sempre precisando de conexão com o aplicativo, e nunca pode ser desligado. O usuário deve unir o broche com o dispositivo principal (Figura 36), e fixá-lo em sua roupa ou sua roupa de baixo, em posição entre o pescoço e o colo. O dispositivo deve ser alinhado durante várias vezes ao dia, que nada mais é que calibrá-lo, apertando o dispositivo por alguns segundos e concluir pelo aplicativo, informando qual a melhor postura desejada. Alertas são enviados ao usuário para a correção postural quando em posição estática, nunca enquanto em movimento, por meio de vibrações e pelo registro no aplicativo, e além desta função, ele também conta passos, distâncias percorridas, calorias gastas e os minutos em postura correta. Por ter magnetismo em sua estrutura, é contra-indicado a pessoas que possuem marcapasso.

Figura 36: Utilização do Lumo Lift



Fonte: Matome (2016)

Análise Morfológica: o dispositivo tem sua carcaça minimalista e de uma cor só, e o broche customizável. Não existem botões aparentes, apenas internamente, fazendo o dispositivo funcionar como um botão por si só. Não possui orifícios para carregamento, uma vez que deve ser carregado em uma base. Em sua vista inferior, é possível ver duas pequenas estruturas metálicas, o que realizam o encaixe e conexão na base.

Análise Ergonômica: o dispositivo é de fácil utilização, porém o broche é uma peça pequena que pode ser perdida ou danificada ao longo da utilização. A interação se dá somente ao utilizar o aplicativo, o que limita o usuário. O fato de o dispositivo nunca ser desligado, o que faz a empresa sugerir que o usuário force a parada do aplicativo para economizar bateria, também acaba por dificultar o uso do aparelho. Um aspecto negativo é que o usuário informa qual é a postura ideal, o que pode causar problemas na execução por falta de informação do próprio indivíduo.

4.3.1.2.1 Aplicativo

O aplicativo (Figura 37) é simples e é onde o monitoramento de postura, passos e outros *features* ficam registrados. O usuário pode ver seu desempenho ao longo do dia, assim como também recebe mensagens de motivação quando alcança objetivos de postura correta.

Figura 37: Aplicativo Lumo Lift



Fonte: Inhabitat (2014)

4.3.1.3 Darma Smart

Darma Smart (Figura 38) é um assento tecnológico, que utiliza sensores de fibra ótica para monitorar a postura, respiração e batimentos cardíacos do usuário. Possui um aplicativo que registra os resultados do monitoramento, e envia alertas ao usuário, inclusive com dicas.

Figura 38: Darma Smart



Fonte: Tech in Asia (2014)

Análise Estrutural: o dispositivo é acolchoado, recheado com *memory foam* e revestido em couro sintético. Possui 44,7 x 6,35 x 38,8 cm de dimensão e 2,6 kg de peso. Em seu interior existem seis sensores em locais estratégicos (Figura 39), responsáveis pela monitoração da postura e alguns aspectos da saúde do usuário. Na vista lateral existe uma porta USB mini, um botão *on/off* e um LED RGB para indicação de bateria e funcionamento. O aparelho é recarregável por meio de um cabo USB mini - USB, e utiliza uma bateria de lítio-ion.

Figura 39: Representação dos sensores no Darma Smart



Fonte: Daily Mail (2014)

Análise Funcional: o dispositivo, desligado, funciona como uma almofada normal. Ele deve ser utilizado em cadeiras maiores que ele, nunca menores, e não ficam fixadas no usuário nem no mobiliário. Para ligá-lo, deve-se certificar que esteja carregado, e então pressionar o botão presente na lateral. O LED mostrará a luz azul quando ainda não está conectado com o aplicativo, e verde quando for conectado, e a partir deste momento, o assento passará a monitorar o usuário. Durante a utilização, o aplico envia notificações a respeito de posturas erradas, e além disso, hábitos que podem melhorar, como sugerir que o indivíduo se alongue, respire ou faça uma pausa. O aparelho também reconhece quando o usuário está estressado por meio do monitoramento das batidas cardíacas e respiração acelerada, e pode sugerir momentos de relaxamento e ingestão de líquidos.

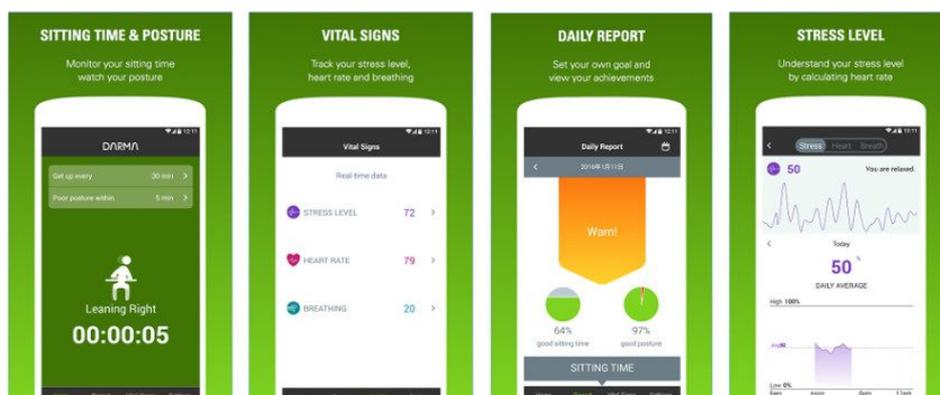
Análise Morfológica: o dispositivo é disponível apenas na cor preta, é macio e possui finalização em couro sintético. A primeira vista, parece apenas uma almofada de couro, com exceção da porta USB mini, o botão liga/desliga e o LED na lateral.

Análise Ergonômica: O dispositivo é confortável e não possui extremidades pontiagudas ou rígidas. Se utilizado corretamente, não causa danos ao usuário, mas a empresa deixa claro no manual de instruções que não deve-se molhar, dobrar, abrir ou sujar o aparelho, visto que ele é sensível. A interação com o usuário é bem simples, e feita pelo aplicativo na maior parte das funções. Alguns alertas são feitos por meio do LED na lateral em conjunto do aplicativo. Por motivos de segurança, o dispositivo não funciona enquanto está carregando.

4.3.1.3.1 Aplicativo

O aplicativo (Figura 40) é simples visualmente, e possui telas diversas para as diferentes funções do produto. O aplicativo envia alertas ao usuário, notificando posturas erradas e calculando o tempo necessário para pausas estratégicas para alongamentos e desestresse.

Figura 40: Aplicativo Darma Smart



Fonte: Lancaster University (2016)

4.3.1.4 PosturePulse

PosturePulse (Figura 41) é um dispositivo similar a um cinto que monitora e treina o usuário para manter posturas corretas, por meio de vibrações.

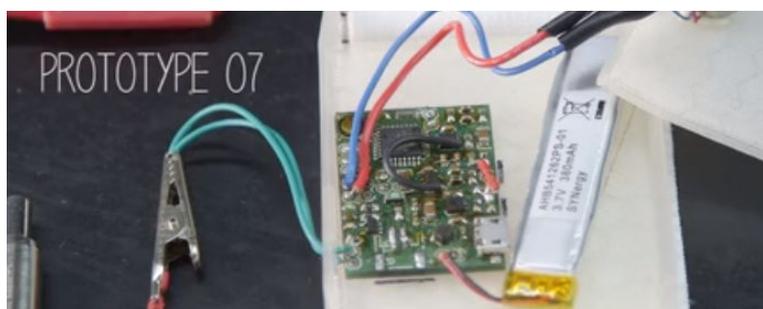
Figura 41: PosturePulse



Fonte: Kickstarter (2014)

Análise Estrutural: a faixa é feita de tecido elástico e possui velcro nas extremidades. Suas dimensões são de 103,45 cm de comprimento e 5 cm de altura. No centro da faixa, existe uma estrutura polimérica, onde são encontrados os mecanismos que fazem o dispositivo funcionar, e nela se encontra um botão liga/desliga. As dimensões dessa estrutura são 8,05 x 1 x 2,56 cm. O aparelho possui um acelerômetro interno (Figura 42) que identifica erros posturais e aciona um módulo de vibração para alertar o usuário.

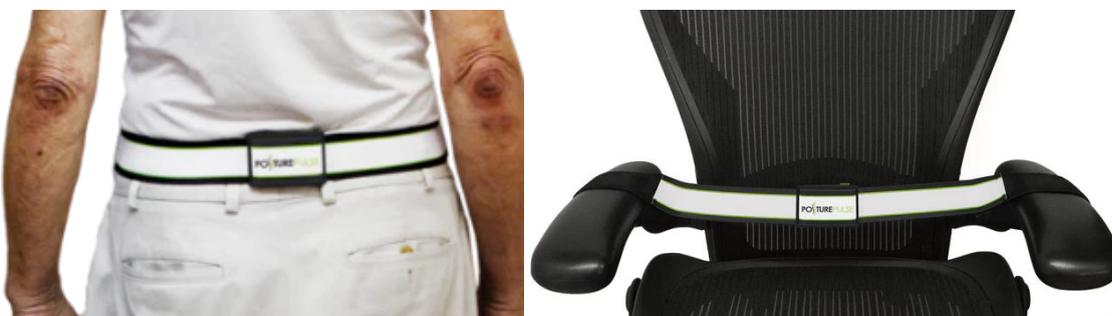
Figura 42: Mecanismo interno de um dos protótipos finais



Fonte: Kickstarter (2014)

Análise Funcional: o usuário pode utilizar o dispositivo em si mesmo, como um *wearable*, ou acoplá-lo nos braços de sua cadeira regular de trabalho. Das duas formas (Figura 43), utiliza-se o velcro para fixá-lo. Ao longo do dia, o dispositivo vibrará cada vez que o usuário estiver com a postura errada. Para ligá-lo ou desligá-lo, é necessário apertar o botão localizado na caixa polimérica do centro.

Figura 43: As duas formas de utilização do PosturePulse



Fonte: Kickstarter (2014)

Análise Morfológica: o dispositivo é discreto, compacto, e bicolor com cores neutras. A caixa polimérica central, onde se encontram os mecanismos, possui o logo e cores da identidade visual impressas.

Análise Ergonômica: a utilização do dispositivo é simples, e a fixação é basicamente como a colocação de um cinto. Uma desvantagem é que, apesar de ser feito em material elástico, possui uma limitação de tamanho, podendo tornar-se desconfortável ou impossível de ser utilizado em determinados indivíduos.

4.3.1.5 Alex Posture

Alex (Figura 44) é um dispositivo de monitoramento postural que se diferencia dos outros similares pelo local onde deve ser fixado. Ele é utilizado em conjunto de um aplicativo que, além de registrar a postura do indivíduo, dá dicas ao usuário ao longo do monitoramento.

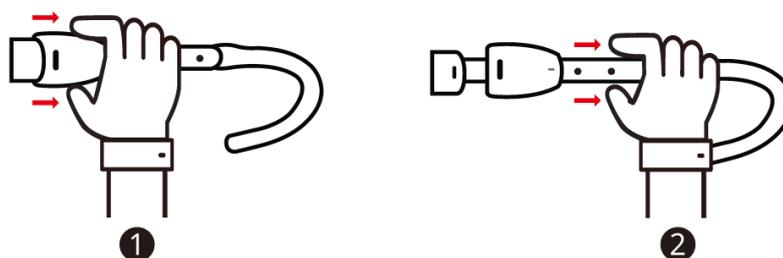
Figura 44: Alex Posture



Fonte: Touch of Modern (2017)

Análise Estrutural: o dispositivo é feito de polímero flexível nas hastes, e de polímero rígido na estrutura central, onde ficam os mecanismos e uma entrada USB mini para carga. O aparelho é regulável (Figura 45), ajustando-se ao tamanho da cabeça do usuário, e suas dimensões vão de 10 x 10,5 cm a 17 x 16 cm.

Figura 45: Ajustes do Alex Posture



Fonte: Alex Posture (2017)

Análise Funcional: o dispositivo deve ser colocado atrás da cabeça do usuário (Figura 46), com o final das hastes alocadas na parte superior das orelhas. É possível ajustar o tamanho das hastes flexíveis, puxando o dispositivo para um lado e as hastes para o outro. Assim que colocado, o usuário deve sincronizá-lo com o aplicativo, que irá monitorar a postura e enviar notificações para a melhora desta. Ao longo da utilização, o aplicativo irá dar dicas de alongamentos e noticiar quando o usuário está por muito tempo em uma mesma posição.

Figura 46: Utilização do Alex Posture



Fonte: IOT Danawa (2017)

Análise Morfológica: o dispositivo é de cor neutra, não possui muitos detalhes aparentes em sua estrutura, e o botão e porta USB mini estão em locais escondidos. Quanto a dimensão, ele é compacto, mas como está localizado no pescoço e nas orelhas do usuário, não fica discreto quando está sendo utilizado.

Análise Ergonômica: as hastes do produto são flexíveis, o que o deixa confortável ao uso. O aparelho fica sendo fixado pelas orelhas do usuário, o que pode incomodar ao longo do dia, e além disso, pessoas que utilizam óculos devem ter certa dificuldade de utilização, visto que as hastes do dispositivo e do óculos ficariam no mesmo local. Por não ser colocado em um local perto do pescoço, também existe o risco de o usuário puxar sem querer quando fizer movimentos nos cabelos ou pescoço, além de poder se enrolar nos cabelos caso sejam compridos.

4.3.1.5.1 Aplicativo

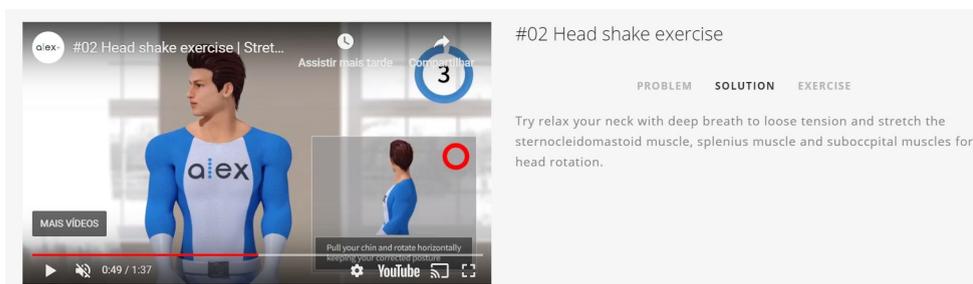
O aplicativo (Figura 47) mantém registro da má postura na região do pescoço por meio de imagens simples e gráficos, assim como notifica o usuário. Além disso, a empresa responsável pela marca possui um personagem, também chamado Alex, que ensina passos de exercícios e alongamentos no site da companhia (Figura 48), estendendo a utilização do dispositivo.

Figura 47: Aplicativo do Alex Posture



Fonte: Aviva Health (2017)

Figura 48: Exercício com Alex



Fonte: Alex Posture (2017)

4.3.1.6 Coleco

Coleco (Figura 49) é um dispositivo resultado do trabalho de conclusão de curso de Robson José Silva, aluno de Engenharia da Computação na Universidade Positivo, no Paraná. O projeto resultou em um colete vestível, ainda protótipo, com

sensores que avisam quando o usuário está com uma postura incorreta, por meio de interação com um aplicativo.

Figura 49: Coleco



Fonte: Universidade Positivo (2016)

Análise Estrutural: o colete é feito em tecido macio e levemente acolchoado, com um sistema eletrônico no eixo central, composto de três sensores ADXL345. Ele é preso no usuário por meio de alças com velcro nas extremidades, podendo ser regulada de acordo com o tamanho do usuário.

Análise Funcional: o colete é utilizado com o usuário vestindo-o, idealmente por debaixo das roupas para não ser tão perceptível, podendo também ser posto por cima. O usuário fecha o colete ajustando as alças de velcro ao redor de seus braços e tronco, deixando os três sensores ADXL345 na parte superior, inferior e central da coluna vertebral, acelerômetros que monitoram a postura de acordo com a posição do usuário e a as forças da gravidade. Após ser colocado, o dispositivo se conecta com o aplicativo por meio de *bluetooth* e avisa o usuário quando sua postura não estiver correta.

Análise Morfológica: o protótipo é feito de tecido bege, tendo uma modelagem de formas bem simples. Ele possui uma espessura não muito grossa nem muito fina, o que pode ser discreto ou não sob outras peças de roupa dependendo do tecido destas.

Análise Ergonômica: o colete é feito de tecido macio, sendo confortável ao usuário. Apesar disso, pode ser perceptível ou muito quente dependendo da roupa que o usuário usa por cima e do clima do local, e se usado diretamente a pele, pode causar irritações. É de fácil entendimento no momento de vestir, sendo preso com velcro, mas complicado na parte tecnológica, pois ele não possui botões que sejam intuitivos.

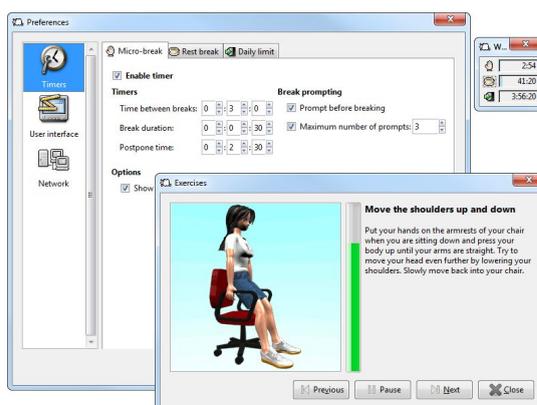
4.3.2 Similares de Função

Os similares de função não são necessariamente produtos tangíveis, mas serviços que podem se assemelhar em certos aspectos com o produto desenvolvido neste TCC. A análise será feita de modo geral, considerando a função principal analisada.

4.3.2.1 Workrave

Workrave é software de código livre, que após configurações feitas pelo usuário, força pausas curtas e longas no dispositivo utilizado. Durante essas pausas, o usuário recebe sugestões de alongamentos e exercícios (Figura 50). Sua interface não é agradável visualmente, e lembra versões antigas no Windows. Além disso, são utilizadas animações para ensinar os exercícios ao usuário, o que é positivo, mas não são esteticamente agradáveis.

Figura 50: Workrave



Fonte: Portable APPs (2018)

4.3.2.1 Pomodoro Timer

Pomodoro é uma técnica existente há muitos anos, geralmente utilizadas por trabalhadores da área criativa, que inicialmente foi baseada no funcionamento dos *timers* de cozinha em formato de tomate. Hoje em dia, existem muitos aplicativos (Figuras 51 e 52) que executam a função do timer, notificando o usuário quando o tempo de trabalho estipulado como máximo se esgotou, e sugerindo pausas curtas e longas. Alguns desses aplicativos também possuem modos de criação de gráficos, demonstrando o tempo que o usuário descansou, e permitindo a criação de seções separadas por atividade.

Figura 51: Pomodoro Time para iPhone



Fonte: Critical to Success (2017)

Figura 52: ClearFocus - Productivity Timer para Android



Fonte: Droid Views (2016)

4.4 CICLO DE VIDA DO PRODUTO

A análise do ciclo de vida de um produto é uma técnica muito usada por *designers* que pretendem diminuir a agressividade ambiental dos novos produtos. Pode-se construir o fluxo do ciclo de vida, desde a entrada da matéria-prima na fábrica, passando pela produção, distribuição e uso, até o descarte final do produto (BAXTER, 2000).

O produto será utilizado e vendido direto ao usuário, e deverá ter um ciclo de vida longo, criando a possibilidade de utilização do mesmo produto ao longo de muitos anos. É interessante que o produto tenha a maior parte de sua carcaça reciclável e durável, precisando de pouca manutenção. Caso tenha componentes eletrônicos, é interessante que sejam recarregáveis sem a necessidade de pilhas, e que não sejam fixados na carcaça, para uma separação mais fácil na hora da reciclagem.

4.5 NECESSIDADES E REQUISITOS DO USUÁRIO

4.5.1 Necessidades do usuário

No Quadro 1 são apresentadas as necessidades dos usuários, com base nas entrevistas feitas com especialistas e usuários, além das justificativas para essas necessidades.

Quadro 1: Elicitação das necessidades dos usuários

Necessidades do Usuário	Justificativa
Conseguir manter uma postura correta durante o período na posição sentada	Devido às atividades feitas ao longo do dia, os usuários acabam por piorar a sua postura, mesmo que inicialmente correta
Intercalar posições após determinado período de tempo	É importante manter o hábito de não passar tempo demasiado somente na posição sentada. Alguns especialistas e autores concordam que esse período máximo vai de 1h a 2h, e que é necessária essa intercalação de postura para a irritação dos discos intervertebrais, além do desestresse do indivíduo
Não sobrecarregar músculos, discos e tendões durante muito tempo na posição sentada	De acordo com autores e especialistas, é importante manter um maior relaxamento dos músculos, diminuindo as probabilidades de lombalgias e cervicalgias
Lembrar-se de todas as necessidades	Devido a posição sentada ser ligada a alguma tarefa diária de trabalho, é muito comum que o usuário se esqueça de levantar-se, alongar-se, mudar de posição e manter a postura correta pelo maior tempo possível
Conseguir utilizar o produto sozinho, sem dificuldades	É importante que o produto funcione de modo que o usuário não tenha dificuldades para a sua utilização
Poder utilizar o dispositivo em locais diferentes	O usuário não vai sempre ficar na posição sentada em um mesmo local, então é importante que o produto permita essa mudança
Conseguir utilizar o dispositivo por muito tempo, não tendo que comprá-lo frequentemente	Alguns dos usuários levantaram a necessidade de não ter que dispor de muito ou frequente investimento

Fonte: Elaborado pela autora

4.5.2 Requisitos do usuário

A partir das necessidades elencadas e justificadas no quadro 1, foram identificados requisitos de usuários, dispostos no quadro 2.

Quadro 2: Conversão das necessidades para requisitos dos usuários

Necessidades do Usuário	Requisitos do Usuário
Conseguir manter uma postura correta durante o período na posição sentada	Identificar postura incorreta/correta
Intercalar posições após determinado período de tempo	Contar tempo máximo na posição sentada
Não sobrecarregar músculos, discos e tendões durante muito tempo na posição sentada	Transmitir a necessidade de alongamentos
Lembrar-se de todas as necessidades	Avisar em tempos intercalados
Conseguir utilizar o produto sozinho, sem dificuldades	Facilitar utilização
Poder utilizar o dispositivo em locais diferentes	Ser versátil
Conseguir utilizar o dispositivo por muito tempo, não tendo que comprá-lo frequentemente	Ser durável e resistente

Fonte: Elaborado pela autora

A identificação das necessidades mais importantes foi realizada comparando-se os requisitos de usuário entre si, com o Diagrama de Mudge (quadro 3). Associando as linhas às colunas, respectivamente, são atribuídos valores de: 5, se mais importante; 3 se mesma importância; e 1 se menos importante. Os valores de cada linha foram somados e divididos pela pontuação total, gerando pesos percentuais para cada requisito.

Quadro 3: Diagrama de Mudge para comparação de requisitos de usuário

	a	b	c	d	e	f	g	Total	%
a. Identificar postura incorreta/correta	0	3	5	3	3	5	5	24	21,1
b. Contar tempo máximo na posição sentada	3	0	5	3	5	3	5	21	18,4
c. Transmitir a necessidade de alongamentos	1	1	0	1	1	3	3	9	7,9
d. Avisar em tempos intercalados	3	3	5	0	5	3	3	19	16,7
e. Facilitar utilização	3	1	5	1	0	1	1	9	7,9
f. Ser versátil	1	3	3	3	5	0	3	17	14,9
g. Ser durável e resistente	1	1	3	3	5	3	0	15	13,2
								114	100

Fonte: Elaborado pela autora

4.5.3 Conversão dos requisitos do usuário em requisitos de projeto

De acordo com Back *et al.* (2008), após a sistematização dos requisitos do usuário, é iniciada a etapa de estabelecer as características da engenharia de produto, que podem ser manipulados para satisfazer os requisitos dos usuários (Quadro 4).

Quadro 4: Conversão dos requisitos do usuário para requisitos de projeto

Requisitos do Usuário	Requisitos de Projeto
Identificar postura incorreta/correta	Dispor de mecanismo para identificação postural Não machucar o usuário
Contar tempo máximo na posição sentada	Conter <i>timer</i>
Transmitir a necessidade de alongamentos	Dispor de avisos físicos moderados
Avisar em tempos intercalados	Dispor de avisos físicos enfáticos
Facilitar utilização	Não conter muitas peças externamente Não possuir muitos passos para a utilização Ser intuitivo Funcionar por pelo menos 8h
Ser versátil	Ser compacto Poder ser utilizado em diversos locais/mobiliários
Ser durável e resistente	Material resistente Material durável Material de fácil limpeza

Fonte: Elaborado pela autora

4.5.4 Priorização dos requisitos de projeto

Back *et al.* (2008) identificam a necessidade de priorizar requisitos, visto que no desenvolvimento do produto, é possível que se tenha que atender a um requisito em detrimento de outro.

Os pesos percentuais de requisitos de usuário, previamente definidos no Diagrama de Mudge, são traduzidos em pesos de 1 (entre 7% e 12%), 3 (entre 13% e 17%) e 5 (entre 18% e 22%). Utilizando a Casa de Qualidade (Quadro 5) é feita a relação entre os requisitos de usuário e de projeto, em que os valores serão de 0, 1, 3 e 5, sendo 0 de nenhuma relação, 1 de relação fraca, 3 de relação mediana e 5 de forte relação. Cada valor é multiplicado pelos pesos percentuais, tendo esses resultados somados. Segundo Back *et al.* (2008), assim se obtém indicativos de como cada necessidade do usuário afeta ou é afetada por cada um dos requisitos de projeto.

Quadro 5: Casa da qualidade

		Requisitos de Projeto														
		Peso da importância percentual do requisito de usuário	Dispor de mecanismo para identificação postural	Não machucar o usuário	Conter timer	Dispor de avisos físicos moderados	Dispor de avisos físicos enfáticos	Não conter muitas peças externamente	Não possuir muitos passos para a utilização	Ser intuitivo	Funcionar por pelo menos 8h	Ser compacto	Poder ser utilizado em diversos locais/mobiliário	Material resistente	Material durável	Material de fácil limpeza
Requisitos de Usuário	Identificar de postura incorreta/correta	5	5	3	1	5	5	1	1	5	5	3	5	3	0	0
	Contar tempo máximo na posição sentada	5	5	1	5	5	5	1	3	3	3	0	0	0	0	0
	Transmitir a necessidade de alongamentos	1	5	3	1	5	5	0	0	1	3	1	1	3	3	0
	Avisar em tempos intercalados	3	5	5	5	5	5	0	1	5	5	1	3	3	3	0
	Facilitar utilização	1	5	5	1	1	1	5	5	5	3	5	5	5	5	5
	Ser versátil	3	1	5	5	3	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Ser durável e resistente	3	3	3	1	1	1	3	5	3	1	5	5	5	5	5
	Importância dos requisitos de projeto		29	25	19	25	25	15	20	27	25	20	24	24	21	15
Prioridade dos requisitos de projeto		87	67	65	83	83	39	58	85	79	54	70	62	47	35	

Fonte: Elaborado pela autora

O resultado final dessa operação é o valor e a ordem de prioridade dos requisitos de projeto, dispostos em ordem no quadro 6.

Quadro 6: Prioridades dos requisitos de projeto

Classificação	Requisitos de Projeto	Peso
1º	Dispor de mecanismo para identificação postural	87
2º	Ser intuitivo	85
3º	Dispor de avisos físicos enfáticos	83
4º	Dispor de avisos físicos moderados	83
5º	Funcionar por pelo menos 8h	79
6º	Poder ser utilizado em diversos locais/mobiliários	70
7º	Não machucar o usuário	67
8º	Conter <i>timer</i>	65
9º	Material resistente	62
10º	Não possuir muitos passos para a utilização	58
11º	Ser compacto	54
12º	Material durável	47
13º	Não conter muitas peças externamente	39
14º	Material de fácil limpeza	35

Fonte: Elaborado pela autora

4.5.5 Especificações de projeto

Para tornar os dados mais compreensíveis, Back *et al.* (2008) sugere que os requisitos de projeto sejam convertidos em especificações de projeto (Quadro 7), sendo assim, mais diretas e detalhadas. As especificações facilitam o curso do projeto, e indicam modos de verificação. Esta etapa auxilia para que o projeto esteja de acordo com questões técnicas, e caso o requisito não seja passível de ser atendido, deverá ser cortado.

Quadro 7: Especificações

Classificação	Descrição da especificação	Modo de verificação	Possíveis riscos
1º	Utilizar mecanismo eletrônico que identifique mudanças posturais	Teste com usuário	Limitação tecnológica
2º	Ter elementos familiares e de fácil utilização	Análise de uso	Não conseguir compactar as funções
3º	Utilizar mecanismo de aviso físico forte	Análise de uso	Ser incômodo
4º	Utilizar mecanismo de aviso físico fraco	Análise de uso	Ser imperceptível
5º	Ter uma bateria de no mínimo 8h	Análise de uso	Limitação tecnológica
6º	Ser ajustável	Análise de uso	Limitação de medidas
7º	Criar um dispositivo anatômico de acordo com a ergonomia	Análise de uso	Limitação tecnológica
8º	Programar dispositivo de forma que acione a cada determinado tempo	Análise de uso	Limitação de medidas
9º	Utilizar material nem muito rígido nem muito frágil	Análise de uso	Possível aumento no custo de produção
10º	Ser de rápida montagem e acionamento	Análise de uso	Limitação tecnológica
11º	Utilizar mecanismos pequenos	Análise de uso	Possível aumento no custo de produção
12º	Utilizar material que seja de possível vedação	Testes de resistência	Possível aumento no custo de produção
13º	Compactar o número de botões e elementos externos	Análise de uso	Difícultar o uso
14º	Utilizar material não poroso que seja facilmente higienizável	Teste de limpeza	Danificar o dispositivo

Fonte: Elaborado pela autora

4.6 CONCEITO DO PRODUTO

O conceito do produto definirá o futuro e direção do projeto. Como visto anteriormente, é importante a aplicação da ergonomia, da tecnologia e da experiência do usuário no desenvolvimento do produto, além do fato do produto ter de ser móvel e ajustável.

O produto deve ser utilizável de maneira que consiga notificar o usuário de sua má postura, assim como deve lembrá-lo das pausas para alongamento e desestresse ao longo do dia.

Para a definição do conceito do projeto, foi feito um *brainstorming* por meio de um mapa mental (Figura 53), procurando-se encontrar as palavras ou a frase que transmitam a concepção do projeto.

Figura 53: Mapa mental



Fonte: Elaborado pela autora

Após a realização do mapa mental, foram selecionadas os seguintes conceitos, representados por imagens em um painel visual (Figura 54):

1. **Qualidade de vida:** o produto deverá melhorar a qualidade de vida do usuário, diminuindo a incidência de dores causadas pela má postura em longos períodos na posição sentada;
2. **Saúde:** assim como o produto deve melhorar a qualidade de vida, a saúde também deverá melhorar, ainda mais quando pensamos em evitar posteriores problemas de coluna;
3. **Praticidade:** o produto deve ser prático, ou seja, de fácil utilização e mobilidade.

Figura 54: Painel visual conceitual



Fonte: Elaborado pela autora

5 PROJETO CONCEITUAL

De acordo com Back *et al* (2008), o projeto conceitual contempla a fase onde técnicas criativas são utilizadas para possibilitar uma geração de alternativas que atendam especificações definidas previamente.

5.1 GERAÇÃO DE ALTERNATIVAS

Nesta seção são mostradas as diferentes alternativas geradas, assim como o processo criativo envolvido.

5.1.1 Mecanismo

Primeiramente, foi pensado no mecanismo interno que tornará possível que o dispositivo cumpra os requisitos de projeto. O mecanismo proposto consiste em um acelerômetro (para reconhecimento de mudanças de direção no dispositivo) e um giroscópio (para reconhecimento do valor numérico das mudanças de direção), para que sejam computadas as mudanças de posição do usuário, e sendo assim, as posturas adequadas e inadequadas feitas por ele em seu posto de trabalho. Além disso, terão também uma bateria que deverá durar no mínimo 8h, um *LED RGB* para alertas visuais (bateria, calibração do dispositivo, avisos em geral), um motor de vibração para avisos físicos (vibrar quando o usuário está em postura incorreta) e uma placa *Bluetooth* para comunicação com aparelhos móveis. Para o funcionamento de todos os componentes, será utilizado um microcontrolador. Assim que o usuário passa a utilizar o dispositivo, ele deverá configurá-lo com o auxílio de um aplicativo. Feito isso, o usuário deverá designar que a postura feita naquele momento corresponde como postura correta (ou seja, de coordenadas 0,0,0), possibilitando, assim, que o mecanismo interno meça as mudanças feitas ao longo do tempo.

5.1.2 Geração de ideias

Após a fase de diretrizes de projeto, inicia-se a fase de geração de alternativas, e para esta, foram utilizadas duas ferramentas iniciais propostas por Baxter (2011): a Sinética, que consiste em criar analogias de fontes diversas para resolver determinado problema; e a matriz morfológica (Quadro 8), onde elementos são divididos entre variáveis que caracterizam um problema e classes, e as alternativas são criadas juntando diferentes classes de cada variável. Como pode-se ver no Quadro 8, a geração de alternativas foi bastante focada na ligação

usuário-produto e no método de junção que seria utilizado para essa ligação, isso porque foi observado que os similares são insatisfatórios neste aspecto.

Quadro 8: Matriz morfológica

	Variáveis			
	Ligação Usuário-Produto	Métodos de Junção	Materiais	
	A	B	C	
Classes	1	No corpo do usuário	Ímã	Polímero rígido
	2	Na cadeira	Velcro	Polímero elastômero
	3	Na roupa do usuário	Fecho de metal	Alumínio
	4		Prendedor de pão	Tecido/nylon
	5		Engate de mochila	Outros metais
	6		Zíper	
	7		Arame	
	8		Clipe de pressão	
	9		Clipe "Bico de Pato"	

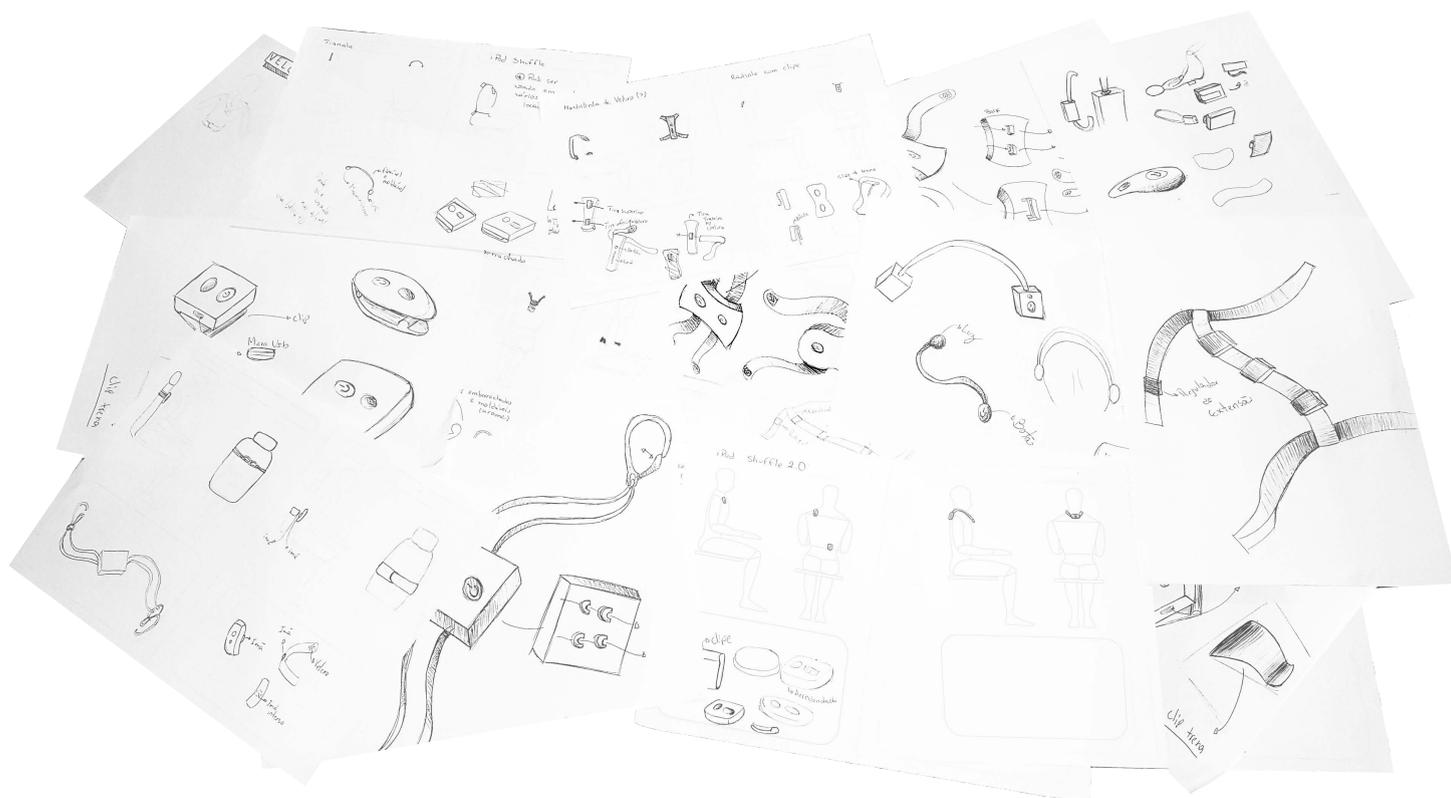
Fonte: Elaborado pela autora

5.1.3 Geração de alternativas

A partir da junção das variáveis presentes na matriz morfológicas, foram feitos diversos *sketches* iniciais, como mostra a Figura 55, como citado anteriormente, sempre contendo o mínimo necessário para suprir os requisitos de projeto:

- 1 botão liga/desliga;
- 1 *LED RGB* (para avisos visuais);
- Acelerômetro;
- Giroscópio;
- Placa *Bluetooth*;
- Motor de vibração (para avisos físicos).

Figura 55: Sketches iniciais



Fonte: Elaborado pela autora

Por terem sido feitas muitas alternativas, foram pré-selecionadas cinco para facilitar a seleção final. Essas cinco foram redesenhadas, de maneira mais detalhada, e mostrada para usuários e especialistas.

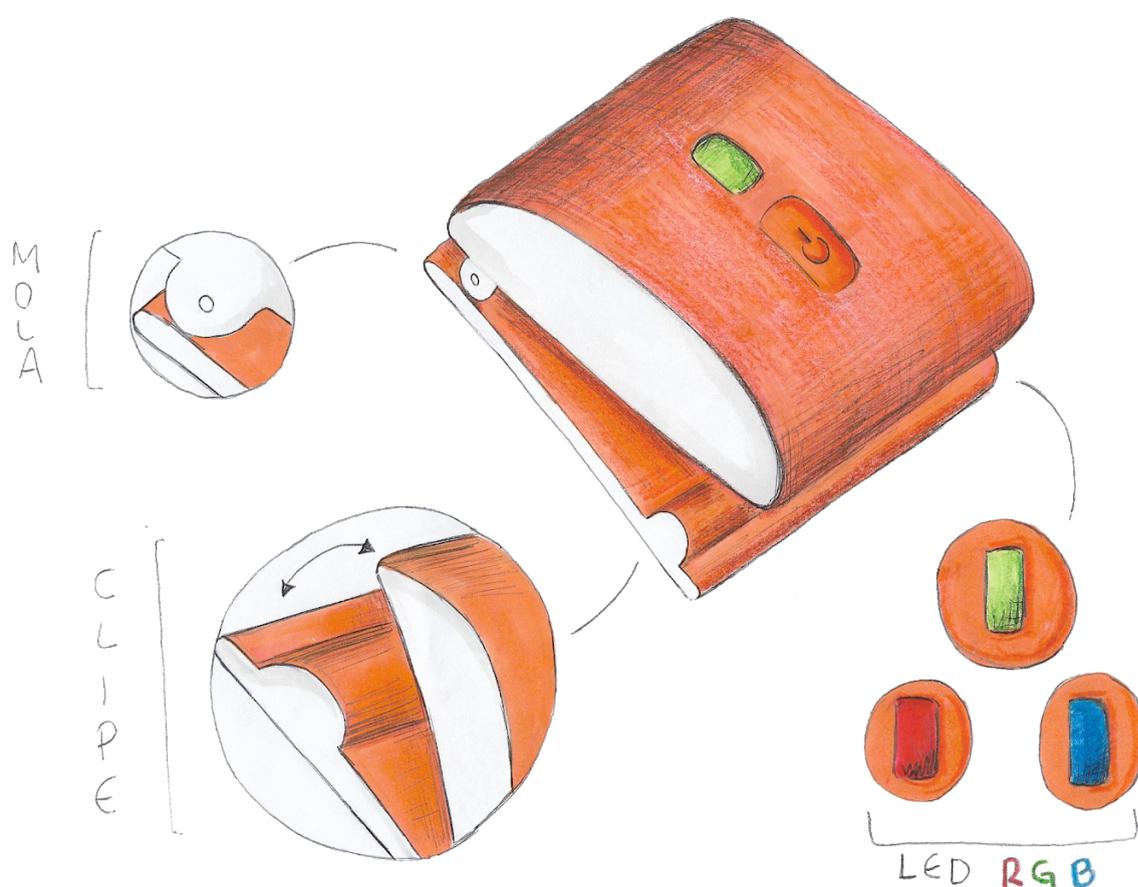
5.1.3.1 Alternativa 1

A Alternativa 1 (Figura 56) é uma junção das variáveis A1 + A3 + B9 + C3 e consiste em um dispositivo compacto, produzido em alumínio, com um botão alongado logo abaixo de um *LED RGB*. O método de junção do dispositivo com o usuário se dá por meio de um clipe "bico de pato" com mola interna, para assim, ser criada pressão quando aberto, fazendo-o fechar. A alternativa possui cantos arredondados para conforto do usuário, e pode ser revestida com uma capa de silicone.

5.1.3.1.1 Utilização da Alternativa 1

A utilização da Alternativa 1 se dá ao prendê-la na roupa ou em alguma parte do corpo do usuário, e configurá-lo, a partir de um aplicativo. Por ser compacto, o usuário não percebe ou sente incômodo no uso do dispositivo, e pode retirá-lo facilmente, com movimentos de pinça com os dedos, fazendo pressão no clipe do dispositivo.

Figura 56: Alternativa 1



Fonte: Elaborado pela autora

5.1.3.2 Alternativa 2

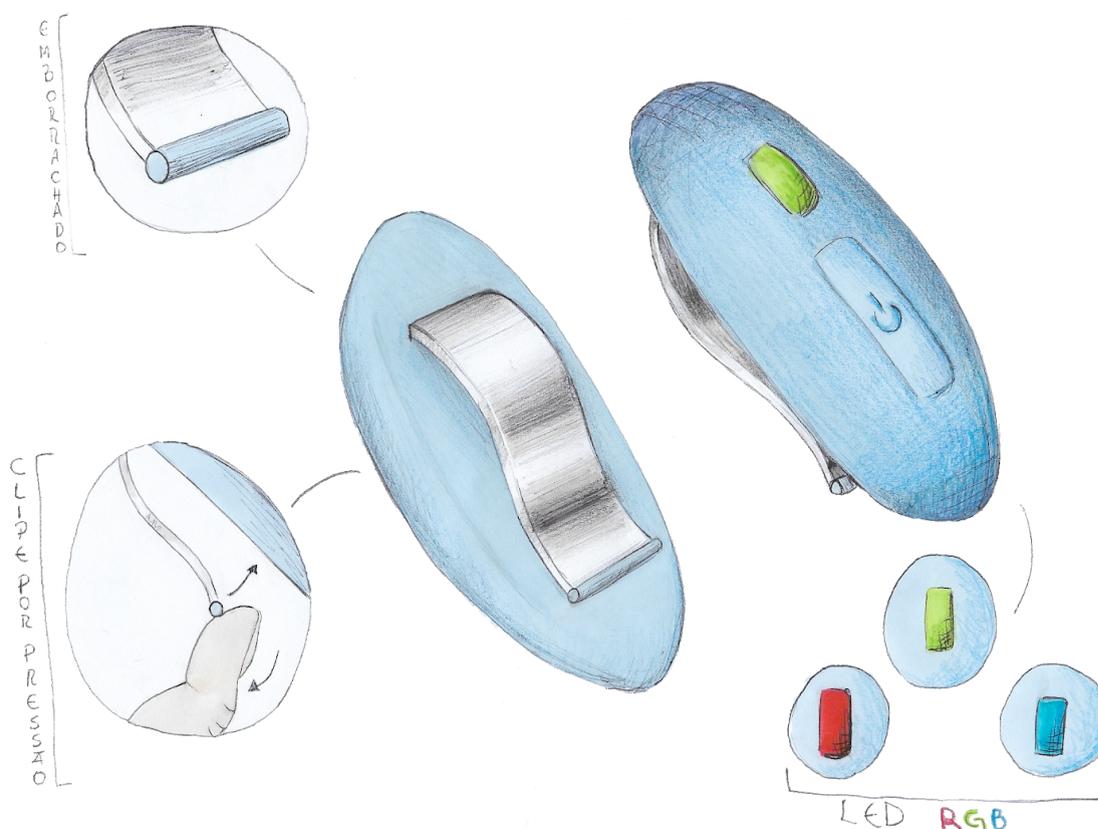
A Alternativa 1 (Figura 57) é uma junção das variáveis A3 + B8 + C1 e é semelhante a alternativa 1, diferenciando-se pelo material, neste caso polímero, e

pelo método de junção com o usuário. O método em questão é um clipe de cinto, este de aço inoxidável, similar aos encontrados em ferramentas como trenas. A alternativa em questão é de formato elíptico com cantos arredondados.

5.1.3.2.1 Utilização da Alternativa 2

A utilização da Alternativa 2 se dá ao prendê-la na roupa, e configurá-lo, a partir de um aplicativo. Assim como a Alternativa 1, a Alternativa 2 é compacta, evitando incômodos ou sensação de peso ao usuário. Para retirá-lo, o usuário deve apenas puxar o dispositivo na direção contrária da abertura do clipe.

Figura 57: Alternativa 2



Fonte: Elaborado pela autora

5.1.3.3 Alternativa 3

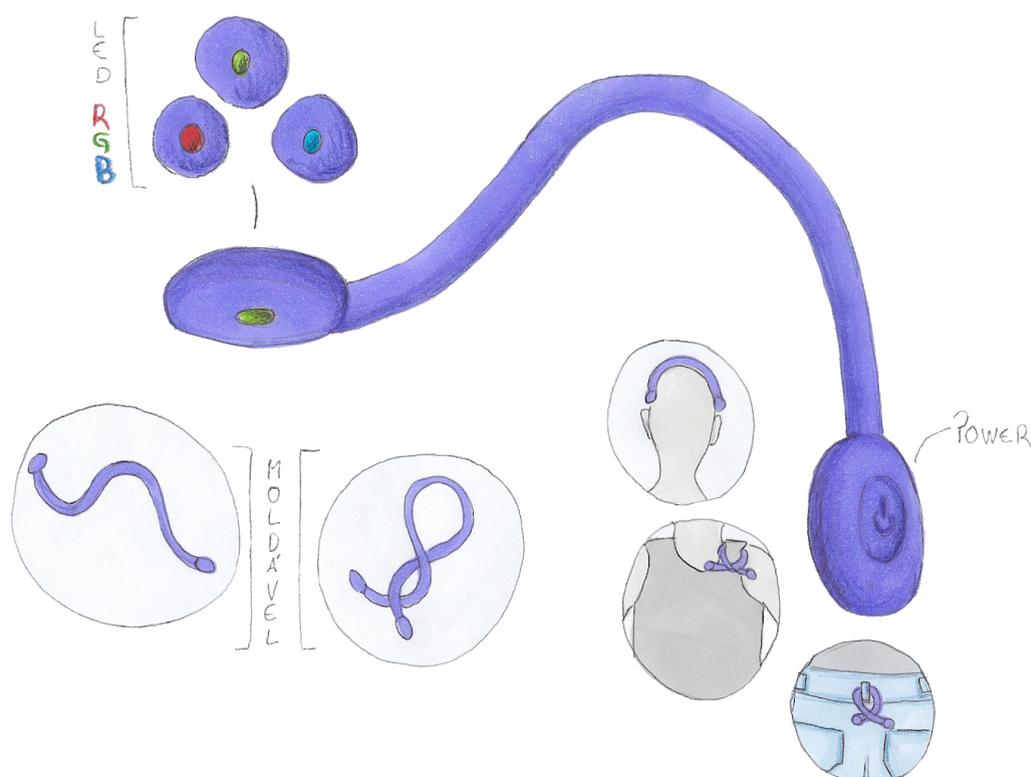
Apelidado de "Bracinhos", a Alternativa 3 (Figura 58), é uma junção das variáveis A1 + A3 + B7 + C2. A alternativa em questão consiste em um dispositivo

compacto, pouco maior que a palma de uma mão, que pode ser moldado em diferentes formatos. Possui arame em seu interior e um revestimento de polímero elastômero, o que o deixa maleável. O mecanismo de reconhecimento postural se encontra em uma das extremidades do dispositivo.

5.1.3.3.1 Utilização da Alternativa 3

A utilização da Alternativa 3 é feita por meio da moldagem do dispositivo em torno da roupa ou parte do corpo do usuário. É possível fazer diferentes formas com o dispositivo, e posteriormente configurá-lo por meio de um aplicativo.

Figura 58: Alternativa 3



Fonte: Elaborado pela autora

5.1.3.4 Alternativa 4

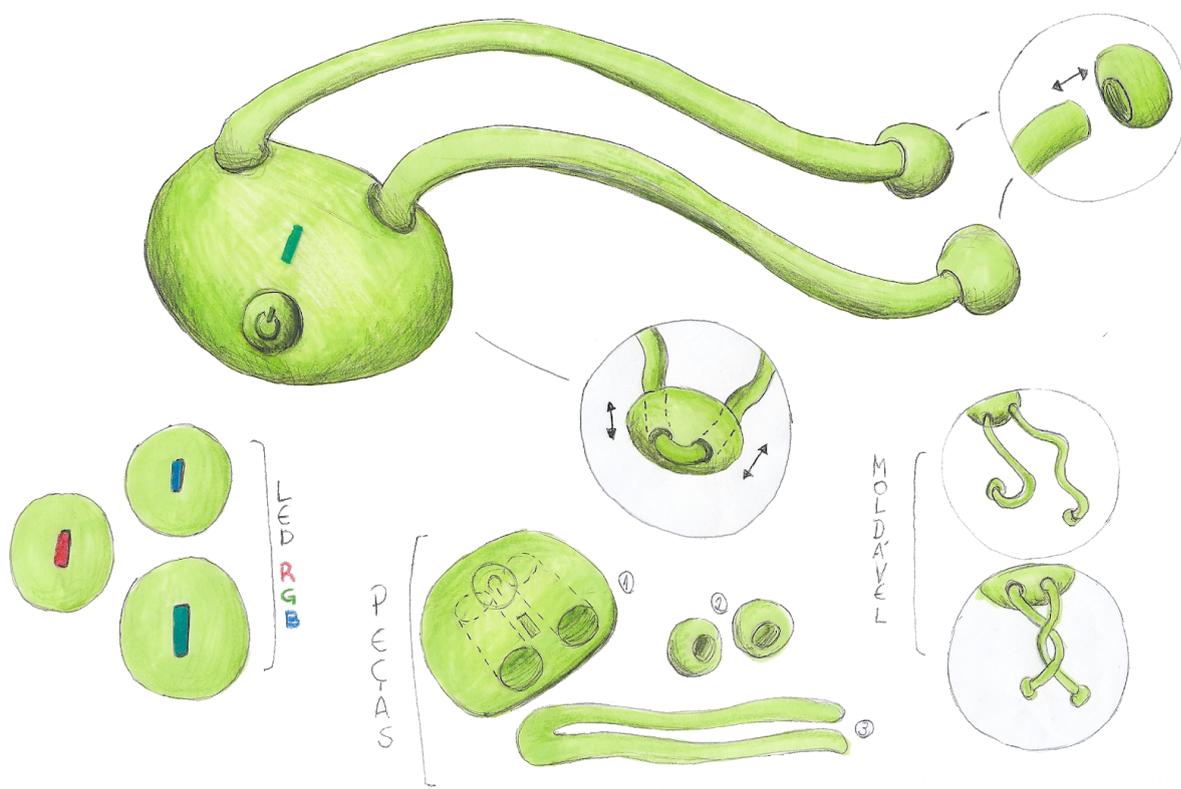
Apelidado de "Braços", a Alternativa 4 (Figura 59), é uma junção das variáveis A1 + B7 + C2. A alternativa em questão é similar à Alternativa 3, no sentido de também possuir uma estrutura de arame interna e um revestimento de polímero

elastômero. Contudo, esta alternativa é mais robusta e pode ser utilizada em partes maiores, como na cintura do usuário, ou em seus ombros. O dispositivo possui a possibilidade de troca das hastes moldáveis para se adequar ao tamanho do usuário ou do local de fixação. O dispositivo de reconhecimento postural se encontra na base do dispositivo, onde também se encontram os orifícios onde deve-se colocar as hastes moldáveis.

5.1.3.4.1 Utilização da Alternativa 4

A utilização da Alternativa 4 é feita por meio da moldagem do dispositivo em torno de partes do corpo do usuário. Assim como a Alternativa 3, é possível fazer diferentes formas com o dispositivo, e posteriormente configurá-lo por meio de um aplicativo. Para trocar suas hastes, deve-se tirar pelo menos uma das ponteiros, e puxar as hastes.

Figura 59: Alternativa 4



Fonte: Elaborado pela autora

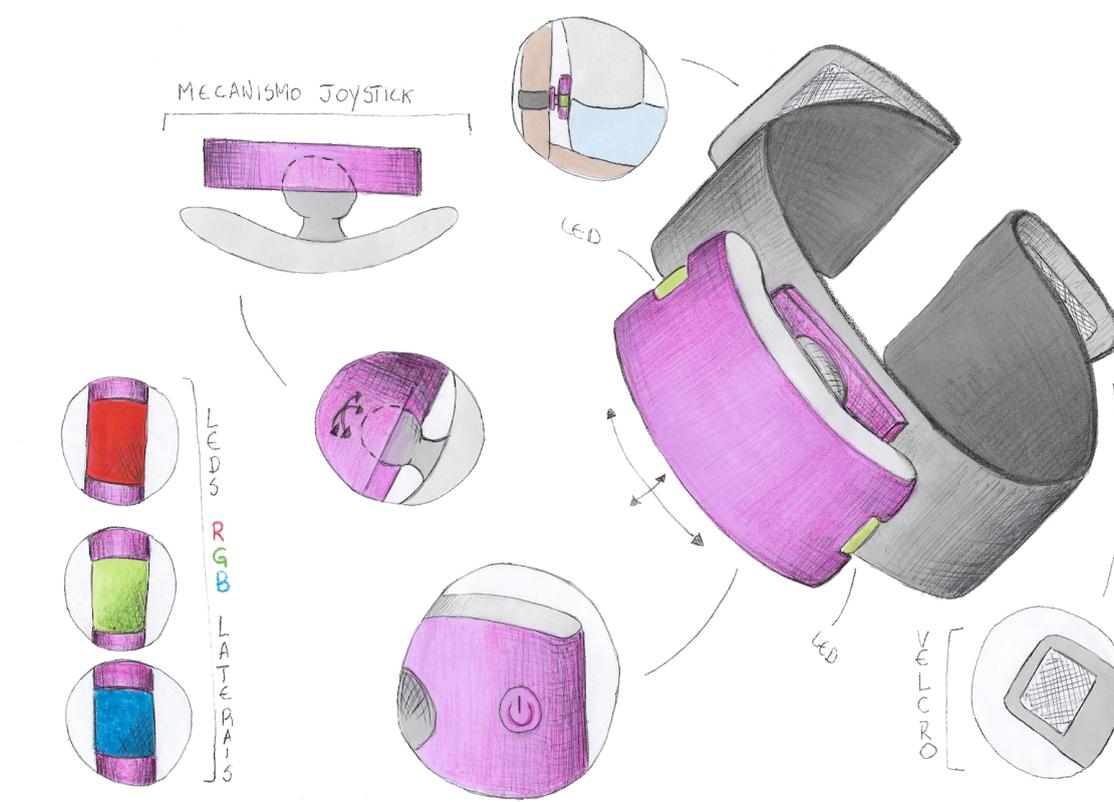
5.1.3.5 Alternativa 5

Apelidado de "Joystick", a Alternativa 5 (Figura 60), é uma junção das variáveis A2 + B2 + C1 + C2 + C4. O dispositivo consiste em uma base com tiras acopladas, de *Nylon* (tecido impermeável e de fácil higienização), e com velcros na ponta.

5.1.3.5.1 Utilização da Alternativa 5

A utilização da Alternativa 5 se dá ao prendê-la na cadeira, onde sua base arredondada fica em contato com a coluna do usuário. Nessa base, existe um mecanismo direcional que muda de posição junto com o usuário, conseguindo reconhecer sua mudança de postura ao longo do dia. O dispositivo conta com o auxílio de um aplicativo, e deve ser configurado antes de sua utilização, e suas tiras de *Nylon* podem ser trocadas por tamanhos maiores.

Figura 60: Alternativa 5



Fonte: Elaborado pela autora

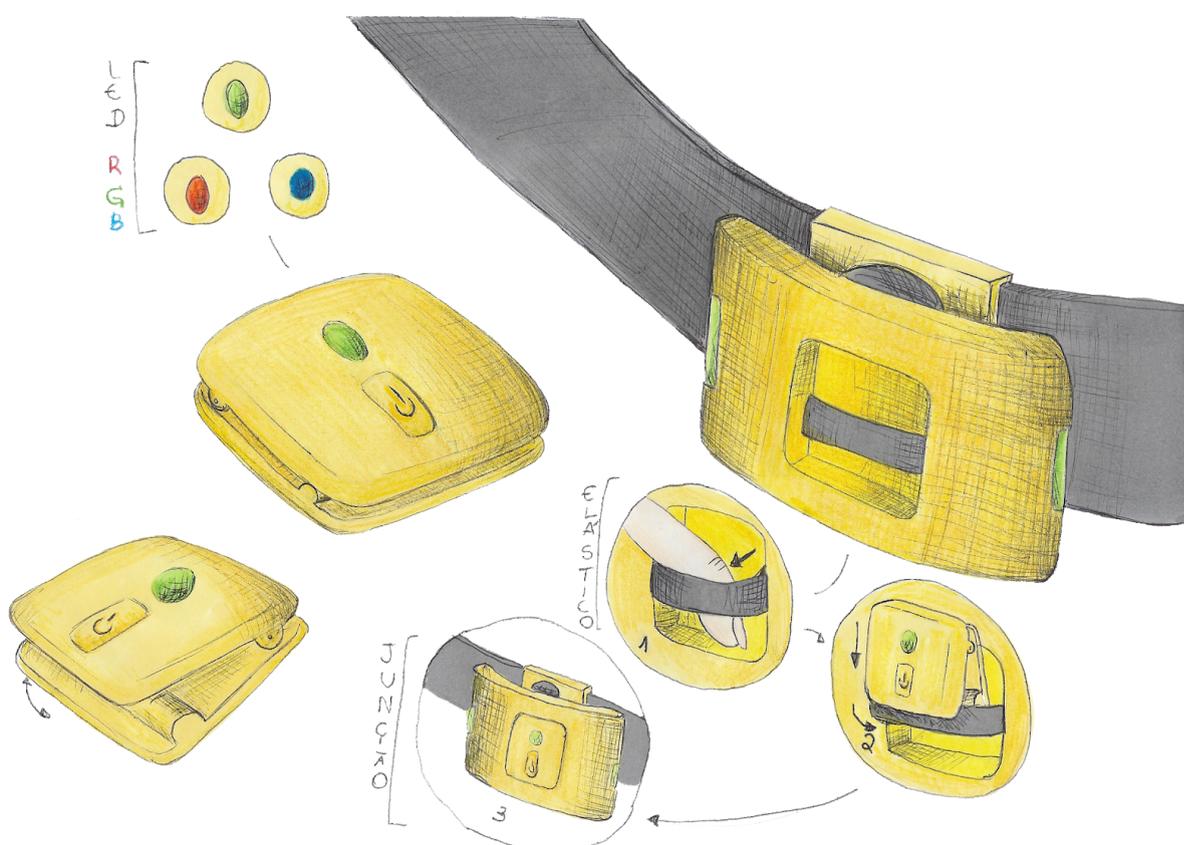
5.1.3.6 Alternativa 6

Após mostradas as cinco alternativas a usuários e especialistas, surgiu a ideia de juntar duas delas em uma sexta. Assim, com a junção da Alternativa 1 e da Alternativa 5, surgiu a Alternativa 6 (Figura 61). O dispositivo é encontrado dentro do dispositivo da Alternativa 1, que pode ser utilizado separadamente ou acoplado na base da Alternativa 5.

5.1.3.6.1 Utilização da Alternativa 6

A utilização da Alternativa 6 se dá como a Alternativa 1, ou em conjunto com a Alternativa 6. Nesta segunda opção, a base que deve ser acoplada na cadeira possui um orifício, onde o dispositivo principal se encaixa. Seu clipe é preso por meio de um elástico, e assim, pode ser utilizado preso na cadeira.

Figura 61: Alternativa 6



Fonte: Elaborado pela autora

5.1.4 Seleção de alternativa

Após ter alternativas pré-selecionadas e pré-detalhadas, foi feita uma matriz de Pugh (Quadro 9) para seleção da que mais correspondia aos requisitos de projetos já estabelecidos.

Para a realização da matriz de Pugh, foram indicados novos pesos para os requisitos de projeto, numerados com valores de 1, 3 e 5, correspondentes a intervalos dos pesos obtidos por meio da Casa da Qualidade. Requisitos com pesos entre 0 e 49 na Casa da Qualidade, receberam o peso de 1 na matriz de Pugh; requisitos com pesos entre 50 e 69 na Casa da Qualidade, receberam o peso de 3 na matriz de Pugh; e requisitos com pesos entre 70 e 89 na Casa da Qualidade, receberam o peso de 5 na matriz de Pugh.

A matriz de Pugh consiste em uma matriz de comparação, em que cada alternativa é comparada simultaneamente com os requisitos e com um similar existente. Neste caso, será utilizado o Upright Go como similar de referência, por ser considerado o similar mais aproximado ao ideal. Caso a alternativa atenda melhor aos requisitos que o similar de referência, ela recebe um sinal de "+" para aquele requisito; caso atenda pior ao requisito que o similar de referência, a alternativa recebe um sinal de "-" para o requisito em questão; e caso a alternativa e o similar de referência atendam da mesma forma o requisito analisado, a alternativa recebe um sinal nulo, de "0". Ao fim da análise, deve-se somar o número de "+", "-", e "0", multiplicá-los pelos pesos de cada requisito, e depois somá-los. A alternativa que possuir o número mais alto na soma ponderada, deverá ser selecionada, pois atende aos requisitos de projeto melhor que o similar de referência e que todas as outras alternativas.

A partir da Matriz de Pugh, foi determinada a escolha da Alternativa 6 como a que será desenvolvida. A escolha desta alternativa e as notas dadas a esta e as demais se dão a partir de conversas com outros designers, especialistas e usuários, assim como percepções da análise de similares e observação de usuários.

Quadro 9: Matriz de Pugh

Requisitos de Projeto	Requisitos de Projeto							
	Peso do requisito de usuário	A. Clipe "Bico de Pato"	B. Clipe de pressão	C. "Bracinhos"	D. "Braços"	E. "Joystick"	F. "Variáveis"	[REFERÊNCIA] UpRight Go
Disponer de mecanismo para identificação postural	5	0	0	0	0	0	0	0
Ser intuitivo	5	+	+	-	-	+	+	0
Disponer de avisos físicos enfáticos	5	0	0	0	0	0	0	0
Disponer de avisos físicos moderados	5	0	0	0	0	0	0	0
Funcionar por pelo menos 8h	5	0	0	0	0	0	+	0
Poder ser utilizado em diversos locais/mobiliários	5	0	0	+	+	+	+	0
Não machucar o usuário	3	+	+	+	+	+	+	0
Conter <i>timer</i>	3	0	0	0	0	0	0	0
Material resistente	3	+	+	0	0	0	0	0
Não possuir muitos passos para a utilização	3	+	+	+	-	0	0	0
Ser compacto	3	0	0	0	-	-	0	0
Material Durável	1	+	+	-	-	+	+	0
Não conter muitas peças externamente	1	0	0	0	-	-	-	0
Material de fácil limpeza	1	+	+	-	-	+	+	0
Número de sinais (+)		16	16	14	8	15	20	
Número de sinais (-)		0	0	-7	-14	-4	-1	
Soma ponderada		16	16	7	-6	13	19	

Fonte: Elaborado pela autora

6 PROJETO PRELIMINAR

De acordo com Back *et al.* (2008), nesta etapa acontece a definição do leiaute final do produto, quando são definidos a forma, material, processos de fabricação, segurança, ergonomia e manufatura, bem como a definição de viabilidade

6.1 PROTOTIPAGEM

Na etapa de prototipagem é feito uma versão funcional do produto final, com materiais e componentes similares, a fim de ser possível testá-lo.

6.1.1 Circuito interno

Nesta etapa foi feita a prototipagem do circuito interno do produto, onde foram utilizados os seguintes componentes e materiais (Quadro 10 e Figura 62):

Quadro 10: Componentes e funcionalidades do protótipo

Componente	Funcionalidade
<i>Protoboard</i> 54 x 82 x 9 (mm)	Testar o circuito não definitivo
Placa de Cobre 90 x 70 x 2 (mm)	Criação do circuito definitivo do protótipo
Arduino Lilypad	Gerenciar os demais componentes
LED Verde	Sinalizar que o protótipo está ligado
Bateria Ni-MH - 400mAh	Alimentar o sistema
Módulo <i>bluetooth</i> bc417	Possibilitar a conectividade com o <i>smartphone</i>
Motor de Vibração	Sinalizar má postura do usuário por um tempo específico
Botão interruptor de 2 estados	Ligar e desligar o protótipo
<i>Buzzer</i>	Testar a sinalização no local do motor de vibração
Placa de acelerômetro/Giroscópio	Identificar a postura do usuário de acordo com eixos x, y e z
Jumpers	Conectam componentes da <i>protoboard</i> para substituir a solda
Fio Jacaré	Conectam componentes externos para substituir a solda

Fonte: Elaborado pela autora

Figura 62: Jumpers, módulo Bluetooth, placa de acelerômetro/giroscópio, bateria, protoboard, "jacaré", Arduino Lilypad, botão, módulo de vibração, conector FDTI e conector UART, nomeados respectivamente da esquerda para a direita e da linha de cima para a de baixo

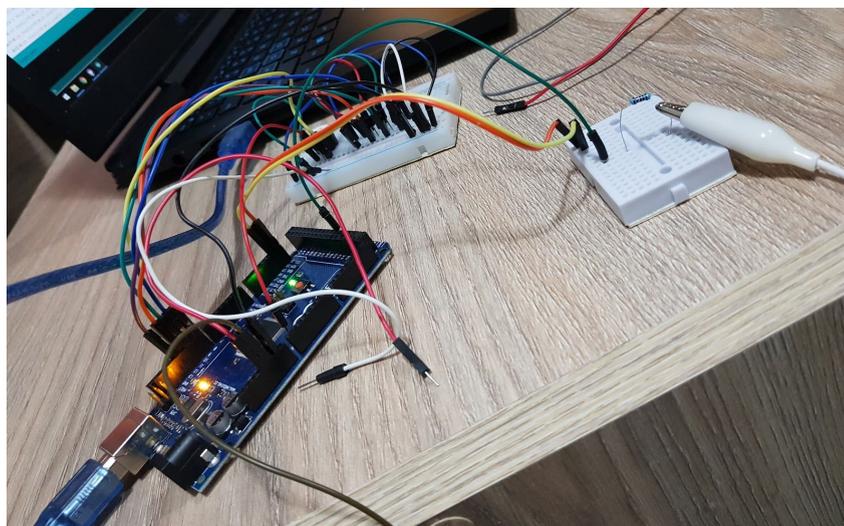


Fonte: Elaborado pela autora

6.1.1.1 Protoboard

Primeiramente, como representa a figura 63, o circuito foi construído utilizando uma *protoboard*, *jumpers* e "jacarés", componentes que permitem testes rápidos sem a necessidade de um método de junção definitivo como a solda. Nos primeiros testes, utilizou-se um *buzzer* no lugar do motor de vibração, por ser menos frágil e de fácil identificação do funcionamento do aplicativo, e nos finais, o motor de vibração.

Figura 63: Circuito construído com uma protoboard



Fonte: Elaborado pela autora

Os códigos para o funcionamento do circuito, feitos na própria aplicação do Arduino, utilizaram coordenadas X, Y e Z como parâmetros, sendo as coordenadas (0, 0, 0) como valor inicial para o protótipo. A medida que o usuário excede o ângulo máximo de 35°, utilizado como valor único no protótipo baseando-se no ângulo máximo de 30° determinado por Lida (2005) e de 45°, determinado por Tilley e Dreyfuss (2005), o mecanismo envia sinais físicos ao usuário. No produto final, esses avisos acontecem de maneira moderada (x° a y°) e enfática (a partir de z°), no entanto, no protótipo, foi utilizada um valor único para teste. Outra diferença com o produto final, é que nele, o usuário poderá configurar qual a posição 0,0,0 por meio do aplicativo, que dará orientações da posição mais correta.

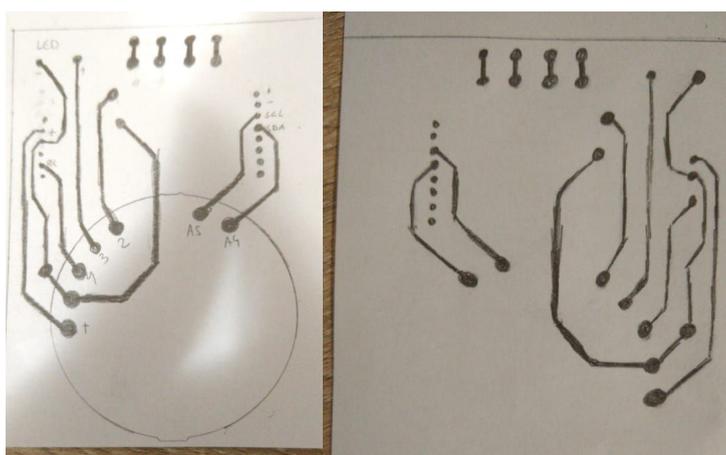
Os testes foram positivos, e passou-se para o mecanismo definitivo, feito com uma placa de cobre.

6.1.1.1 Placa de cobre

Para a criação do protótipo final, o circuito construído previamente na *protoboard* foi passado para uma placa de cobre já cortada do tamanho correto do protótipo, 90x70 (mm), onde os componentes foram soldados.

Primeiramente, determina-se o desenho e o espelhamento do circuito, pode ser observado na figura 64, determinado a partir dos elementos da *protoboard*.

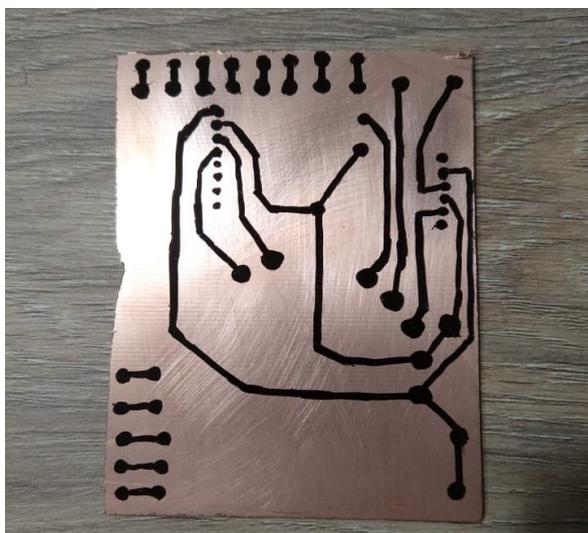
Figura 64: Desenho do circuito e espelhamento, respectivamente



Fonte: Elaborado pela autora

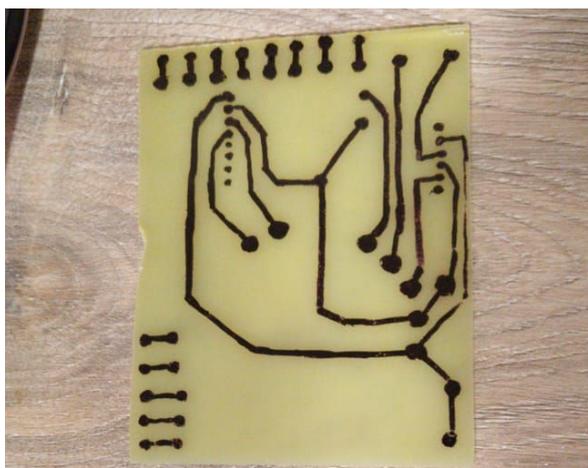
Após ter sido feito o desenho, ele foi passado com marcador permanente para uma placa de cobre (Figura 65) que foi banhada com uma solução de perclorato de ferro a fim de corroer o cobre da placa inteira, com exceção do desenho feito de caneta (Figura 66). Após estar com a parte exposta corroída, utilizou-se palha de aço para retirar a tinta da caneta e restar o desenho do circuito de cobre na placa (Figura 67). Após esse processo, foram feitos furos na placa, para encaixe dos componentes.

Figura 65: Desenho feito de caneta na placa de cobre



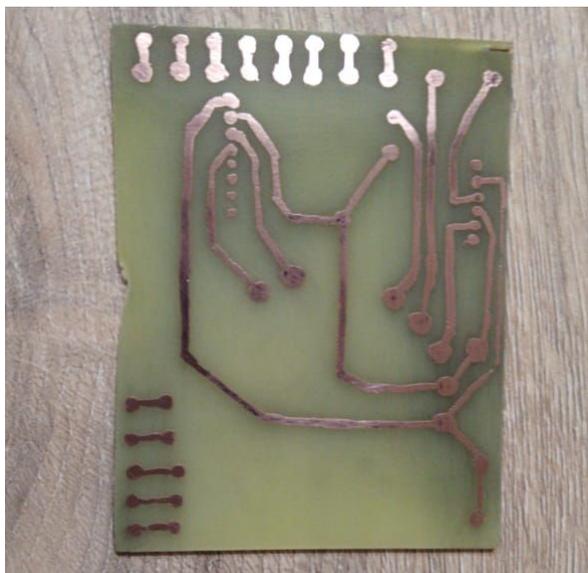
Fonte: Elaborado pela autora

Figura 66: Placa corroída com a tinta de caneta a mostra



Fonte: Elaborado pela autora

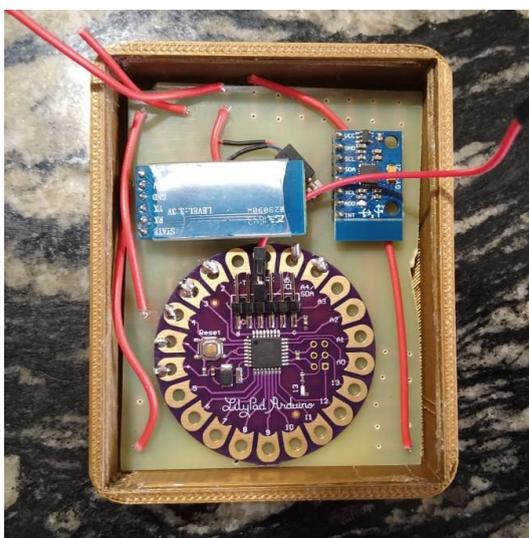
Figura 67: Placa com o circuito de cobre aparente



Fonte: Elaborado pela autora

Após feita a placa, ela foi furada em alguns locais para fixação dos componentes. Os componentes foram novamente testados, nesta etapa na placa de cobre com os “jacarés”, de modo não definitivo, para assim serem soldados definitivamente (Figura 68). Após a solda, foi testado novamente, e pode-se ver que o dispositivo estava funcionando corretamente.

Figura 68: Placa com alguns componentes já soldados



Fonte: Elaborado pela autora

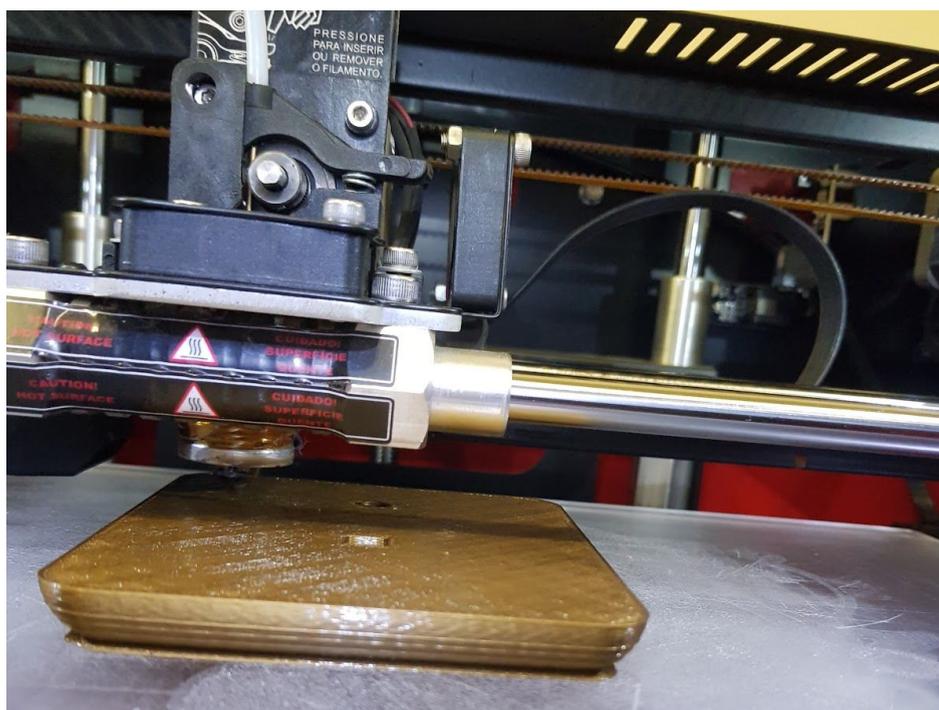
6.1.2 Carcaça

Com as dimensões do mecanismo interno do protótipo definida, também foram determinadas as da carcaça. A carcaça foi feita em uma escala de 1:1,6, devido ao tamanho dos componentes internos do protótipo serem maiores que os do produto final. A carcaça foi feita em quatro partes distintas: base, tampa, botão e clipe.

6.1.2.1 Primeiro modelo

O primeiro modelo foi feito no *software* Inventor®, da Autodesk, e tem dimensões 90 x 110 x 45 (mm). O arquivo foi salvo no formato STL (Figura 69), para assim, ser impresso em PLA. Após a impressão dos componentes (Figura 70), notou-se que o modelo não foi satisfatório do ponto de vista estético e técnico, visto que suas partes não encaixavam bem entre si, seu botão era de um formato inadequado para encaixe com o sistema interno, suas paredes eram muito grossas, e sua superfície era demasiadamente retilínea.

Figura 69: Impressão do primeiro modelo



Fonte: Elaborado pela autora

Figura 70: Primeiro modelo



Fonte: Elaborado pela autora

6.1.2.2 Segundo modelo

A partir da falha do primeiro modelo, foi desenvolvido um segundo modelo de dimensões 80 x 95 x 35 (mm), também no *software* Inventor, da Autodesk. O arquivo foi salvo no formato STL, e logo depois, impresso em PLA (Figura 71). O segundo modelo (Figura 72) recebeu algumas alterações em relação o primeiro, como paredes mais finas, botão de liga/desliga com forma alterada para funcionar melhor com o botão interno do sistema, e superfícies arredondadas para melhor conforto do usuário e apelo estético.

Figura 71: Impressão do segundo modelo



Fonte: Elaborado pela autora

Figura 72: Peças do segundo modelo



Fonte: Elaborado pela autora

6.1.2.3 Modelo em tamanho real

Além do protótipo funcional, também foi impresso na impressora 3D, com PLA, um modelo não funcional em escala 1:1 do produto final. Na figura 73, é possível compará-lo com uma caneta de tamanho padrão.

Figura 73: Modelo de tamanho real comparado a uma caneta



Fonte: Elaborado pela autora

6.1.3 Protótipo funcional

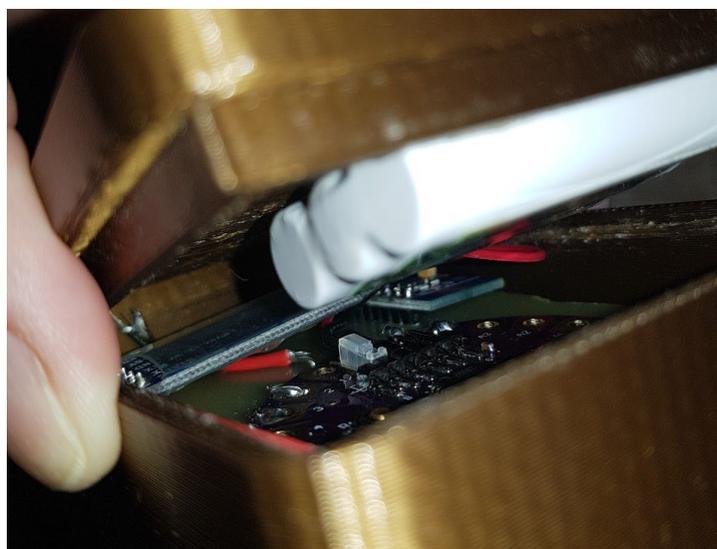
Com todos os componentes soldados na placa de cobre e os códigos do arduino já programados (disponíveis no Apêndice C), o botão e o led foram fixados na tampa (Figura 74). Ao final, todos os componentes foram encaixados dentro da carcaça (Figura 75), e passou-se para a fase de testes.

Figura 74: Botão e led fixados



Fonte: Elaborado pela autora

Figura 75: Componentes fixados dentro da carcaça



Fonte: Elaborado pela autora

6.1.4 Testes

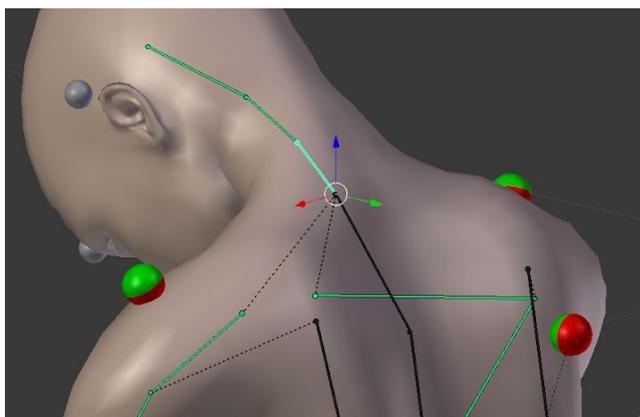
O protótipo funcional, montagem do segundo modelo com o circuito interno, foi submetido a testes de usabilidade físicos, assim como o modelo 3D do produto final foi submetido a testes virtuais.

6.1.4.1 MHD

Para uma verificação mais aprofundada sobre os ângulos máximos das articulações que podem ser alcançados pelo usuário sem causá-lo desconforto, foi utilizado o MHD desenvolvido por Brendler (2017). Assim, foi possível simular as rotações do corpo do usuário em um ambiente de modelagem 3D, e saber, por meio de marcadores (esferas) no MHD, se o usuário está em uma postura confortável ou desconfortável. Os marcadores alocados nas articulações móveis sinalizam por meio das cores, verde para confortável e vermelho para desconfortável, à medida que o MHD realiza a simulação do movimento do corpo ao realizar uma tarefa. Nos testes da cervical, pode-se observar que a partir de um ângulo de 20° já é perceptível a mudança de conforto no usuário, e perto dos 30°, valor que Lida (2005) aponta como máximo, o usuário está em uma postura desconfortável (Figura 76).

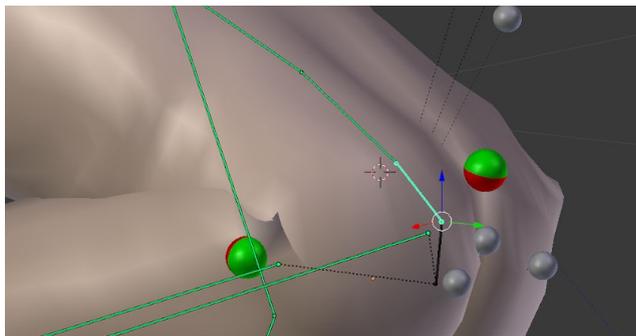
Nos testes da lombar, foi observado que a partir dos 37° já há certo nível de desconforto, e dependendo da posição do resto do corpo do usuário, poderia ir um pouco além (Figura 77).

Figura 76: Demonstração de desconforto na região da cervical gerada no modelo de usuário



Fonte: Elaborado pela autora

Figura 77: Demonstração de desconforto na região da lombar gerada no modelo de usuário



Fonte: Elaborado pela autora

6.1.4.2 Testes de usabilidade

Os testes de usabilidade foram feitos em dois momentos, o primeiro com o protótipo funcional em escala e o segundo com o modelo em tamanho real.

No primeiro momento, feito com o protótipo funcional para testes de funcionamento (Figura 78), os três usuários que realizaram os testes se sentiram desconfortáveis com o volume em suas costas, mas pode-se perceber que o mecanismo funcionava de maneira

. Quando escaneado o QR Code da figura 79, é possível ver o protótipo funcionando.

Figura 78: Teste de usabilidade de funcionamento



Fonte: Elaborado pela autora

Figura 79: QR Code do vídeo de funcionamento do protótipo



Fonte: Elaborado pela autora

No segundo momento feito com o modelo do tamanho real, o intuito era deduzir se o volume do dispositivo se adequaria aos afazeres dos usuários. Foi concluído que o tamanho é pequeno o suficiente para ser quase imperceptível, como apontou um dos usuários que realizou os testes, mas ainda grande o suficiente para comportar o circuito interno.

7 PROJETO DETALHADO

Nesta seção foi detalhado o produto final (Figura 80). Para melhor visualização, foram feitos *renders* do 3D já modelado, onde pode-se ver com mais detalhes o produto, os materiais e os elementos que o compõem.

Figura 80: Produto final modelado e renderizado



Fonte: Elaborado pela autora

7.1 CARCAÇA

7.1.1 Materiais

O designer industrial deve ter um bom entendimento em materiais e métodos de fabricação, decidindo o que é mais adequado e econômico do ponto de vista projetual, visto que a forma é uma parte importante dos produtos e pode ser alterada dependendo destes fatores. A forma torna-se visível em um material ou combinação de materiais, ou seja, ao criar uma forma, o designer está selecionando um processo de fabricação (LESKO, 2012).

O alumínio, não ferroso, é um dos metais mais utilizados e importantes no design industrial. Possui elevada relação entre resistência e peso, boa conformabilidade e seu próprio mecanismo anti corrosão, feita por meio de uma película microscópica de óxido quando em contato com o ar (LESKO, 2012).

O alumínio é um dos metálicos mais leves que existe, e tornou-se um dos metais mais usados no mundo, perdendo apenas para o aço. Devido ao seu baixo peso, grande força, baixo custo, resistência à corrosão (o que aumenta a vida útil dos produtos) e potencial de ser 100% reciclado, o alumínio é utilizado em diversas aplicações, incluindo navios, aviões e naves espaciais (LEFTERI, 2017).

De todos os metais não ferrosos, o alumínio se destaca pela versatilidade de aplicações e flexibilidade de processamento e transformação. Possui autoproteção a corrosão devido a alumina na superfície do material, baixa densidade, boa condutibilidade elétrica e térmica, de média a baixa resistência à tração e alta refletividade de luz e calor (LIMA, 2006).

A partir das características citadas, como baixo peso, resistência à corrosão, grande força e possibilidade de reciclagem, o alumínio foi selecionado como principal material para a carcaça do produto final. Como exceções ao uso do alumínio, ao redor da porta USB-C será utilizado PS resistente ao calor e no pino e na mola, será utilizado o aço inoxidável.

7.1.1.1 Processos de produção

O alumínio pode ser moldado facilmente, isolado ou em produção em massa, e os métodos de processamento incluem: extrusão, formas de forja, uso de máquinas e extrusão por impacto (LEFTERI, 2017).

A Conformação Quente de Alumínio envolve uma sobreposição similar a da termoconformação utilizada em polímeros, utilizando a conformação tradicional a vácuo no processamento de alumínio. O processo pode ser feito de quatro maneiras diferentes: conformação em cavidade, conformação em bolha, conformação sob contrapressão e conformação em diafragma. O comum entre as conformações é o aquecimento da chapa a 450°C - 500°C em um forno pressurizado de conformação, que então é forçada sobre ou dentro de uma superfície da ferramenta. A conformação sob contrapressão consiste em empregar-se a pressão do ar na superfície superior e inferior do material contra o molde. (LEFTERI, 2013).

Podem ser empregados diferentes processos de fabricação em peças de alumínio, como fundição, extrusão, estampagem de corte e deformação, trefilação, calandragem e a usinagem. Também podem ser empregados processos de união como solda e rebite, e processos de acabamento, como pintura e anodização. Os processos de fabricação podem ser feitos a partir do material extrudado ou laminado (em forma de chapa ou folha) (LIMA, 2006).

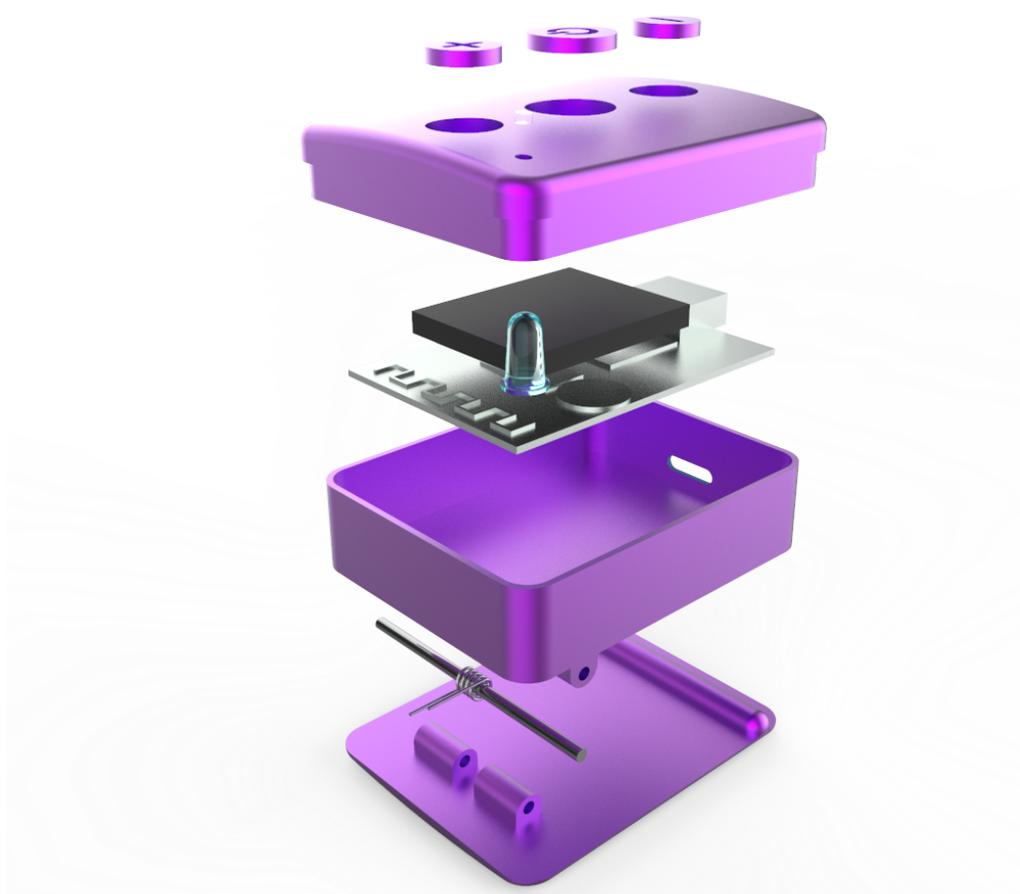
Para a fabricação dos componentes da carcaça, serão utilizadas chapas de alumínio, que de acordo com Lima (2006), tem sua espessura superior a 0,15mm. As chapas em questão terão cerca de 1mm de espessura, e o processo utilizado para a produção dos componentes é o de conformação quente sob contrapressão de alumínio. O processo será utilizado tendo em vista as reentrâncias e encaixes exatos dos componentes, que serão feitos a partir de chapas moldadas em uma matriz. Para as aberturas das peças, será utilizada a usinagem.

7.1.2 Carcaça

A carcaça é composta por 3 partes principais, a tampa, a base e o clipe, além do circuito interno, como é possível ver na vista explodida na figura 81. A base e a

tampa são fechadas sem método de ligação, apenas por encaixe. Os botões, que irão na tampa, são presos no circuito interno do dispositivo, e o clipe é preso na base por meio de um eixo horizontal de um mecanismo de mola. É possível visualizar os desenhos técnicos no Apêndice D.

Figura 81: Vista expandida



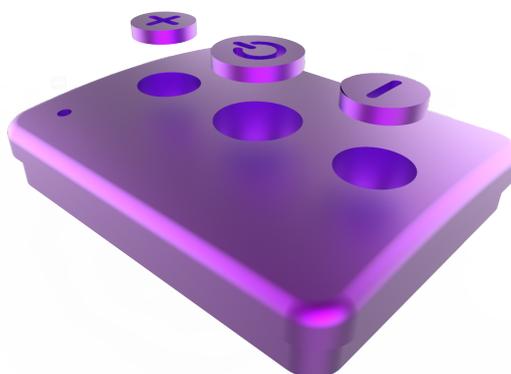
Fonte: Elaborado pela autora

7.1.2.1 Tampa e botões

A tampa da carcaça (Figura 82), feita de alumínio, possui dimensões 0 x 0 x 0. A tampa conta com encaixe para base, uma abertura para o LED RGB, coberta com um cilindro transparente de policarbonato, e três botões ligados a um componente botão *switch* do circuito interno. O botão central possui um símbolo de ligado/desligado, e funciona para estes fins, além de ser utilizado com o auxílio do

aplicativo para calibrar o dispositivo, apontando a posição inicial correta. No aplicativo, haverá dicas de como identificar qual é a postura correta ou ideal, para facilitar a identificação pelo usuário.

Figura 82: Tapa e botões

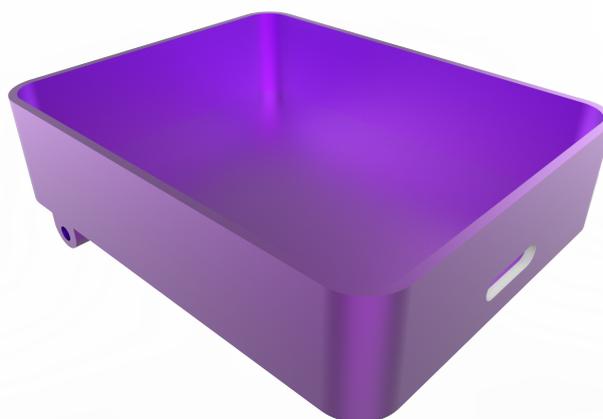


Fonte: Elaborado pela autora

7.1.2.2 Base

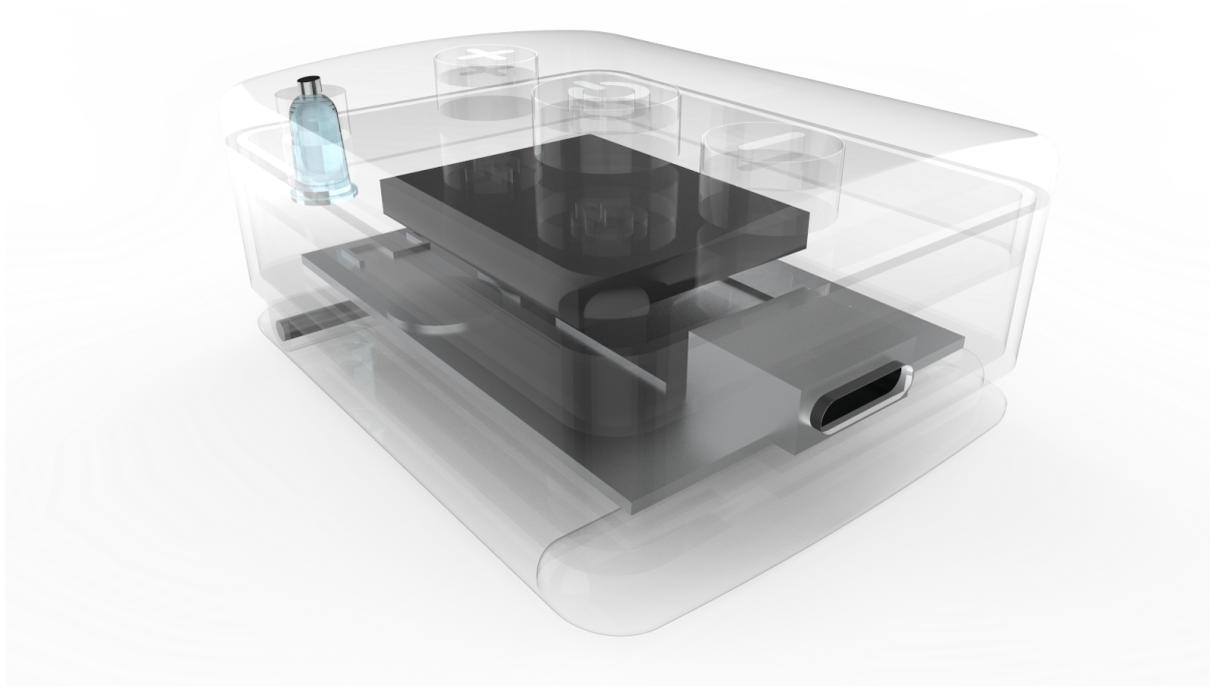
A base da carcaça (Figura 83), feita quase inteiramente de alumínio, possui dimensões 0 x 0 x 0. A única abertura da base é a porta USB-C, envolta em PS, onde ocorre a alimentação do dispositivo. Na parte inferior da base, existe uma elevação externa onde o pino e a mola do clipe se encontram. No interior da base é onde encontra-se o circuito e todos os componentes do dispositivo (Figura 84).

Figura 83: Base do dispositivo



Fonte: Elaborado pela autora

Figura 84: Imagem ilustrativa de como os componentes do circuito se acomodam, aproximadamente, na carcaça

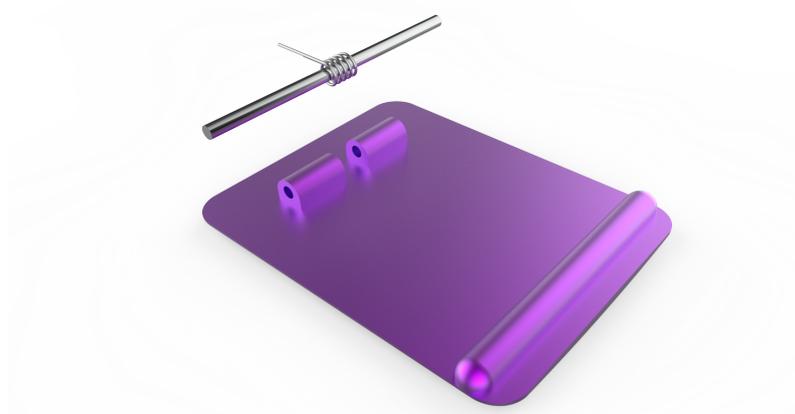


Fonte: Elaborado pela autora

7.1.2.3 Clipe

O clipe da carcaça (Figura 85) é encontrado no inferior da base, e é preso por um eixo horizontal, que em conjunto com uma mola (Figura 86), permite a fixação do dispositivo nas roupas do usuário.

Figura 85: Clipe, pino e mola



Fonte: Elaborado pela autora

Figura 86: Clipe, pino e mola no dispositivo



Fonte: Elaborado pela autora

7.1.3 Cores

O modelo será estar disponível em oito cores diferentes para melhor se adaptar ao estilo pessoal do usuário (Figuras 87 a 90).

Figura 87: Dispositivos em todas as cores, dispostos lado a lado em vista frontal



Fonte: Elaborado pela autora

Figura 88: Dispositivos em todas as cores, dispostos deitados com ênfase na vista interior



Fonte: Elaborado pela autora

Figura 89: Dispositivos em todas as cores, dispostos de pé, com vista isométrica



Fonte: Elaborado pela autora

Figura 90: Dispositivos lado a lado com distorção



Fonte: Elaborado pela autora

7.2 FUNCIONAMENTO DO DISPOSITIVO

O dispositivo funciona da seguinte forma: o usuário o utiliza junto de um aplicativo, que o auxiliará na calibração inicial. O aplicativo guiará o usuário e, primeiramente, o dirá para colocar o dispositivo na região da coluna lombar (Figura 91) ou vertical (Figura 92), por meio do clipe. Quando o dispositivo estiver no local desejado, o aplicativo ajudará o usuário a identificar a melhor postura para se manter

na posição sentada, sendo indicada as coordenadas (x, y, z) de (0, 0, 0), e calibrá-lo. Assim que calibrado, ou seja, com as coordenadas (0, 0, 0) da postura ideal configuradas, o usuário deverá informar no aplicativo onde foi posicionado o dispositivo, pois a medição somente é precisa dessa forma, visto que a angulação máxima permitida pelo corpo muda dependendo do local da coluna. A partir disso, o microcontrolador, por meio do funcionamento do acelerômetro e do giroscópio, identifica alterações nas coordenadas (x, y, z) e nas angulações, sugerindo mudanças posturais, para assim, enviar informações ao motor de vibração e ao aplicativo através do *bluetooth*, para que o usuário receba avisos físicos e notificações.

Para as configurações de angulação, serão usados os seguintes valores em cada parte do tronco do usuário: inclinação do pescoço com valor igual ou superior a 30°, escolhido tendo em vista que o ângulo limite de acordo com Lida (2005) é de 30°, e de acordo com Tilley e Dreyfuss (2005) poderia ir até 45°, ainda com certo conforto, mas que os testes feitos no MHD apontaram como ângulo máximo em torno dos 25°; rotação da coluna lombar igual ou superior a 35°, visto que o valor limite de acordo com Marques (2003, apud Brendler, 2017) e os testes do MHD mostraram que em 37° já há desconforto. Assim que o dispositivo estiver calibrado e com o local correto indicado, ele passará a identificar as mudanças posturais do usuário, e caso os ângulos passem dos limites estabelecidos previamente por mais de 5 minutos, serão enviados sinais vibratórios fracos ou fortes, dependendo do valor da angulação, assim como alertas no aplicativo. Caso depois de 15 minutos, o usuário continue na posição incorreta, apenas sinais vibratórios fortes serão enviados. O usuário poderá facilmente aumentar ou diminuir a intensidade das vibrações ao longo do dia, por meio de botões no próprio dispositivo, recurso adicionado para evitar que o usuário passe a se incomodar com o dispositivo e pare de utilizá-lo.

O aplicativo irá demonstrar visualmente o monitoramento a postura do usuário, e além de envio de sinais para alertar que devem ocorrer mudanças posturais, ele também dará sugestões de eventuais caminhadas/alongamentos (a cada 40 minutos, valor estipulado de acordo com entrevistas com especialistas que

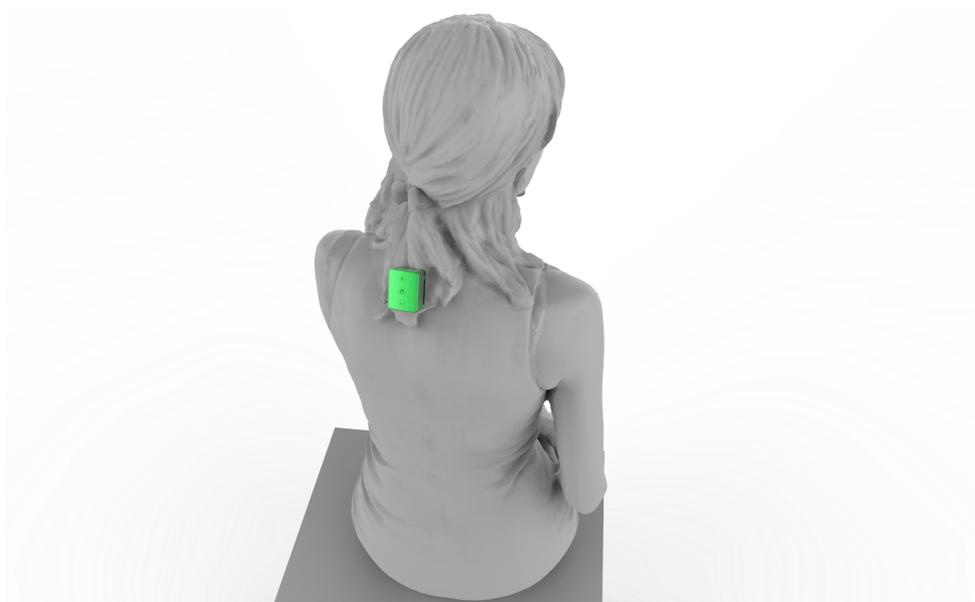
sugeriram de 30 minutos a 1 hora como intervalo, caso o usuário se mantenha na posição sentada). O aplicativo também tem como objetivo orientar e educar o usuário a respeito de hábitos que podem prevenir mais ainda as dores nas costas, e por isso terá dicas e *call to actions* que levam a elas em várias telas, estimulando o aprendizado.

Figura 91: Dispositivo utilizado na região da coluna lombar



Fonte: Elaborado pela autora

Figura 92: Dispositivo utilizado na região da coluna cervical



Fonte: Elaborado pela autora

7.3 CIRCUITO INTERNO

O circuito interno do produto final se difere do circuito interno do protótipo, tendo componentes (Quadro 11) de menores dimensões e maiores funcionalidades.

Quadro 11: Componentes e funcionalidades do produto final

Componente	Valor	Funcionalidade
Microcontrolador ATmega328PB 7 x 7 x 2 (mm)	≈ R\$25,00	Gerenciar todos os componentes.
Módulo <i>bluetooth</i> bc417 10x10x3 (mm)	≈ R\$ 35,00	Comunicação do dispositivo com o <i>smartphone</i> .
Motor de Vibração Pancake H: 2mm Diâmetro: 10mm	≈ R\$ 60,00	Sinalizar má postura do usuário por um tempo específico.
LED RGB	≈ R\$ 1,00	Vermelho: piscando, falta de bateria; estável, posição errada do usuário. Verde: piscando, calibrando dispositivo; estável, posição correta do usuário. Azul: piscando, dispositivo ligando; estável, pronto para calibração.
Bateria de íons de lítio de 3,7V e 300mAh - PL 602030 32 x 20 x 6 (mm)	≈ R\$ 15,00	Alimentar o sistema.
Placa de acelerômetro/giroscópio GY-521	≈ R\$ 18,00	Identificar a postura do usuário de acordo com eixos x, y e z.
Botão interruptor de 2 estados	≈ R\$ 10,00	Ligar e desligar o protótipo.

Fonte: Elaborado pela autora

7.4 ACESSÓRIOS

7.4.1 Suporte para cadeira

O suporte para cadeira (Figuras 93 e 94) foi pensado como uma alternativa de uso para o dispositivo. Ele funciona como um encosto para o usuário, onde o

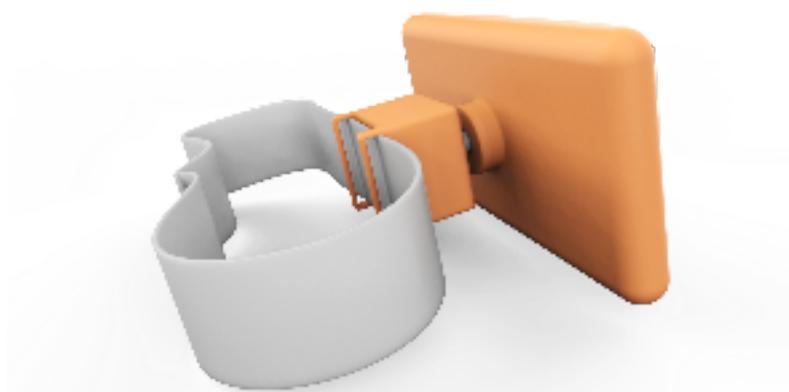
dispositivo é encaixado no centro. O dispositivo continua monitorando a postura do usuário por meio de um componente direcional padrão encontrado em *joysticks* (controle de *videogames*), protegido por uma caixa, que permite a movimentação giratória nos três eixos. Na mesma caixa que protege o componente direcional, existe um engate para cinto de *nylon*, que é usado para prender o acessório na cadeira. O acessório é feito de poliestireno de alto impacto, com um revestimento de silicone de 3mm, para garantir conforto ao usuário. Os desenhos técnicos do suporte podem ser encontrados no Apêndice D deste trabalho.

Figura 93: Acessório para cadeira



Fonte: Elaborado pela autora

Figura 94: Acessório para cadeira visto de trás



Fonte: Elaborado pela autora

7.4.1.1 Teste de validação

Para validar de que seria confortável e não machucaria o usuário, um modelo do tamanho real do dispositivo foi impresso em 3D (Figura 95), utilizando PLA, material mais rígido que o do produto real. As outras peças também foram impressas e o direcional utilizado foi o de um controle normal de *videogame*.

Após testado com dois usuários de tamanhos diferentes, foi percebido que o acessório se mostrava confortável, principalmente se usado na região lombar, devido a sua curvatura.

Figura 95: Protótipo do acessório para cadeira impresso em PLA, com o modelo em tamanho real



Fonte: Elaborado pela autora

7.4.2 Capa de silicone

Como alternativa para ser colocado no entorno do clipe do dispositivo, para usuários que possam se sentir desconfortáveis com a baixa temperatura do alumínio, foi criada uma capa de silicone (Figuras 96 e 97) a ser acoplada. A capa é flexível, possui encaixe para os elementos do produto, e conta com a

identidade visual na parte de trás. O desenho técnico da capa de silicone pode ser encontrado na Apêndice D deste trabalho.

Figura 96: Capa de silicone acoplada no clipe



Fonte: Elaborado pela autora

Figura 97: Capa de silicone acoplada no clipe, vista de trás



Fonte: Elaborado pela autora

7.5 IDENTIDADE VISUAL

As marcas são utilizadas por empresas como recurso a estabelecer uma ligação emocional com os clientes, tornar-se insubstituíveis e desenvolver relações duradouras. A marca, quando forte, se destaca no mercado, mesmo que saturado, e faz as pessoas se apaixonarem, confiarem e acreditarem na superioridades das marcas (WHEELER, 2012).

7.5.1 Naming

Nomes distintivos, significativos e memoráveis são um ativo de marca. Eles podem se destacar da competição e podem ser responsáveis pelo crescimento, mudança e sucesso de uma marca (KRATZ & WHEELER, 2011).

Para a escolha do nome do dispositivo, foi feito um mapa mental (Figura 98) partindo de "dispositivo de adequação postural", contendo palavras que se assemelhavam das funcionalidades do dispositivo e emoções que o usuário passaria a sentir ao utilizá-lo. Algumas das palavras foram traduzidas para o inglês para devido a possibilidade de criar o aplicativo no mesmo idioma.

Figura 98: Mapa mental para naming



Fonte: Elaborado pela autora

A partir do mapa mental, foi decidido que o nome do dispositivo partiria de "*posture*" (postura, em inglês) e "*ease*" (facilidade, em inglês) ou *easy* (fácil, em inglês), e foram criadas as alternativas: Easy Posture; Posture Easy; Posture-Z; Posture-EZ; Posturi; Posturiz; Postur-iz; Eez; Iz; Iez; Eaz; Ezzy; Easee; Ease-R. Após uma breve pesquisa sobre as alternativas, a maior parte foi descartada por já ser utilizada em outros segmentos, e ao final, escolheu-se *ease-R*, a junção de "*ease*" (facilidade, em inglês) em minúsculo e "*R*" (que soa como o sufixo que transforma substantivos em "algo que faz alguma coisa" no inglês) em maiúsculo.

7.5.2 Logotipo

Para o logotipo, foi escolhida a tipografia *open source* Baloo Regular (Figura 99) disponível no Google Fonts com um degradê de azul para verde (Figura 100). A tipografia escolhida é levemente arredondada mas com metade dos cantos retos, além de ser robusta, o que a deixa divertida e amigável. O degradê também foi utilizado como uma forma de deixar o logotipo menos sério e mais próximo do usuário.

Figura 99: Tipografia Baloo Regular

Baloo Regular

Fonte: Elaborado pela autora

Figura 100: Logotipo ease-R

The logo consists of the text "ease-R" in a rounded, sans-serif font. The letters "ease" are in a light teal color, and the letter "R" is in a slightly darker shade of teal. The font has a gradient effect, transitioning from a lighter blue-green on the left to a slightly darker green on the right.

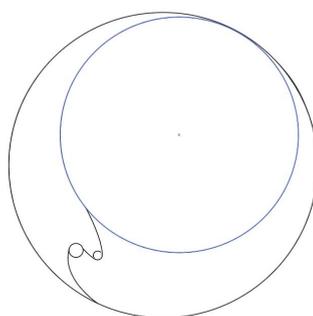
Fonte: Elaborado pela autora

7.5.2.1 Personagem: Ez

Para humanizar o serviço do aplicativo, assim como deixá-lo mais amigável, foi criado um personagem para que este se comunicasse com o usuário. O intuito é deixar o usuário familiarizado com o aplicativo de modo leve, para assim, gerar uma continuidade na utilização. O personagem em questão foi desenhado a partir da letra "s" da tipografia do logotipo, e foi refinado utilizando círculos e retas tangenciais a estes (Figura 101). Como um recurso de personificação, o personagem foi nomeado como Ez (leia-se "Iz"), derivado do nome do produto.

Foram criadas três versões (Figura 102) para o personagem, seguindo padrões comportamentais ligados à posição da coluna do usuário: azul-verde como personagem padrão e quando o usuário está em uma postura correta; verde-amarelo para quando o usuário poderia melhorar levemente sua postura; e amarelo-vermelho para quando o usuário está com a postura totalmente incorreta.

Figura 101: Linhas de criação do personagem Ez



Fonte: Elaborado pela autora

Figura 102: Personagem Ez em suas três versões



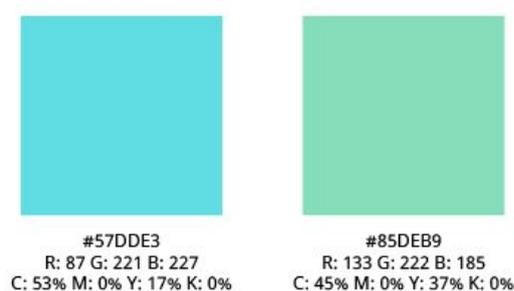
Fonte: Elaborado pela autora

7.5.3 Paleta de cores

A cor evoca emoções e expressa personalidades, além de estimular a associação da marca e acelera a diferenciação (WHEELER, 2012).

As cores principais utilizadas para a identidade visual são um azul e um verde, ambos claros, simbolizando saúde e tranquilidade, como mostra a figura 103.

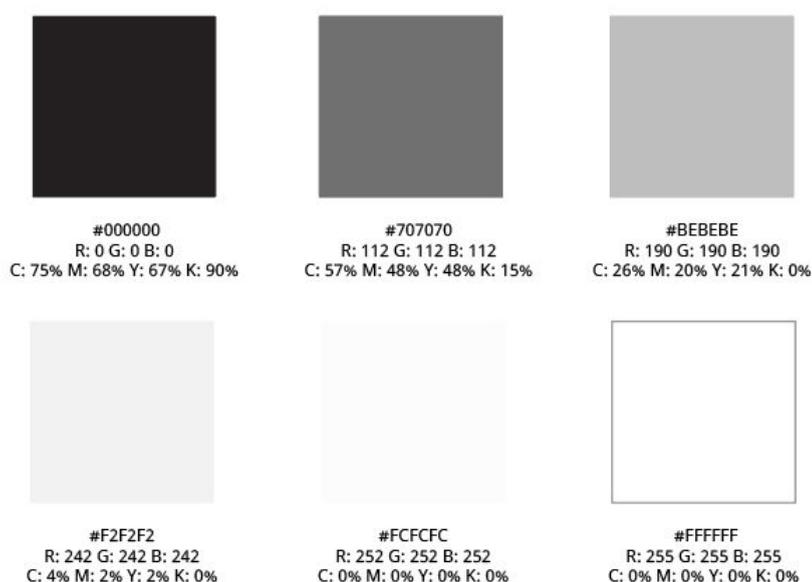
Figura 103: Cores principais



Fonte: Elaborado pela autora

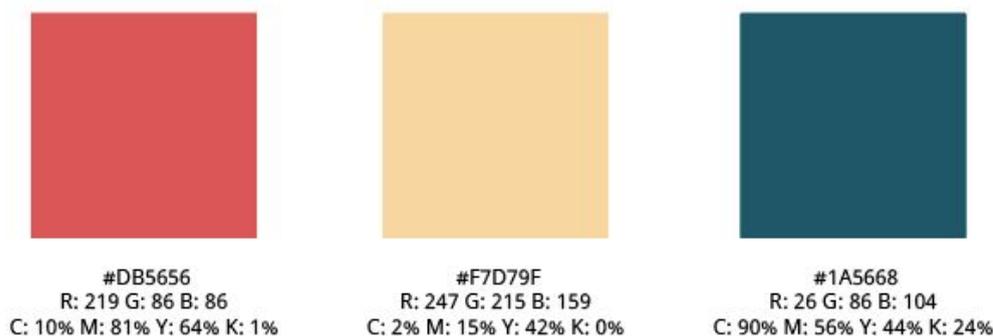
As cores secundárias e de apoio se dividem em neutras e coloridas, e vão de preto, branco e tons de cinza (Figura 104) a vermelho, amarelo e azul petróleo (Figura 105).

Figuras 104: Cores neutras



Fonte: Elaborado pela autora

Figura 105: Cores vívidas



Fonte: Elaborado pela autora

7.5.4 Tipografia

A tipografia é essencial para uma identidade de marca eficaz. A tipografia deve dar apoio ao posicionamento da empresa e à hierarquia de informação, além de ser impossível ter uma imagem integrada e coerente sem uma tipografia com personalidade e legibilidade inerente (WHEELER, 2012).

Além da tipografia utilizada no logotipo, foi selecionada a Noto Sans (Figura 106), tipografia *open source* disponível no Google Fonts, com pesos regular e negrito para títulos e textos.

Figura 106: Noto Sans e seus pesos selecionados

Noto Sans Regular
Noto Sans Bold

Fonte: Elaborado pela autora

7.6 MVP DO APLICATIVO

MVP, ou produto mínimo viável, é a versão do produto que requer menor esforço e tempo para ser desenvolvido, e apesar de carecer de recursos que podem ser necessários depois, é muito utilizado para versões de avaliação (RIES, 2012).

MVP ajuda a testar as suposições a respeito do projeto, ao mesmo tempo que minimiza esforço, recursos e tempo de trabalho. O ideal é criar o menor versão do produto que for possível para determinar a validação das hipóteses criadas. O resultado dos experimentos irá dizer se o produto está funcionando ou se deverá ter alterações. Existem dois usos comuns para o MVP: para aprender algo sobre o produto e entender o que o mercado precisa, mas não entregar valor ao mercado ainda; ou para já entregar valor ao mercado, entregando uma versão menor do produto. Mesmo no segundo caso, se feito corretamente, é possível gerar aprendizado, mesmo que não seja o foco principal (GOTHELF, 2013).

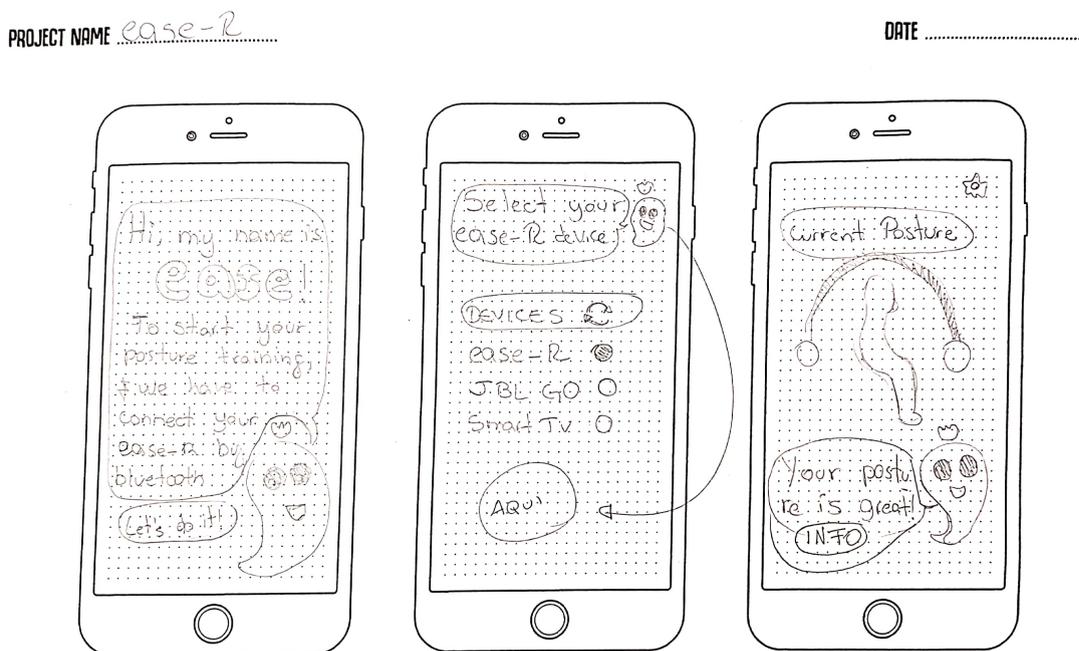
Neste trabalho, foi realizado um MVP a fim de demonstrar as principais funções do aplicativo auxiliar do produto, e testá-lo previamente. Este aplicativo funcionará em conjunto com o protótipo e terá as funções básicas necessárias. Além dessas, um aplicativo completo teria mais dicas de alongamento e posicionamento da coluna, além da possibilidade e auxílio da calibração do dispositivo.

7.6.1 Wireframes

A criação de protótipos de baixa fidelidade em papel permite a simulação de forma rápida, manual e divertida, sem investimento digital. É possível ter uma noção imediata de como o produto deverá funcionar e o que deve ser mantido ou mudado (GOTHELF, 2013).

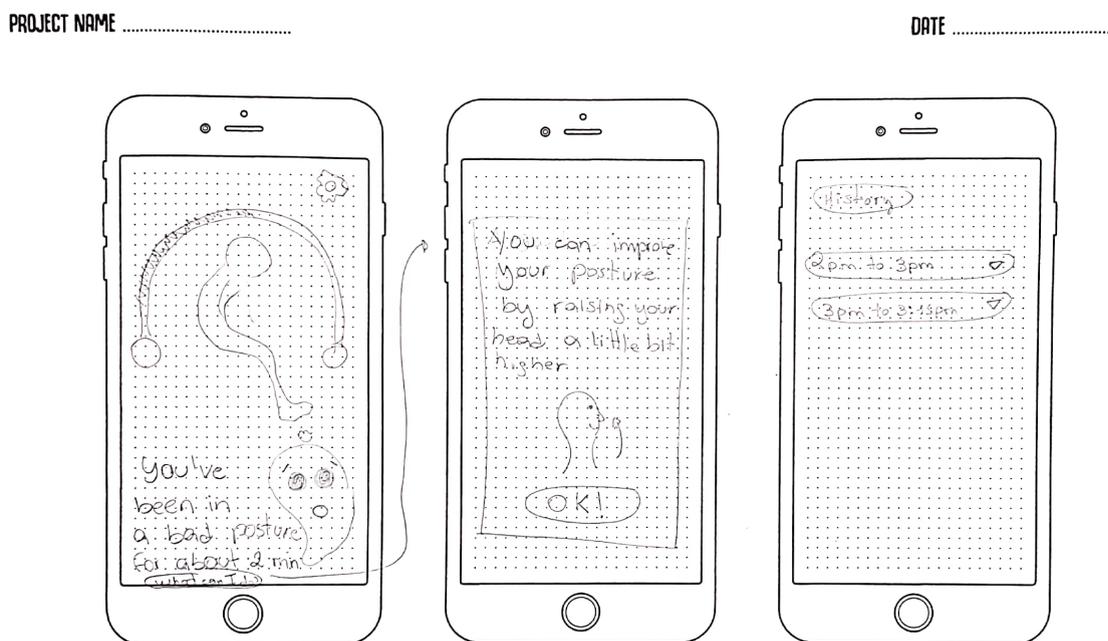
Antes da criação das telas finais, foram criados alguns *wireframes* em papel (Figuras 107 e 108) com o que seria necessário no aplicativo, e foi feita uma aprovação com usuários e programadores sobre a viabilidade destas.

Figura 107: Wireframes das primeiras telas feitos em papel



Fonte: Elaborado pela autora

Figura 108: Wireframes das demais telas feitos em papel



Fonte: Elaborado pela autora

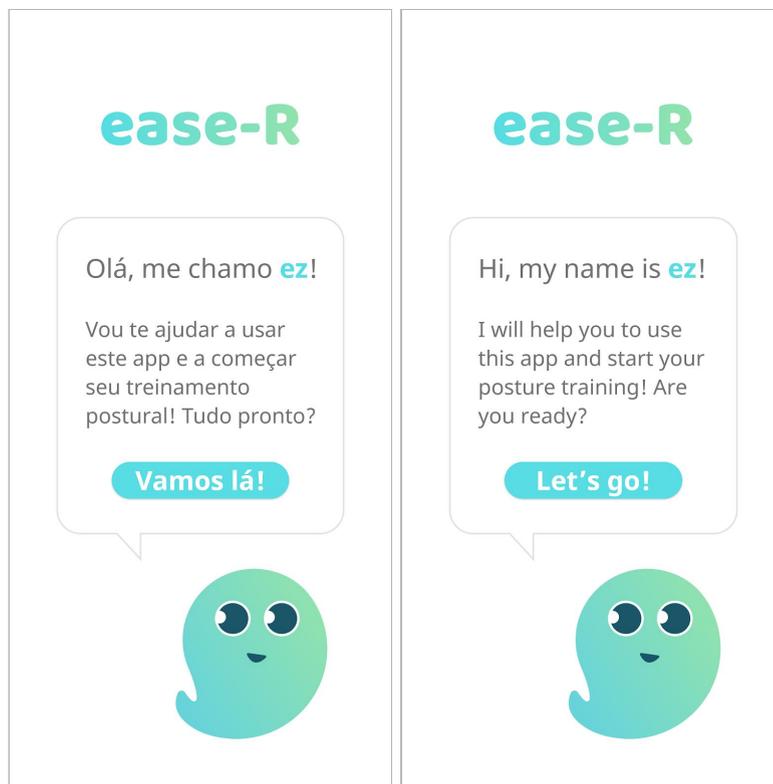
7.6.2 Telas

Foram criadas um total de oito telas com exemplos das funcionalidades básicas do sistema. Foi optado por se fazer em português e em outro idioma, o inglês, pelo nome do produto vir deste mesmo idioma e pela possibilidade de expansão do produto, podendo ser utilizado por mais públicos. As telas foram criadas na resolução 18.5:9 (ou 37:18), usada no *smartphone* Samsung Galaxy S8, por ser o dispositivo móvel disponível para testes de visualização.

7.6.2.1 Telas 1 e 2

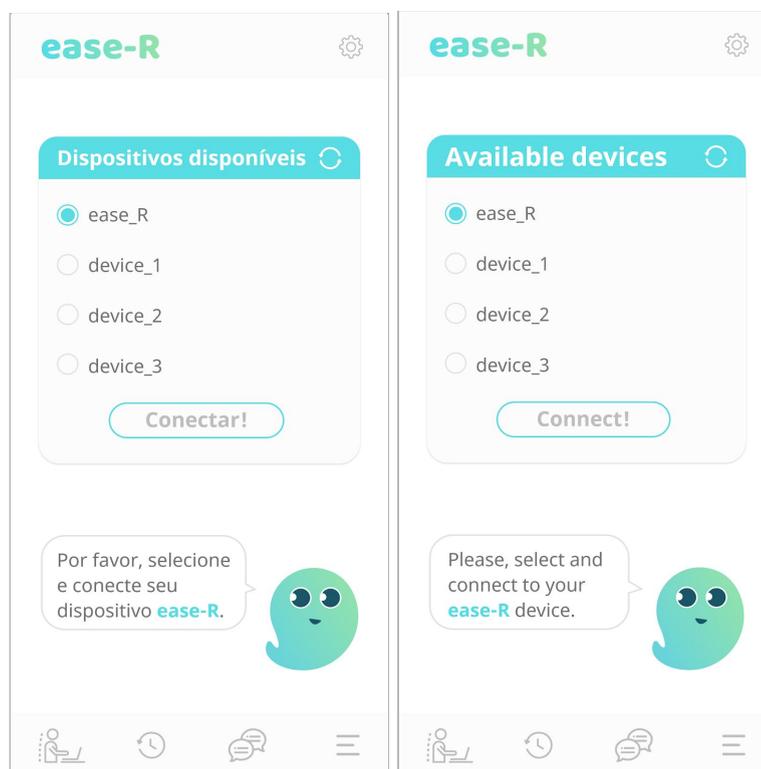
As telas 1 (Figura 109) e 2 (Figura 110) representam o início do aplicativo e como o usuário é apresentado ao sistema. As frases foram feitas de forma que faça o usuário se sentir bem vindo e amparado em qualquer atividade.

Figura 109: Tela 1 em português e inglês



Fonte: Elaborado pela autora

Figura 110: Tela 2 em português e inglês

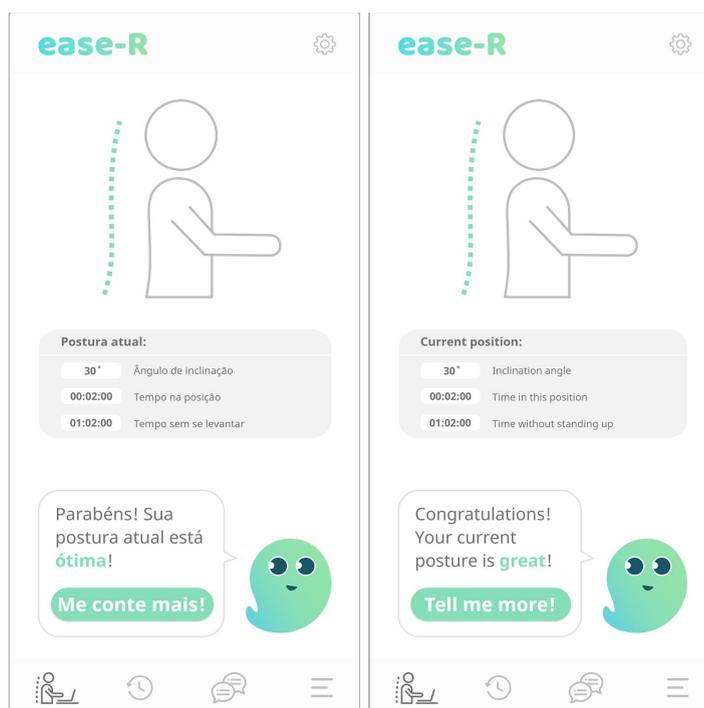


Fonte: Elaborado pela autora

7.6.2.2 Telas 3, 4 e 5

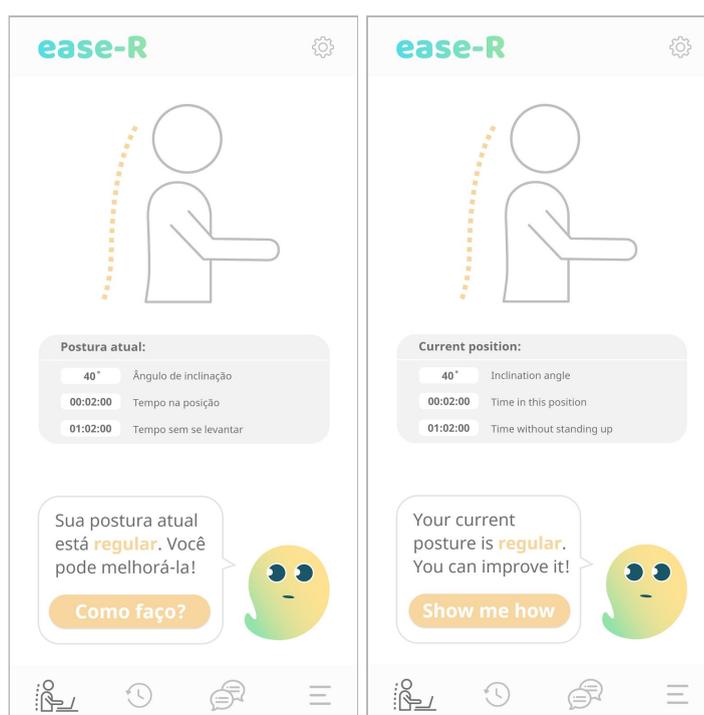
As telas 3 (Figura 111), 4 (Figura 112) e 5 (Figura 113) exemplificam como o usuário pode ver o monitoramento de sua postura e o *feedback* que o próprio aplicativo envia para ele, enfatizando com palavras e cores se a postura está adequada ou inadequada. Também foi adicionado um *timer*, que registra há quanto tempo o usuário está em determinada posição, e caso isso ocorra por tempo demasiado, o aplicativo o notificará. Além disso, é possível notar botões *call to action* nas falas do personagem, oferecendo dicas ao usuário, pois como dito anteriormente, o aplicativo tem como objetivo primário monitorar a postura e como objetivo secundário orientar o usuário a como melhorar seus hábitos e prevenir ainda mais as dores nas costas.

Figura 111: Tela 3 em português e inglês



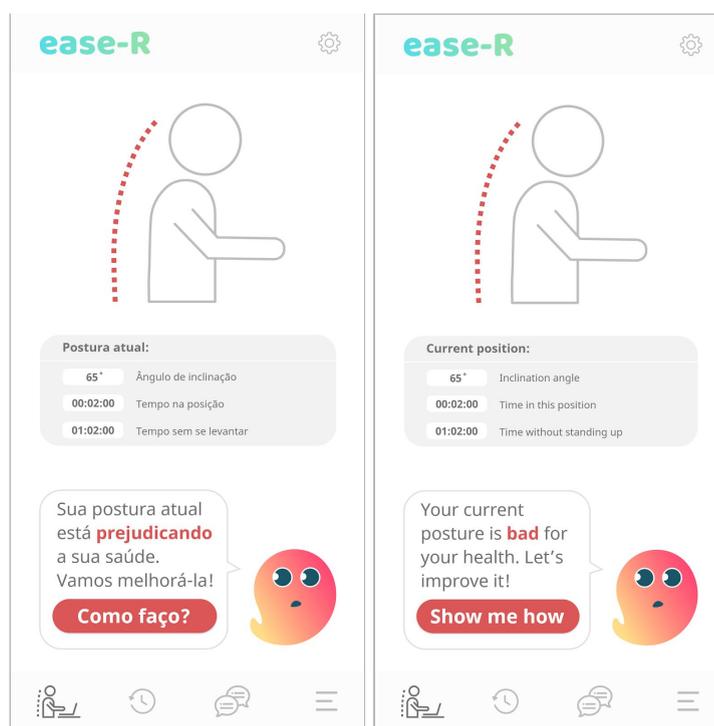
Fonte: Elaborado pela autora

Figura 112: Tela 4 em português e inglês



Fonte: Elaborado pela autora

Figura 113: Tela 5 em português e inglês



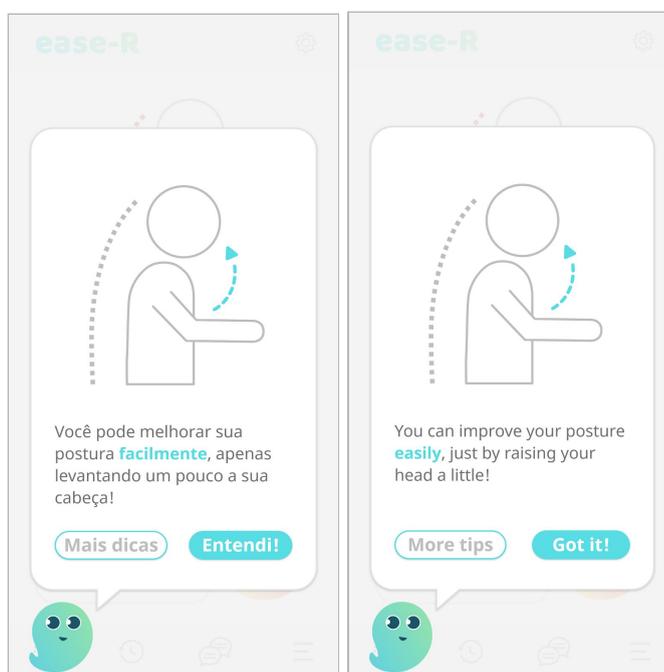
Fonte: Elaborado pela autora

7.6.2.3 Telas 6, 7 e 8

As telas 6, 7 e 8 são recursos extras para a orientação e entendimento da importância da postura e hábitos saudáveis e contínuos na prevenção de dores nas costas.

Na tela 6 (Figura 114), é mostrado um exemplo de dica dada ao se clicar no botão de ajuda quando se está com a postura incorreta.

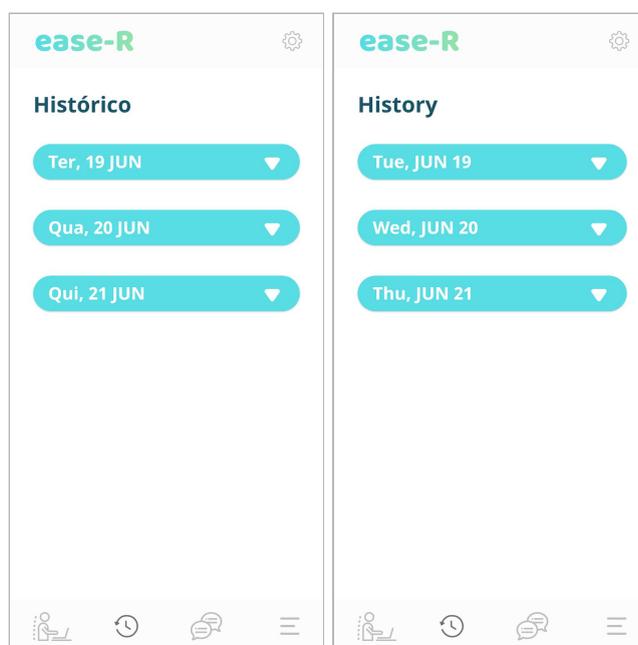
Figura 114: Tela 6 em português e inglês



Fonte: Elaborado pela autora

Na tela 7 (Figura 115), o usuário tem acesso a um histórico postural desde que o dispositivo foi registrado, o que é importante para se manter a utilização regular.

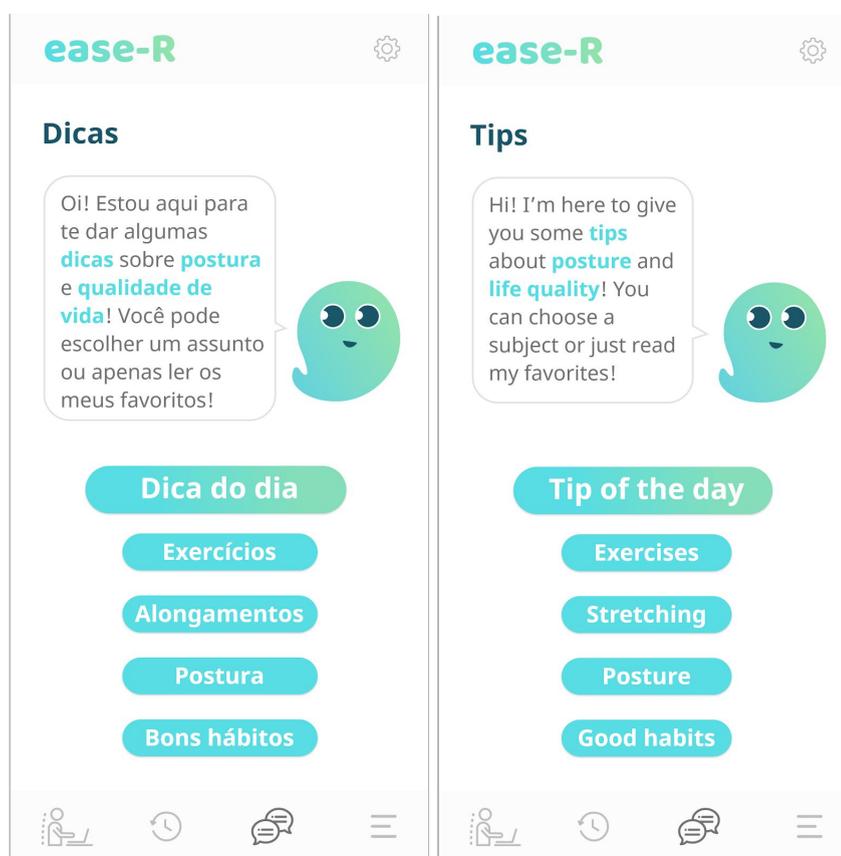
Figura 115: Tela 7 em português e inglês



Fonte: Elaborado pela autora

Na tela 8 (Figura 116) é apresentado o ambiente do aplicativo onde o personagem dá dicas além das que já foram dadas ao usuário. É onde o usuário pode escolher um tópico de preferência e ler diversos *cards* sobre ele. Por exemplo, um dos tópicos teria vários tipos de alongamentos e como fazê-los, cada alongamento em um card tendo representação visual por meio de animações. Além disso, foi adicionada a "Dica Diária", onde diariamente uma dessas sugestões de hábito saudável vai até o usuário, tanto por meio de notificação *push* quanto por meio do próprio aplicativo.

Figura 116: Tela 8 em português e inglês



Fonte: Elaborado pela autora

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho abordou os malefícios causados por longos períodos de tempo na posição estática, mais precisamente a sentada, sobretudo na coluna vertebral e seus componentes. Como dito anteriormente, as dores nas costas causadas pelo crescente número de indivíduos que passam muito tempo uma mesma posição, causam problemas sociais e econômicos.

Percebe-se, por meio da pesquisa com usuários e especialistas e referencial teórico, que existe uma demanda para um tipo de produto que auxilie o usuário a prevenir dores e lesões decorrentes da má postura, principalmente em âmbito nacional. Como dito anteriormente, pausas são essenciais para a manutenção da saúde da coluna vertebral, assim como alongamentos e mudanças de posição. Por essas razões, a criação de um dispositivo que identifique a má postura e lembre o usuário de se mover de tempos em tempos é uma maneira de auxiliá-lo na prevenção de dores ou lesões mais complexas, além do seu aproveitamento diário.

O produto desenvolvido foi pensado para facilitar a vida do usuário, que em decorrência do dia a dia, acaba por negligenciar sua própria saúde postural. Durante as etapas do projeto e testes realizados, o dispositivo final mostrou-se satisfatório tanto em suas dimensões e forma, quanto suas funcionalidades pré estabelecidas, tendo como maior dificuldade a programação completa do microcontrolador, portanto, o protótipo teve sua programação limitada a uma única definição angular e intensidade vibratória. Os próximos passos do trabalho seriam completar esses códigos, possibilitando a diferenciação angular em cada região da coluna vertebral e aumentando as opções de intensidade dos alertas vibratórios, o que tornaria necessária uma atualização da conexão com o aplicativo, inclusive adicionando mais funções ao MVP.

Por fim, a metodologia e as ferramentas projetuais foram de extrema importância no desenvolvimento do produto, tornando viável a tarefa de suprir necessidades e requisitos do usuário e de projeto, chegando-se assim, na melhor alternativa de solução para o problema abordado inicialmente.

REFERÊNCIAS

ABERGO. **O que é ergonomia.** Disponível em: http://www.abergo.org.br/internas.php?pg=o_que_e_ergonomia>. Acesso em: 28 outubro 2018

ALEX POSTURE. **Alex Posture: Better Posture, Better Life.** Disponível em: <https://alexposture.com/>>. Acesso em: 05 novembro 2018.

ALEX POSTURE. **Stretching With Alex+.** Disponível em: <https://alexposture.com/stretching-with-alex/>>. Acesso em: 05 novembro 2018.

AVIVA HEALTH. **ALEX - Wearable Posture Tracker & Coach.** Disponível em: <http://www.avivahealth.com/shop/products.asp?itemid=11176>>. Acesso em: 05 novembro 2018.

BACK, Nelson; OGLIARI, André; DIAS, Acires; SILVA, José Carlos da. **Projeto Integrado de Produtos: planejamento, concepção e modelagem.** Barueri: Manole, 2008. xxvi, 601 p.: il.

BACK TO SPORT. **What Is The Difference Between Upright GO And Upright PRO:** Disponível em: <https://www.backtosport.com.au/blogs/product-guides/upright-go-and-upright-pro-difference>>. Acesso em: 02 novembro 2018.

BAXTER, Mike R. **Projeto de Produto: guia prático para o design de novos produtos.** Tradução Itiro lida. - 3. ed. rev. São Paulo: Blucher, 2011.

BRACCIALLI, Ligia Maria Presumido; VILARTA, Roberto. **Aspectos a serem considerados na elaboração de programas de prevenção e orientação de problemas posturais.** REVISTA PAULISTA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo, Semestral. ISSN 0102-7549 CDD. 20.ed. 613.7. São Paulo, 2000. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/rpef/issue/view/10192/1122>>. Acesso em: 27 ago.

BRENDLER, C, F. **Modelo Humano Digital Paramétrico para análise ergonômica virtual no projeto de produto.** 2017. 335 f. Tese (Doutorado em Design) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

BUTLER, Crystal. **PosturePulse: The posture sensor worn on your waist or chair.** Kickstarter, 2014. Disponível em: <https://www.kickstarter.com/projects/485034005/posturepulse-the-posture-sensor-worn-on-your-waist>>. Acesso em: 06 novembro 2018.

CHARTERED INSTITUTE OF ERGONOMICS & HUMAN FACTORES. **What is Ergonomics?** Disponível em: <https://www.ergonomics.org.uk/Public/Resources/What_is_Ergonomics_/Public/Resources/What_is_Ergonomics_.aspx?hkey=2769db3e-4b5b-46c2-864c-dfcf2e44372d>. Acesso em: 28 outubro 2018.

COUTO, Hudson de A. **Ergonomia Aplicada ao Trabalho: Manual Técnico da Máquina Humana**. Belo Horizonte, 1995. Ergo Editora Ltda.

CRITICAL TO SUCESS. **Get More Work Done – Focus with the Pomodoro Technique**. Disponível em: <<http://www.criticaltosuccess.com/get-more-work-done-focus-with-the-pomodoro-technique/>>. Acesso em: 06 novembro 2018.

CUBIÇA DE SOUZA JÚNIOR, Helemberg. **Modelagem, Simulação e Controle de um Giroscópio**. – Rio de Janeiro: UFRJ/Escola Politécnica, 2014. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10010609.pdf>>. Acesso em: 26 outubro 2018.

DAILY MAIL. **Video: Darma cushion monitors sitting habits, posture and stress level**. 2014. Disponível em: <<https://www.dailymail.co.uk/video/sciencetech/video-1124403/Darma-cushion-monitors-sitting-habits-posture-stress-level.html>>. Acesso em: 04 novembro 2018.

DARMA. **Darma Cushion**. Disponível em: <http://darma.co/Darma_Cushion.html>. Acesso em: 04 novembro 2018.

DROID VIEWS. **3 Awesome Pomodoro Productivity Apps for Android**. 2016. Disponível em: <<https://www.droidviews.com/3-awesome-pomodoro-productivity-apps-android/>>. Acesso em: 06 novembro 2018.

DUNN, William C. **Fundamentos de Instrumentação Industrial e Controle de Processos**. Tradução Fernando Lessa Tofoli. Editora Bookman, 2013.

ENGADGET. **A posture trainer works, if you want it to**. Disponível em: <<https://www.engadget.com/2018/03/21/upright-go-posture-trainer/>>. Acesso em: 02 novembro 2018.

FCCID. **Darma Cushion User Manual DarmaUserManualV1.0 Darma Inc**. Disponível em: <<https://fccid.io/2AFF7-CUSHION/User-Manual/DarmaUserManualV1-0-2965440>>. Acesso em: 04 novembro 2018

FERREIRA, Betina Dias. **Aluno da UP desenvolve protótipo e aplicativo para corrigir postura**. UP Empreenda, 2017. Disponível em:

<<https://www.up.edu.br/blogs/upempreenda/2017/03/20/aluno-da-up-desenvolve-prototipo-e-aplicativo-para-corriger-postura/>>. Acesso em: 05 novembro 2018.

FLOWERS, Joshua. Lumo Lift Teardown. **Blog Joshua Flowers**, 2015. Disponível em: <<http://josh-ua.co/blog/2015/8/30/lumo-lift-teardown>>. Acesso em: 04 novembro 2018.

G1. **Colete envia alerta para o celular e avisa a hora de corrigir a postura**, Disponível em: <<http://g1.globo.com/pr/parana/noticia/2017/01/colete-envia-alerta-para-o-celular-e-avisa-hora-de-corriger-postura.html>>. Acesso em: 05 novembro 2018.

G1 PARANÁ. **Estudantes aprendem sobre empreendedorismo e criam produtos inovadores**. Disponível em: <<http://g1.globo.com/pr/parana/bom-dia-pr/videos/t/edicoes/v/estudantes-aprendem-sobre-empreendedorismo-e-criam-produtos-inovadores/5669909/>>. Acesso em: 05 novembro 2018.

GOTHELF, Jeff. **Lean UX: Applying Lean Principles to Improve User Experience**. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, Inc., 2013.

GOVERNO DO BRASIL. **Alongamentos podem prevenir problemas de coluna**. Blog do Ministério da Saúde, Governo do Brasil, 2014. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/noticias/saude/2014/09/alongamentos-podem-prevenir-problemas-de-coluna>>. Acesso em: 26 agosto de 2018.

IEA. **Definition and Domains of Ergonomics**. Disponível em: <<https://iea.cc/whats/index.html>> Acesso em: 28 outubro 2018.

IDEO. **The Field Guide to Human-Centered Design**. By IDEO.org, ed. 01, 2015. Disponível em: <<http://www.designkit.org/resources/1>>. Acesso em: 05 outubro 2018.

IIDA, Itiro. **Ergonomia: Projeto e Produção**, 2ed. São Paulo: Blucher, 2005.

INHABITAT. **Lumo Lift: A Wearable “Posture Coach” That Vibrates When You Slouch**. 2014. Disponível em: <<https://inhabitat.com/ecouterre/lumo-lift-posture-coach-tells-you-when-youre-slouching/>>. Acesso em: 04 novembro 2018.

IOT DAWANA. **Lançamento de 'Alex Plus', o fim da cinta de pescoço de tartaruga**. Disponível em: <<http://www.iotdanawa.com/archives/14905?ckattempt=1>>. Acesso em: 05 novembro 2018.

JUNG K.; KWON O.; YOU H. Development of a digital human model generation method for ergonomic design in virtual environment. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 39, p. 744 – 748, 2009.

KATZ, Joel; WHEELER, Alina. **Brand atlas: branding intelligence made visible**. USA, New Jersey: Wiley, 2011.

KROEMER, K.H.E.; GRANDJEAN, E. **Manual de Ergonomia**, 5ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

LANCASTER UNIVERSITY. **Darma Smart Cushions**. Disponível em: <<http://www.lancaster.ac.uk/library/jolt-the-library/smart-cushions/>> Acesso em: 04 novembro 2018.

LEE, Terence. Darma is a smart cushion that corrects your posture and reminds you to meditate. **Tech in Asia**, 2014. Disponível em: <<https://www.techinasia.com/darma-smart-cushion-corrects-posture-reminds-meditate>>. Acesso em: 04 novembro 2018.

LEFTERI, Chris. **Como se faz: 92 técnicas de fabricação para design de produtos**, 2ed. São Paulo: Blucher, 2013.

LEFTERI, Chris. **Materiais em design: 112 materiais para design de produtos**, 1ed. São Paulo: Blucher, 2017.

LESKO, Jim. **Design industrial: guia de materiais e fabricação**, 2ed. São Paulo: Blucher, 2012.

LIMA, Marco Antônio Magalhães. **Materiais e Processos para Designers**, 3ed. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna, 2013.

LUMO BODYTECH. **Lumo Lift: Frequently Asked Questions (FAQs)**. Disponível em: <<https://support.lumobodytech.com/hc/en-us/categories/201535363-Lumo-Lift>>. Acesso em: 04 novembro 2018.

LUMO LIFT. **Lumo Lift User Manual**. Disponível em: <<http://assets.thegrommet.com/photos/22345.LumoLift.UsersManual.pdf>>. Acesso em: 04 novembro 2018.

MATOME NAVER. **Lumo Lift finalmente no vendendo oficialmente no Japão! Isso vai melhorar suas costas?** 2016. Disponível em: <<https://matome.naver.jp/odai/2147208811814916901/2147260933498241603>>. Acesso em: 04 novembro 2018.

MAX ELETRÓNICA. **Sensor Acelerómetro y Giroscopio con 6 Grados de Libertad 6 DOF Módulo MPU6500 GY-6500**. Disponível em: <<http://www.maxelectronica.cl/acceleracion/270-sensor-acelerometro-y-giroscopio-con-6-grados-de-libertad-6-dof-modulo-mpu6500-gy-6500.html>>. Acesso em: 01 novembro 2018.

MEDGADGET. **UPRIGHT GO a Smart Wearable Device to Correct Poor Posture**. Disponível em: <<https://www.medgadget.com/2017/04/upright-go-smart-wearable-device-compact-poor-posture.html>>. Acesso em: 02 novembro 2018.

MERCADO LIBRE. **Interruptor De Inclinación De Mercurio (tilt Swich)**. Disponível em: <https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-583662284-interruptor-de-inclinacion-de-mercurio-tilt-swich-_JM?quantity=1>. Acesso em: 05 novembro 2018.

MERINO, Giselle Schmidt Alves Díaz. **GODP - Guia de Orientação para Desenvolvimento de Projetos: Uma metodologia de Design Centrado no Usuário**. Florianópolis: Ngd/ UFSC, 2016. Disponível em: <www.ngd.ufsc.br>. Acesso em: 10 ago.

MOCHIZUKI, L., AMADIO, A.C., **Aspectos biomecânicos da postura ereta: a relação entre o centro de massa e o centro de pressão**, Revista Portuguesa de Ciências do Desporto, v. 3, n. 3, pp. 77-83, 2003.

MULTILÓGICA-SHOP. **LilyPad Arduino + LilyPad Protoboard pequena**. Disponível em: <<https://multilogica-shop.com/lilypad-arduino>>. Acesso em: 01 novembro 2018.

MUNARI, Bruno. **Das coisas nascem coisas**. Tradução José Manuel de Vasconcelos. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

OLIVEIRA, Cassio Pinheiro. **Tratamento e avaliação postural baseada em sensores vestíveis e de mapeamento dos movimentos do corpo**. 2016. 73 f. Dissertação (Mestrado Acadêmico) – Universidade de Fortaleza. Programa de Informática Aplicada, Fortaleza, 2016.

OMS. **The World Health Report**. Chapter 4, p. 9, 2002. Disponível em: <<http://www.who.int/whr/2002/chapter4/en/index8.html>>. Acesso em: 24 agosto 2018.

PANERO, J.; ZELNIK, M. **Dimensionamento humano para espaços interiores**: México: G. Gill, 2002.

PEQUINI, Suzi Mariño; BOUERI FILHO, José Jorge. **A evolução tecnológica da bicicleta e suas implicações ergonômicas para a máquina humana: problemas na coluna vertebral X bicicletas dos tipos "Speed" e "Mountain Bike"**. 2000. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

PEQUINI, Suzi Mariño; BOUERI FILHO, José Jorge. **Ergonomia aplicada ao design de produtos: um estudo de caso sobre o design de bicicletas**. 2005. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

PLATCHECK, E. R. **Design Industrial**: metodologia de ecodesign para o desenvolvimento de produtos sustentáveis. São Paulo: Atlas S. A., 2012. 127 p.

PORTAL EDUCAÇÃO. **Cinemetria**. Disponível em: <<https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/educacao-fisica/cinemetria/27916>>. Acesso em: 01 novembro 2018.

PORTABLE APPS. **Workrave Portable**. Disponível em: <https://portableapps.com/apps/utilities/workrave_portable>. Acesso em: 06 novembro 2018.

RESNICK, Daniel. **Challenges in the treatment of the spine**. Informativo SBC, ed. 17, 2018. Disponível em: <<https://www.flipsnack.com/5BF9E7F569B/sbc-informativos.html>> Acesso em: 24 outubro 2018.

RIES, Eric. **A startup enxuta: como os empreendedores atuais utilizam a inovação contínua para criar empresas extremamente bem-sucedidas**. Tradução Texto Editores. São Paulo: Lua de Papel, 2012.

SILVA, Jose Robson. **Dispositivo Eletrônico para Auxílio na Correção Postural**. Universidade Positivo. Paraná, 2016.

SECRETARIA DE PREVIDÊNCIA. **Saúde do Trabalhador**: dor nas costas foi doença que mais afastou trabalhadores em 2017. Governo do Brasil - Ministério da Fazenda, 2018. Disponível em: <<http://www.previdencia.gov.br/2018/03/saude-do-trabalhador-dor-nas-costas-foi-doenca-que-mais-afastou-trabalhadores-em-2017/>>. Acesso em: 26 agosto 2018.

SBC - SOCIEDADE BRASILEIRA DA COLUNA. **Informativos**. Disponível em: <<http://portalsbc.org/informativos/>>. Acesso em: 24 outubro 2018.

SPARKFUN. **Flex Sensor 2.2"**. Disponível em: <<https://www.sparkfun.com/products/10264>>. Acesso em: 01 novembro 2018.

TILLEY, A. R.; DREYFUSS, H. Associates. **As medidas do homem e da mulher - fatores humanos em design**. Tradução Alexandre Salvaterra. Editora Bookman, 2005.

THE TEST PIT. **Review: Lumo Lift**. Disponível em: <<https://www.thetestpit.com/2015/08/review-lumo-lift.html>> Acesso em: 04 novembro 2018.

TECH NEWS. **Top 5 best posture corrector**. Youtube, 2016. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=XmWd_0wOuj0>. Acesso em: 04 novembro 2018.

TOUCH OF MODERN. **Alex N5**. Disponível em: <<https://www.touchofmodern.com/sales/alex-posture/alex-n5>>. Acesso em: 05 novembro 2018.

UPRIGHT POSE. **How To Improve Posture With Upright**. Disponível em: <<https://www.uprightpose.com/how-it-works/>>. Acesso em: 02 novembro 2018.

UPRIGHT GO. **User guide**. 2014. Disponível em: <<https://images-eu.ssl-images-amazon.com/images/I/91Cs%2B0RdLxS.pdf>> Acesso em: 02 novembro 2018.

VIEIRA, Leonardo Pereira; AGUIAR Carlos Eduardo. **Experimentos com o Acelerômetro de Tablets e Smartphones**. 2013. Instituto de Física - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <http://www.if.ufrj.br/~pef/producao_academica/dissertacoes/2013_Leonardo_Vieira/experimentos_acelerometro.pdf>. Acesso em: 03 novembro de 2018.

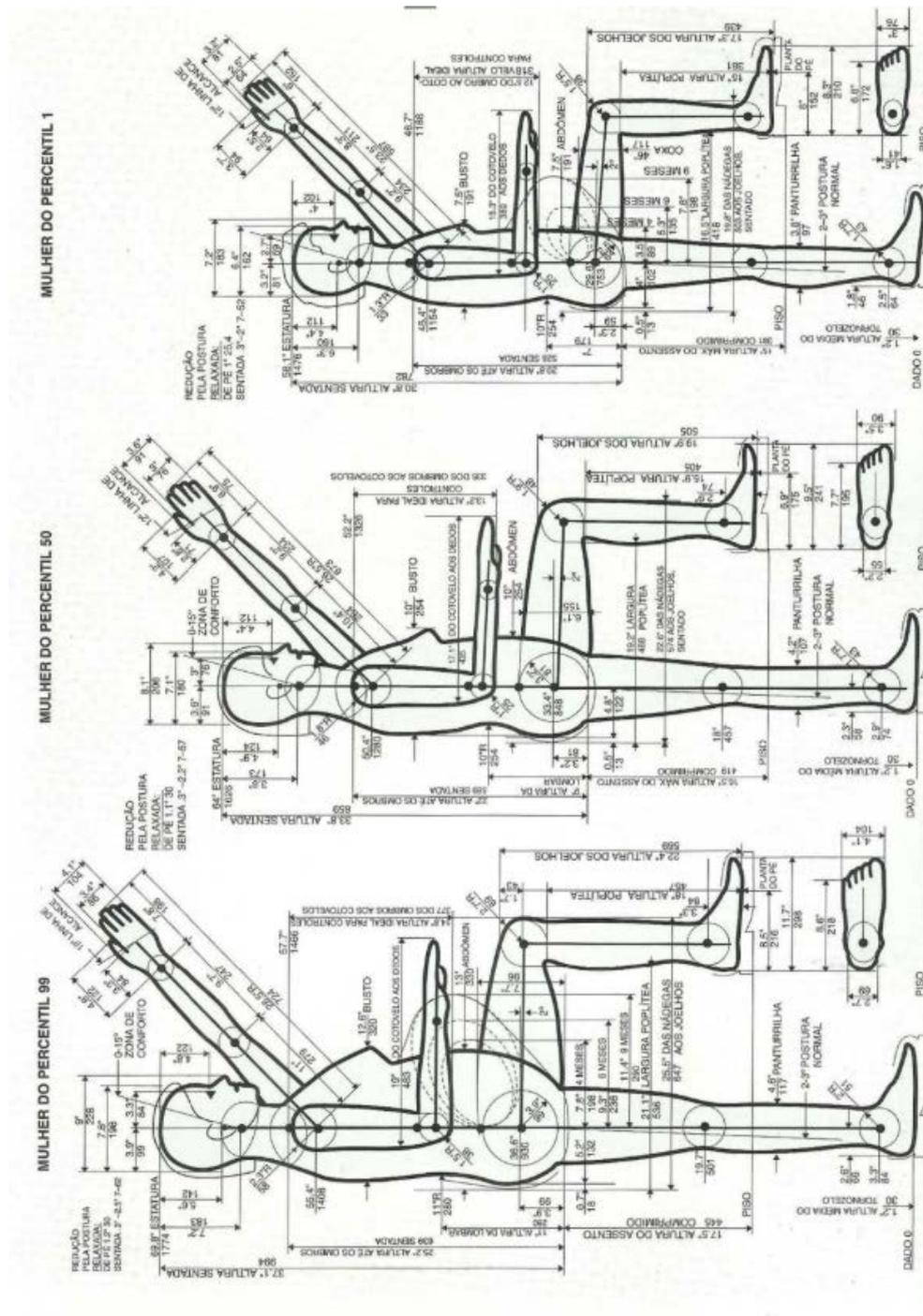
VIEL, E., ESNAULT, M. **Lombalgias e cervicalgias da posição sentada**. Tradução Dr. Marcos Ikeda. São Paulo: Manole, 2000.

WHEELER, Alina. **Design de identidade da marca: guia essencial para toda a equipe de gestão de marcas**. 3 ed. São Paulo: Bookman, 2012.

WINTER, D.A.. **Biomechanics and Motor Control of Movement**. 4 ed. EUA, New Jersey: John Wiley & Sons, 2004.

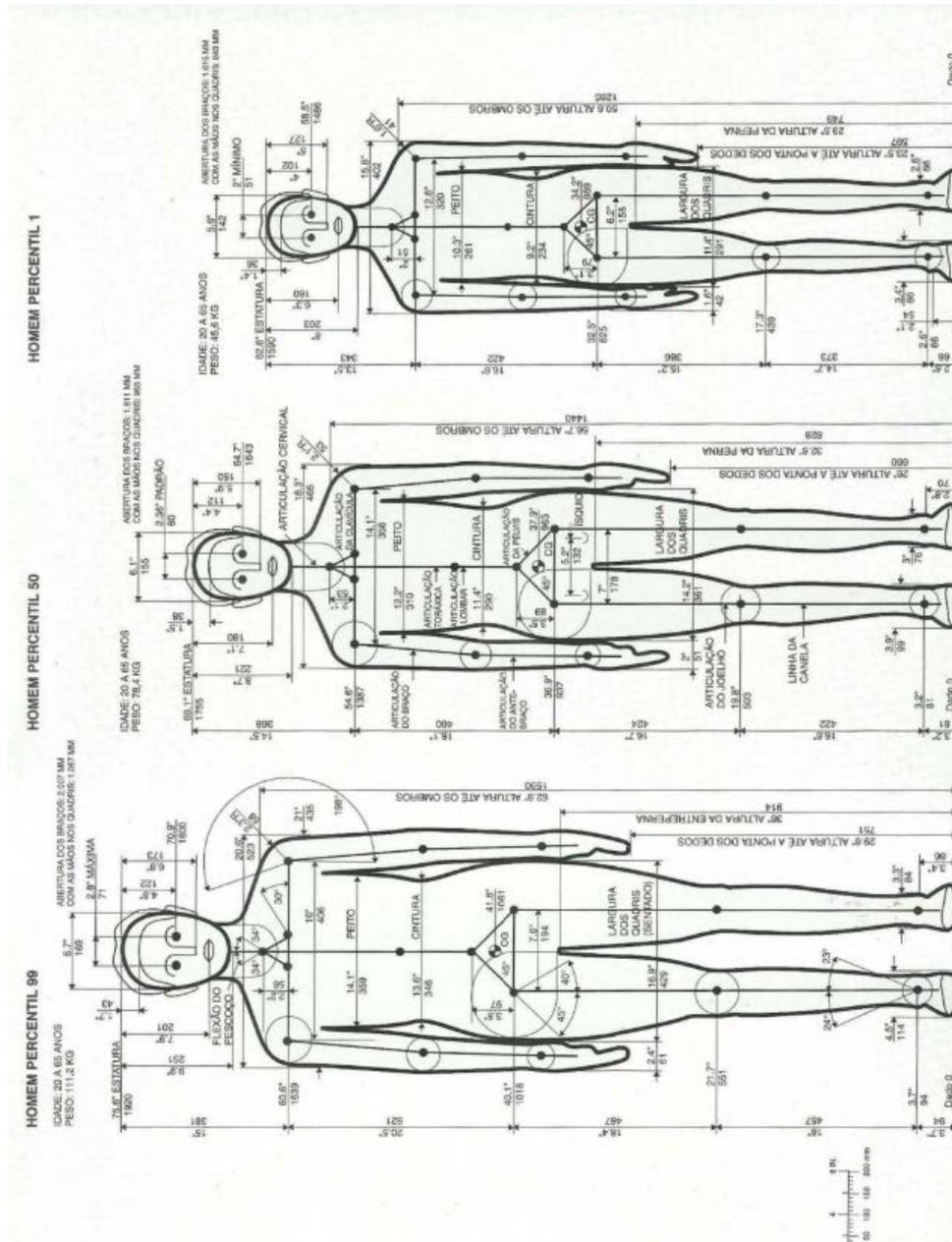
WORKRAVE. **Welcome to Workrave**. Disponível em: <<http://www.workrave.org/>>. Acesso em: 06 novembro 2018.

Figura 119: Parâmetros antropométricos relacionados aos percentis 1, 50 e 99 de mulheres em vista lateral



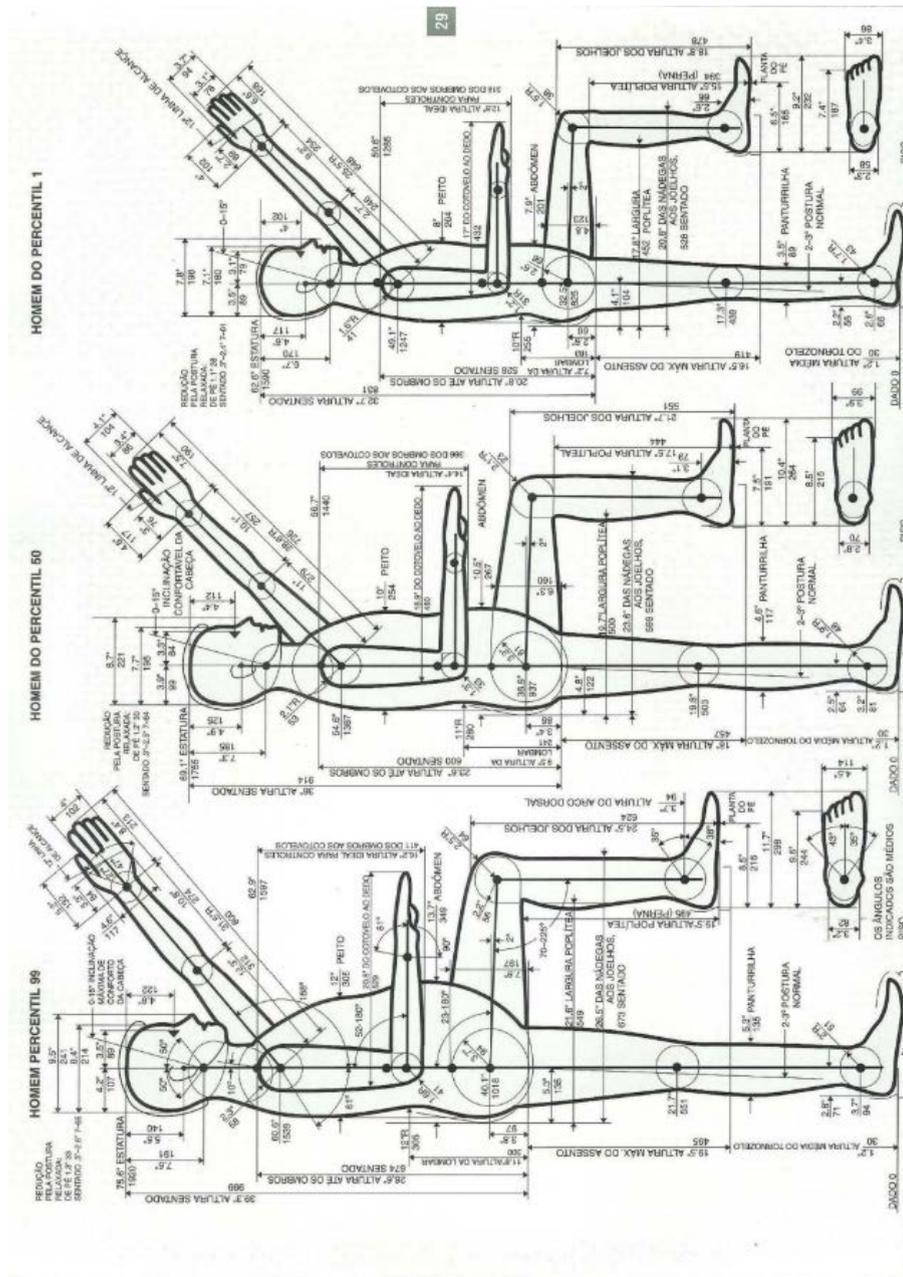
Fonte: Tilley e Dreyfuss (2005, p.32)

Figura 120: Parâmetros antropométricos relacionados aos percentis 1, 50 e 99 de homens em vista frontal



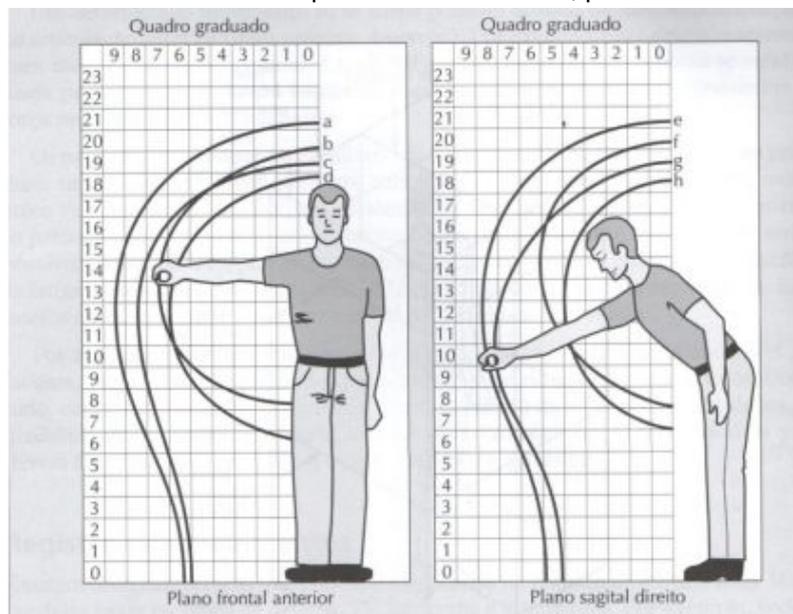
Fonte: Tilley e Dreyfuss (2005, p.28)

Figura 121: Parâmetros antropométricos relacionados aos percentis 1, 50 e 99 de homens em vista lateral



Fonte: Tilley e Dreyfuss (2005, p.29)

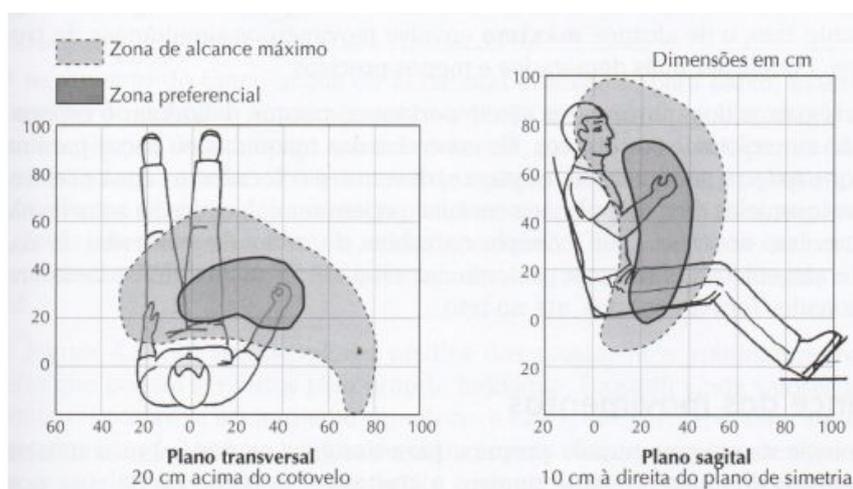
Figura 124: Parâmetros antropométricos dinâmicos, planos frontal e sagital



Fonte: lida (2005, p.126)

A figura 124 demonstra as medidas em relação aos parâmetros antropométricos dinâmicos, que podem ser obtidas por meio de riscos em um papel, onde os alcances máximos das mãos são traçados no fundo quadriculado, sendo possível verificar e mensurar distâncias e posturas do corpo (lida, 2005, apud Brendler, 2017). Na figura 125, são apresentados os alcances máximos das mãos de uma pessoa na posição sentada.

Figura 125: Parâmetros antropométricos dinâmicos dos movimentos nos planos sagital e transversal



Fonte: lida (2005, p.126)

APÊNDICE A - Entrevistas com especialistas

Nesta seção serão apresentadas as perguntas e respostas feitas com os especialistas. Todas as entrevistas foram feitas pela autora, ao vivo ou à distância, e as partes mais relevantes serão resumidas e transcritas a seguir.

Entrevista 1

Profissional: fisioterapeuta do Hospital Pronto Socorro de Porto Alegre, professor do Centro Universitário Cenecista de Osório (Unicnec). Possui mestrado em Ciência da Reabilitação, especialização em Osteopatia, em Gestão da Atenção à Saúde do Idoso, em Fisioterapia em Terapia Intensiva e em Práticas Pedagógicas em Serviços de Saúde.

Pergunta 1: Você considera danoso o hábito de trabalhar na posição sentada por longos períodos de tempo? Por quê?

Resposta: Sim. Desuso da musculatura, imobilidade.

Pergunta 2: A coluna vertebral sofre algum tipo de dano neste contexto de trabalho?

Resposta: Sim. Danos como desvios e alterações posturais.

Pergunta 3: Você recebe muitos pacientes reclamando de dores nas costas, neste contexto?

Resposta: Sim, tanto em pessoas que ficam muito tempo na mesma postura, quanto aqueles que a utilizam exageradamente.

Pergunta 4: Quais são as maiores incidências de dores na coluna?

Resposta: 80% da população terá dor na coluna.

Pergunta 5: A maior incidência de dores são as lombalgias ou cervicalgias?

Resposta: Lombalgias.

Pergunta 6: Existe uma faixa etária principal em que esses problemas nas costas são mais recorrentes? Se sim, qual seria?

Resposta: Escoliose na adolescência, hérnias na fase adulta, osteoartrose fase adulta e velhice.

Pergunta 7: Quais suas recomendações para minimizar ou prevenir os danos na coluna?

Resposta: Praticar atividades físicas e intercalar repouso e alongamentos durante o trabalho.

Pergunta 8: Como um dispositivo poderia ajudar quem trabalha muitas horas na posição sentada?

Resposta: Sentar às vezes sobre uma bola terapêutica (Bola Suíça).

Pergunta 9: Você tem algum comentário ou sugestão sobre o tema ou o questionário?

Resposta: Uma pesquisa pertinente.

Entrevista 2

Profissional: estudante no final da graduação do curso de fisioterapia do Centro Universitário Cenecista de Osório (Unicnec). Já participou de iniciação científica, assim como congressos em diferentes locais.

Pergunta 1: Você considera danoso o hábito de trabalhar na posição sentada por longos períodos de tempo? Por quê?

Resposta: Sim, pois a pressão da gravidade não é dissipada como na posição em pé. Ou seja, na posição sentada é gerada pressão sobre os discos intervertebrais.

Pergunta 2: A coluna vertebral sofre algum tipo de dano neste contexto de trabalho?

Resposta: Sim! Sobrecarga, gerada pela pressão.

Pergunta 3: Você recebe muitos pacientes reclamando de dores nas costas, neste contexto?

Resposta: Sim.

Pergunta 4: Quais são as maiores incidências de dores na coluna?

Resposta: Nas regiões cervical e lombar.

Pergunta 5: Existe uma faixa etária principal em que esses problemas nas costas são mais recorrentes? Se sim, qual seria?

Resposta: Não.

Pergunta 6: A maior incidência de dores são as lombalgias ou cervicalgias?

Resposta: Sim!

Pergunta 7: Existe algum grupo de pessoas com problemas de coluna que você indique que eu possa visitar?

Resposta: Nenhum específico, mas se você for em Escritórios e bancos conseguirá coletar muitas indignações.

Pergunta 8: Quais suas recomendações para minimizar ou prevenir os danos na coluna?

Resposta: Pausas no trabalho, alongamentos e que a pessoa faça algum tipo de atividade física fora da jornada de trabalho.

Pergunta 9: Como um dispositivo poderia ajudar quem trabalha muitas horas na posição sentada?

Resposta: De maneira que deixasse o trabalhador confortável, escorado da forma mais anatômica possível.

Pergunta 10: Você tem algum comentário ou sugestão sobre o tema ou o questionário?

Resposta: O tema é maravilhoso e é de suma importância para o meio social.

Entrevista 3

Profissional: fisioterapeuta, possui mestrado em Engenharia de Produção, é especialista em Docência no Ensino Superior e Administração de Pessoas. Realizou publicações em revistas, livros, ANAIS de Congressos e eventos variados. Pesquisa e trabalha na área de Ergonomia e Engenharia de Produção, e também é professora no Centro Universitário Cenecista de Osório (Unicnec).

Pergunta 1: Você considera danoso o hábito de trabalhar na posição sentada por longos períodos de tempo? Por quê?

Resposta: Sim pois torna o indivíduo ainda mais sedentário, além de gerar aumento na pressão dos discos intervertebrais, prejudicar o retorno venoso nos membros inferiores, e gerar fraqueza de músculos estabilizadores de tronco.

Pergunta 2: A coluna vertebral sofre algum tipo de dano neste contexto de trabalho?

Resposta: Sim. Pode assumir posturas viciosas e danosas para a saúde do trabalhador.

Pergunta 3: Você recebe muitos pacientes reclamando de dores nas costas, neste contexto?

Resposta: Não.

Pergunta 4: Quais são as maiores incidências de dores na coluna?

Resposta: Carregamento de peso de forma inadequada.

Pergunta 5: A maior incidência de dores são as lombalgias ou cervicalgias?

Resposta: Sim.

Pergunta 6: Existe uma faixa etária principal em que esses problemas nas costas são mais recorrentes? Se sim, qual seria?

Resposta: Não.

Pergunta 7: Existe algum grupo de pessoas com problemas de coluna que você indique que eu possa visitar?

Resposta: Não.

Pergunta 8: Quais suas recomendações para minimizar ou prevenir os danos na coluna?

Resposta: Troca de postura frequente, onde o trabalhador escolha a postura que quer ficar (preferencialmente). Implantar pausas fisiológicas para permitir a troca de postura quando o posto de trabalho não permitir. Realizar atividades físicas incluindo exercícios para estabilização de tronco.

Pergunta 9: Como um dispositivo poderia ajudar quem trabalha muitas horas na posição sentada?

Resposta: Somente ajudaria de permitisse que o trabalhador trocasse a postura de forma regular. Exemplo uma mesa que permita adaptação fácil, com baixo investimento e manuseio.

Pergunta 10: Você tem algum comentário ou sugestão sobre o tema ou o questionário?

Resposta: Não.

Entrevista 4

Profissional: fisioterapeuta e instrutora de pilates. Trabalha com reabilitação postural e muscular.

Pergunta 1: Você considera danoso o hábito de trabalhar na posição sentada por longos períodos de tempo? Por quê?

Resposta: Sim, considero. A pressão causada pelas forças na coluna acabam reduzindo o líquido sinovial, prejudicando os discos da coluna, e podendo gerar tensões e/ou inflamações nos músculos e tendões.

Pergunta 2: Qual seria o tempo máximo que uma pessoa pode ficar na posição sentada sem que seja prejudicial?

Resposta: 1h seria o máximo de tempo que uma pessoa deve ficar na posição sentada. O ideal é dar um tempo, fazer caminhadas, alongamentos, etc.

Pergunta 3: A coluna vertebral sofre algum tipo de dano neste contexto de trabalho?

Resposta: Sim, principalmente os discos. A carga na coluna é prejudicial. Se a pessoa não tem mobilidade articular, ela tem menos resistência e acaba sofrendo mais danos, às vezes juntando osso com osso. Nosso corpo trabalha de forma tridimensional, então se uma parte trabalha, outras trabalham também, nunca de uma forma isolada.

Pergunta 4: Você recebe muitos pacientes reclamando de dores nas costas, neste contexto?

Resposta: Sim, quase 90%. Falta prevenção. A maior parte sentada ou em uma mesma posição. Os celulares e as novas tecnologias tem feito as dores agravarem cada vez mais.

Pergunta 5: A maior incidência de dores são as lombalgias ou cervicalgias?

Resposta: O maior problema seria a dorsal, que fica fixa, sem mobilidade. Trabalhar essa região do corpo é muito complicado, e as cargas nessa região acabam afetando outras regiões (cervical e lombar).

Pergunta 6: Existe uma faixa etária principal em que esses problemas nas costas são mais recorrentes? Se sim, qual seria?

Resposta: Não tem faixa etária, está sendo um problema geral. De 40 a 80 anos acaba sendo problemas mais graves, principalmente pela falta de prevenção ao longo da vida.

Pergunta 7: Existe algum grupo de pessoas com problemas de coluna que você indique que eu possa visitar?

Resposta: Dá pra procurar no Hospital de Clínicas, na Santa Casa.

Pergunta 8: Como um dispositivo poderia ajudar quem trabalha muitas horas na posição sentada?

Resposta: Na prevenção, principalmente, e também na conscientização corporal. Talvez ter algo com cintilografia, que informe onde tem mais impacto, por meio do calor do corpo. É interessante por ser individual de cada um.

Comentários extras: os músculos "brigam", de forma que se tu trabalhar muito com um, outro acaba sendo afetado. Líquido sinovial precisa circular, e se o músculo tensiona, o músculo acaba "murchando".

Entrevista 5

Profissional: educadora física e fisioterapeuta, mestrado em Ciências do Movimento Humano e doutorado em Ciências do Movimento Humano. Especialista em Treinamento Físico e Desportivo e professora da UFRGS na graduação e na pós-graduação, além de pesquisadora nos temas: postura, funcionalidade, dor muscular, educação e saúde, saúde da criança e do adolescente, biomecânica e avaliação física.

Pergunta 1: Você considera danoso o hábito de trabalhar na posição sentada por longos períodos de tempo? Por quê?

Resposta: Sim. O corpo e a coluna não foram feitos para ficarem parados, estéticos, somos ativos. Com o tempo os ofícios foram mudando, e hoje temos o contexto de ficarmos parados. Nenhuma posição parada é ruim, não só a sentada.

Pergunta 2: Qual seria o tempo máximo que uma pessoa pode ficar na posição sentada sem que seja prejudicial?

Resposta: 1h em posição correta. Em intervalos de 1h a pessoa deve levantar, caminhar, se alongar.

Pergunta 3: A coluna vertebral sofre algum tipo de dano neste contexto de trabalho?

Resposta: Sim, principalmente em má posição. O corpo faz contrações e depois acaba relaxando. O ideal seria mantermos nossa posição natural da coluna, nem mais reta, nem menos. A forma natural possui curvas que dissipam as cargas na coluna, não sobrecarregando. Quando mudamos a posição natural, acabamos sobrecarregando os discos, porque a força da gravidade acaba se concentrando perpendicularmente. Os danos nos discos - corpos vertebrais - são as discopatias, que podem chegar a causar atrito osso com osso. Os tendões e músculos também sofrem estiramentos ou tensionamentos, e podem ter encurtamentos adaptativos.

Pergunta 4: Quais são as maiores incidências de dores na coluna?

Resposta: As lombalgias mais, mas as cervicalgias estão ficando cada vez mais comuns, principalmente pelo uso de tecnologias como smartphones. Mas no geral, as duas são multifatoriais, a postura sentada pode influenciar nas dores, mas não necessariamente daria para afirmar que é a causa.

Pergunta 5: A maior incidência de dores são as lombalgias ou cervicalgias?

Resposta: Lombalgias, que inclusive são a causa de mais licenças de saúde.

Pergunta 6: Existe uma faixa etária principal em que esses problemas nas costas são mais recorrentes? Se sim, qual seria?

Resposta: As lombalgias mesmo, começam na infância, como se fossem dores gerais nas costas. Aos 17 elas ficam mais recorrentes (aumentam exponencialmente), e após a fase adulta podem se tornar agudas.

Pergunta 7: Existe algum grupo de pessoas com problemas de coluna que você indique que eu possa visitar?

Resposta: Dois lugares: um é o grupo de extensão que avalia e educa posturalmente e o outro é o biomec, que tem artigos e trabalhos sobre *text neck*.

Pergunta 8: Quais suas recomendações para minimizar ou prevenir os danos na coluna?

Resposta: Lembrar de levantar, caminhar/se alongar, e o que já foi dito anteriormente.

Pergunta 9: Como um dispositivo poderia ajudar quem trabalha muitas horas na posição sentada?

Resposta: Lembrando a pessoa dos intervalos, e tendo alguma coisa informacional (talvez ensinando alongamentos). Mecanicamente seria mais complicado.

Entrevista 6

Profissional: médica, especialista em oncologia e acupuntura.

Pergunta 1: Você considera danoso o hábito de trabalhar na posição sentada por longos períodos de tempo? Por quê?

Resposta: Sim. Porque dificulta a circulação, dá problemas na coluna.

Pergunta 2: Qual seria o tempo máximo que uma pessoa pode ficar na posição sentada sem que seja prejudicial?

Resposta: 1h.

Pergunta 3: A coluna vertebral sofre algum tipo de dano neste contexto de trabalho?

Resposta: Sempre.

Pergunta 4: Você recebe muitos pacientes reclamando de dores nas costas, neste contexto?

Resposta: Sim.

Pergunta 5: A maior incidência de dores são as lombalgias ou cervicalgias?

Resposta: Isso é variável, dependendo da atividade laboral...pode ser cervical , lombar ou as duas em conjunto.

Pergunta 6: Existe uma faixa etária principal em que esses problemas nas costas são mais recorrentes? Se sim, qual seria?

Resposta: A partir de 20 anos.

Pergunta 7: Existe algum grupo de pessoas com problemas de coluna que você indique que eu possa visitar?

Resposta: Sim, mas são pacientes.. Não sei se aceitariam.

Pergunta 8: Quais suas recomendações para minimizar ou prevenir os danos na coluna?

Resposta: Fazer atividades físicas, alongamentos, boa alimentação, tomar sol, evitar esforço pesado.

Pergunta 9: Como um dispositivo poderia ajudar quem trabalha muitas horas na posição sentada?

Resposta: Que alertaria posição incorreta ou em muito tempo sentada.

Entrevista 7

Profissional: massoterapeuta.

Pergunta 1: Você considera danoso o hábito de trabalhar na posição sentada por longos períodos de tempo? Por quê?

Resposta: Sim. Prejudica a coluna vertebral.

Pergunta 2: Qual seria o tempo máximo que uma pessoa pode ficar na posição sentada sem que seja prejudicial?

Resposta: Depende do contexto, no máximo por 2 horas com alongamentos.

Pergunta 3: A coluna vertebral sofre algum tipo de dano neste contexto de trabalho?

Resposta: Sim.

Pergunta 4: Você recebe muitos pacientes reclamando de dores nas costas, neste contexto?

Resposta: Muitos.

Pergunta 5: A maior incidência de dores são as lombalgias ou cervicalgias?

Resposta: Cervicalgias.

Pergunta 6: Existe uma faixa etária principal em que esses problemas nas costas são mais recorrentes? Se sim, qual seria?

Resposta: Meio relativo,mas as queixas chegam com a idade mais avançada.

Pergunta 7: Existe algum grupo de pessoas com problemas de coluna que você indique que eu possa visitar?

Resposta: Não.

Pergunta 8: Quais suas recomendações para minimizar ou prevenir os danos na coluna?

Resposta: Postura correta e alongamento.

Pergunta 9: Como um dispositivo poderia ajudar quem trabalha muitas horas na posição sentada?

Resposta: Cadeiras com encosto.

Pergunta 10: Você tem algum comentário ou sugestão sobre o tema ou o questionário?

Resposta: A sugestão de movermos mais, fazer mais exercícios, pois ajudam essa máquina que é nosso corpo humano, que não foi feito para ficar parado.

Entrevista 8

Profissional: fisioterapeuta especialista em reabilitação postural.

Pergunta 1: Você considera danoso o hábito de trabalhar na posição sentada por longos períodos de tempo? Por quê?

Resposta: Sim, pela posição de retificação da curva lombar, sobrecarregando assim o disco intervertebral.

Pergunta 2: Qual seria o tempo máximo que uma pessoa pode ficar na posição sentada sem que seja prejudicial?

Resposta: Máximo duas horas.

Pergunta 3: A coluna vertebral sofre algum tipo de dano neste contexto de trabalho?

Resposta: Sim, evolução dos casos de discopatia e profusão ou hérnia de disco nos últimos níveis da coluna lombar.

Pergunta 4: Você recebe muitos pacientes reclamando de dores nas costas, neste contexto?

Resposta: Sim. 80% dos casos.

Pergunta 5: Quais são as maiores incidências de dores na coluna?

Resposta: Protusão discal de L4 a S1.

Pergunta 6: A maior incidência de dores são as lombalgias ou cervicalgias?

Resposta: 60% lombar e 40% cervical.

Pergunta 7: Existe uma faixa etária principal em que esses problemas nas costas são mais recorrentes? Se sim, qual seria?

Resposta: Dos 30 aos 40 anos.

Pergunta 8: Existe algum grupo de pessoas com problemas de coluna que você indique que eu possa visitar?

Resposta: Meu consultório ou conversar inicialmente com cada paciente.

Pergunta 9: Quais suas recomendações para minimizar ou prevenir os danos na coluna?

Resposta: Menos tempo na posição sentado, enquanto sentado cuidar para manter a curvatura fisiológica da lombar e exercícios específicos.

Pergunta 10: Como um dispositivo poderia ajudar quem trabalha muitas horas na posição sentada?

Resposta: Alertando sobre o tempo e dicas de postura.

Pergunta 11: Você tem algum comentário ou sugestão sobre o tema ou o questionário?

Resposta: Vai ser de grande valia como ferramenta para o fisioterapeuta indicar ao seu paciente.

Entrevista 9

Profissional: educadora física, mestre e doutoranda em Ciência do Movimento Humano pela UFRGS, além de especialista em Cinesiologia e integrante do grupo de pesquisa BIOMEC e do grupo PROESP-Br.

Pergunta 1: Você considera danoso o hábito de trabalhar na posição sentada por longos períodos de tempo? Por quê?

Resposta: Sim. Inicialmente, pois ao passar do tempo nós não conseguimos manter a postura "ideal", que secundariamente irá trazer maiores sobrecargas mecânicas. Além do mais, já se sabe que quanto maior tempo sentado (comportamento sedentário) maiores são os riscos para doenças cardiometabólicas, sobrepeso, obesidade, além de dores nas costas, encurtamentos e alterações posturais.

Pergunta 2: Qual seria o tempo máximo que uma pessoa pode ficar na posição sentada sem que seja prejudicial?

Resposta: Quanto as crianças atualmente é considerado tempo limite de até 2 horas, já para os adultos o máximo de 4 horas.

Pergunta 3: A coluna vertebral sofre algum tipo de dano neste contexto de trabalho?

Resposta: Com certeza!

Pergunta 4: Você recebe muitos pacientes reclamando de dores nas costas, neste contexto?

Resposta: Atualmente não tenho atuado em clínicas e academias, mas no meu contexto escolar sim, tem muitas crianças que reclamam de dores nas costas.

Pergunta 5: Quais são as maiores incidências de dores na coluna?

Resposta: No contexto escolar, são as dores lombares e na cervical.

Pergunta 6: A maior incidência de dores são as lombalgias ou cervicalgias?

Resposta: Sim.

Pergunta 7: Existe uma faixa etária principal em que esses problemas nas costas são mais recorrentes? Se sim, qual seria?

Resposta: Não sei responder qual faixa etária é mais recorrente, mas acredito que entre 35 e 50 anos. Entretanto já se sabe que os maus hábitos diários, em geral, já na infância, são indícios fortes que na fase adulta permaneçam ou até mesmo estejam mais fortes e frequentes.

Pergunta 8: Existe algum grupo de pessoas com problemas de coluna que você indique que eu possa visitar?

Resposta: Atualmente apenas os pacientes do grupo de atendimento a comunidade do projeto de avaliação postural da ESEFID/LAPEX/UFRGS.

Pergunta 9: Quais suas recomendações para minimizar ou prevenir os danos na coluna?

Resposta: Mudar comportamento! Aumentar atividade física (leve, moderada ou vigorosa), aumentar a aptidão física, ter bons hábitos alimentares e boa qualidade e quantidade de sono.

Pergunta 10: Como um dispositivo poderia ajudar quem trabalha muitas horas na posição sentada?

Resposta: Acredito que lembrando de realizar os "breaks". dar metas (sente e levante 10 vezes da cadeira/ retorne do almoço pelas escadas/ etc...).

Pergunta 11: Você tem algum comentário ou sugestão sobre o tema ou o questionário?

Resposta: Poderiam perguntar após qual a formação e/ou atuação profissional.

Entrevista 10

Profissional: fisioterapeuta, mestre e doutora em Ciências do Movimento Humano. Possui experiência na área de Fisioterapia e Terapia Ocupacional, com ênfase em educação e promoção da saúde, atuando principalmente nos seguintes temas: educação postural, educação somática, dores crônicas e análise de movimento. Além disso, é professora dos cursos de fisioterapia e educação física da UFRGS.

Pergunta 1: Você considera danoso o hábito de trabalhar na posição sentada por longos períodos de tempo? Por quê?

Resposta: Pode ser prejudicial ou não, dependendo de diversos fatores, como o estresse, a respiração, etc.

Pergunta 2: Qual seria o tempo máximo que uma pessoa pode ficar na posição sentada sem que seja prejudicial?

Resposta: Depende da pessoa e do seu estilo de vida. Existe quem consiga ficar apenas 1h sem sentir dores, e há quem fique 8h.

Pergunta 3: A coluna vertebral sofre algum tipo de dano neste contexto de trabalho?

Resposta: Cientificamente não posso afirmar, mas existem argumentos que dizem que sim.

Pergunta 4: Você recebe muitos pacientes reclamando de dores nas costas, neste contexto?

Resposta: Atualmente não tenho atuado em clínicas, mas atuei por 17 anos, e recebia, sim.

Pergunta 5: Quais são as maiores incidências de dores na coluna?

Resposta: Lombalgias, são inclusive um caso de saúde pública. É normal ter dores ao longo da vida, o problema é quando são crônicas, o que acontece entre 20% e 30% dos casos.

Pergunta 6: A maior incidência de dores são as lombalgias ou cervicalgias?

Resposta: Lombalgias.

Pergunta 7: Existe uma faixa etária principal em que esses problemas nas costas são mais recorrentes? Se sim, qual seria?

Resposta: A literatura diz entre 30 e 50 anos, mas essa faixa está mudando.

Pergunta 8: Quais suas recomendações para minimizar ou prevenir os danos na coluna?

Resposta: Quanto mais neutra a postura da coluna, considerando-se as curvas fisiológicas, menos chances de ter problemas. É importante se atentar a ativação muscular, se demais é ruim devido a flexões, contrações e tensões, o que causa sobrecarga. É interessante acontecer um equilíbrio entre postura e força aplicada ao sentar, e é importante que o indivíduo sente-se sobre os ísquios e não sobre o sacro.

Pergunta 9: Como um dispositivo poderia ajudar quem trabalha muitas horas na posição sentada?

Resposta: Lembrar o usuário de se alongar de tempo em tempo, dar pausas para “arejar”, mas depende da pessoa.

Comentários extras: A organização da coluna na posição sentada deve ser feita a partir da pelve e não das costas. Espaço na cadeira mantém a pelve posicionada e sustenta a coluna, inclusive cadeiras com encostos inteiros prejudicam a postura. Métodos de meditação e respiração ajudam, pois quanto menos atividade cerebral (estresse), menos atividade muscular.

Entrevista 11

Profissional: engenheiro elétrico, com doutorado em Engenharia Mecânica, especialista em Biomecânica. É professor na ESEFID em graduação e pós-graduação nas áreas de Biomecânica e Instrumentação e Análise de Sinais, além de comandar o BIOMECC. Sua principal área de investigação está focada na análise das forças atuantes sobre o corpo humano e a respectiva repercussão sobre as estruturas músculo-esqueléticas.

Pergunta 1: Você considera danoso o hábito de trabalhar na posição sentada por longos períodos de tempo? Por quê?

Resposta: Em posição errada, sim, mas é relativo. Ninguém nos ensina a sentar. As pessoas ficam em posições inadequadas por falta de conhecimento, em uma posição adequada não seria tão danoso.

Pergunta 2: A coluna vertebral sofre algum tipo de dano neste contexto de trabalho?

Resposta: Na mesma linha da questão anterior. A coluna possui estruturas ósseas, discos, músculos, ligamentos, enfim, muitas estruturas. Se a pessoa não utilizar a musculatura de maneira adequada, acontecem desgastes nas estruturas passivas (como as cartilagens), que muitas vezes, não se recompõem. A musculatura, quando usada demasiadamente, dói, mas se recompõe.

Pergunta 3: Quais suas recomendações para minimizar ou prevenir os danos na coluna?

Resposta: Aprendizado e conscientização corporal, aprender a sentar-se corretamente. Ensinar desde criança ensinar, praticar exercícios quando jovens adultos, para que a musculatura seja ajudada e preparada. Movimentações nesses períodos sentados que consigam trabalhar essa musculatura de alguma forma, e é importante que o indivíduo consiga fazer durante o trabalho, 3 vezes de 5 minutos, por exemplo. Além disso, alongamentos e mudanças de posição são interessantes.

Pergunta 9: Como um dispositivo poderia ajudar quem trabalha muitas horas na posição sentada?

Resposta: Pode ser como um guia para a pessoa, mostrando a postura correta, ereta mas com as curvaturas, que ajudasse a manter essas curvaturas corretas.

Entrevista 12

Essa entrevista em questão foi diferente das anteriores devido o campo de atuação do profissional, que é especialista em ergonomia. A entrevista aconteceu como uma conversa, sem um roteiro, e as partes mais interessantes são transcritas a seguir.

Profissional: ergonomista, mestre em Engenharia e doutor em Informática Educativa. Professor de ergonomia e matemática. Atualmente, dedica-se a estudos sobre sistemas de Ensino, sistemas de Aprendizagem, sistemas CADs, Cognição Humana, Ecodesign, Ergonomia e Interação Humano Computador. É o atual responsável pela área de Ergonomia do TRF4.

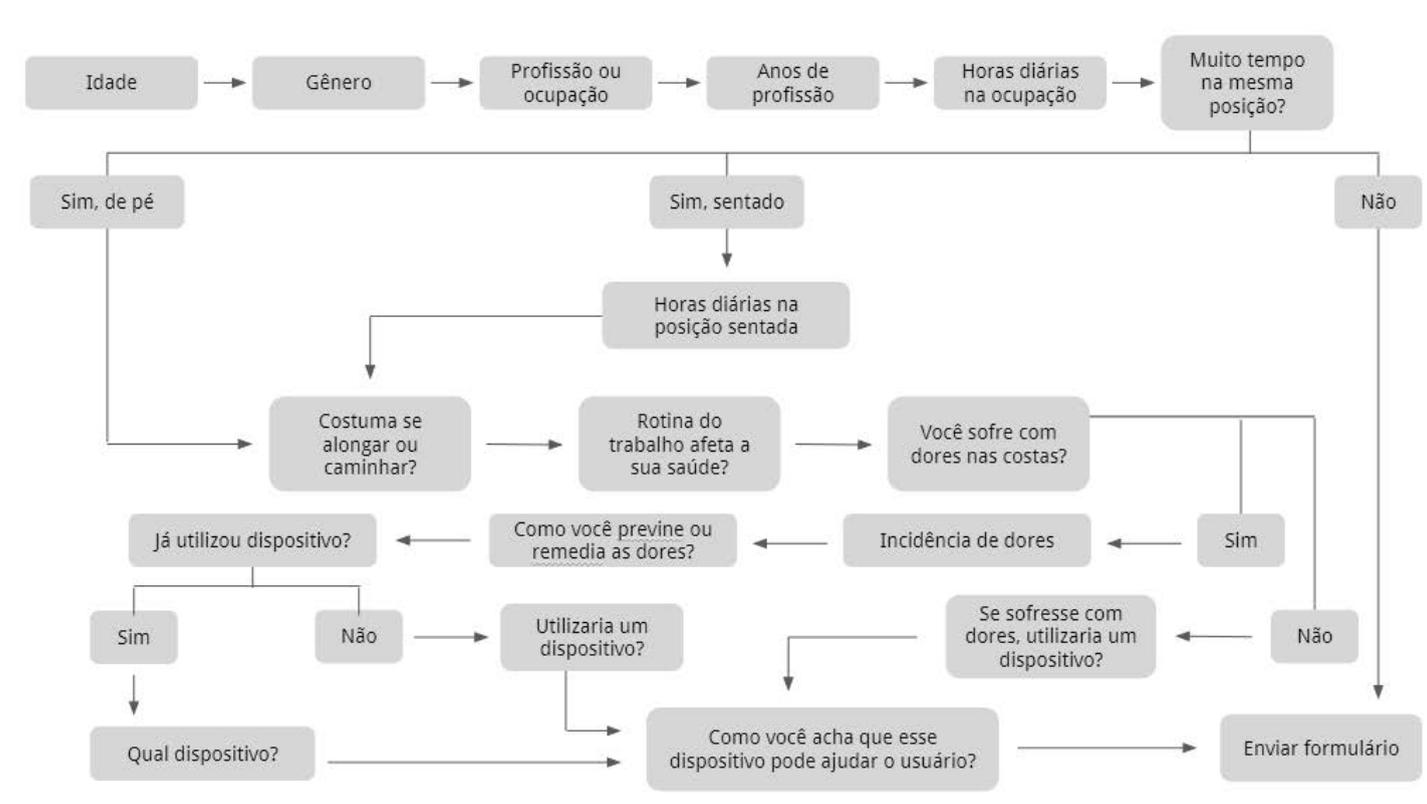
Entrevistado: Primeiramente, é importante entendermos que ergonomia por definição é uma área interdisciplinar que possui metodologias e técnicas próprias, mas dialoga com outras profissões. A fisioterapia trabalha com o eixo da coluna, enquanto a educação física com a postura correta. A ergonomia procura deixar o usuário

confortável, e se não, procura entender o que está ocorrendo para estar machucando-o. A ergonomia analisa o sistema ao redor. Na ergonomia existe um princípio de alternância de posição. Um fator que pode ser considerado na sua pesquisa é a organização do trabalho, como o indivíduo se relaciona com seu tempo, pausas e frequências delas. Uma sugestão de similar que pode ser interessante é o Workrave, que é um aplicativo que controla as pausas do usuário de computador, fazendo-o pausar em determinados intervalos. Uma dificuldade nas pausas é a adesão delas. A adaptação fisiológica é normalmente de 3 meses. Na questão teórica, pode-se usar os estudos de Iida, Grandjean e Panero.

APÊNDICE B - Entrevistas com usuários

Nesta seção serão apresentadas as perguntas e respostas do questionário feito aos usuários (126 a 134) que não estão no desenvolvimento do trabalho. Para melhor entendimento, foi feito um fluxograma do funcionamento e direcionamento da pesquisa, que pode ser visto na figura 126.

Figura 126: Fluxograma do funcionamento e direcionamento do questionário feito com usuários

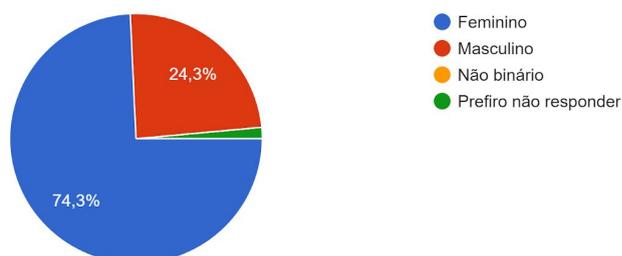


Fonte: Elaborado pela autora

Figura 127: Segunda pergunta do questionário

Com qual gênero você se identifica?

206 respostas

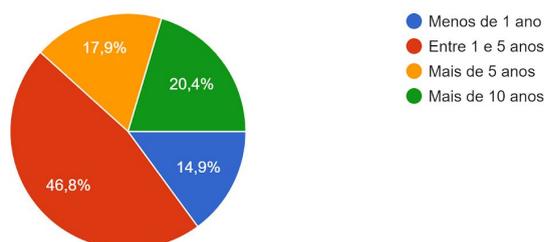


Fonte: Elaborado pela autora

Figura 128: Quarta pergunta do questionário

Há quantos anos você trabalha na sua profissão atual?

201 respostas

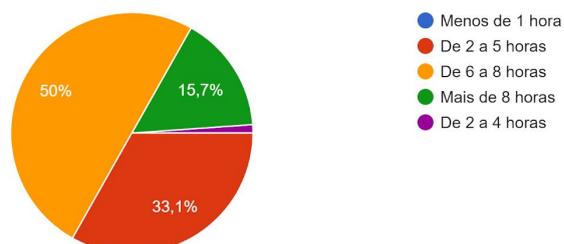


Fonte: Elaborado pela autora

Figura 129: Quinta pergunta do questionário

Quantas horas diárias você passa na posição sentada em seu trabalho/ocupação?

178 respostas

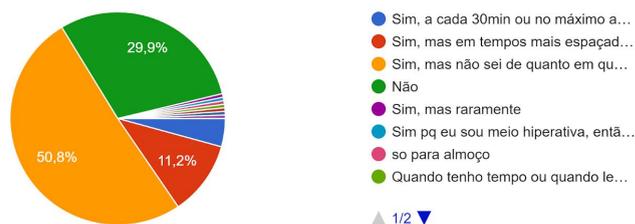


Fonte: Elaborado pela autora

Figura 130: Pergunta do questionário referente a alongamentos, primeira página de respostas

Você costuma se alongar ou caminhar durante o expediente?

187 respostas

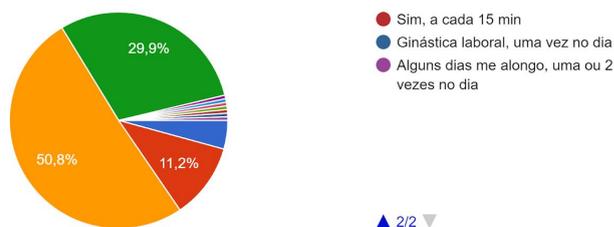


Fonte: Elaborado pela autora

Figura 131: Pergunta do questionário referente a alongamentos, segunda página de respostas

Você costuma se alongar ou caminhar durante o expediente?

187 respostas

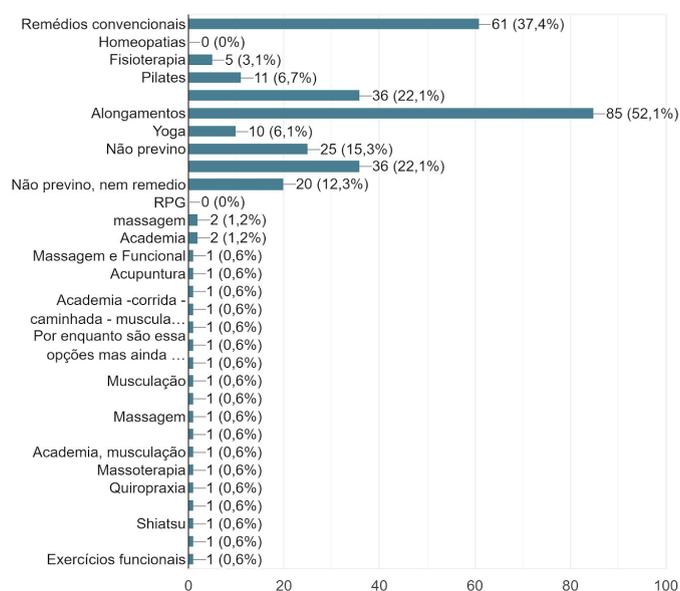


Fonte: Elaborado pela autora

Figura 132: Pergunta do questionário referente a prevenção ou remediação de dores nas costas

Como você tenta prevenir ou remediar essas dores?

163 respostas

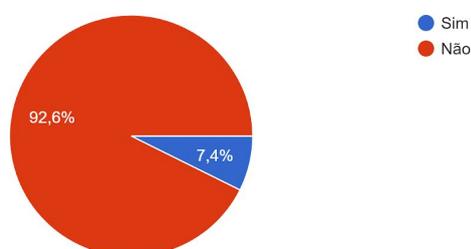


Fonte: Elaborado pela autora

Figura 133: Pergunta do questionário referente a utilização de dispositivos por usuários

Já utilizou algum equipamento ou dispositivo para evitar sentir dores nas costas?

163 respostas

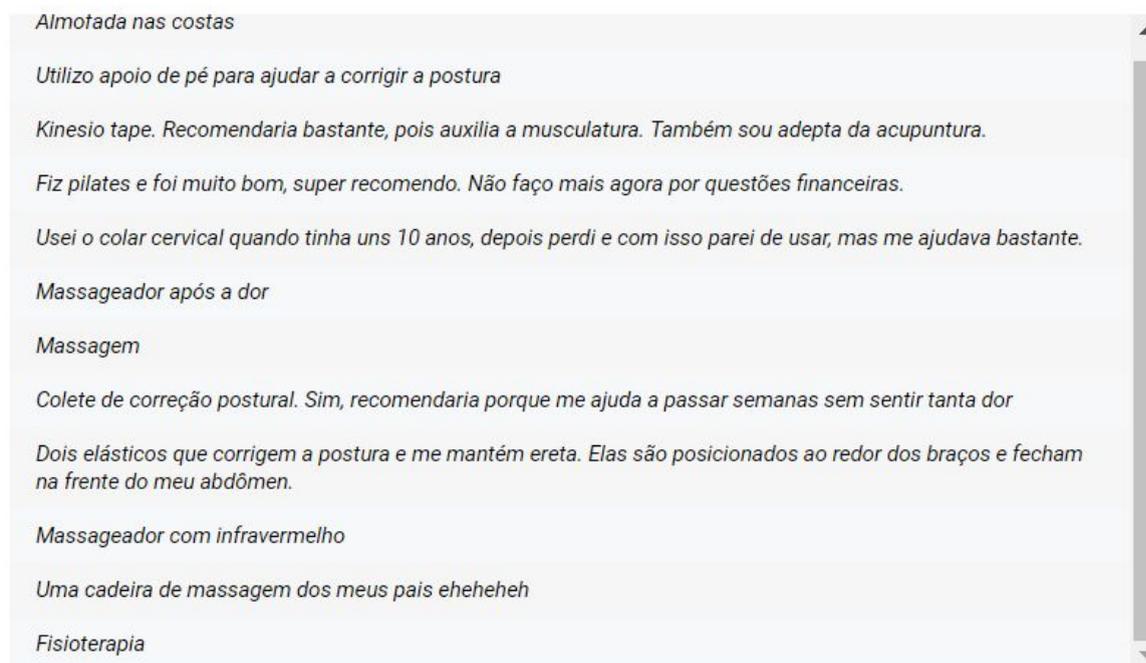


Fonte: Elaborado pela autora

Figura 134: Pergunta do questionário referente a qual dispositivo foi utilizado pelos usuários

Qual dispositivo você utilizou? Recomendaria a um amigo?

12 respostas



Fonte: Elaborado pela autora

APÊNDICE C - Códigos Arduino

Nesta seção são encontrados os códigos feitos no Arduino.

```
// Wire library - to read the MPU-6050
#include<Wire.h>

// SoftwareSerial library - to send information to the HC-05
#include <SoftwareSerial.h>

// Math library - various math functions
#include <math.h>

// HC-05 connection
SoftwareSerial mySerial(7, 4); // RX, TX

// MPU6050 I2C address
const int MPU=0x68;

// MPU values
int AC_X,AC_Y,AC_Z,TEMP,GY_X,GY_Y,GY_Z;
int LED_PIN = 3;
int MOTOR_PIN = 2;

float refreshTime = 2000;
int ANGLE = 0;
int badPostureCounter = 0;
int correctPostureCounter = 0;

float _30degreesMark = 5000.0f;
float _45degreesMark = 9000.0f;
float _60degreesMark = 12800.0f;
float _90degreesMark = 16000.0f;
```

```
void setup()
{
  Serial.begin(9600);

  // HC-05 Setup
  mySerial.begin(4800);

  // MPU-6050 Setup
  Wire.begin();
  Wire.beginTransmission(MPU);
  Wire.write(0x6B);
  Wire.write(0);
  Wire.endTransmission(true);
  //-----

  // Pins Setup
  pinMode(LED_PIN, OUTPUT);
  pinMode(MOTOR_PIN, OUTPUT);
  badPostureCounter = 0;
  correctPostureCounter = 0;

  // MPU-6050 Offset configuration
  for (int i = 0; i < 10; i++)
  {
    digitalWrite(LED_PIN, HIGH);
    delay(250);
    digitalWrite(LED_PIN, LOW);
    delay(250);
  }
  digitalWrite(LED_PIN, HIGH);
```

```

}

void ReadMPUData()
{
    // Begin reading the MPU-6050 Data
    Wire.beginTransaction(MPU);
    // Move the register to 0x3b (ACEEL_XOUT_H)
    Wire.write(0x3B);
    Wire.endTransmission(false);

    // Request 14 bytes, startint at 0x3B
    Wire.requestFrom(MPU,14,true);
    // Read the values
    AC_X=Wire.read()<<8|Wire.read(); //0x3B (ACCEL_XOUT_H) & 0x3C
    (ACCEL_XOUT_L)
    AC_Y=Wire.read()<<8|Wire.read(); //0x3D (ACCEL_YOUT_H) & 0x3E
    (ACCEL_YOUT_L)
    AC_Z=Wire.read()<<8|Wire.read(); //0x3F (ACCEL_ZOUT_H) & 0x40
    (ACCEL_ZOUT_L)
    TEMP=Wire.read()<<8|Wire.read(); //0x41 (TEMP_OUT_H) & 0x42
    (TEMP_OUT_L)
    GY_X=Wire.read()<<8|Wire.read(); //0x43 (GYRO_XOUT_H) & 0x44
    (GYRO_XOUT_L)
    GY_Y=Wire.read()<<8|Wire.read(); //0x45 (GYRO_YOUT_H) & 0x46
    (GYRO_YOUT_L)
    GY_Z=Wire.read()<<8|Wire.read(); //0x47 (GYRO_ZOUT_H) & 0x48
    (GYRO_ZOUT_L)
}

int GetZAngle(int zValue)
{

```

```

int z = abs(zValue);
if (z < _30degreesMark)
{
    return round(30.0f * (z / _30degreesMark));
}
else if (z >= _30degreesMark && z < _45degreesMark)
{
    return 30 + round(15.0f * ((z - _30degreesMark) / (_45degreesMark -
_30degreesMark)));
}
else if (z >= _45degreesMark && z < _60degreesMark)
{
    return 45 + round(15.0f * ((z - _45degreesMark) / (_60degreesMark -
_45degreesMark)));
}
else // Higher than 60 degree
{
    return 60 + round(30.0f * ((z - _60degreesMark) / (_90degreesMark -
_60degreesMark)));
}
}

```

```

void PrintMPUDataToSerialMonitor(bool allInformation)
{
    if (allInformation)
    {
        Serial.print("AC_X = "); Serial.print(AC_X);
        Serial.print(" | AC_Y = "); Serial.print(AC_Y);
        Serial.print(" | AC_Z = "); Serial.print(AC_Z);
        Serial.print(" | TEMP = "); Serial.print(TEMP/340.00+36.53);
        Serial.print(" | GY_X = "); Serial.print(GY_X);
    }
}

```

```

Serial.print(" | GY_Y = "); Serial.print(GY_Y);
Serial.print(" | GY_Z = "); Serial.println(GY_Z);
}
else
{
Serial.println(GetZAngle(AC_Z));
}
}

```

```

void PrintMPUDataToBluetooth(bool allInformation)
{
if (allInformation)
{
mySerial.print("AC_X = "); mySerial.print(AC_X);
mySerial.print(" | AC_Y = "); mySerial.print(AC_Y);
mySerial.print(" | AC_Z = "); mySerial.print(AC_Z);
mySerial.print(" | TEMP = "); mySerial.print(TEMP/340.00+36.53);
mySerial.print(" | GY_X = "); mySerial.print(GY_X);
mySerial.print(" | GY_Y = "); mySerial.print(GY_Y);
mySerial.print(" | GY_Z = "); mySerial.println(GY_Z);
}
else
{

mySerial.print("z");
mySerial.print(ANGLE);
mySerial.println(".");
if (badPostureCounter >= correctPostureCounter)
{
mySerial.print("t");
mySerial.print(badPostureCounter);
}
}
}

```

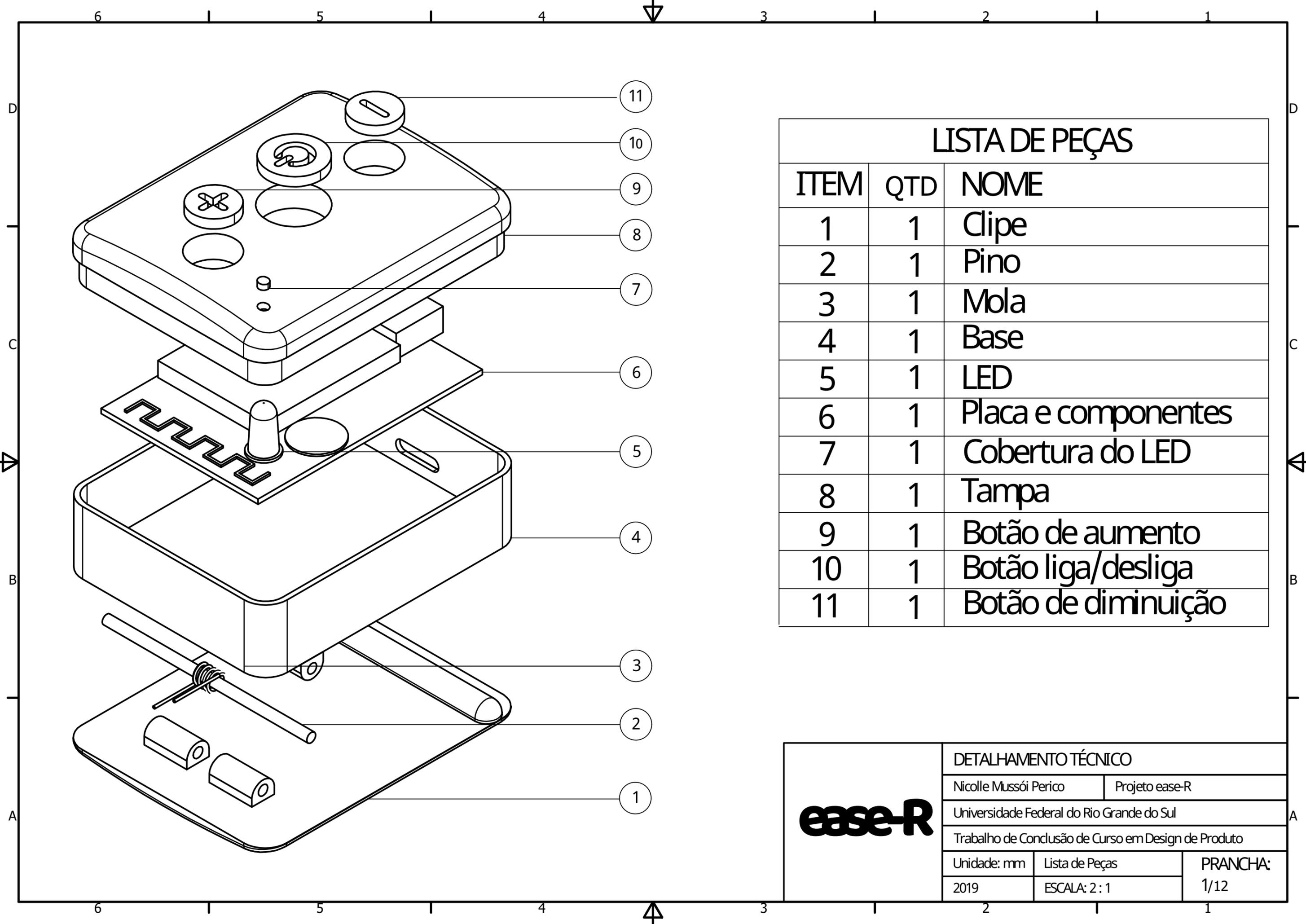
```
        mySerial.print(";");
    }
    else
    {
        mySerial.print("t");
        mySerial.print(correctPostureCounter);
        mySerial.print(";");
    }
}
}
}
void PostureCounters()
{
    if (ANGLE >= 45) //Bad posture
    {
        badPostureCounter += 1;
        correctPostureCounter = 0;
    }
    else
    {
        correctPostureCounter += 1;
    }
}
void loop()
{
    //Serial.println(analogRead(A4));
    //Serial.println(analogRead(A5));
    //Serial.println(AC_Z);
    ReadMPUData();
    ANGLE = GetZAngle(AC_Z);
    PrintMPUDataToSerialMonitor(true);
    PrintMPUDataToBluetooth(false);
}
```

```
PostureCounters();

if (badPostureCounter >= 5)
{
    digitalWrite(MOTOR_PIN, HIGH);
}
if (correctPostureCounter >= 5)
{
    digitalWrite(MOTOR_PIN, LOW);
    badPostureCounter = 0;
    correctPostureCounter = 0;
}
delay(refreshTime);
}
```

APÊNDICE D - Desenhos técnicos

Nesta seção são encontrados os desenhos técnicos do dispositivo, seus componentes e acessórios, feitos em A3 para melhor visualização.

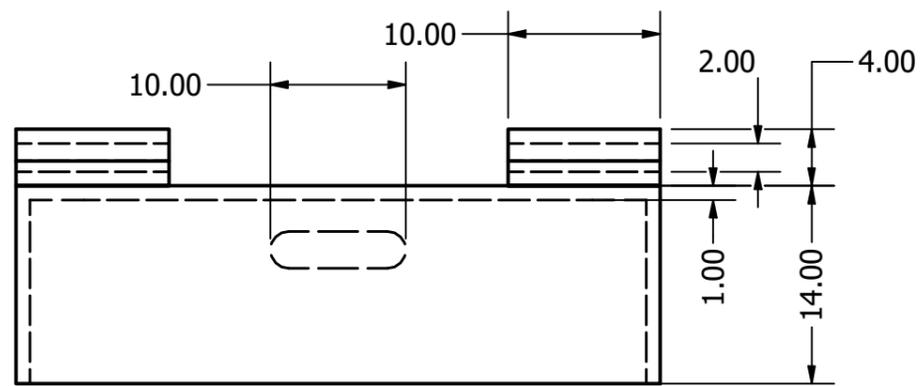
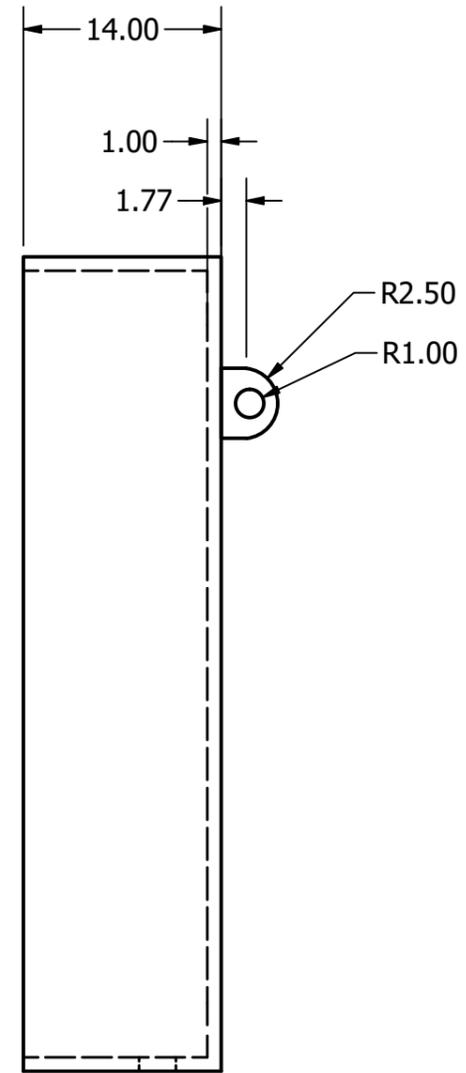
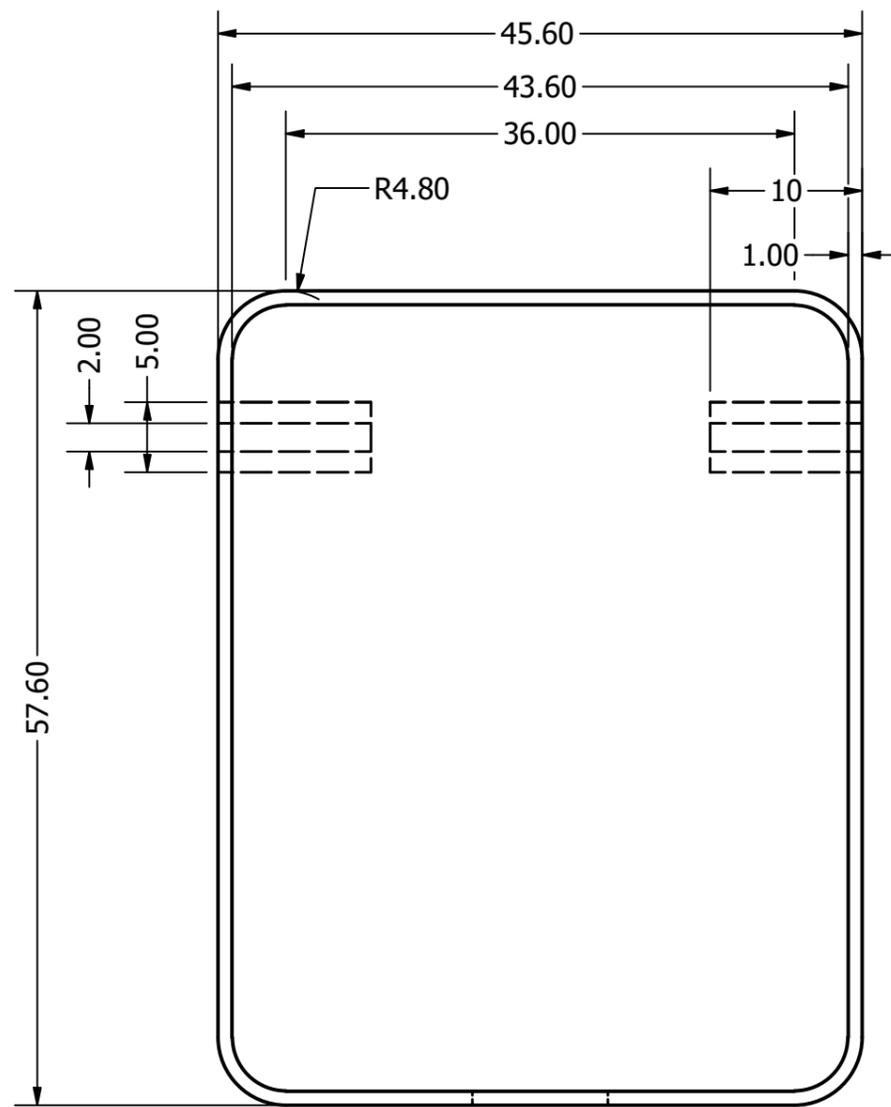


LISTA DE PEÇAS

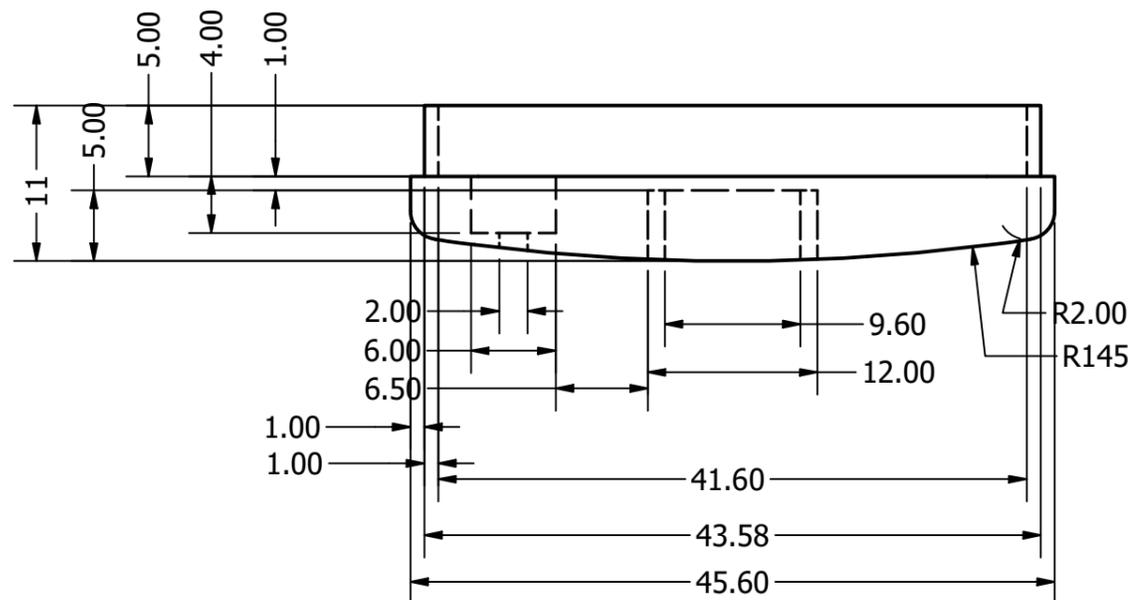
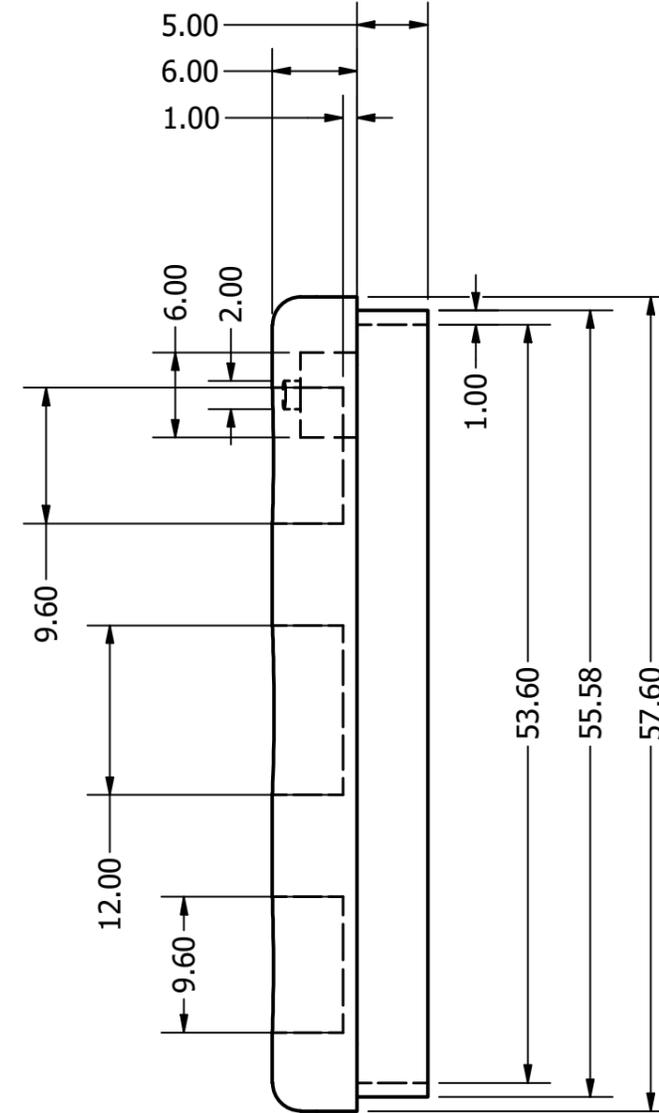
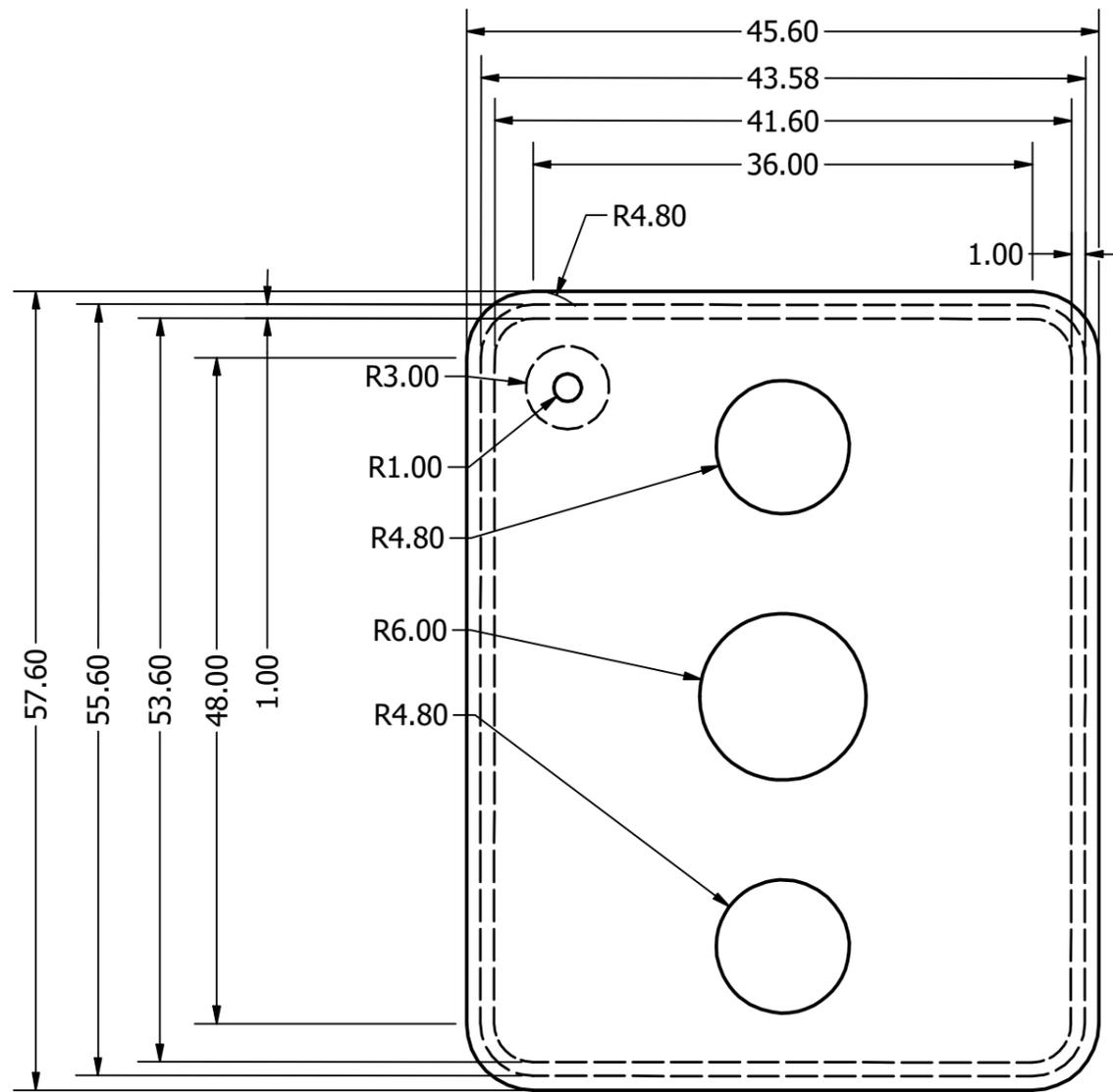
ITEM	QTD	NOME
1	1	Clipe
2	1	Pino
3	1	Mola
4	1	Base
5	1	LED
6	1	Placa e componentes
7	1	Cobertura do LED
8	1	Tampa
9	1	Botão de aumento
10	1	Botão liga/desliga
11	1	Botão de diminuição



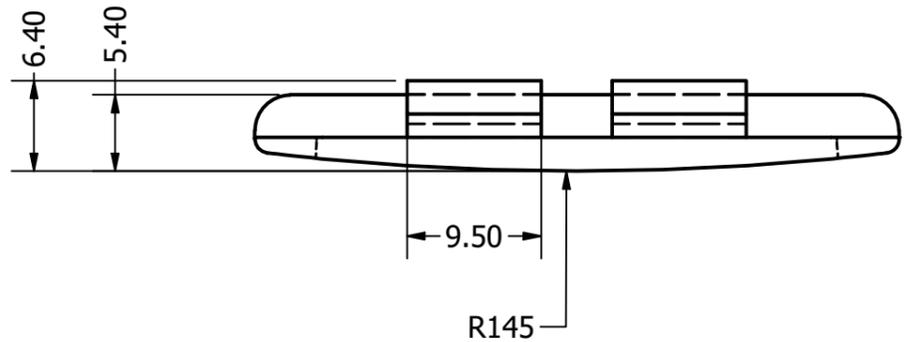
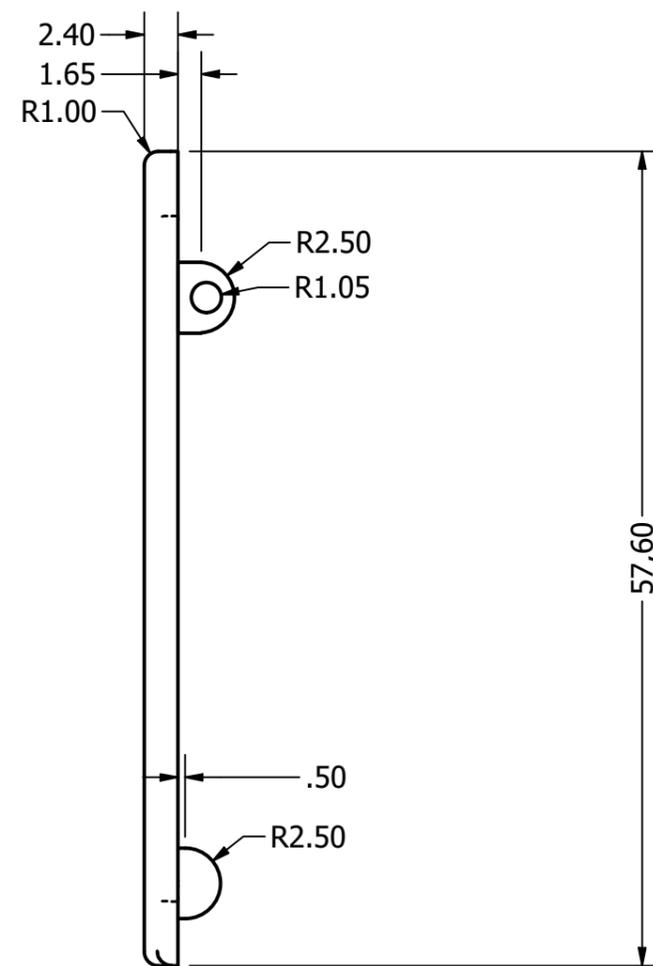
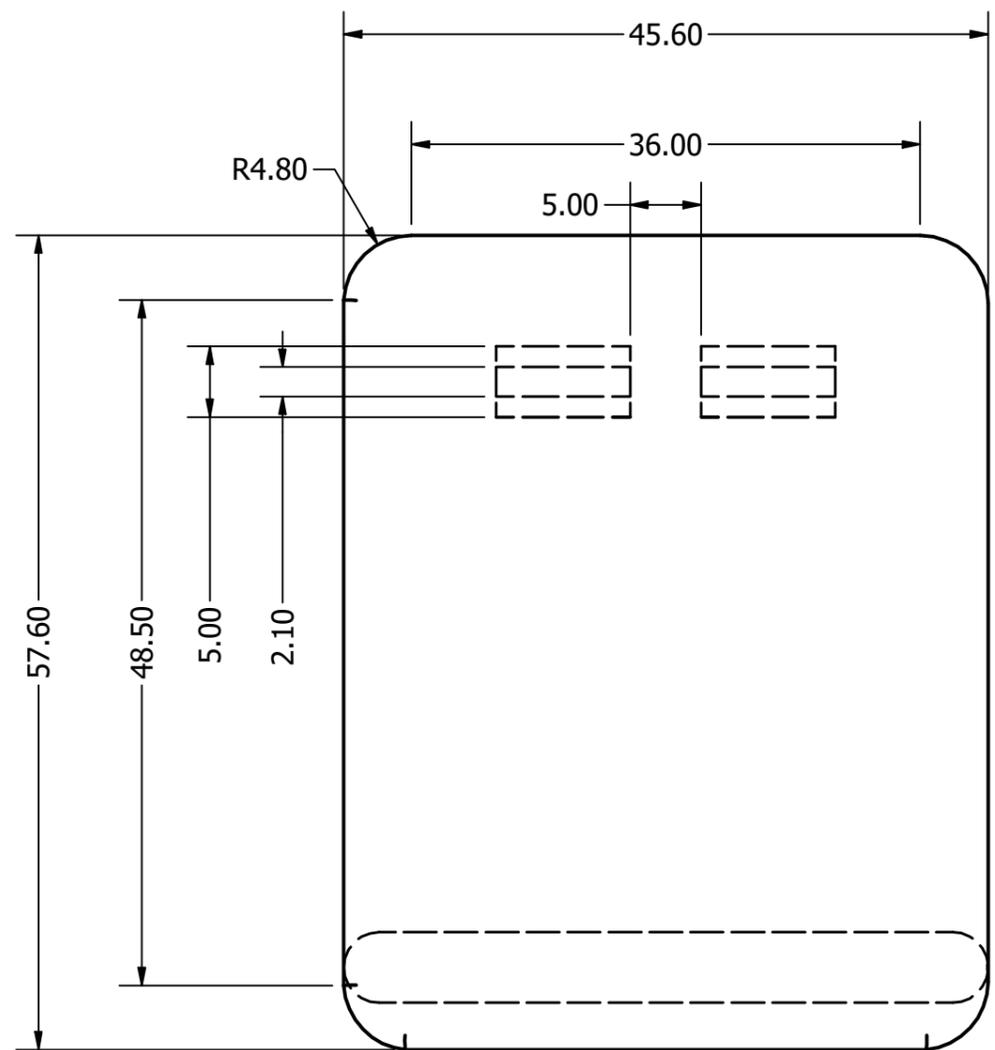
DETALHAMENTO TÉCNICO		
Nicolle Mussói Perico	Projeto ease-R	
Universidade Federal do Rio Grande do Sul		
Trabalho de Conclusão de Curso em Design de Produto		
Unidade: mm	Lista de Peças	PRANCHA:
2019	ESCALA: 2 : 1	1/12



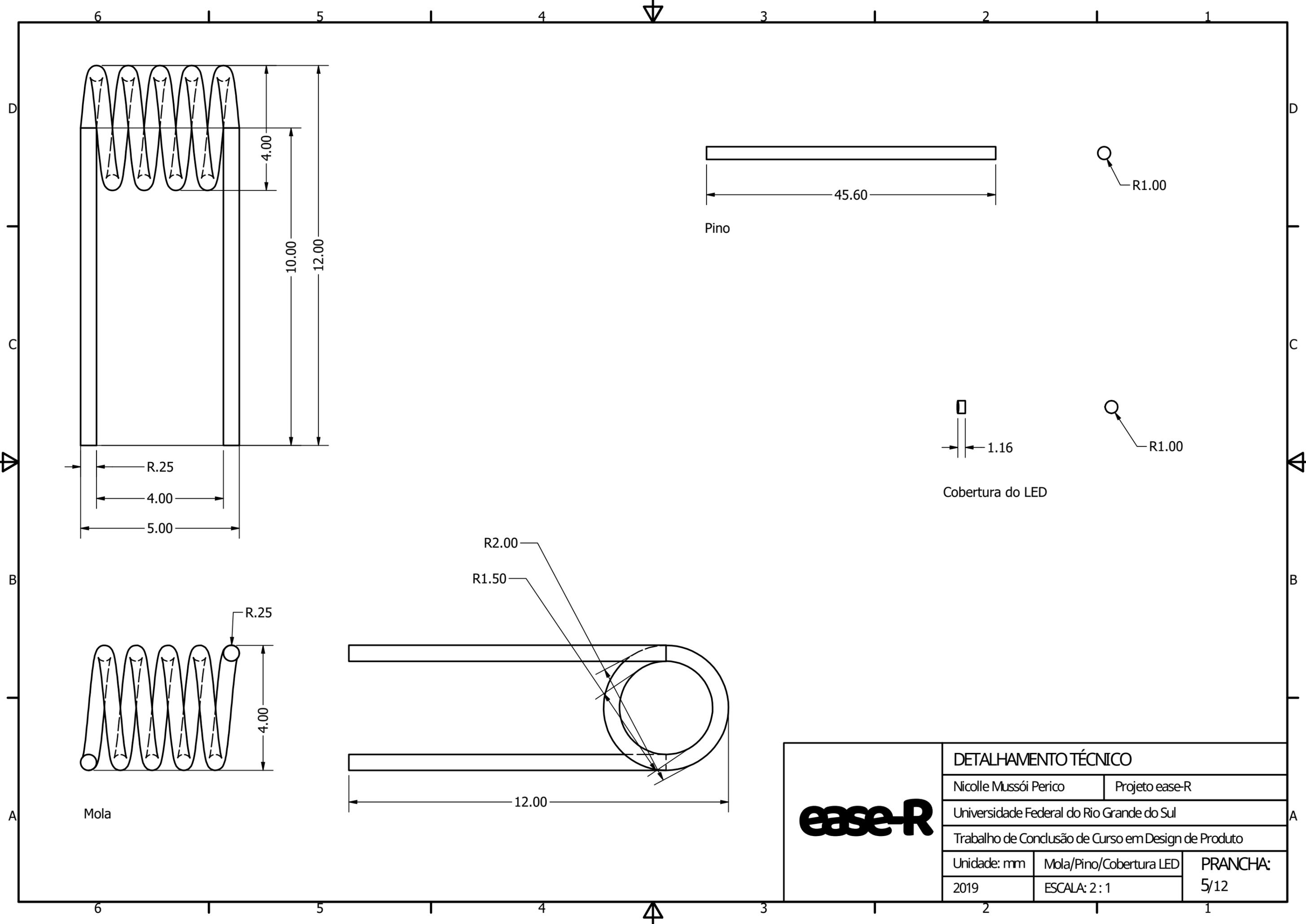
ease-R	DETALHAMENTO TÉCNICO		
	Nicolle Mussói Perico	Projeto ease-R	
	Universidade Federal do Rio Grande do Sul		
	Trabalho de Conclusão de Curso em Design de Produto		
	Unidade: mm	Base	PRANCHA: 2/12
	2019	ESCALA: 2:1	



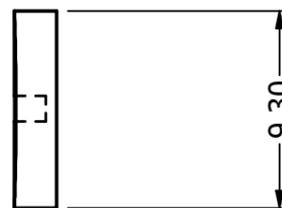
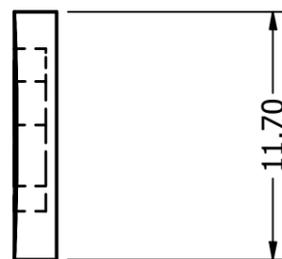
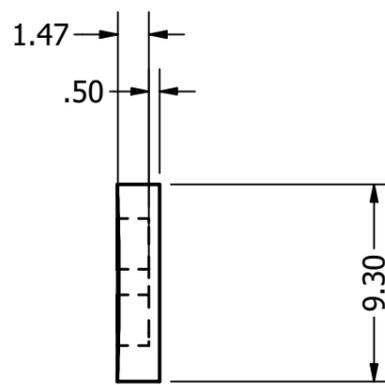
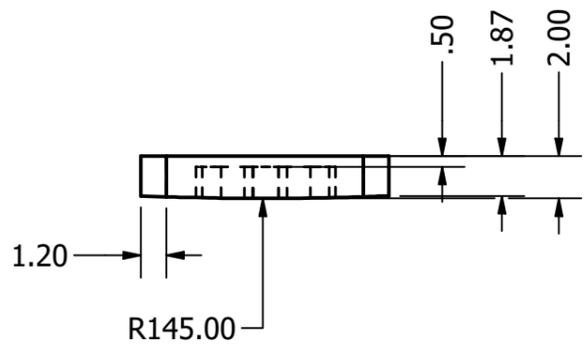
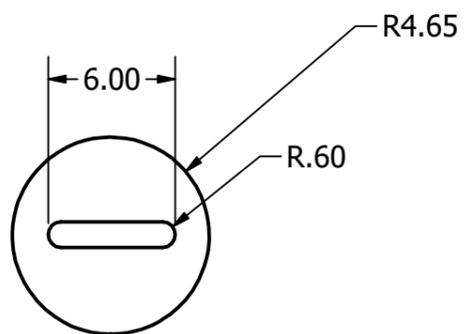
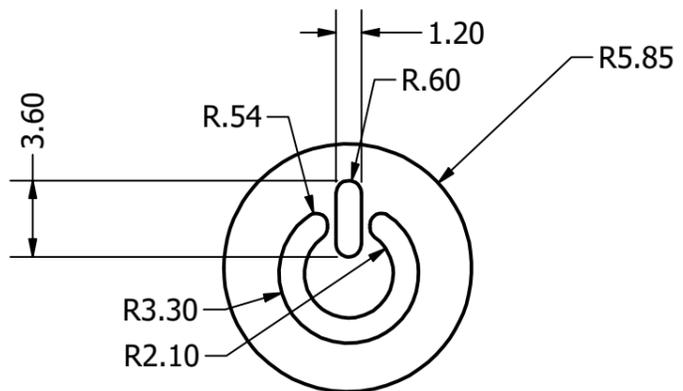
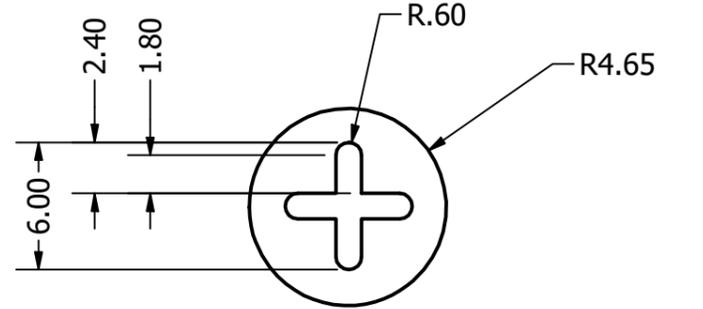
ease-R	DETALHAMENTO TÉCNICO		
	Nicolle Mussói Perico	Projeto ease-R	
	Universidade Federal do Rio Grande do Sul		
	Trabalho de Conclusão de Curso em Design de Produto		
	Unidade: mm	Tampa	PRANCHA: 3/12
	2019	ESCALA: 2:1	



ease-R	DETALHAMENTO TÉCNICO		
	Nicolle Mussói Perico	Projeto ease-R	
	Universidade Federal do Rio Grande do Sul		
	Trabalho de Conclusão de Curso em Design de Produto		
	Unidade: mm	Clipe	PRANCHA: 4/12
	2019	ESCALA: 2:1	

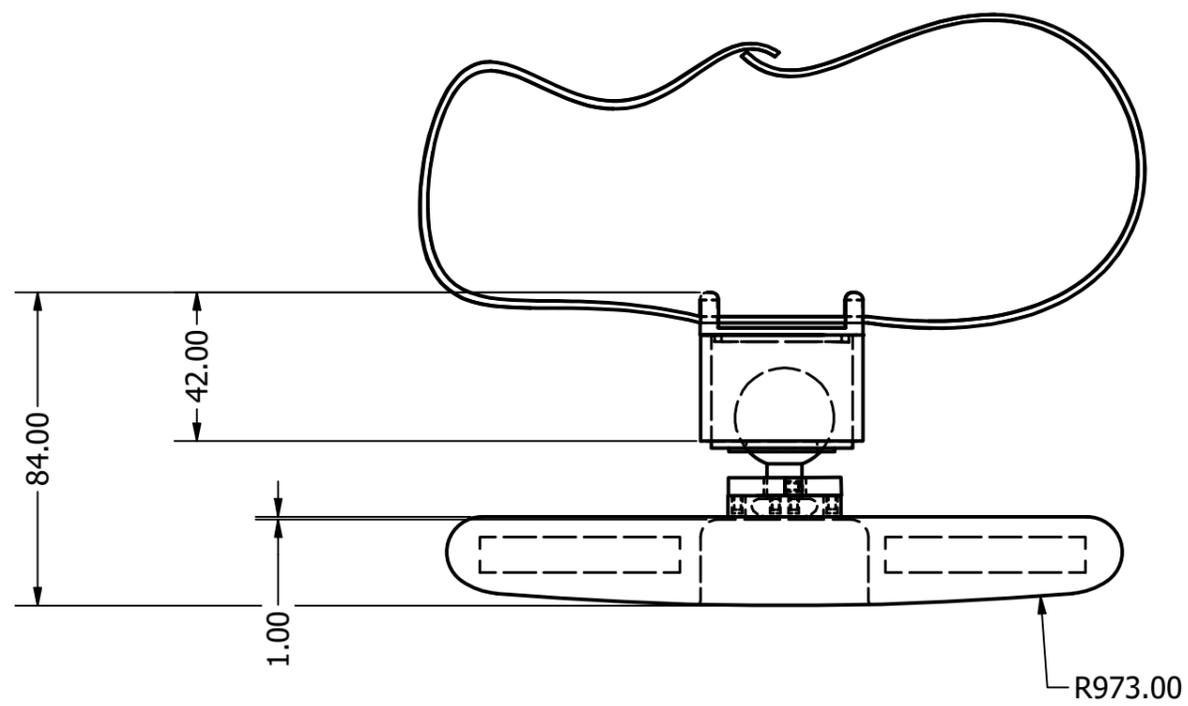
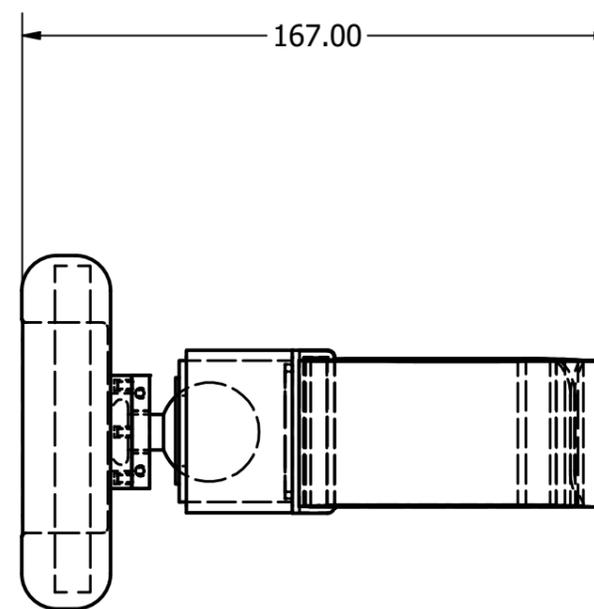
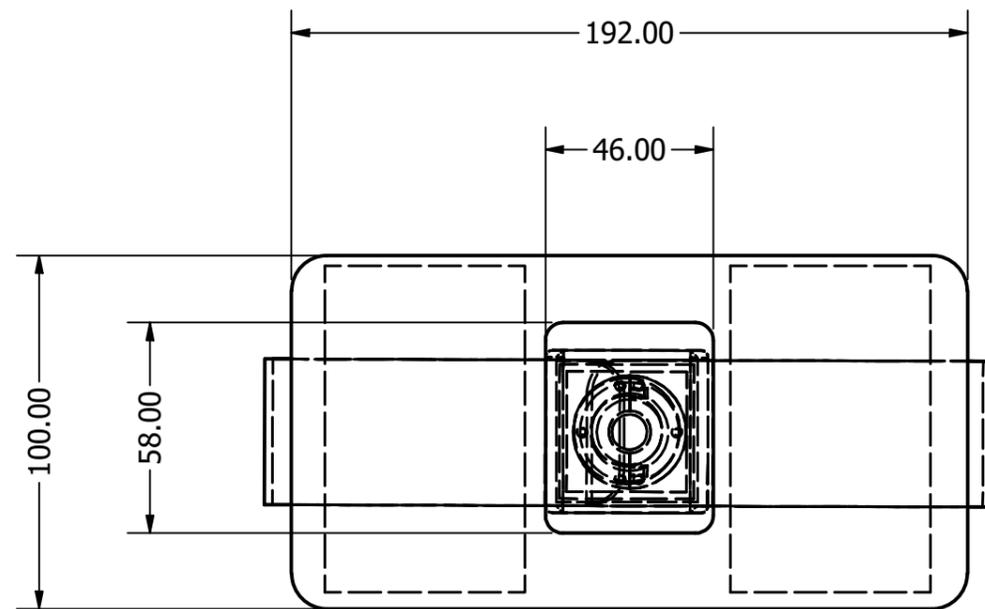


ease-R	DETALHAMENTO TÉCNICO		
	Nicolle Mussói Perico	Projeto ease-R	
	Universidade Federal do Rio Grande do Sul		
	Trabalho de Conclusão de Curso em Design de Produto		
	Unidade: mm	Mola/Pino/Cobertura LED	PRANCHA: 5/12
	2019	ESCALA: 2:1	

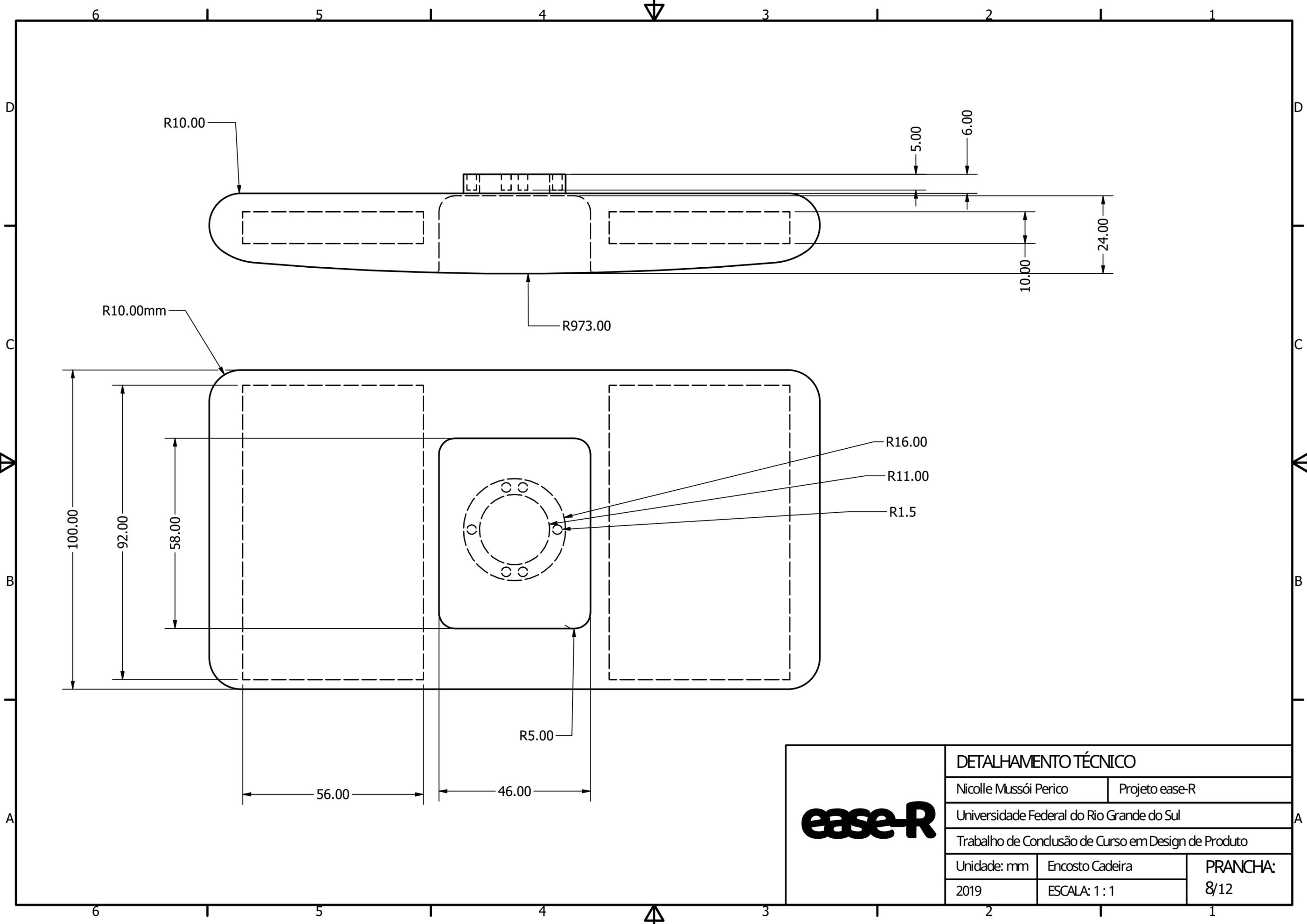


ease-R

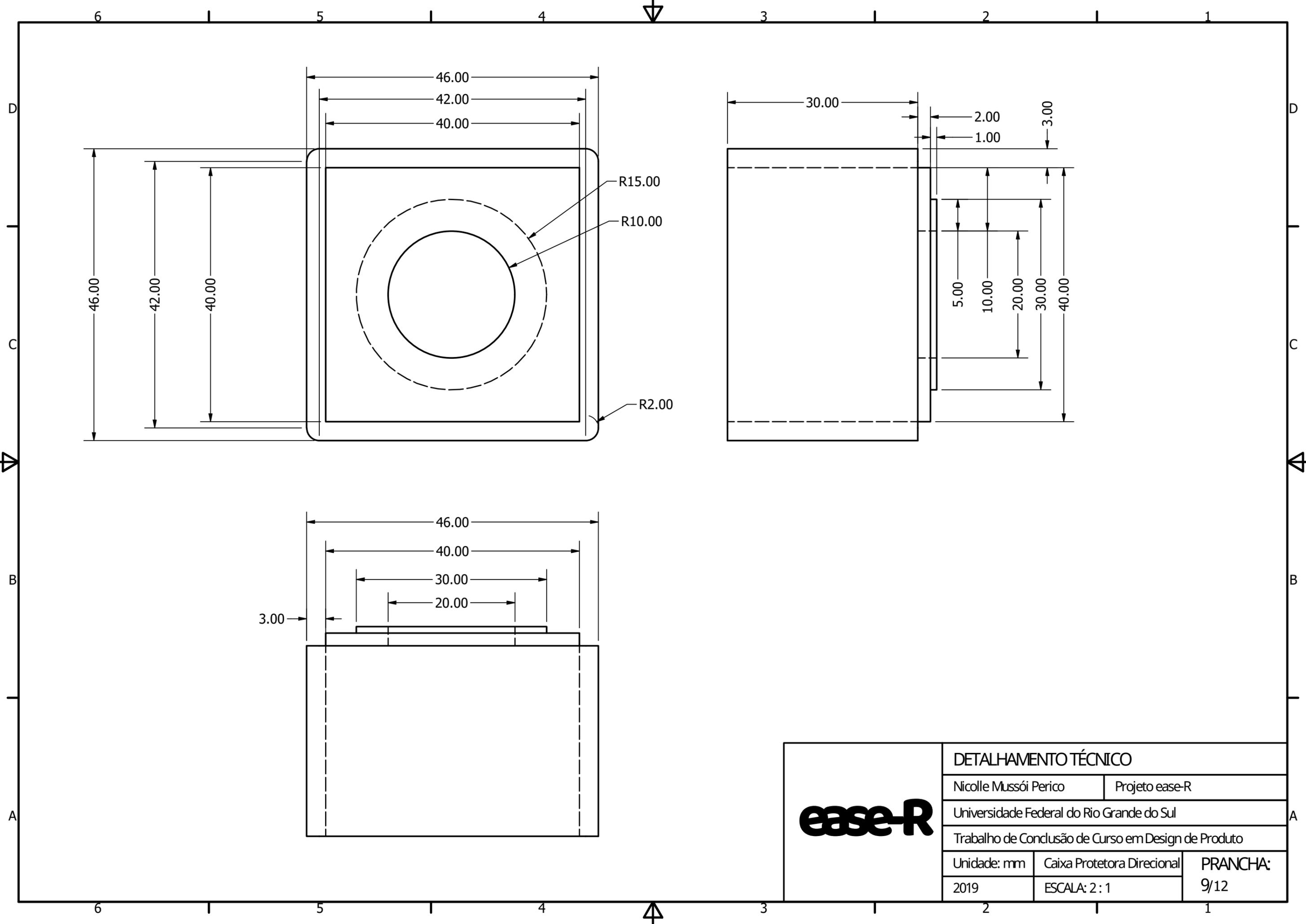
DETALHAMENTO TÉCNICO		
Nicolle Mussói Perico	Projeto ease-R	
Universidade Federal do Rio Grande do Sul		
Trabalho de Conclusão de Curso em Design de Produto		
Unidade: mm	Botões	PRANCHA: 6/12
2019	ESCALA: 3:1	



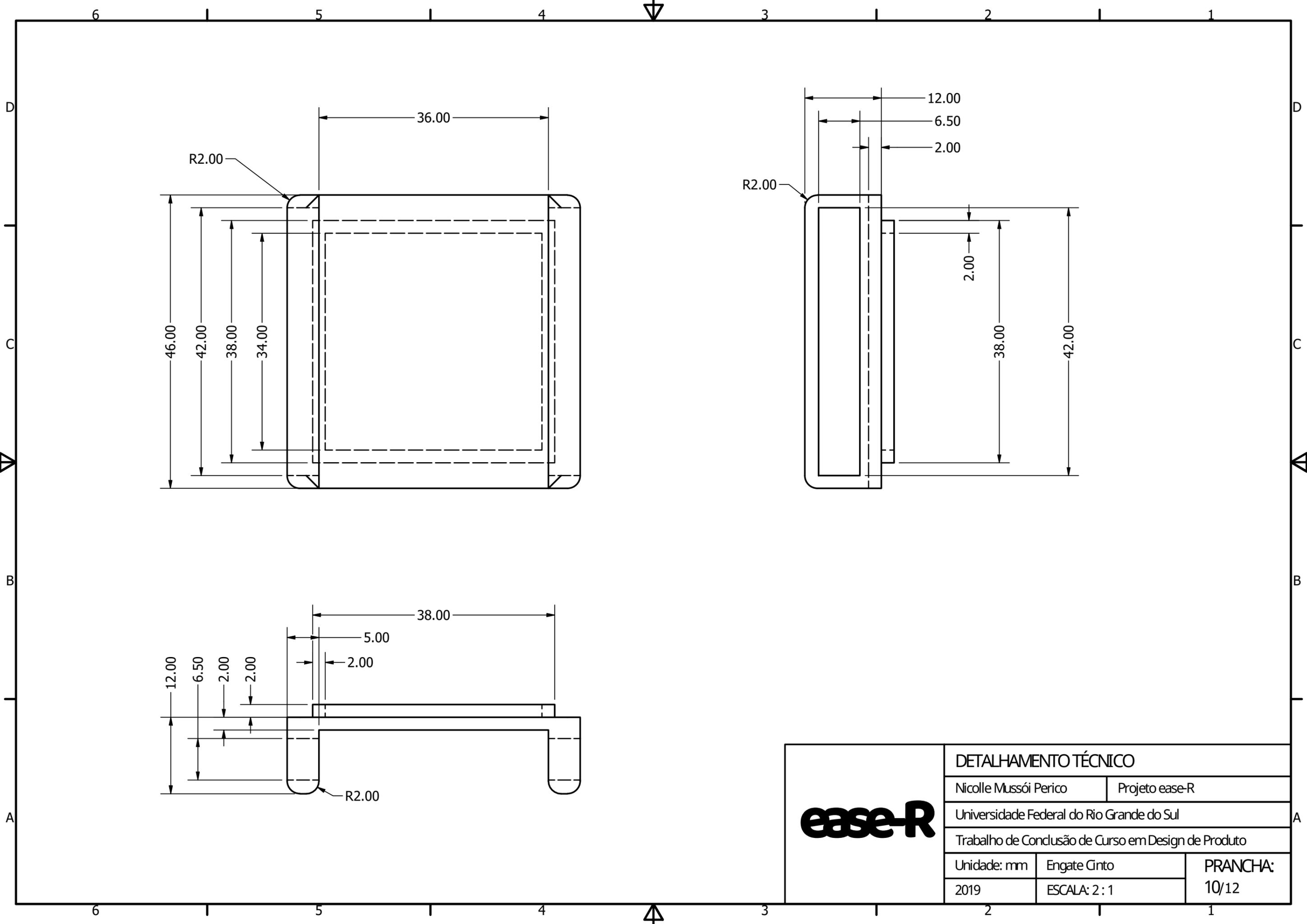
ease-R	DETALHAMENTO TÉCNICO		
	Nicolle Mussói Perico	Projeto ease-R	
	Universidade Federal do Rio Grande do Sul		
	Trabalho de Conclusão de Curso em Design de Produto		
	Unidade: mm	Acessório Cadeira	PRANCHA: 7/12
	2019	ESCALA: 1 / 2	



ease-R	DETALHAMENTO TÉCNICO		
	Nicolle Mussói Perico	Projeto ease-R	
	Universidade Federal do Rio Grande do Sul		
	Trabalho de Conclusão de Curso em Design de Produto		
	Unidade: mm	Encosto Cadeira	PRANCHA: 8/12
	2019	ESCALA: 1:1	



DETALHAMENTO TÉCNICO		
Nicolle Mussói Perico	Projeto ease-R	
Universidade Federal do Rio Grande do Sul		
Trabalho de Conclusão de Curso em Design de Produto		
Unidade: mm	Caixa Protetora Direcional	PRANCHA: 9/12
2019	ESCALA: 2:1	



6 5 4 3 2 1

D D

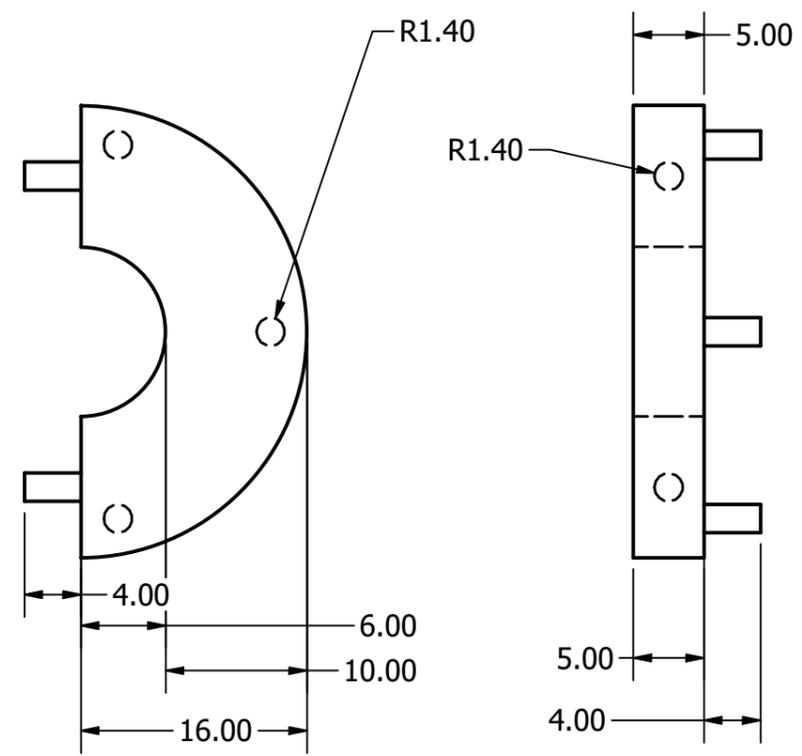
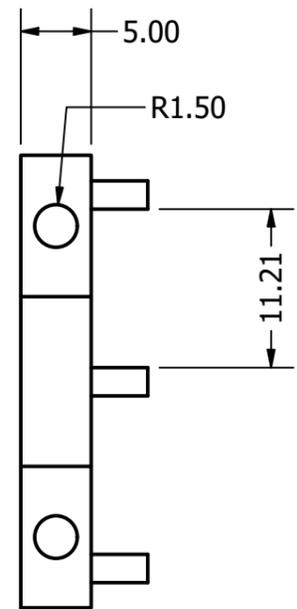
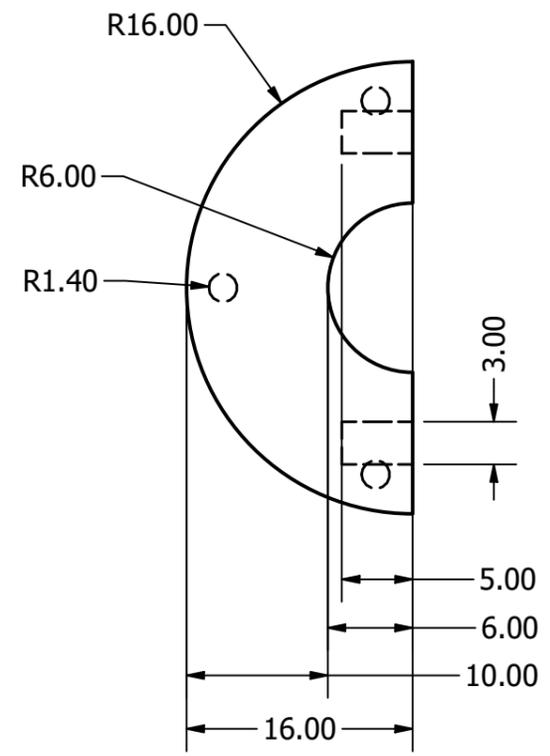
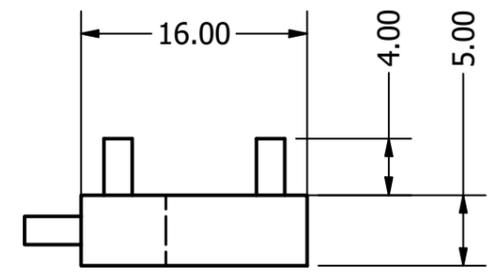
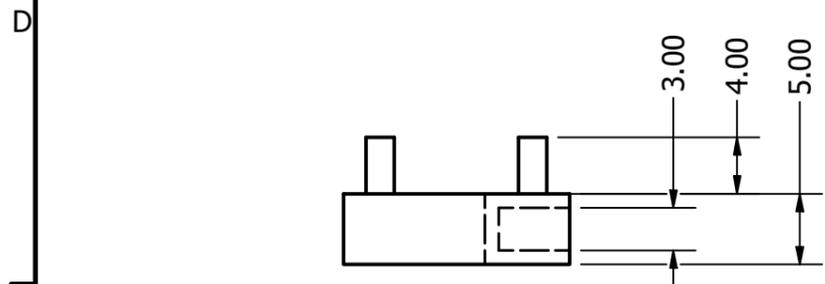
C C

B B

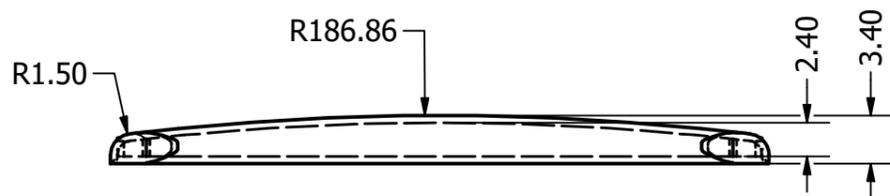
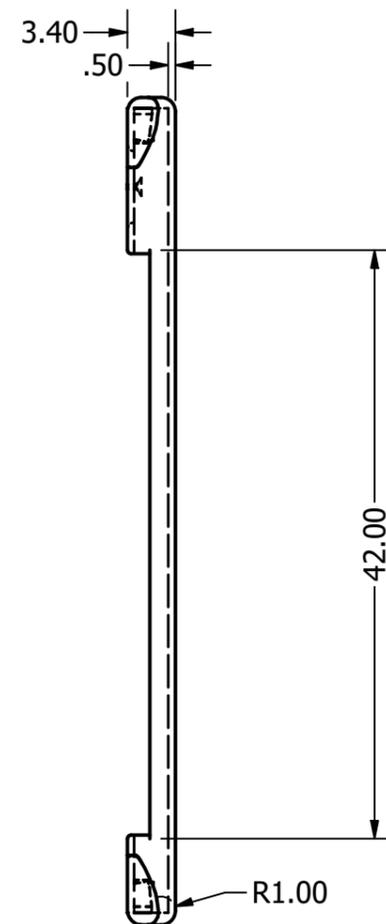
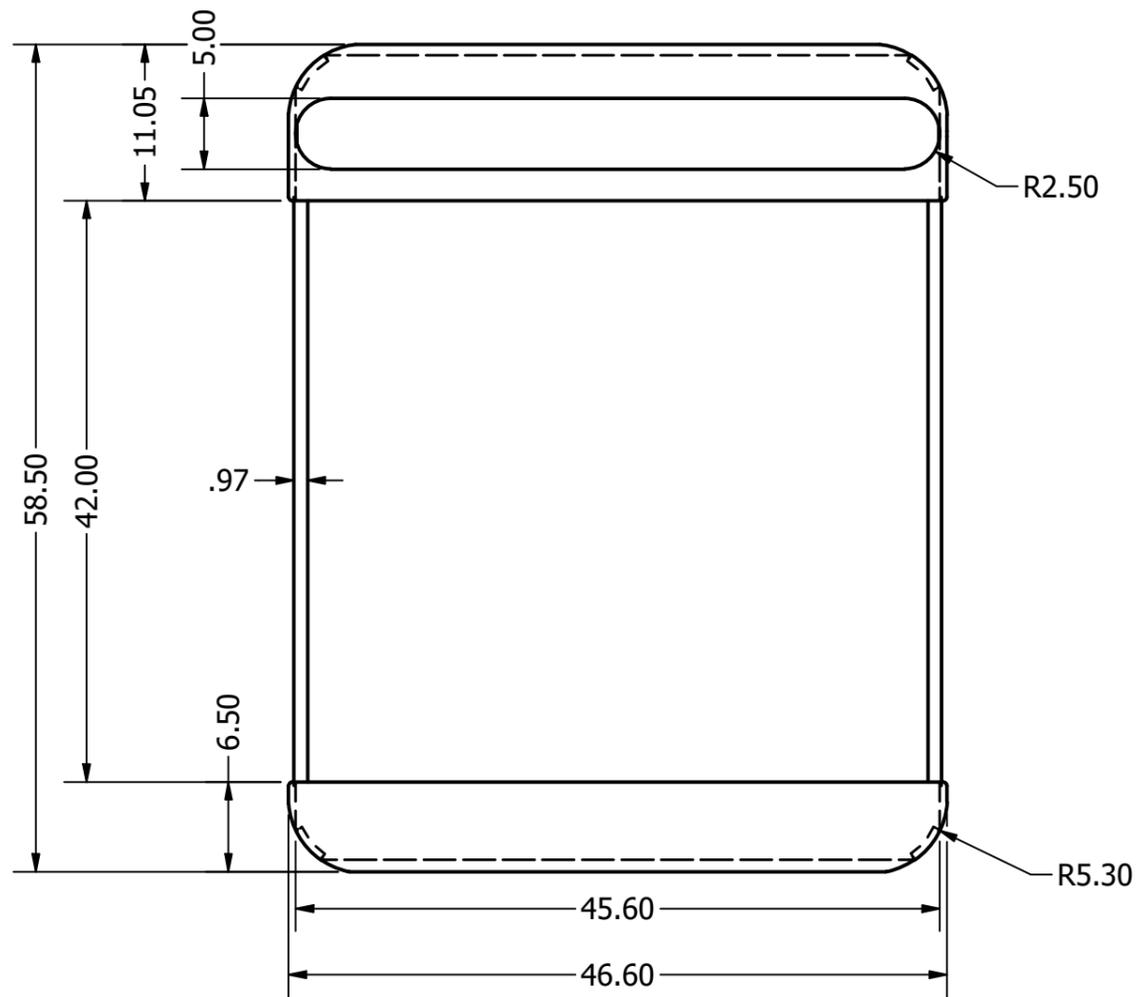
A A

6 5 4 3 2 1

ease-R	DETALHAMENTO TÉCNICO		
	Nicolle Mussói Perico	Projeto ease-R	
	Universidade Federal do Rio Grande do Sul		
	Trabalho de Conclusão de Curso em Design de Produto		
	Unidade: mm	Engate Ginto	PRANCHA: 10/12
	2019	ESCALA: 2 : 1	



ease-R	DETALHAMENTO TÉCNICO	
	Nicolle Mussói Perico	Projeto ease-R
	Universidade Federal do Rio Grande do Sul	
	Trabalho de Conclusão de Curso em Design de Produto	
	Unidade: mm	Proteção Haste Direcional
	2019	ESCALA: 2:1
		PRANCHA: 11/12



ease-R	DETALHAMENTO TÉCNICO	
	Nicolle Mussói Perico	Projeto ease-R
	Universidade Federal do Rio Grande do Sul	
	Trabalho de Conclusão de Curso em Design de Produto	
	Unidade: mm	Capa de Silicone
	2019	ESCALA: 2:1
		PRANCHA: 12/12