



Relatório de Estágio

Mestrado em Engenharia da Conceção e Desenvolvimento do Produto

***Desenvolvimento de um produto customizado
tendo em conta design for manufacturing para
fabricação aditiva***

Joana Isabel Mota Matos

Nº de aluno: 2130953

Leiria, Setembro de 2015



Relatório de Estágio

Mestrado em Engenharia da Conceção e Desenvolvimento do Produto

***Desenvolvimento de um produto customizado
tendo em conta design for manufacturing para
fabricação aditiva***

Joana Isabel Mota Matos

Dissertação de Mestrado realizada sob a orientação do Doutor Henrique Almeida, professor da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Leiria e coorientação da Doutora Rita Ascenso, professora da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Leiria

Leiria, Setembro de 2015

Dedicatória

Dedico este trabalho à minha família:

aos meus pais, Raúl e Anabela, melhores amigos e conselheiros, pela sua dedicação incondicional, a quem devo tudo o que sou hoje;

aos meus irmãos, Tiago e Beatriz, meus companheiros de guerra e fiéis amigos;

ao Ruben por valorizar tudo o que sou no mínimo que faço.

Agradecimentos

“Cada um que passa na nossa vida passa sozinho, pois cada pessoa é única, e nenhuma substitui outra. Cada um que passa na nossa vida passa sozinho, mas não vai só, nem nos deixa sós. Leva um pouco de nós mesmos, deixa um pouco de si mesmo. Há os que levam muito; mas não há os que não levam nada. Há os que deixam muito; mas não há os que não deixam nada. Esta é a maior responsabilidade da nossa vida e a prova evidente que duas almas não se encontram ao acaso”

Saint-Exupéry

Em primeiro lugar quero expressar o meu profundo agradecimento aos professores Henrique Almeida e Rita Ascenso, pelo seu apoio, orientação e críticas construtivas, que me deram ao longo desta etapa. Os seus conhecimentos foram essenciais para a realização deste relatório. A sua paciência e disponibilidade são de louvar.

Agradeço a todos os meus colegas na INPACT que me acompanharam ao longo do estágio. Muito obrigada ao Carlos Novo por me proporcionar esta oportunidade; Mário Freire por todos os ensinamentos e acompanhamento ao longo de todos estes meses; à Susana Almeida pela sua disponibilidade para ajudar; Ana Lucas pela ajuda incondicional na obtenção de protótipos e aos restantes colegas que de alguma forma me apoiaram e passei a poder chamá-los de AMIGOS.

Quero agradecer aos meus pais, irmãos e namorado pelo apoio constante e força que me deram. Estiveram sempre comigo e ajudaram-me prontamente quando mais precisava. Sempre presentes.

Quero agradecer também aos amigos pelo apoio incondicional, pelo incentivo constante e pela compreensão na minha ausência em vários momentos de convívio.

Por último, quero agradecer a todas as pessoas que responderam ao questionário ou colaboraram na colheita de medições antropométricas e digitalizações. Com isto, contribuíram para o desenvolvimento dos projetos e na realização deste relatório.

A todos,

MUITO OBRIGADA!

Resumo

As crescentes exigências de qualidade e redução dos prazos de entrega dos produtos levaram a que seja cada vez mais importante a utilização de tecnologias de produção rápida e económica. O mesmo acontece no desenvolvimento de novos produtos sendo eles customizados ou para produção em série. Assim, é muito importante a utilização do *design for manufacturing*.

Neste relatório foram desenvolvidos dois produtos: um de produção em massa e outro de produção customizada. Foi desenvolvido uma escova de dentes sustentável, permitindo produções em massa e uma gargantilha corretora postural, como um produto customizado.

No documento são identificadas todas as fases de desenvolvimento dos dois produtos, como o *benchmarking*, a identificação das necessidades do público-alvo, as metodologias de *design*, a seleção de material e as tecnologias utilizadas para a produção desses mesmos produtos.

Através do desenvolvimento simultâneo de produtos de produção em massa e produtos de produção customizada pretende-se mostrar a importância da aplicação do *design for manufacturing* no desenvolvimento e conceção de cada produto, assim como demonstrar a importância da prototipagem rápida nesta área, independentemente dos volumes de produção pretendidos.

Palavras-chave: Design for manufacturing, Prototipagem rápida, Gargantilha, Escova de dentes

Abstract

The increasing quality requirements and reduced delivery times of products lead to higher important use of fast and economic production technologies. The same happens in new product development whether they are customized or mass production series. So, it is very important to use the design for manufacturing.

In this report were developed two products with very different production volumes: a sustainable toothbrush, allowing massive production and a collar corrector of posture, as a custom product.

In the document are identified all stages of development of two products, such as a benchmarking, identification of the target audience needs, material selection and used technologies for the production of such products.

Through the simultaneous development of mass production of products and production of customized products it is intended to show the importance of applying the design for manufacturing while developing and designing each item as well as to demonstrate the importance of rapid prototyping in this area, regardless of the volumes of intended production.

Key-Words: Design for manufacturing, Rapid Prototyping, Collar, Toothbrush

Índice

DESENVOLVIMENTO DE UM PRODUTO CUSTOMIZADO TENDO EM CONTA DESIGN FOR MANUFACTURING PARA FABRICAÇÃO ADITIVA	I
DESENVOLVIMENTO DE UM PRODUTO CUSTOMIZADO TENDO EM CONTA DESIGN FOR MANUFACTURING PARA FABRICAÇÃO ADITIVA	III
DEDICATÓRIA	V
AGRADECIMENTOS	VII
RESUMO	IX
ABSTRACT	XI
ÍNDICE.....	XIII
LISTA DE FIGURAS	XV
LISTA DE TABELAS	XXIII
LISTA DE SIGLAS	XXV
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. EMPRESA ACOLHEDORA DO ESTÁGIO - INPACT	2
2. CICLO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO	6
2.1. PLANEAMENTO.....	7
2.2. PESQUISA	8
2.3. GERAÇÃO DE IDEIAS.....	8
2.4. ANÁLISE	9
2.5. PROTOTIPAGEM.....	9
2.6. IMPLEMENTAÇÃO.....	9
3. NECESSIDADES DE MERCADO	10
3.1. BENCHMARKING EXTERNO PARA O DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS	11
3.2. BENCHMARKING INTERNO PARA O DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS.....	12
3.2.1. <i>Proposta do primeiro produto</i>	12
3.2.2. <i>Proposta do segundo produto</i>	13
3.2.3. <i>Proposta do terceiro produto</i>	14
3.2.4. <i>Proposta do quarto produto</i>	15
3.3. PESQUISA E SELEÇÃO DOS PRODUTOS A DESENVOLVER.....	16
4. PROJETO DA ESCOVA DE DENTES SUSTENTÁVEL.....	18
4.1. CARACTERIZAÇÃO SOCIOCULTURAL DA ESCOVA DE DENTES	18
4.2. TIPOS DE ESCOVA DE DENTES ATUAIS.....	20
4.3. JATO DE ÁGUA	24
4.4. PATENTES DE ESCOVAS DE DENTES COM JATOS DE ÁGUA	25
4.5. NORMAS ISO ASSOCIADAS ÀS ESCOVAS	29
4.6. ESTUDO DE MERCADO.....	30
4.7. CONCEITO DA PROPOSTA DE ESCOVA DE DENTES.....	37
4.7.1. <i>Geração do Conceito</i>	38
4.8. SELEÇÃO DE MATERIAIS.....	47
4.9. ESCOVA DE DENTES COM JATO DE ÁGUA INCORPORADO	50

4.9.1.	<i>Protótipo Preliminar' e Discussão de Resultados</i>	50
4.9.2.	<i>Protótipo Final</i>	63
5.	PROJETO GARGANTILHA CORRETORA POSTURAL	70
5.1.	A POSTURA.....	70
5.2.	CARACTERIZAÇÃO SOCIOCULTURAL DOS COLARES CERVICAIS	73
5.3.	COLARES CERVICAIS.....	74
5.4.	PATENTES DE COLARES CERVICAIS.....	77
5.5.	NORMAS ISO ASSOCIADAS AOS COLARES CERVICAIS.....	81
5.6.	ESTUDO DE MERCADO	81
5.7.	CONCEITO DA PROPOSTA DO COLAR CORRETOR POSTURAL	83
5.7.1.	<i>Dimensões do busto a utilizar como modelo</i>	85
5.8.	SELEÇÃO DE MATERIAIS E TECNOLOGIAS DE PRODUÇÃO	88
5.8.1.	<i>Projet 4500</i>	88
5.8.2.	<i>Projet HD 3000</i>	92
5.8.3.	<i>Sinterstation 2500 plus</i>	97
5.8.4.	<i>Prox 300</i>	102
5.9.	GARGANTILHA CORRETORA DA POSTURA	107
5.9.1.	<i>Protótipo Preliminar' e Discussão de Resultados</i>	107
5.9.2.	<i>Protótipo Final</i>	110
6.	DESIGN DE PRODUTOS PARA PRODUÇÃO CUSTOMIZADA E PRODUÇÃO EM MASSA	118
6.1.	TECNOLOGIAS DE PRODUÇÃO EM MASSA	119
6.2.	PRODUÇÃO DE PRODUTOS CUSTOMIZADOS	124
7.	DISCUSSÃO DE RESULTADOS E CONCLUSÃO	130
7.1.	TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO PARA A “ESCOVA DE DENTES SUSTENTÁVEL”	130
7.2.	TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO PARA A “COLAR CERVICAL CORRETOR POSTURAL”	131
7.3.	CONCLUSÕES	131
8.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	134
ANEXOS.....	.....	142
ANEXO I – INQUÉRITO AOS COLABORADORES DO GRUPO SOCEM .....	.....	142
ANEXO II – QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT .....	.....	143
ANEXO III – NORMAS ISO 9999:2007 .....	.....	144
GLOSSÁRIO.....	.....	146

Lista de Figuras

Figura 1: Diagrama do ciclo de desenvolvimento de produto, adaptado de (ULRICH e EPPINGER, 2003)	6
Figura 2: Processo de planeamento do produto.....	7
Figura 3: Esboço da ideia inicial para a escova de dentes sustentável	13
Figura 4: Esboço da estrutura do corretor postural	14
Figura 5: Esboço da estrutura do corretor postural cervical.....	15
Figura 6: Esboço da ideia inicial da ortótese estético-funcional do punho	16
Figura 7: Escova de dentes de cabeça tripla (BENEFIT, 2014).....	20
Figura 8: Escova de dentes eléctrica (ORAL-B VITALITY SENSITIVE ELECTRIC TOOTHBRUSH, 2014).....	21
Figura 9: Escova de dentes com monobloco (BLODONTO, 2012)	21
Figura 10: Escovas de dentes ecológicas (ESCOVA DE DENTE ECOLÓGICA DE BAMBU, 2014)	21
Figura 11: Escovas de dentes interdentes (COMO ESCOLHER A ESCOVA DE DENTES CERTA-DICAS, 2014)	22
Figura 12: Escova de dentes unitufo (ESCOVA DENTAL UNITUFO CURAPROX CURADEN-9MM, 2014).....	22
Figura 13: Escova de dentes bitufo (SAIBA A IMPORTÂNCIA DO USO DO BITUFO, 2014) ..	22
Figura 14: Escova de dentes para higienização da prótese (ESCOVA DENTAL UNITUFO CURAPROX, 2014).....	23
Figura 15: Jato de água com reservatório de água (WATERPIK ULTRA WATER-FLOSSER, 2014)	24
Figura 16: Jato de água sem reservatório de água (CBE9CAA5_96EC9CBF_D2D9_4891_813A_160528154307, 2014).....	24
Figura 17: Questão 1: "Faixa Etária"	30
Figura 18: Questão 2: "Sexo"	30
Figura 19: Questão 4: "Com que frequência lava os dentes?"	31

Figura 20: Questão 5: "Que tipo de escova de dentes utiliza?"	31
Figura 21: Questão 6: "Que marca de escova de dentes utiliza?"	31
Figura 22: Questão 8: "Durante a higienização bucal, utiliza dentífrico?"	32
Figura 23: Questão 9: "Que tipo de dentífrico utiliza?"	32
Figura 24: Questão 10: "Qual é a marca dentífrico que utiliza?"	32
Figura 25: Questão 11: "Qual é a quantidade de dentífrico que utiliza durante a escovação dentária?"	32
Figura 26: Questão 12: "Utiliza fio dentário?"	33
Figura 27: Questão 13: "Com que frequência utiliza fio dentário?"	33
Figura 28: Questão 14: "Qual é a marca de fio dentário que utiliza?"	33
Figura 29: Questão 15: "Utiliza elixir bucal?"	33
Figura 30: Questão 16: "Qual é a marca de elixir bucal que utiliza?"	34
Figura 31: Questão 18: "No duche, costuma direcionar o chuveiro para os dentes?"	34
Figura 32: Questão 17: "Quando vai ao dentista, como classifica a sensação de limpeza dentária por jato de água?"	34
Figura 33: Questão 19: "Como costuma bochechar com água, após a lavagem dentária?"	34
Figura 34: Questão 20: "Costuma lavar os dentes durante o duche?"	34
Figura 35: Questão 21: "Quanto dinheiro está disposto a despende para a obtenção de uma escova de dentes com as características e funcionalidades pretendidas?"	34
Figura 36: Questão 22: "Em questão de poupança, onde acha importante economizar?"	34
Figura 37: Medições efetuadas nas escovas de dentes em que (a) comprimento da escova; (b) comprimento da cabeça da escova; (c) diâmetro da zona de manuseamento da escova; (d) altura da base de apoio das cerdas; (e) altura da cabeça da escova com as cerdas incluídas	39
Figura 38: Fórmula de cálculo do volume de uma esfera	40
Figura 39: Cálculo do volume ocupado pela ervilha.....	40
Figura 40: Fórmula do cálculo do volume do cilindro	41
Figura 41: Cálculo do valor da altura do cilindro.....	41
Figura 42: Distribuição do total de água doce existente.....	42
Figura 43: Distribuição de água pela crosta terrestre	42
Figura 44: Distribuição do consumo de água potável no abastecimento doméstico	42

Figura 45: Turbina de Pelton (turbinenarten, 2015).....	43
Figura 46: Turbina de Francis (Hydropower - Repack-, 2015).....	44
Figura 47: Turbina de Kaplan (Hydropower - Repack - Kaplan-turbine-hill, 2015).....	44
Figura 48: Conectores mangueira – torneira (KD Technology Co., 2015).....	47
Figura 49: Cabeça da escova de dentes - vista de frente.....	51
Figura 50: Cabeça da escova de dentes - vista de trás.....	51
Figura 51: Cabeça da escova de dentes com destaque dos orifícios de condução de água.....	51
Figura 52: Base da escova de dentes.....	52
Figura 53: Sistema de canalização para a passagem, de água no interior da base da escova de dentes.....	52
Figura 54: Sistema de rotação das cerdas.....	52
Figura 55: Caixa de arrumação da cabeça da escova de dentes com sistema de fecho snap-fit.....	53
Figura 56: Reposição do material na plataforma de alisamento através da passagem do rolo.....	53
Figura 57: Sinterização de material em pó através da passagem do laser na zona a sinterizar.....	53
Figura 58: Camada a sinterizar na figura 58.....	53
Figura 59: Etapa de remoção e limpeza das peças.....	53
Figura 60: Base completa (parte da frente e trás e canalização).....	54
Figura 61: Vista de baixo da base da escova de dentes.....	54
Figura 62: Sistema de rotação das cerdas da escova de dentes.....	54
Figura 65: Caixa da cabeça da escova de dentes.....	54
Figura 63: Vista de trás da cabeça da escova de dentes.....	54
Figura 64: Interior da parte da frente da cabeça da escova de dentes.....	54
Figura 66: Partes da frente e trás da base da escova.....	56
Figura 67: Partes da frente e trás da base da escova com ênfase dos pinos de fixação.....	56
Figura 68: Corte transversal da base da escova com a canalização interior.....	57
Figura 69: Cabeça da escova de dentes com enfoque na união das duas partes (frente e trás).....	57
Figura 70: Vista frontal da cabeça da escova de dentes.....	57
Figura 71: Cabeça da escova com montagem da turbina.....	57

Figura 72: Parte posterior com montagem da turbina	57
Figura 73: Turbina com destaque para as pás	58
Figura 74: Caixa da cabeça da escova, fechada	58
Figura 75: Caixa da cabeça da escova, aberta	58
Figura 76: Base da escova de dentes com destaque à fixação exterior	60
Figura 77: Base completa da escova de dentes	60
Figura 78: Cabeça completa da escova de dentes	60
Figura 79: Duas partes de trás da cabeça da escova de dentes da mesma série de impressões, com a única diferença da inclinação dada à peça.....	60
Figura 80: Parte da frente da escova de dentes com destaque da falha na fixação exterior	60
Figura 81: Parte de trás da turbina.....	61
Figura 82: Parte da frente da turbina	61
Figura 83: Caixa da cabeça da escova de dentes	61
Figura 84: Caixa aberta	61
Figura 85: Vista de baixo da cabeça da escova	62
Figura 86: Base completa do protótipo final	64
Figura 87: Tubo de passagem de água no interior da base da escova e direcionamento da água para a turbina e para o jato de água.....	64
Figura 88: Vista de baixo da base da escova de dentes	65
Figura 89: Base da escova de dentes	65
Figura 90: Frente da cabeça da escova	66
Figura 91: Trás da cabeça da escova	66
Figura 92: Orifícios de entrada e deslize da tampa de fecho da entrada da cápsula de dentífrico ...	66
Figura 93: Corte transversal da cabeça da escova de dentes	67
Figura 94: Pinos de encaixe definitivo	67
Figura 95: Conjunto completo da escova de dentes ecológica com a caixa de proteção das cerdas	68
Figura 96: Escova de dentes ecológica.....	68
Figura 97: Abertura da entrada da cápsula de dentífrico.....	68

Figura 98: Parte da frente da cabeça da escova de dentes.....	68
Figura 99: Caixa de proteção das cerdas da escova de dentes	69
Figura 100: Curvaturas anatómicas naturais da coluna cervical	70
Figura 101: Postura sentada correta (Racionais).....	72
Figura 102: colar cervical mole (<i>CHANTAL, 2014</i>).....	74
Figura 103: Colar cervical semirrígido (<i>Orthia, 2014</i>).....	75
Figura 104: Colar cervical Philadelphia (<i>NetMedical, 2014</i>)	75
Figura 105: Colar cervical Minerva (<i>Brasil, O., 2014</i>)	75
Figura 106: Colar cervical Miami Jackson (<i>OrthoTape, 2014</i>).....	75
Figura 107: Colar cervical com apoio mentoniano (<i>FisioStore, 2014</i>)	76
Figura 108: Colar cervical Thomas(<i>Ortopédicos, 2014</i>).....	76
Figura 109: Colares tendência para o ano 2015 (maxi colares para verão 2015).....	82
Figura 110: Colar choker tendência para 2015 (como usar colar choker - meninas, 2015).....	82
Figura 111: Colar tendência para 2015 (<i>Dolores, 2015</i>).....	82
Figura 112: Maxi colar tendência para 2015 (<i>Vissoto, /2015</i>).....	82
Figura 113: Colar-ombreiras (<i>Moda, Março/2015</i>).....	83
Figura 114: Estrutura etária da população residente por sexo, relativamente aos anos 2001 e 2011 (<i>Estatística, 2011</i>).....	84
Figura 115: Estudo do número de horas de trabalho semanal relativamente aos anos 2001 e 2011 (<i>Estatística, 2011</i>).....	84
Figura 116: Busto feminino com pontos de medições efetuadas. 1) distância entre os ombros; 2) altura total do pescoço; 3) altura do peito; 4) largura do tórax; 5) espessura dos ombros; 6) espessura do peito; 7) perímetro do pescoço; 8) perímetro da base do pescoço; 9) perímetro do topo do pescoço.....	85
Figura 117: <i>Scanner Sense</i> existente na INPACT para a realização de digitalizações	86
Figura 118: Ficheiro rodado resultante da digitalização do busto de uma participante	87
Figura 119: Ficheiro resultante da digitalização do busto de uma participante	87
Figura 120: Máquina <i>Projet 4500</i>	88
Figura 121: Funcionamento na máquina <i>Projet 4500</i>	90
Figura 122: Processo <i>ColorJet Printing</i> (<i>How to print a 3D Archictetural Model, 2014</i>).....	91

Figura 123: Projet HD 3000	93
Figura 124: Funcionamento na máquina Projet HD 3000.....	94
Figura 125: Processo de MultiJet Printing (Izrada Prototipova)	95
Figura 126: Sinterstation 2500 Plus	97
Figura 127: Funcionamento na máquina Sinterstation 2500 plus	98
Figura 128: Processo de SLS (SLS process information, 2015)	100
Figura 129: Prox 300 (Systems, -. D.).....	102
Figura 130: Funcionamento na máquina Prox 300.....	103
Figura 131: Processo de DMLS (sintercore)	104
Figura 132: Gargantilha corretora da postura com as funcionalidades pretendidas	107
Figura 133: Sistema <i>snap-fit</i> de ajuste em altura das patilhas – interior da montagem.....	108
Figura 134: Sistema <i>snap-fit</i> de ajuste em altura das patilhas - exterior da gargantilha	108
Figura 135: Sistema de deslize das patilhas ao longo da altura da gargantilha	108
Figura 136: Ligação entre conjunto das patilhas da direita e conjunto das patilhas da esquerda...	108
Figura 137: Gargantilha aberta.....	109
Figura 138: Gargantilha fechada	109
Figura 139: Sistema de fecho da gargantilha corretora da postura.....	109
Figura 140: Sistema de fecho da gargantilha corretora da postura.....	110
Figura 141: Corte transversal da gargantilha para melhor visualização do sistema de fecho	110
Figura 142: Vista de frente do primeiro modelo da gargantilha.....	110
Figura 143: Vista de trás do primeiro modelo da gargantilha	110
Figura 144: Segundo modelo apresentado da gargantilha corretora da postura.....	111
Figura 145: Vista de frente do terceiro modelo da gargantilha	111
Figura 146: Apresentação do terceiro modelo da gargantilha, a 30°	111
Figura 147: Vista lateral do terceiro modelo da gargantilha	111
Figura 148: Vista de frente do 4º modelo da gargantilha	112
Figura 149: Apresentação do 4º modelo da gargantilha.....	112

Figura 150: Vista lateral do 4º modelo da gargantilha	112
Figura 151 Vista lateral do 5º modelo da gargantilha	113
Figura 152: Vista de frente do 5º modelo.....	113
Figura 153: Vista de cima do 5º modelo da gargantilha	113
Figura 154: Vista lateral do 6º modelo da gargantilha	113
Figura 155: Vista de frente do 6º modelo da gargantilha.....	113
Figura 156: Apresentação do 6º modelo da gargantilha corretora da postura.....	114
Figura 157: Vista de frente do 7º modelo da gargantilha.....	114
Figura 158: Vista geral do 7º modelo da gargantilha, com destaque da furação triangular	114
Figura 159: Vista de trás da miniatura da gargantilha.....	114
Figura 160: Vista lateral da miniatura da gargantilha	114
Figura 161: Vista de frente do protótipo final da gargantilha corretora da postura	115
Figura 162: Vista de trás da gargantilha corretora da postura.....	115
Figura 163: Gargantilha aberta.....	115
Figura 164: Utilização do colar cervical corretor postural.....	115
Figura 165: Máquina de moldação por injeção esquematizada, adaptado de (Injection molding machine, 28/Julho/2010)	119
Figura 166: Processo de moldação por injeção	120
Figura 167: Minimizar espessura da secção.....	121
Figura 168: Dar ângulo de extração nas peças	121
Figura 169: Evitar concentração de tensões	122
Figura 170: Evitar os rechupes.....	122
Figura 171: Evitar elevada concentração de material	122
Figura 172:Manter a espessura da peça.....	123
Figura 173: Esquematização sequencial da metodologia da prototipagem rápida.....	126

Lista de Tabelas

Tabela 1: Análise SWOT da escova de dentes sustentável	13
Tabela 2: Análise SWOT do corretor postural da coluna torácico-lombar	14
Tabela 3: Análise SWOT do corretor postural da coluna cervical	15
Tabela 4: Análise SWOT da ortótese estético-funcional do punho	16
Tabela 5: Patentes de escovas de dentes e jatos de água.....	25
Tabela 6: Patentes de cápsulas de pasta de dentes	27
Tabela 7: Questão 7: “O que mais aprecia numa escova de dentes?”	35
Tabela 8: Questão 23: "Que funcionalidade gostaria de incorporar na escova de dentes?"	35
Tabela 9: Resultados das medições efetuadas às escovas manuais.....	39
Tabela 10: Resultados das medições efetuadas às escovas de dentes elétricas	39
Tabela 11: Tabela resumo das características das turbinas de Pelton, Kaplan e Francis (Engineering, 03/09/2013)	45
Tabela 12: Valores normalizados das mangueiras	46
Tabela 13: Características gerais do <i>Nylon</i> (MatWeb, 2015).....	47
Tabela 14: Valores de densidade, absorção de água, ponto de fusão e temperaturas de processamento e do molde, em função de cada material	48
Tabela 15: Valores de resistência de tração, extensão até a ruptura e módulos de elasticidade e flexão, em função de cada material	49
Tabela 16: Alterações a efetuar no 1º protótipo	55
Tabela 17: Alterações a efetuar no 2º protótipo	58
Tabela 18: Alterações a efetuar no 3º protótipo	62
Tabela 19: Classificação das ortóteses cervicais.....	74
Tabela 20: Estudo de patentes de colares cervicais.....	77
Tabela 21: Medições, em centímetros, efetuadas ao busto	85
Tabela 22: Características e especificações técnicas da Sense 3D.....	86
Tabela 23: Medições, em centímetros, efetuadas nas digitalizações do busto	87

Tabela 24: Características da Projet 4500	89
Tabela 25: Materiais utilizados na Projet 4500, assim como a sua composição	92
Tabela 26: Características mecânicas dos produtos finais da Projet 4500	92
Tabela 27: Características da Projet HD 3000	93
Tabela 28: Características dos materiais EX200, SR200 e HR200 (3dsystems) (creatit.for.me)	96
Tabela 29. Características da Sinterstation 2500 Plus.....	97
Tabela 30: Características dos materiais compatíveis com a Sinterstation 2500 plus (3DSystems)	100
Tabela 31: Características da Prox 300	102
Tabela 32: Aplicações dos materiais utilizados na Prox 300	104
Tabela 33: Composição química do material metálico utilizado na empresa na máquina Prox 300 (1.2709)	105
Tabela 34: Propriedades do material após sinterização metálica	105
Tabela 35: Vantagens e desvantagens da prototipagem rápida	118

Lista de Siglas

ABS	Acrilonitrilo Butadieno Estireno
CAD	<i>Computer-Aid Design</i>
CIM	<i>Ceramic Injection Molding</i>
CJP	<i>Color Jet Printing</i>
CNC	Comando Numérico Computadorizado
DFM	<i>Design For Manufacturing</i>
DMLS	<i>Direct Metal Laser Sintering</i>
HCI	<i>Human-Computer Interaction</i>
IMD	<i>In Mould Decoration</i>
IML	<i>In Mold Labelling</i>
INPACT	<i>Innovate parts and creative tooling</i>
INPI	Instituto Nacional de Propriedade Industrial
ISO	<i>International Standard Organization</i>
m	metros
LMERT's	Lesões Musculo-Esqueléticas Relacionadas com o Trabalho
MIM	<i>Metal Injection Molding</i>
MJP	<i>Multi Jet Printing</i>
mPt	Milipontos
PIM	<i>Plastic Injection Molding</i>
QFD	<i>Quality Function Deployment</i>

SLS	<i>Selective Laser Sintering</i>
Socem	Sociedade Construtora e Exportadora de Moldes
STL	<i>Standard Triangulation Language</i>
SWOT	<i>Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats</i>
UV	Ultra-Violeta

1. Introdução

No passado, não era possível a produção de produtos com determinadas características. Contudo, com a evolução das tecnologias, já foi possível a fabricação de uma grande diversidade de produtos, remetendo a um conjunto de fases.

O desenvolvimento do produto deve abordar as práticas de gestão e ter em conta as necessidades do cliente, projetando-as para os requisitos do produto. Para além disso, um dos principais objetivos no desenvolvimento de algum produto é adequar o sistema de produção que inclui todos os sistemas de manuseamento de materiais, processos de fabrico e todos os fatores que interferem no seu desenvolvimento e produção.

O *Design For Manufacturing* (DFM) é considerado a característica da conceção e desenvolvimento dos produtos, de forma a torná-los viáveis, possibilitar e facilitar a sua fabricação, podendo ser aplicado a todas as tecnologias de fabrico.

O DFM define e descreve o processo de produção com o intuito de reduzir os possíveis erros de produção. É possível também que os principais problemas do produto final sejam corrigidos na fase de projeto que é a fase em que as correções implicam menos custos. A produção é melhorada quando se utilizam as práticas de DFM.

A fase de projeto é um nível mais detalhado em que são definidos os requisitos do projeto, definindo as envolventes físicas e funcionais do produto. As ferramentas computacionais de desenvolvimento de um produto tornam esse desenvolvimento mais económico e a possibilidade de projeção de várias alternativas, assim como a sua avaliação. De entre as ferramentas destaca-se as ferramentas CAD (*computer-aid design*), CAE (*computer-aid engineering*), modelação, análise de elementos finitos, planeamento de processo auxiliado por computador.

Tendo por base os processos de desenvolvimento de projetos, procedendo à análise de várias alternativas e utilizando as ferramentas CAD e CAE para a modelação, análise de relações entre as peças, existência das folgas para a montagem e detecção de erros e dificuldades de montagem, foram projetados dois produtos.

O planeamento do processo assistido por computador pode ser utilizado durante o

desenvolvimento do projeto do produto.

Em conjunto com as ferramentas de desenho, existem muitas ferramentas de DFM, que sugerem oportunidades de melhoria do produto a desenvolver. (Crow, 2001)

Após o desenho de um determinado produto, é conveniente a obtenção de um protótipo com o intuito e possibilidade de análise do produto, avaliação de possíveis falhas e soluções de correção. Isto é possível realizar-se devido à possibilidade de produtos de forma rápida e económica (processos de prototipagem rápida).

Assim, ao longo do trabalho desenvolvido, foram produzidos vários protótipos, analisados, sendo feitos pequenos relatórios dos erros identificados e dos aspetos a melhorar no produto final.

1.1. Empresa acolhedora do estágio - INPACT

A primeira empresa do grupo Socem foi construída em 1986. Esta empresa tem como principal função a fabricação de moldes em aço para a indústria de polímeros.

Em 1994, a Socem Lda recebeu a certificação ISO:9002 (Sistemas de qualidade – Modelo de garantia de qualidade na produção, instalação e serviços).

Em 1996, com o objetivo de satisfazer as exigências do mercado e com base no sucesso alcançado no estrangeiro, foi adquirida a Socem MS – Fabrico de Moldes de Injeção Lda.

Em Dezembro de 1997, passou a fazer parte do grupo Socem mais uma unidade, a Socem ED – Fabrico, Engenharia e Desenvolvimento de Moldes Lda, empresa que, hoje, dá suporte a todas as fábricas constituintes do Grupo. Esta é constituída por diversas unidades: Departamento Financeiro, Gestão de Pessoas, Secretariado Comercial, Ornamentação, Compras, Projeto de Moldes, Desenvolvimento do Produto e Gestão de Projetos.

Mais tarde, em 1998, foi formada a Sep-Tec com o intuito de prestar serviços nas áreas de polimento, foscagem, textura e manutenção de moldes.

Posteriormente, em 1999, uma nova empresa passou a fazer parte do Grupo, a Spim e, em 2001 foi fundada a Socem Brasil, expandindo-se, o Grupo, além-fronteiras.

Em 2005, foi constituída a INPACT ficando esta empresa responsável pelo desenvolvimento do produto, de acordo com as especificações do cliente, produção de moldes protótipos, assim como também a produção de suportes de medição.

Posteriormente, em 2006, foi adquirida a MaxiPlás (empresa com mais de 20 anos de experiência na área da injeção de plásticos).

No ano 2008 foi conquistada a certificação ISO 9001/08 (Sistemas de gestão de qualidade – Requisitos).

Em 2013, a Socem ED foi integrada no Centro de Ensaios para a Injeção de Plásticos.

O Grupo Socem tem clientes em Portugal, Brasil, México, Alemanha e China, oferecendo serviços de *design*, engenharia, CAE, inovação, moldes de controlo e produção.

A INPACT, desde 1998, tenta promover conceitos e processos inovadores, assegurando que os produtos correspondam a soluções tendo em conta as exigências de mercado, tendo por base a inovação, criação e qualidade.

A INPACT aposta na constante formação e conhecimento para garantir um suporte de qualidade em projetos aliciantes em diferentes sectores automóvel, electrónica, aplicações domésticas, compósitos, cuidados de saúde, medicina e *eco-design* (INPACT).

Na INPACT, existem entre 20 a 30 colaboradores em diferentes secções:

- Centro de Tecnologia e Fresagem;
- Engenharia;
- Gestão de Projetos;
- Inspeção e Montagem Final;
- Prototipagem Rápida;
- Qualidade e Metrologia.

Em 2011, a INPACT conquistou o certificado de Gestão e Qualidade, segundo a norma ISO 9001:2008, em atividades de engenharia e técnicas afins: soluções de engenharia, prototipagem e dispositivos de controlo.

Em 2012, a INPACT obteve o certificado de qualidade NP 4457:2007, como empresa de pesquisa, desenvolvimento e processos de inovação e conceitos para o processamento de materiais poliméricos, compósitos e metais.

Atualmente, a INPACT, tem como projetos de desenvolvimento o IMD (*In Mould Decoration*), o IML (*In Mould Labelling*) e a sobremoldagem.

O IMD é um método utilizado para a decoração das peças injetadas, consistindo na colocação de uma película termoformada na cavidade do molde antes da injeção do material plástico. Devido à temperatura de injeção e à pressão de compactação entre a película e o material, a decoração da película fica gravada no material injetado. Após a extração da peça é necessário remover a base da película que suportava a decoração. Desta forma, é possível a obtenção de produtos personalizados de forma eficaz e económica, uma vez que este processo ocorre durante o ciclo de injeção.

O IML é um método também de decoração de peças injetadas, em que a película, sob a forma de rolo é colocada num suporte sobre o molde e posicionado de forma a que a película fique posicionada entre a bucha e o aro do molde. Neste processo, a injeção e a extração das peças são feitas do mesmo lado.

O método de sobremoldagem consiste na injeção de dois materiais em simultâneo. Este processo pode realizar-se de diferentes formas: duas injeções sequenciais, várias injeções ou injeções com insertos. A escolha dos materiais é feita com o intuito destes se interligarem, utilizando o valor de injeção do segundo material, não sendo necessária a utilização de qualquer ligante de união dos materiais.

A INPACT permitiu a realização de estágio com o plano de produção de protótipos de dois produtos, um de produção em massa e outros de produção customizada.

2. Ciclo de Desenvolvimento de Produto

A planificação de um projeto envolve várias etapas desde o planeamento do projeto até à entrada no mercado, incluindo o estudo de mercado. Portanto, existem quatro tipos de desenvolvimento de produto: novas plataformas de produtos; derivados de plataformas existentes de produtos; melhorias incrementais de produtos existentes; modelo de novos produtos. (ULRICH e EPPINGER, 2003)

O processo de desenvolvimento do produto (Figura 1) é dividido em seis etapas sequenciais: 1) Planeamento; 2) Pesquisa; 3) Produção de ideias; 4) Análise; 5) Prototipagem; 6) Implementação (ULRICH e EPPINGER, 2003).

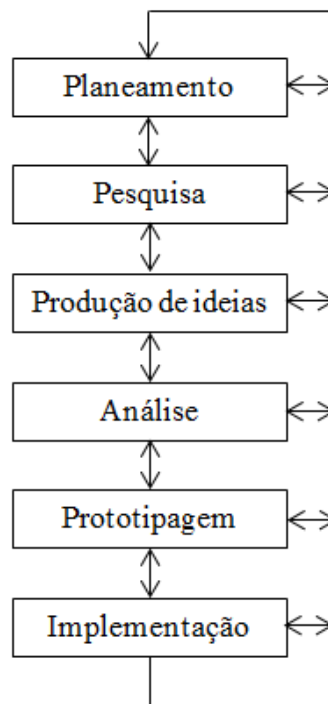


Figura 1: Diagrama do ciclo de desenvolvimento de produto, adaptado de (ULRICH e EPPINGER, 2003)

2.1. Planeamento

Os passos de planeamento do processo de desenvolvimento de um produto encontram-se representados na Figura 2. Primeiro devem ser identificadas as oportunidades e nicho de mercado, depois deve proceder-se à análise e prioritização dos projetos por forma a planear a sua exequibilidade, podendo haver um processo iterativo entre estes dois passos. Após a definição dos projetos, é efetuada a planificação do pré-projecto e só depois o desenvolvimento do produto (ULRICH e EPPINGER, 2003).

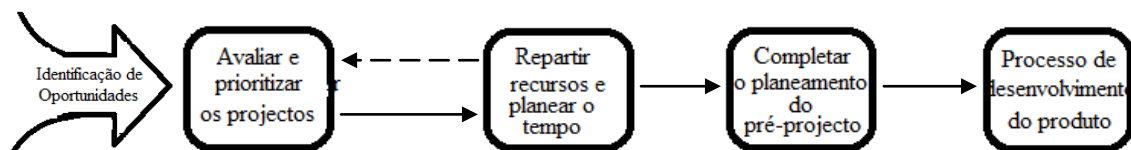


Figura 2: Processo de planeamento do produto

Para o planeamento do produto é muito importante a identificação das necessidades do cliente. Esta pode ser efetuada por documentação das frustrações e reclamações ou sugestões da experiência dos consumidores por entrevista dos utilizadores líderes. Pode-se considerar as implicações para o consumidor no estilo de vida, demografia e tecnologia para as categorias de produtos existentes e as oportunidades para novas categorias de produtos na identificação das necessidades e/ou recolher sistematicamente sugestões dos consumidores atuais ou estudar cuidadosamente o *benchmarking* competitivo.

Quando aplicado ativamente, as oportunidades recolhidas afunilam continuamente e surgem novas oportunidades.

A segunda etapa no processo de planeamento do produto é, portanto, selecionar projetos mais promissores. São utilizadas quatro metodologias na avaliação e prioritização de oportunidades para novos produtos em categorias de produtos já existentes: estratégia competitiva, segmentação de mercado, trajetórias tecnológicas e plataformas de produtos.

Os consumidores podem ser úteis se pertencerem a um segmento de mercado distinto. Dividindo um mercado em segmentos, é possível à empresa considerar as ações dos competidores e a força dos produtos existentes da empresa com respeito a cada grupo bem definido de consumidores.

A parte de repartição de recursos e planeamento do tempo deve ser realizado como se uma empresa não pudesse proporcionar o investimento em todas as oportunidades do desenvolvimento do produto. Como resultado, a tentativa de atribuição de recursos e planeamento do tempo quase sempre resulta e devolve uma avaliação prévia e o passo de priorização pode eliminar ou reduzir as dispersões do projeto a desenvolver.

Uma vez que o projeto tenha sido aprovado mas antes de terem sido aplicados recursos substanciais, torna-se importante a realização da planificação de atividades como tentativa de completar o planeamento do pré-projeto.

O objetivo definido por uma visão do produto deve ser geral, não deve identificar que novas tecnologias devem ser usadas, nem deve definir especificamente os objetivos e constrangimentos das funções como uma produção. (ULRICH e EPPINGER, 2003)

Após a elaboração do planeamento do projeto, a etapa seguinte é a pesquisa.

2.2. Pesquisa

A fase da pesquisa é a fase em que a informação é recolhida para ajudar a gerar ideias de *design*. Esta etapa inclui perfis de consumidores e definições de público-alvo, informações quantitativas e qualitativas, e informações de projetos anteriores (ULRICH e EPPINGER, 2003).

Uma vez feita a pesquisa recorre-se à geração de ideias.

2.3. Geração de Ideias

A etapa de geração de ideias consiste na forma como os *designers* usam os diferentes métodos e fontes de inspiração para a geração de soluções criativas.

Nesta etapa podem ser utilizados métodos como a criação de esboços, *brainstorming*, método de *Walt Disney* (ULRICH e EPPINGER, 2003).

Quando se dá por terminada a etapa de geração de ideias e toda a informação devidamente recolhida e tratada, é necessário a passagem para a análise desses dados.

2.4. Análise

A fase da análise é a fase em que são delineadas todas as especificações do produto, obtidas a partir de um conceito geral estabelecido nas etapas anteriores.

A forma pode ser apresentada como imagens, palavras, cor e forma, como uma maneira de melhorar a ideia e aumentar a sua eficácia (ULRICH e EPPINGER, 2003).

Após a análise é definido o projeto a desenvolver e recorre-se à parte desenho e materialização deste, a prototipagem.

2.5. Prototipagem

Na fase da prototipagem, as ideias e objetos devem ser apresentadas e testadas junto do grupo-alvo antes de receber aprovação do cliente. Modelos físicos, mecanismos ou ilustrações podem ser utilizados como forma de transmissão de ideias, de modo a que possam ser completamente entendidas (ULRICH e EPPINGER, 2003).

Por fim, feita a prototipagem do projeto e para que este possa ter oportunidade de sucesso no mercado é feita a implementação do produto final.

2.6. Implementação

Nesta etapa de implementação, é planeada a forma como as ideias podem ser concretizadas, ou seja, todo o processo de produção. A produção deve assegurar que os detalhes e as especificações de *design* sejam implementadas e que o cliente ficará satisfeito com o produto final (ULRICH e EPPINGER, 2003).

3. Necessidades de Mercado

Quando um produto tem por base as necessidades (afetivas ou funcionais) das pessoas é meio caminho andado para o sucesso desse mesmo produto. Desta forma, foram identificadas uma série de oportunidades de aspetos relevantes no dia-a-dia das pessoas:

- Falta de espaço: a elevada densidade populacional, essencialmente nas cidades, leva a que as pessoas tenham que viver em apartamentos, o que, por muitas vezes, diminui o espaço disponível;
- Preocupações ambientais: a sustentabilidade e o meio ambiente são temas que preocupam cada vez mais a população atual, uma vez que é muito importante o desenvolvimento e bem-estar, contudo, é muito importante também garantir estas condições nas gerações futuras;
- Individualidade Pessoal: o número de pessoas com problemas de saúde como problemas de postura, artrites, dores musculares, está em constante aumento. Isto faz com que a área de intervenção ao nível de desenvolvimento de produtos de prevenção ou tratamento deste foro seja crescente de dia para dia;
- Profissões e atividades do dia-a-dia: grande parte das profissões e algumas das atividades lúdicas são exercidas em posição sentada e o uso de computadores portáteis em posturas incorretas que contribuem para os problemas de saúde;
- Cuidados com o corpo: a grande preocupação com o corpo é uma problemática que está bem presente na sociedade atual, tanto a níveis de saúde como com a estética;
- Falta de tempo: com a evolução tecnológica, atualmente as pessoas têm menos tempo para a realização das tarefas domésticas ou pessoais;
- Customização: o desenvolvimento tecnológico dos métodos de fabrico leva a que as pessoas consigam ter produtos customizados mais facilmente.

As oportunidades e problemas identificados são o ponto de partida para o desenvolvimento dos produtos a propor no âmbito de tese de mestrado em Engenharia da Conceção e Desenvolvimento do Produto.

3.1. *Benchmarking Externo para o Desenvolvimento de Novos Produtos*

Benchmarking é um processo de melhoria em que uma empresa avalia o desempenho dos seus produtos ou processos, em comparação com os produtos já existentes. Determina a forma como o produto alcançou o seu nível de desempenho e utiliza essas informações para melhorar o seu próprio desempenho.

Uma patente é um direito exclusivo, possível de obter sobre invenções, isto é, é um contrato entre o Estado e o requerente em que se obtém o direito exclusivo de produzir ou comercializar uma invenção, tendo como contrapartida a sua divulgação pública.

Existem dois tipos de patentes: as patentes de *design* e as patentes de utilidade. É possível obter-se patentes para quaisquer invenções em todos os domínios da tecnologia, quer se trate de produtos ou processos, bem como para processos novos de obtenção dos produtos, substâncias ou composição já conhecidos. Se a patente for concedida, o seu titular passa a deter um exclusivo que lhe confere o direito de impedir que terceiros, sem o seu consentimento, fabriquem produtos objeto de patente, apliquem os meios ou processos patenteados, importem, exportem ou explorem economicamente o produto ou processos protegidos.

Todas as invenções podem ser protegidas desde que cumpram diversos requisitos. A invenção tem que ser nova (a expressão “ser nova” significa não pode fazer parte do estado da técnica que inclui tudo o que, dentro ou fora do país, foi divulgado ou tornado acessível ao público por qualquer meio, antes da data do pedido ou da sua data de prioridade. Considera-se igualmente como compreendido no estado da técnica o conteúdo de pedidos de patente e de modelo de utilidade apresentados no país onde se solicita a proteção, mesmo que ainda não tenham sido publicados. Não se considera que a invenção foi divulgada ao público se tiver havido um abuso evidente em relação ao inventor ou uma publicação indevida efetuada pelo Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI). Considera-se ainda que não existe divulgação ao público nas exposições internacionais reconhecidas, desde que estejam preenchidas três condições: tem que ser efetuada pelo próprio inventor; tem que ser efetuada no prazo improrrogável de 6 meses, acontece depois o pedido e tem que ser indicada no requerimento do pedido de patente (referindo a data em que tal situação ocorreu) e comprovada através da junção de documento que ateste essa divulgação. A prova da divulgação deve consistir num documento emitido pela entidade

responsável pela exposição, que exiba a data em que a invenção foi pela primeira vez exposta ou divulgada nessa exposição, bem como a identificação da invenção em causa).

A invenção deve possuir atividade inventiva (considera-se que uma invenção envolve atividade inventiva se, tendo em conta o estado da técnica, não for óbvia para uma pessoa especializada na matéria técnica em questão).

A invenção deve ter aplicação industrial, uma invenção é considerada como suscetível de aplicação industrial se o seu objecto puder ser fabricado ou utilizado em qualquer tipo de indústria (ULRICH e EPPINGER, 2003).

A duração de uma patente é de 20 anos, contados a partir da data do pedido. As suas taxas de manutenção são pagas anualmente. Essas anuidades devem ser requeridas nos últimos seis meses de validade do registo ou, após esse período, mediante o pagamento de taxa adicional.

3.2. Benchmarking Interno para o Desenvolvimento de Novos Produtos

Uma análise SWOT é a análise ao ambiente, utilizada como base para gestão e planeamento estratégico de uma empresa com o objetivo de identificação de elementos chave para a gestão da empresa, o que implica estabelecer prioridades. Este tipo de análise é utilizado para fortalecer os pontos positivos, indicar os pontos a melhorar, mostrar as oportunidades de atuação ou crescimento, tentando eliminar os riscos, portanto, perante as necessidades de mercado identificadas e tentando resolver todas, foram identificados os produtos de desenvolvimento possível e, para cada proposta de produto foi efetuada uma descrição e uma análise SWOT: Pontos Fortes e Fracos, Oportunidades e Ameaças (*Strength, Weakness Opportunities and Threats*).

3.2.1. Proposta do primeiro produto

Escova de dentes sustentável - este produto teria como principal função a limpeza dentária e remoção da placa bacteriana nas zonas mais difíceis de alcançar com as cerdas da escova dentária. Assim, incorporou-se um jato de água e escova de dentes, promovendo, não só a

melhor higienização bucal, como a poupança de água (Tabela 1 e Figura 3), aproveitando o jato de água para movimentação das cerdas;

Tabela 1: Análise SWOT da escova de dentes sustentável

Forças	Fraquezas
<ul style="list-style-type: none"> • Sustentabilidade ambiental • Lavagem completa 	<ul style="list-style-type: none"> • Necessita de torneira/reservatório com água potável
<ul style="list-style-type: none"> • Inexistência no mercado do conjunto escova-jato em junção com outras funcionalidades sem consumo energético 	<ul style="list-style-type: none"> • Existência de vários tipos de jatos de água para a escovagem dos dentes e escovas de dentes
Oportunidades	Ameaças

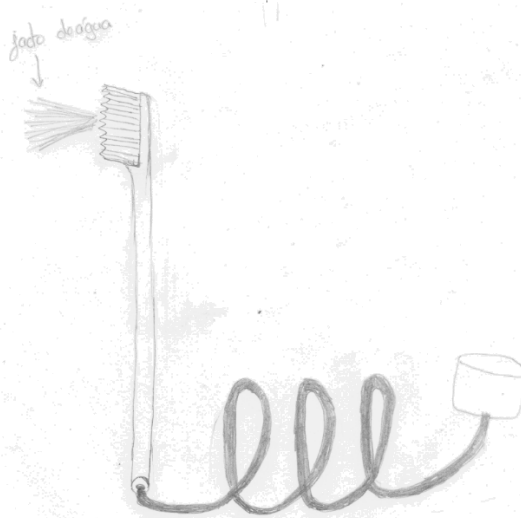


Figura 3: Esboço da ideia inicial para a escova de dentes sustentável

3.2.2. Proposta do segundo produto

Corretor postural da coluna torácico-lombar – este conceito foi pensado com base na carapaça do Tatu (família *dasypodidae*) devido ao seu sistema articulado e na antena de rádio telescópica devido ao seu fácil sistema de recolha, ficando portátil. Este sistema foi idealizado com o intuito de prevenir más posturas e consequente prevenção de algumas doenças provocadas por erros posturais resultante da maioria das profissões atuais que dependem de posturas prolongadas, sentadas ou de pé (Tabela 2 e Figura 4);

Tabela 2: Análise SWOT do corretor postural da coluna torácico-lombar

Forças	Fraquezas
Prevenção de doenças posturais	Utilização regular
Utilização como tratamento preventivo e estético	Necessário o ajuste/existência de vários tamanhos antropométricos
Possibilidade de fabrico customizado	Facilmente replicável e adaptável a vários modelos
Oportunidades	Ameaças



Figura 4: Esboço da estrutura do corretor postural

3.2.3. Proposta do terceiro produto

Corretor postural da coluna cervical - este conceito foi pensado com base nas gargantilhas usadas pelas senhoras. A ideia seria a acoplação de um sistema que contribuísse para a correção da postura, quando fosse necessário, e utilizado como um produto estético simultaneamente. Desta forma, seria possível a utilização de um produto estético e simultaneamente corretivo (Tabela 3 e Figura 5);

Tabela 3: Análise SWOT do corretor postural da coluna cervical

Forças	Fraquezas
Prevenção de diversas doenças Possibilidade de fabrico customizado	Necessária a utilização regular deste produto
Utilização como joalheria Inexistência de produtos no mercado com relação estético-medicinal	Facilmente replicável
Oportunidades	Ameaças

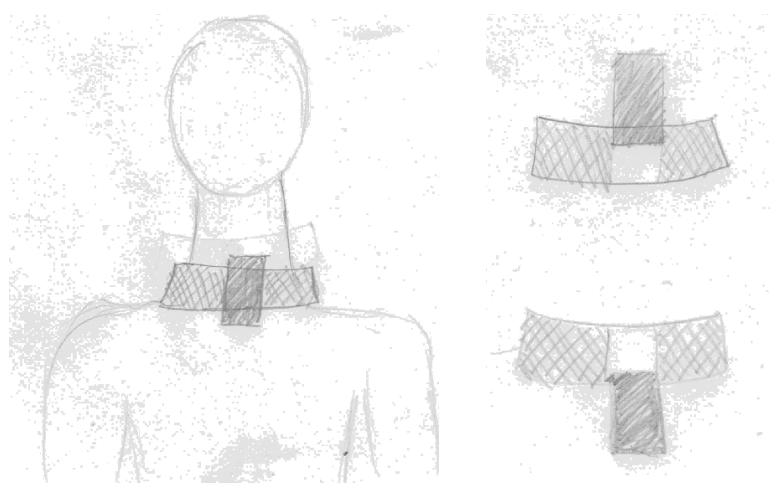


Figura 5: Esboço da estrutura do corretor postural cervical

3.2.4. Proposta do quarto produto

Ortótise estético-funcional para o punho - este conceito foi pensado nas ortóteses do punho. A ideia seria a combinação da utilização de uma ortótise estética e, em simultâneo, funcional, isto é, a incorporação de elementos funcionais (relógio, mp3...) na ortótise do punho que, para além de elemento curativo, teria também uma componente estética (Tabela 4 e Figura 6).

Tabela 4: Análise SWOT da ortótese estético-funcional do punho

Forças	Fraquezas
Prevenção/tratamento de diversas lesões no punho	Risco de avaria do componente funcional
Possibilidade de fabrico customizado	Necessária a utilização regular
Esteticamente agradável	Facilmente replicável
Combinação dos componentes terapêuticos e funcional	
Oportunidades	Ameaças

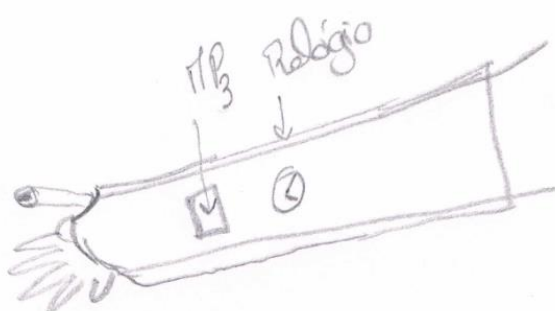


Figura 6: Esboço da ideia inicial da ortótese estético-funcional do punho

3.3. Pesquisa e Seleção dos Produtos a Desenvolver

Após a pesquisa, foi efetuada a ponderação e avaliação das ideias de projetos apresentadas, foram ponderados e tidos em conta vários aspetos e ponderados os prós e os contras com uma discussão baseada nos produtos, na análise SWOT e na experiência pessoal e profissional dos presentes, assim como o levantamento de outros produtos existentes (capítulos 4.2 e 5.3) no mercado de produtos semelhantes. Concluiu-se que:

- A escova de dentes, embora exista uma grande diversidade de produtos no mercado pretende-se um produto com detalhes inovadores e inéditos, sabendo que é cada vez mais utilizado, uma vez que a população tem cada vez mais cuidados com a saúde e hábitos de higiene dentária. Sendo um produto para produção em massa corresponde aos desafios no DFM;

- A população atual procura, cada vez mais, grande diversidade e possibilidade de escolha, o que torna viável o desenvolvimento da escova de dentes;
- A preocupação a nível ambiental é considerada importante e a sustentabilidade é cada vez mais tida em conta, sendo a escova com jato de água incorporado e ligado à torneira, proporciona poupança de água. Elimina também a dependência de fontes de energia, como eléctrica ou baterias;
- O corretor postural torácico-lombar é um produto possível de obtenção de produtos estéticos, embora já exista muita variedade no mercado de corretores, sendo este uma combinação das duas vertentes: estética e funcional. Este permite uma produção customizada com desafios diferentes ao nível do DFM.
- O corretor postural da coluna cervical é a possibilidade de obtenção de um produto estético-preventivo, embora seja um produto mais direcionado para o género feminino. Este produto é considerado um produto de produção customizada, com desafios na DFM;
- A ortótese funcional do punho é um produto com funcionalidade preventiva, estético e funcional, dando a possibilidade de incorporação na ortótese de uma diversidade de dispositivos funcionais à escolha do utilizador (relógio, mp3...), sendo este um produto customizado;
- A população atual é uma população que se preocupa cada vez mais com a estética, no entanto, resultante das profissões atuais, existem cada vez mais recorrentemente problemas de postural.

Após a discussão foram selecionados dois projetos para produção de ideias e desenvolvimento, de acordo com a tipologia de fabrico e com as potencialmente identificadas para introdução no mercado:

- Escova de dentes sustentável (Primeiro Produto);
- Corretor postural da coluna cervical (Terceiro Produto).

4. Projeto da Escova de Dentes Sustentável

Dentes saudáveis não só contribuem para uma boa aparência, como também contribuem para uma boa mastigação. Portanto, é importante manter-se uma boca saudável para que se mantenha o bem-estar individual.

As características a desenvolver nesta escova de dentes serão o facto de esta permitir, para além da incorporação do jato de água, a rotação das cerdas sem recurso a fontes de energia e de poder incluir cápsulas de dentífrico em pó com a dosagem recomendada pelos dentistas. O facto de o jato de água já estar incorporado promove em simultâneo e a rotação das cerdas sendo um movimento através do impulso da água proveniente para o jato de água, o que promove sustentabilidade ambiental, uma vez que ocorre a poupança de água e elimina o consumo de energia. A incorporação do jato de água permite também uma lavagem bucal completa, ou seja, em simultâneo com a escovagem, é possível a limpeza dos locais mais difíceis de limpar na boca através do jato de água. Após a limpeza total do dentífrico é evitado também o bochecho, uma vez que o jato de água é contínuo e realiza de imediato a lavagem bucal.

4.1. Caracterização sociocultural da escova de dentes

Ao longo da história, as práticas e cuidados de higiene têm ganho cada vez mais importância, incorporando o desenvolvimento tecnológico que vai ocorrendo. Desta forma, o cuidado com o corpo constitui uma questão muito importante para a humanidade e a vida em sociedade. Assim, os cuidados diários preventivos têm evoluído com a ajuda dos componentes corretos, como escova de dentes, tem-se procurado evitar o desenvolvimento de problemas dentários e contribuição para o bem-estar físico e mental individual e da sociedade (MONTEIRO, 2014).

A higiene pessoal está incorporada no quotidiano do Homem desde à muitos anos atrás; a higiene dentária tem como papel fundamental um dos aspetos de higiene pessoal. Desta forma, torna-se importante a obtenção de uma boa escova dentária e a implementação de boas práticas para a sustentabilidade energética e ambiental.

A escova de dentes tem sofrido grandes alterações com a evolução tecnológica.

Segundo manuscritos encontrados em escavações na Babilónia, já em 3500 a.C., eram utilizados palitos de ouro para a limpeza dentária. No entanto, mais primitivamente, eram utilizados ramos que eram esfregados sobre os dentes com o intuito de se obter limpeza dentária, pela comunidade egípcia (COMPUTERSMITHS, 2013).

O primeiro cirurgião-dentista, Hesi-Ré, em 3000 a.C., recomendava que a limpeza dentária fosse feita com os dedos. Já em 1600 a.C., a literatura chinesa mencionava a *datuna* que se caracterizava por uma haste de madeira macia para mastigar e higienizar os dentes (JETEJETE, 2011).

Mais tarde, em 250 a.C., Aristóteles utilizava uma toalha de linho fino e áspero para fazer a limpeza dentária. Por volta de 100 d.C., os romanos começaram a demonstrar alguma preocupação com a higiene oral, tendo Plínio, o Jovem, estabelecido alguns conceitos relativamente ao material utilizado para a construção das escovas dentárias. Ele defendia que as penas de urubu não seriam o material apropriado para a construção de escovas de dentes, uma vez que causavam mau hálito. Desta forma, ele sugeriu que, na substituição das penas de urubu, fossem utilizadas cerdas de porco-espinho (JETEJETE, 2011).

A partir de então e até ao ano 1400 houve uma grande evolução nas escovas de dentes desenvolvidas na Europa. Mais tarde, em 1488, James IV, no Reino Unido, adquiriu escovas de ouro com uma corrente para utilizar como colares (JETEJETE, 2011). No entanto, este utensílio era demasiado caro e tornou-se um privilégio apenas das classes sociais mais abastadas. Estes objetos podiam ser considerados obras de arte por serem ornamentados por metais e pedras preciosas. Também nessa altura, na China, já eram construídas escovas de dentes constituídas por marfim ou osso de bovino com pelo de porco e crina de cavalo.

Em 1602, Richard Vaughan admite que os dentes devem ser escovados com utensílios de prata e as gengivas com uma echarpe. No entanto, Fauchard, em 1728, critica a utilização de instrumentos metálicos para a limpeza dentária e sugere a sua substituição por esponjas humedecidas (KHURRUM1, 2007).

Até ao ano 1780, este método de limpeza dentária foi utilizada, contudo, por esta altura, Addis produziu, em Inglaterra, uma escova constituída por um cabo de osso, com pelos naturais introduzidos em buracos feitos numa das extremidades do osso e presos com um arame (KOKEN, 2012).

Com o passar dos anos, foram sendo feitas alterações à escova de dentes e, por volta de 1840, as escovas passaram a ter como principais pontos de referência de produção em Inglaterra, França e Alemanha. Em 1857, foi feita a primeira patente industrial por Wodsworth, no entanto, apenas em 1880 se deram inovações no processo industrial de produção de escovas de dentes. Esta inovação deu-se como início de utilização de plástico nos cabos de escovas de dentes. Apenas em 1900 foi incorporada a celulóide e o acetato de celulose em 1930. No ano 1938 os pelos naturais foram substituídos por *nylon* (KOKEN, 2012).

A primeira escova de dentes eléctrica patenteada surgiu em 1855, em Tornberg. Foi por esta altura que começaram a surgir várias gamas de escovas de dentes. Desde então, tem sido dado um especial enfoque à higiene bucal como prevenção de muitas doenças, assim como cáries e doenças gengivais (ANDREA, 2009).

4.2. Tipos de escova de dentes atuais

Atualmente, a higiene dentária tem um espaço importante no quotidiano da humanidade, sendo dado especial atenção à utilização da escova de dentes. Desta forma, é-nos disponibilizada uma grande variedade de tipos de escovas de dentes.

Existem escovas aromatizadas e termo-sensíveis pensadas para proporcionar uma motivação para as crianças escovarem os dentes (ASCES, 2012).

Foram desenvolvidas escovas de cabeça tripla (têm três cabeças de limpeza (Figura 7) e foram desenvolvidas para uma melhor remoção do biofilme dental (OLIVEIRA *et al.*, 2011)).



Figura 7: Escova de dentes de cabeça tripla (BENEFIT, 2014)

As escovas elétricas (Figura 8) são indicadas especialmente para indivíduos com dificuldades de coordenação motora, mostrando resultados significativamente positivos ao nível da remoção da placa bacteriana (ASCES, 2012)).



Figura 8: Escova de dentes eléctrica (ORAL-B VITALITY SENSITIVE ELECTRIC TOOTHBRUSH, 2014)

De acordo com a cabeça da escova estas podem ser com monobloco (Figura 9) é constituída por um único bloco de material sintético leve. Tem como principais funções a massagem das gengivas, boa limpeza e remoção da placa bacteriana.



Figura 9: Escova de dentes com monobloco (BLODONTO, 2012)

Foram ainda produzidas escovas a pensar no ambiente e, por sua vez, feitas com materiais provenientes da natureza, com boas capacidades de escovação dentária. Alguns exemplos desses materiais são *Luffa Cyllindrica*, bambu e *miswak*. As escovas dentárias que se podem verificar na Figura 10 são feitas de bambu e 100% biodegradável.



Figura 10: Escovas de dentes ecológicas (ESCOVA DE DENTE ECOLÓGICA DE BAMBU, 2014)

Para a limpeza entre os dentes foram desenvolvidas escovas interdentais (apresentam aspeto semelhante ao representado na Figura 11 e são recomendadas a indivíduos adultos que apresentem os espaços interdentais aumentados e superfícies radiculares parcialmente expostas (ASCES, 2012)).



Figura 11: Escovas de dentes interdentais (COMO ESCOLHER A ESCOVA DE DENTES CERTA-DICAS, 2014)

Neste tipo de escova interdental existem escovas unitufo e bitufo. A escova redonda com um unitufo (Figura 12) de cerdas com dois (um de cada um dos lados da escova, como se pode observar na Figura 13. Essa escova foi pensada para o alcance de zonas de difícil acesso na boca (ASCES, 2012).



Figura 12: Escova de dentes unitufo (ESCOVA DENTAL UNITUFO CURAPROX CURADEN-9MM, 2014)



Figura 13: Escova de dentes bitufo (SAIBA A IMPORTÂNCIA DO USO DO BITUFO, 2014)

Para higienização da prótese total existe uma escova para a limpeza dos tecidos moles e da prótese para garantir o não desenvolvimento de fungos e bactérias. Esta escova é constituída por cerdas rígidas de um dos lados e do lado oposto cerdas em espiral, como é possível verificar na Figura 14. Só desta forma é que é possível a obtenção de limpeza total (ASCES, 2012)).



Figura 14: Escova de dentes para higienização da prótese (ESCOVA DENTAL UNITUFO CURAPROX, 2014)

Embora seja importante a escolha do tipo de escova a utilizar, também é muito importante a constituição da escova, ou seja, o tipo de cerdas que esta possui:

- Cerdas duras: para uma boa utilização das escovas dentárias, as escovas de dentes de cerdas duras utilizadas para a limpeza de próteses dentárias fixas, removíveis ou sobre implante, no entanto, sobre os dentes naturais a sua utilização contínua pode causar desgaste do esmalte provocando sensibilidade;
- Cerdas de dureza média;
- Cerdas macias: por norma, devem utilizar-se estas escovas porque permitem a limpeza das gengivas sem provocar danos e, aquando a escovagem dos dentes, não ocorre desgaste do esmalte (OLSEN, 2014)).

As pontas das cerdas podem ainda apresentar um acabamento liso, plumado, plano ou polido. É importante o bom acabamento, independentemente da extremidade. Para contribuir para a obtenção de uma limpeza completa e eficaz dos dentes (INMETRO, 2014).

4.3. Jato de água

O primeiro jato de água dentário foi desenvolvido por Dr. Gerald Moyer e John Mattingly Moyer, em 1955 e disponibilizado ao público em 1967. Este médico dentista e o engenheiro hidráulico, respectivamente, desenvolveram este produto com o intuito de substituir o fio dentário.

Ao longo dos tempos foram desenvolvidos novos modelos de jatos de água e, por sua vez, disponibilizados em farmácias. No entanto, as alterações de pressão afetam a eficácia do jato de água dentário. Alguns jatos contêm o seu próprio reservatório de água recarregável (Figura 15). Existem jatos de água dentários que utilizam torneiras como fonte de água (Figura 16), permitindo que a pressão de água varie conforme o utilizador ou a torneira utilizada (SMITH, 2014).



Figura 15: Jato de água com reservatório de água (WATERPIK ULTRA WATER-FLOSSER, 2014)



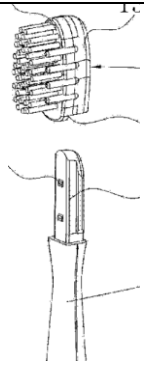
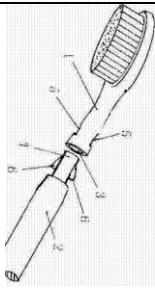
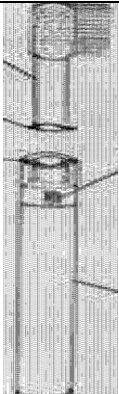
Figura 16: Jato de água sem reservatório de água (CBE9CAA5_96EC9CBF_D2D9_4891_813A_160528154307, 2014)

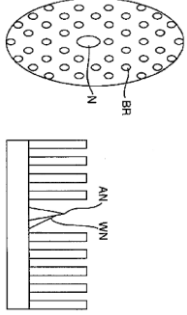
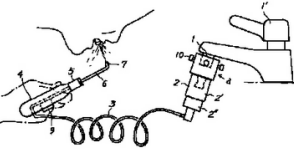
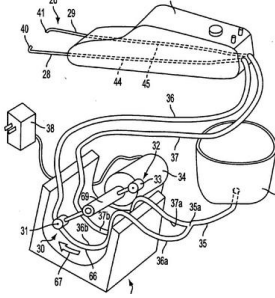
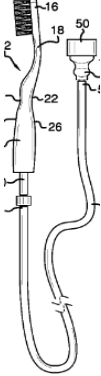
Existem também jatos de água dentários com a intervenção de bicarbonato de sódio. Este produto é utilizado por ser extrafino, sendo muito diferente do vendido nos supermercados. É possível a obtenção de óptimos resultados na limpeza dentária em todas as faixas etárias, pacientes com próteses dentárias ou problemas periodontais. No entanto, existem questões relativamente à utilização deste sal devido ao facto de ser projetado contra os tecidos e superfícies dentárias, se poderá, ou não, causar danos (BAPTISTA, 22/Agosto/2013).

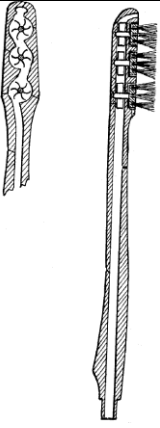
4.4. Patentes de escovas de dentes com jatos de água

Face ao âmbito do projeto, foi efetuada a pesquisa de patentes existentes no mercado relacionadas com o projeto escova de dentes ecológica e foram encontrados sistemas de saída de água da escova, escova com jato de água incorporado, diferentes tipos de alimentação de água (depósito ou torneira) e diferentes tipos de escova com cabeça substituível. Estes produtos encontrados encontram-se representados na Tabela 5.

Tabela 5: Patentes de escovas de dentes e jatos de água


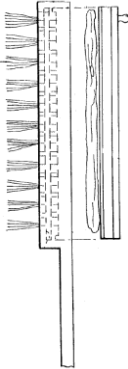
Nome e nº da patente	Imagem	Descrição	Informações adicionais
<p>“Toothbrush with replaceable toothbrush head” CN103783804 A (NING <i>et al.</i>, 14/05/2014)</p>		<p>Escova de dentes com cabeça substituível em que a cabeça compreende uma ranhura capazes de encaixar em encaixes de ranhuras existentes no cabo da escova</p>	<p>Inventor: Luo Ning et al.</p> <p>Data: 2014/05/14</p>
<p>“Toothbrush with changeable toothbrush head” CN103844575 A (GEN, 11/06/2014)</p>		<p>A cabeça e o cabo da escova são duas peças independentes. A união é feita através de grampos existentes na cabeça da escova que encaixam no cabo da escova.</p>	<p>Inventor: Li Gen</p> <p>Data: 2014/06/11</p>
<p>“Toothbrush with replaceable brush head” CN103844576 A (ZHENGBIN, 11/06/2014)</p>		<p>A terminação da cabeça da escova tem duas saliências simétricas que encaixarão em duas ranhuras que se encontram na extremidade superior do cabo da escova</p>	<p>Inventor: Wang Zhengbin</p> <p>Data: 2014/06/11</p>

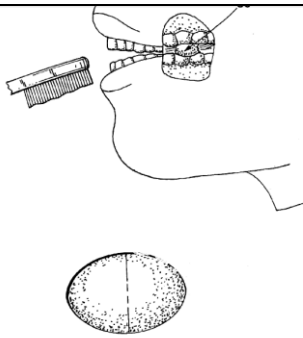
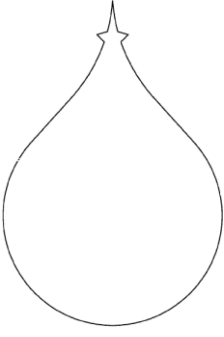
<p>“A process for cleaning teeth” CN103108606 A (SHRAVAN <i>et al.</i>, 15/05/2013)</p>		<p>Esta invenção consiste na utilização de jato de água com o intuito de melhorar a limpeza dentária</p>	<p>Inventor: Kamkar Shravan</p> <p>Data: 2013/05/15</p>
<p>“Toothbrush” JPH08103329 A (HIDEKI, 23/04/1996)</p>		<p>Este jato de água é constituído por uma mangueira que liga a uma torneira, proporcionando uma boa limpeza dentária</p>	<p>Inventor: Kanai Hideki</p> <p>Data: 1996/04/23</p>
<p>“Oral irrigation and/or brushing devices and/or methods” US2011262879 A1 (J, 27/10/2011)</p>		<p>Dispositivo que compila a função jato de água com escova de dentes. Estas funcionalidades podem ser utilizadas em conjunto ou em separado. Para o jato de água existe um reservatório de água em que a água será impulsionada por uma bomba.</p>	<p>Inventor: Hegemann Kenneth</p> <p>Data: 2011/10/27</p>
<p>“Water jet toothbrush assembly” US8801316 B1 (REZA, 12/08/2014)</p>		<p>Conjunto de escova de dentes com jato de água incorporado para uma boa remoção de placa bacteriana e resíduos. O conjunto inclui uma escova de dentes, um cabo de condução de água e uma boca de encaixe na torneira para o fornecimento de água.</p>	<p>Inventor: Abedini Reza</p> <p>Data: 2014/08/12</p>

<p>“Hydraulic Toothbrush” US3869746 A (MAN-KING, 11/Março/1975)</p>		<p>Uma escova de dentes que tem uma linha de três tufos rotativos de cerdas. Os tufos foram feitos de forma a que sejam rodados por turbinas que, por sua vez, rodam por ação da pressão que a água da torneira exerce e flui através do cabo da escova de dentes.</p>	<p>Inventor: Law Man-King Data: 1975/03/11</p>
---	---	--	---

Para as cápsulas de pasta de dentes existem também patentes associadas a ter em conta que ser encontram representadas na Tabela 6.

Tabela 6: Patentes de cápsulas de pasta de dentes

Nome e nº da patente	Imagem	Descrição	Informações adicionais
<p>“Personal Oral Hygiene Composition and Device” EP 1304978 B1 (ERNEST, 02-05-2003)</p>		<p>Produto de higiene oral portátil, mais particularmente, dispositivos externo seco de armazenamento dentífrico de forma livre dentro de um recipiente adaptado para utilização quando requerido.</p>	<p>Inventor: Alexander Carl Ernest Data: 2007/10/03</p>
<p>“Disposable Tooth Brush” US 4588089 A (YANZ JR e SPECTOR, 13/Maio/1986)</p>		<p>Pacote dental portátil que consiste num sistema dispensador de pasta de dentes, com uma ranhura nas cerdas da escova de dentes que é removida depois da escovagem</p>	<p>Inventor: Rudolph A. Yanz Jr. George Spector Data:</p>

		dentária.	1986/05/13
<p>“Encapsulated dentifrice and method of use” US 7074390 B2 (MACKINNON, 09/Sembro/2004)</p>		<p>Cápsula de dentífrico de uma única utilização. Pode incluir pasta de dentes ou qualquer outro dentífrico dentro de um revestimento. O dentífrico pode incluir fibras de <i>miswak</i>, que age naturalmente como escova de dentes. O revestimento deve ser constituído por colina ou albumina. Para utilização, esta cápsula é colocada na boca, perfurada com os dentes e posteriormente espalhada com a língua.</p>	<p>Inventor: Carol L. Maokinnon</p> <p>Data: 2006/07/11</p>
<p>“Toothpaste droplets” US 8113729 B2 (SOLAN, 13/Janeiro/2011)</p>		<p>Método de dispensador de pasta de dentes. Uma pequena quantidade de pasta de dentes é delimitada por uma membrana. Membrana esta que deve incluir uma pequena cauda que é configurada dentro das cerdas da escova.</p>	<p>Inventor: Wayn R. Soland</p> <p>Data: 2012/02/14</p>

4.5. Normas ISO associadas às escovas

Os elementos normativos são definidos pela Organização Internacional de normalização que estabelece diretivas como requisitos de um determinado produto ou serviço. A partir desta organização surgem as normativas ISO (*International Standard Organization*) que são documentos com a descrição de normalizações.

Assim como todos os mercados, também o mercado de escova de dentes tem normas associadas ao mesmo. Relativamente aos produtos dentários, mais especificamente às escovas de dentes, existem duas normas associadas: ISO 22254:2005 e ISO 16409:2006.

A norma ISO 22254:2005 especifica um método para teste de determinação da resistência dos tufo de escovas de dentes manuais. Esta norma é aplicável a todas as escovas com um *design* convencional, com o apoio para as cerdas plano (ISO, 2009b).

A norma ISO 16409:2006 especifica os requisitos e métodos de ensaio para os critérios de desempenho para escovas interdentais manuais com uma secção transversal da cabeça da escova redonda. Esta norma tem também informações de acompanhamento, tais como as instruções do fabricante para a utilização do produto e rotulagem das embalagens. Esta norma não se aplica a escovas interdentais, escovas de dentes com alimentação manual e fio dentário. Não se aplica igualmente a produtos de limpeza dentária que não incluam filamentos (ISO, 2010).

4.6. *Estudo de mercado*

Para se efetuar um estudo de mercado relativamente ao produto a desenvolver, foi feito um questionário a colaboradores do grupo Socem, A este questionário (ANEXO I – Inquérito aos colaboradores do Grupo Socem) responderam 90 pessoas, cuja caracterização se segue.

As questões 1 e 2 faziam referência à faixa etária e ao género dos colaboradores que reponderam ao questionário. As respostas obtidas encontram-se nas Figura 17 e Figura 18. A amostra utilizada para este estudo foi constituída por 90 trabalhadores do grupo Socem. A população estudada apresenta mais de 25 anos de idade, estando a maioria da amostra entre os 25 e os 40 anos (Figura 17) e sendo esta constituída maioritariamente por indivíduos do género masculino (Figura 18).

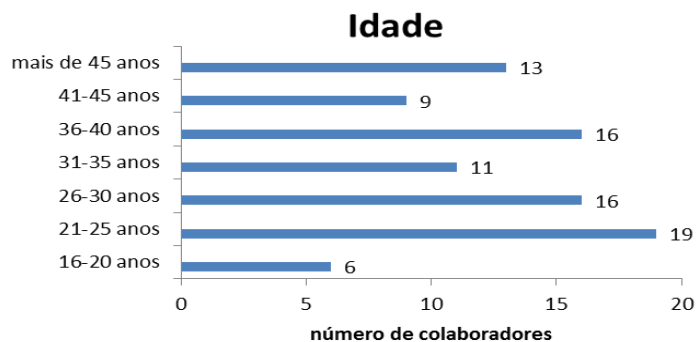


Figura 17: Questão 1: "Faixa Etária"

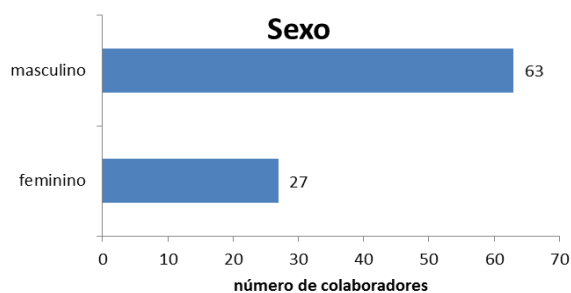


Figura 18: Questão 2: "Sexo"

As questões 3, 4, 5 e 6 dizem respeito à escova de dentes utilizada e à frequência de escovagem dentária. Cem por cento da população inquirida utiliza escova de dentes e na sua maioria escova os dentes duas vezes ao dia (Figura 19) com uma escova manual (Figura 20) da marca *Colgate* (Figura 21).

frequência de escovação

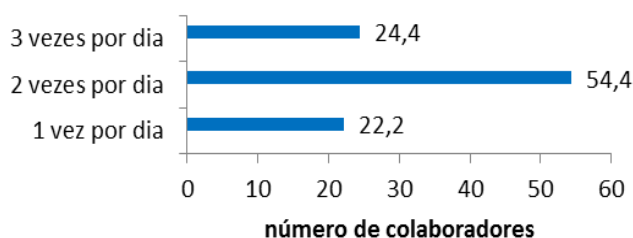


Figura 19: Questão 4: "Com que frequência lava os dentes?"

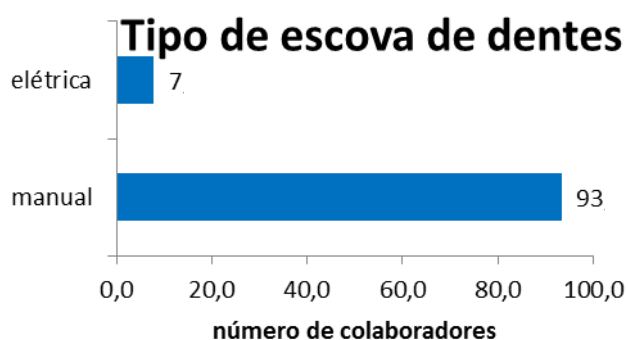


Figura 20: Questão 5: "Que tipo de escova de dentes utiliza?"

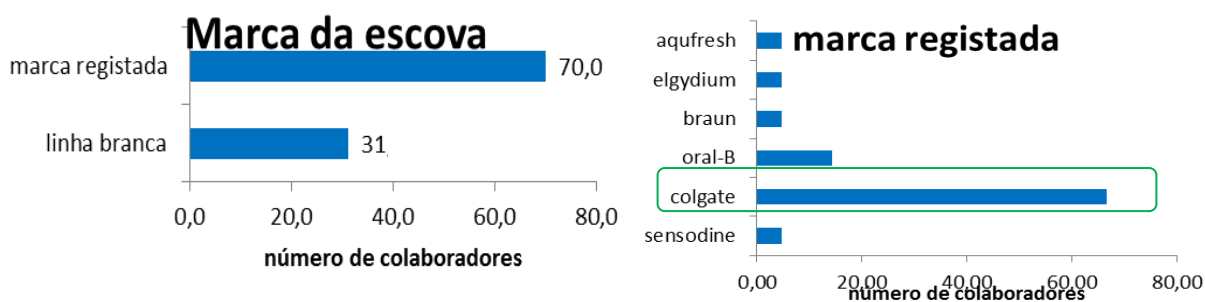


Figura 21: Questão 6: "Que marca de escova de dentes utiliza?"

Através da observação dos gráficos da Figura 21, pode concluir-se que é uma mais-valia a realização de uma parceria de fabricação de escova de dentes com uma marca registada como a *Colgate*, uma vez que grande parte da população da amostra utiliza escovas de dentes desta marca.

As Figura 22 a Figura 25 ilustram as respostas obtidas nas questões 8 a 11, relativamente à utilização de dentífrico durante a higienização dentária. Através das figuras é possível verificar que utiliza como dentífrico pasta de dentes da marca registada *Colgate*, sendo a

quantidade de dentífrico utilizada por cada escovagem, uma linha ao longo da escova. De acordo com as recomendações pode ser considerada uma quantidade excessiva.

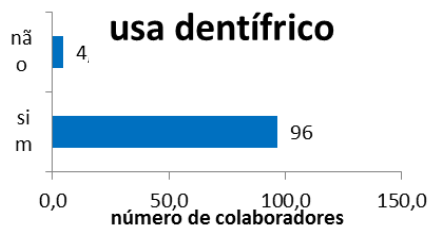


Figura 22: Questão 8: "Durante a higienização bucal, utiliza dentífrico?"

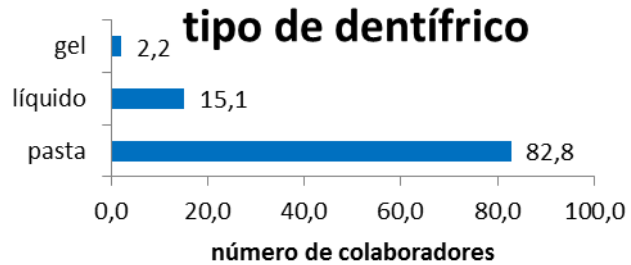


Figura 23: Questão 9: "Que tipo de dentífrico utiliza?"

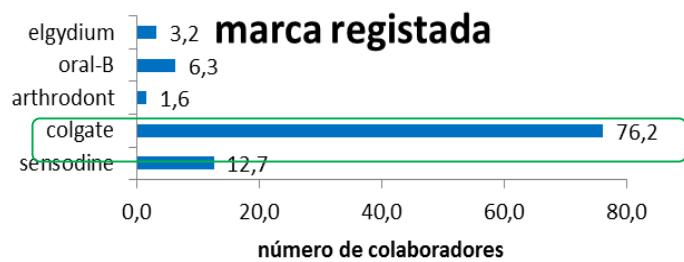
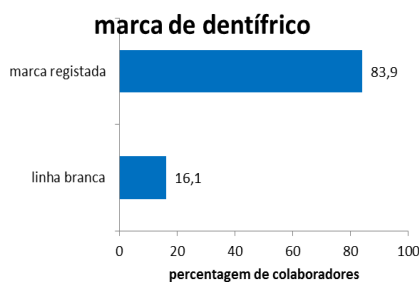


Figura 24: Questão 10: "Qual é a marca dentífrico que utiliza?"

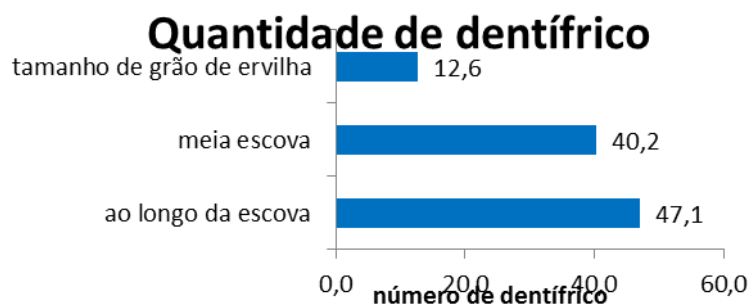


Figura 25: Questão 11: "Qual é a quantidade de dentífrico que utiliza durante a escovação dentária?"

As respostas às questões 12 a 22 são relativas à utilização de fio dentário e elixir bucal e outras questões de limpeza dentária. Aproximadamente metade da amostra inquirida utiliza fio dentário (Figura 26 e Figura 27), da qual mais de metade utiliza da marca *Colgate* (Figura 28). O elixir bucal é utilizado por mais de metade da amostra inquirida e, na grande maioria, é da marca *Listerine* (Figura 29 e Figura 30).

Após este estudo de caracterização, foram efetuadas questões para prospeção acerca do desenvolvimento de um novo produto. É possível concluir que uma grande parte dos inquiridos respondeu que gosta ou gosta muito da sensação de limpeza bucal com jato de água (Figura 32), assim como costumam direcionar o chuveiro para os dentes (Figura 31). A maioria usa a mão para levar a água à boca para o bochecho (Figura 33) e são uma minoria os que lavam os dentes no chuveiro (Figura 34).

Relativamente ao dinheiro que é despendido para a obtenção de uma escova dentária, encontra-se a um preço médio (3 – 5 €) para quase metade dos trabalhadores inquiridos e que a maior preocupação de poupança de produtos de higiene bucal é no elixir bucal (Figura 35 e Figura 36).

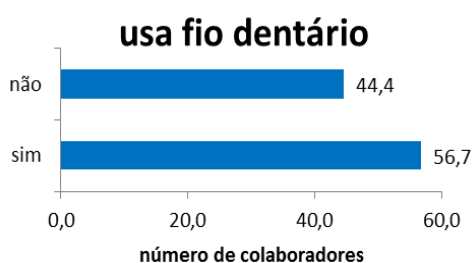


Figura 26: Questão 12: "Utiliza fio dentário?"

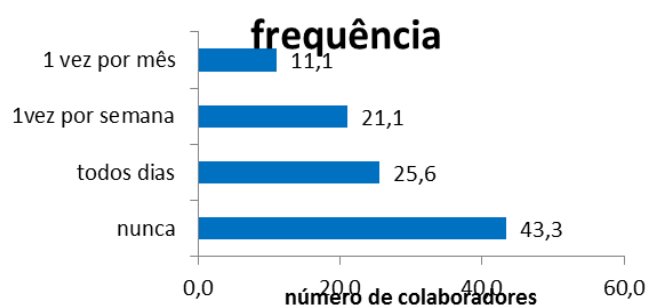


Figura 27: Questão 13: "Com que frequência utiliza fio dentário?"

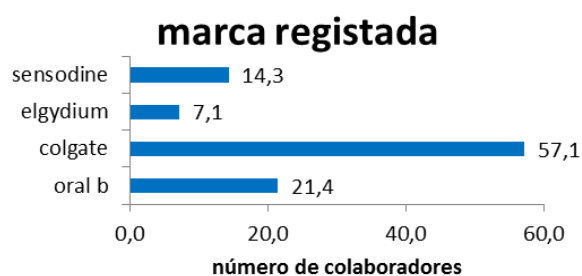
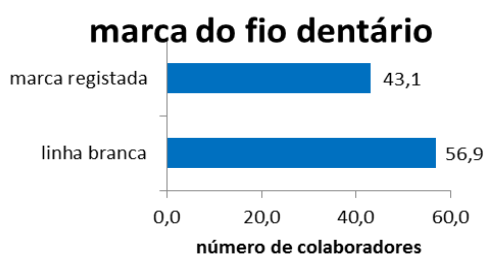


Figura 28: Questão 14: "Qual é a marca de fio dentário que utiliza?"

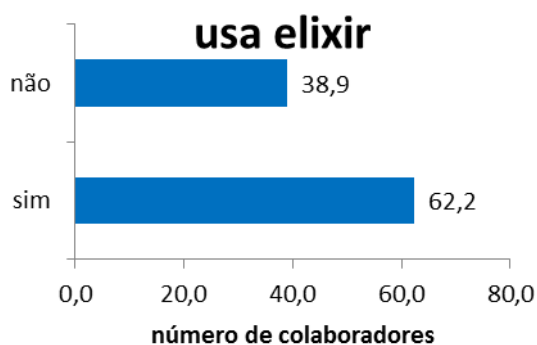


Figura 29: Questão 15: "Utiliza elixir bucal?"

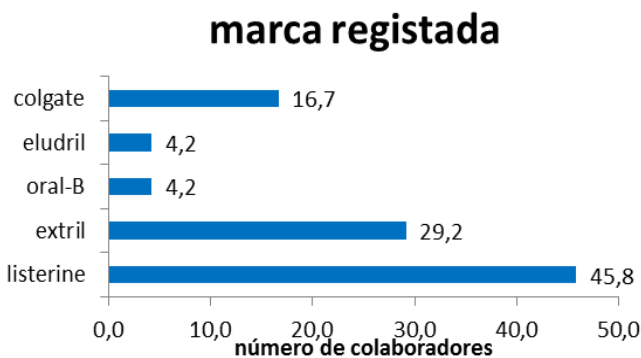
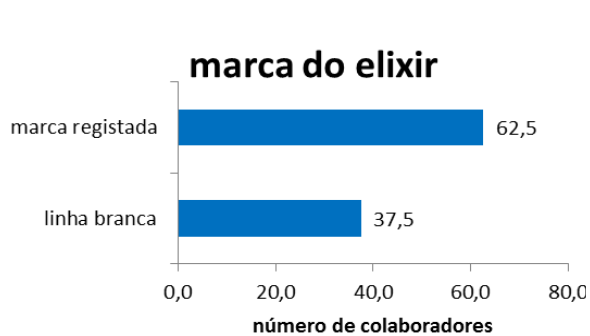


Figura 30: Questão 16: "Qual é a marca de elixir bucal que utiliza?"



Figura 31: Questão 18: "No duche, costuma direcionar o chuveiro para os dentes?"

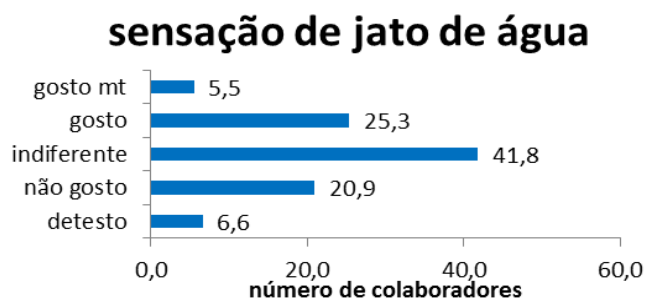


Figura 32: Questão 17: "Quando vai ao dentista, como classifica a sensação de limpeza dentária por jato de água?"

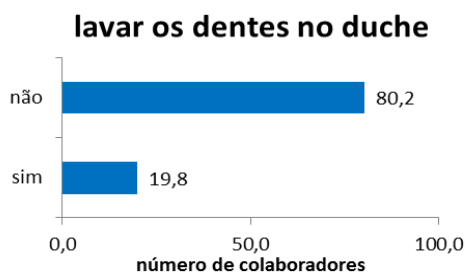


Figura 34: Questão 20: "Costuma lavar os dentes durante o duche?"

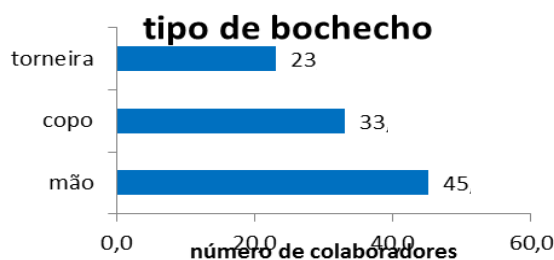


Figura 33: Questão 19: "Como costuma bochechar com água, após a lavagem dentária?"

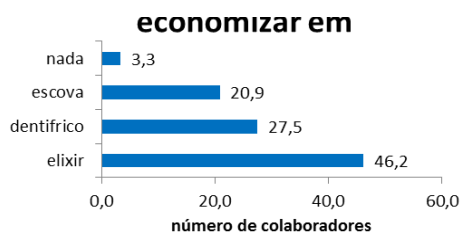


Figura 35: Questão 21: "Quanto dinheiro está disposto a despendar para a obtenção de uma escova de dentes com as características e funcionalidades pretendidas?"

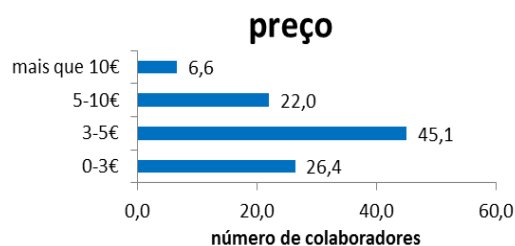


Figura 36: Questão 22: "Em questão de poupança, onde acha importante economizar?"

As questões 7 e 23 são perguntas de reposta livre, tendo sido identificado que suavidade é a característica mais apreciada nas escovas de dentes (Tabela 7). No que diz respeito à funcionalidade que os participantes identificaram como interessante para incorporar numa

escova de dentes foi pouco definida, todavia o maior número identificou jato de água, doseador de dentífrico, sensação de maior limpeza, rotação e fio dentário (Tabela 8).

Tabela 7: Questão 7: “O que mais aprecia numa escova de dentes?”

Número de funcionários que identificaram esta característica	Característica Identificada
30	Suavidade
6	Limpeza
5	Ergonomia
4	Não demasiado suave
3	Cor
1	<i>Design</i>
1	Cabeça pequena
1	Relevos
1	Raspador de língua

Tabela 8: Questão 23: "Que funcionalidade gostaria de incorporar na escova de dentes?"

Número de funcionários que identificaram esta característica	Funcionalidade Identificada
4	Jato de água
3	Doseador de pasta de dentes
3	Sensação de maior limpeza
2	Rotação
2	Fio Dentário
1	Mais ergonomia
1	Mais duradoura
1	Abre caricas
1	Espelho
1	Vibração
1	Vários tipos de cerdas
1	Despertador
1	Portabilidade
1	Massajador
1	Temporizador
1	Fibra ótica

As principais marcas de escovas de dentes identificadas nos inquéritos foram: *Aquafresh*, *Elgydium*, *Braun*, *Sensodyne*, *Oral-B* e *Colgate*.

Aquafresh foi introduzida em 1973, no mercado inglês, como representante de cremes dentífricos, tendo sido um sucesso, apresentando um elevado número de vendas. Posteriormente, foram introduzidas as escovas de dentes da mesma marca, tendo, atualmente, várias gamas de pastas de dentes, elixires bucais, escovas de dentes e gamas infantis (DIAS, 2013a).

A *Elgydium* é uma marca reconhecida pelo mercado, responsável pela distribuição de escovas de dentes, dentífricos e elixires bucais.

Braun foi fundada em 1921, em Frankfurt, na Alemanha, pelo engenheiro mecânico Max Braun, como uma loja de componentes electrónicos. Atualmente é uma marca de eletrodomésticos, reconhecida pela alta qualidade dos seus produtos. Esta marca é responsável pela venda de eletrodomésticos para a cozinha, cuidados de cabelo, cuidados de beleza masculinos e cuidados de beleza femininos. Dentro dos parâmetros de cuidados de beleza, encontram-se as escovas de dentes eléctricas (DIAS, 2012).

Em 1907 foi criada a marca *Sensodyne* que, em 1907 tinha iniciado as pesquisas para o desenvolvimento de um novo creme dentário para dentes sensíveis, através de Alexander Block. Em 1961, foi lançada a primeira pasta de dentes desenvolvida e indicada para prevenir e aliviar as dores causadas pela hipersensibilidade dentária, a *Sensodyne Original*. A partir dessa altura, ao longo dos anos, têm vindo a ser desenvolvidos outros produtos e gamas de produtos, representados pela marca, tais como dentífricos, escovas de dentes e elixires bucais (DIAS, 2013b).

A *Oral-B* apareceu em 1950 quando o dentista Robert Hutson desenvolveu uma escova que possuía 2500 cerdas macias de *nylon* e pontas arredondadas. A essa escova deu o nome da marca em conjunto de uma característica da escova (60 ramos de cerdas) – *Oral-B 60*. Ao longo do tempo têm sido desenvolvidos vários modelos e várias gamas, sendo a *Oral-B* distribuidora de escovas de dentes (manuais e eléctricas), fio dentário, pasta dentífrica cabeças de escovas de dentes eléctricas e produtos dentífricos para bebés e crianças (DIAS, 2012).

A *Colgate* foi criada em 1806 por um jovem inglês, William Colgate, que iniciou o seu negócio na produção e venda de sabonetes, escovas e velas. Mais tarde, entrou em

sociedade com Francis Smith passando, o negócio, a denominar-se por *Smith & Colgate*. Contudo, esta sociedade não durou muito tempo e foi desfeita em 1813. *Colgate & Company* foi a marca criada no ano de 1857, após a morte de William Colgate, lançando, no ano 1866, o primeiro sabonete cosmético perfumado. Em 1873, esta empresa lançou o primeiro creme dentífrico Colgate. Inicialmente, este produto era comercializado em frascos e, mais tarde, passou a estar embalada em tubos flexíveis, semelhantes aos atuais. Atualmente, a *Colgate* é uma marca que aposta na comercialização de dentífricos, escovas de dentes, elixires bucais, produtos para criança e produtos para dentista (DIAS, 2012).

Depois deste levantamento do estado da arte relativamente a escovas de dentes existentes no mercado, isto será uma contribuição ao desenvolvimento do projeto das escovas de dentes ecológicas.

4.7. Conceito da proposta de Escova de Dentes

Nesta fase do projeto, é importante ter em conta os estudos das necessidades de mercado assim como as respostas obtidas através dos inquéritos realizados aos colaboradores do grupo Socem.

Posto isto, foi construído um *Quality Function Deployment* (QFD) (ANEXO II) para estabelecer relações e prioridades entre os requisitos dos clientes e as especificações do produto final. Um QFD é uma representação gráfica e sumária obtida em toda a fase de geração de conceito. Esta ferramenta permite relacionar os requisitos do cliente com as características do projeto a desenvolver. Permite também o *benchmarking*, quer em termos de requisitos dos clientes, como em termos de requisitos de projeto. O QFD é aplicado nos primeiros estados de desenvolvimento do produto com intuito de incorporar as necessidades dos clientes no produto final (EGGERT).

“Nós escolhemos utilizar a palavra “necessidade” para rotular qualquer atributo de um potencial produto que é o desejo do cliente; não fazemos distinção entre desejo e uma necessidade. Outros termos utilizados na prática industrial para se referirem às necessidades incluem atributos e necessidades dos clientes” (adaptado de ULRICH e EPPINGER, 2003).

A ferramenta da qualidade deve ser aplicada como uma ferramenta de planeamento que identifica as áreas importantes de intervenção durante o processo de desenvolvimento do produto, onde os esforços deverão ser aplicados para uma melhoria do produto final (ULRICH e EPPINGER, 2003).

Após a análise da matriz QFD (ANEXO II – *Quality Function Deployment*), foi possível concluir que os utilizadores de escovas dão muita importância a duas características: a eficácia da escova de dentes na limpeza dentária e a ergonomia do produto. Outros aspetos a que também foi dada muita importância foram a funcionalidade, o *design* da escova de dentes e se o produto final é ecológico ou não.

Através do QFD construído e apresentado no ANEXO II é, também, possível comparar as escovas de dentes convencionais, já existentes no mercado e o produto que se pretende construir. Desta forma, é possível a produção de um produto com características melhoradas ou adicionadas, relativamente aos produtos existentes no mercado, garantindo, assim, a produção de um produto melhor e competitivo no mercado.

4.7.1. Geração do Conceito

Nesta fase de estudo e preparação de um novo conceito foi muito importante, não só a interpretação do QFD, como também a realização de um pequeno *brainstorming*, como complementação do *brainstorming* efetuado inicialmente, conforme identificado e selecionado as ideias mais viáveis, no capítulo 3.3.

Inicialmente é necessário ter em conta todos os parâmetros a definir, constituintes do produto a desenvolver, nomeadamente: dimensões; cores; materiais; tipos de cerdas; jato de água; encaixes entre a cabeça e a base da escova de dentes; pega da escova de dentes; reservatório do dispensador da pasta de dentes; sistema de dispensador da pasta de dentes; tipo de ligação da mangueira à torneira, canal de entrada e saída de água da escova de dentes; mais funcionalidades de possível implementação no produto final a ser desenvolvido.

4.7.1.1. Dimensões da estrutura da escova de dentes

Para um melhor dimensionamento de um produto ergonómico, foi efetuado um levantamento do estado da arte relativa ao estudo antropométrico dos seus potenciais utilizadores. Para o desenvolvimento da escova de dentes, foi necessária a realização de um estudo com base em escovas de dentes já existentes no mercado, foram efetuadas as medições a escovas de dentes manuais e elétricas apresentadas na Figura 37, das quais os resultados se encontram na Tabela 9 e Tabela 10. Assim foram definidas as dimensões da escova, nomeadamente o comprimento total da mesma, o diâmetro da zona em que o utilizador segura na escova, o comprimento total da cabeça da escova, a altura máxima da cabeça da escova e a altura da escova sem as cerdas.

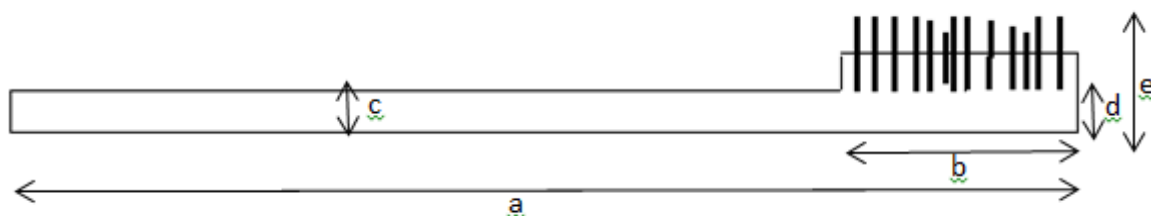


Figura 37: Medições efetuadas nas escovas de dentes em que (a) comprimento da escova; (b) comprimento da cabeça da escova; (c) diâmetro da zona de manuseamento da escova; (d) altura da base de apoio das cerdas; (e) altura da cabeça da escova com as cerdas incluídas

Tabela 9: Resultados das medições efetuadas às escovas manuais

	A	B	c	d	E
Escova 1	190 mm	32 mm	16 mm	5 mm	17 mm
Escova 2	187 mm	32,7 mm	14,5 mm	4,4 mm	15,5 mm

Tabela 10: Resultados das medições efetuadas às escovas de dentes elétricas

	A	b	c	D	e
Escova 1	205 mm	21 mm	32,5 mm	8,5 mm	17 mm
Escova 2	210 mm	20 mm	34 mm	10 mm	18 mm

4.7.1.2. Dispensador e cápsula de pasta de dentes

Tendo sido apresentada e discutida a ideia inicial na Figura 3, para uma melhor visualização e definição deste conceito foi feito um estudo pormenorizado dos produtos existentes no mercado, capítulo 3.2. Posto isto, desenvolveu-se a ideia inicial, adicionando mais funcionalidades ao produto a produzir.

A quantidade colocada de dentífrico na escova de dentes, por norma, é ao longo da escova (Figura 25), sendo um desperdício. Contudo, existem vários estudos que comprovam que apenas uma pequena quantidade (do tamanho de um grão de ervilha) de pasta de dentes basta para uma boa higienização bucal. Assim, a cápsula de dentífrico com a dose correta deste evita-se o desperdício, podendo contribuir para o controlo de custos.

Para um cálculo aproximado da quantidade de dentífrico necessário para uma lavagem dentária, foi utilizado o volume de um grão de ervilha.

Considerando que a ervilha tem a forma de esfera, a sua fórmula de cálculo de volume encontra-se na Figura 38, em que V é representativo do volume e r do raio da esfera, assim como d do diâmetro. Para o cálculo do seu volume encontra-se na Figura 39, assumindo que o diâmetro da ervilha se encontra entre os 7 e os 8 milímetros.

$$V(\text{ervilha}) = \frac{4}{3} \pi \times r^3$$

Figura 38: Fórmula de cálculo do volume de uma esfera

$$\begin{aligned} &V(\text{ervilha}) = V(\text{esfera}) \\ &\left\{ \begin{array}{l} V(\text{ervilha}) = \frac{4}{3} \pi \times 3,5^3 \quad ,d = 7 \\ V(\text{ervilha}) = \frac{4}{3} \pi \times 4^3 \quad ,d = 8 \end{array} \right. \\ &\left\{ \begin{array}{l} V(\text{ervilha}) = 179,59 \text{ mm}^3 \quad ,d = 7 \\ V(\text{ervilha}) = 268,08 \text{ mm}^3 \quad ,d = 8 \end{array} \right. \end{aligned}$$

Figura 39: Cálculo do volume ocupado pela ervilha

A forma selecionada para a cápsula é de um cilindro que se dá pela fórmula apresentada na Figura 40, em que V é representativo do volume capacitivo da cápsula, a a área da base do cilindro (área do círculo) e h a altura do cilindro. Para o cálculo da altura da geometria para a obtenção dos volumes calculados, substituíram-se os valores obtidos na Figura 39 em que os resultados se encontram na Figura 41.

$$V(\text{cilindro}) = a \times h$$

Figura 40: Fórmula do cálculo do volume do cilindro

$$\begin{aligned}
 &V(\text{cilindro}) = V(\text{cápsula}) \\
 &\left\{ \begin{array}{l} 179,59 = \pi \times r^2 \times h \\ 268,08 = \pi \times r^2 \times h \end{array} \right. \quad r = 3,625 \text{ mm} \\
 &\left\{ \begin{array}{l} h = 4,35 \text{ mm} \\ h = 6,49 \text{ mm} \end{array} \right.
 \end{aligned}$$

Figura 41: Cálculo do valor da altura do cilindro

Inicialmente, para o sistema dispensador de dentífrico, foi pensado num sistema rotativo tipo batom. Contudo, com o decorrer do desenvolvimento do projeto, foi optado por o sistema de colocação de cápsula por questões de *design* e funcionalidade.

4.7.1.3. Mecanismo de movimentação das cerdas

Para este projeto foram levantados dois grandes problemas ambientais: os impactes do consumo energético e o elevado consumo de água.

Nas escovas de dentes elétricas é levantado o problema do consumo de energia elétrica associado à rotação das cerdas, uma vez que esta depende de baterias que implicam o consumo de energia elétrica ou utilização de pilhas que apresentam fortes impactes ambientais. Isto é, para a produção de energia elétrica é necessária a queima de combustíveis fósseis, ou seja, são considerados, essencialmente os poluentes emitidos para a atmosfera e as atividades a montante como a extração de recursos, transporte e refinação (ANTUNES, 2003). E as pilhas ou baterias recarregáveis na sua utilização possuem impactos negativos no ambiente.

Outro problema ambiental levantado é o consumo de água despendido para o bochecho ou lavagem durante a escovagem dos dentes. O problema da água é levantado, uma vez que a quantidade de água doce disponível na superfície terrestre é bastante baixa, nomeadamente água potável que deve ser usada (Figura 43 e Figura 42).

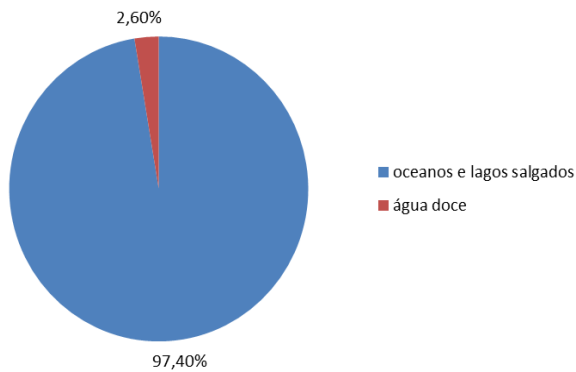


Figura 43: Distribuição de água pela crosta terrestre

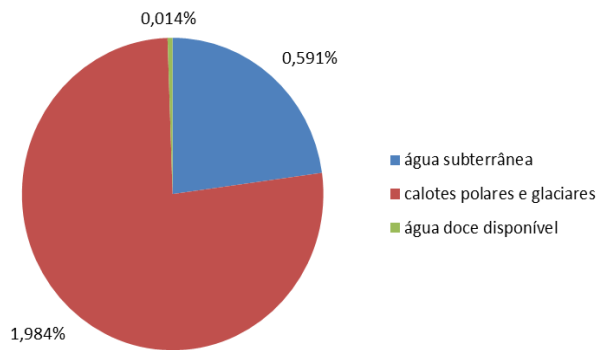


Figura 42: Distribuição do total de água doce existente

Da pouca quantidade de água doce disponível (Figura 42) esta é utilizada para diversos sectores: abastecimento doméstico; abastecimento industrial; irrigação; alimentação de animais; aquicultura; preservação da flora e da fauna; recreação e lazer; harmonia paisagística; geração de energia elétrica; navegação e diluição de despejos. No abastecimento doméstico (Figura 44) que o chuveiro é a zona de maior consumo de água potável. No entanto, o lavatório apresenta uma quantidade ainda bastante elevada de água potável consumida sendo, portanto uma oportunidade de intervenção, isto é, o projeto “Escova de Dentes com jato sustentável” é um projeto que pretende promover a poupança de água.

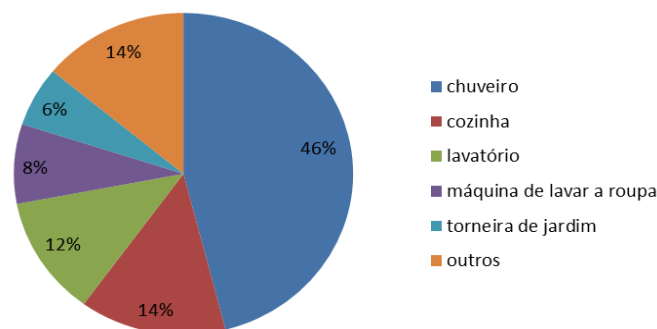


Figura 44: Distribuição do consumo de água potável no abastecimento doméstico

É possível a poupança de água se o sistema de rotação das cerdas for orientado por uma turbina movida a água e a água que faz a turbina movimentar-se é reaproveitada para o jato de água, evitando também o posterior bochecho (ENVOLVERDE E ENVOLVERDE, 2015).

Uma turbina de água é um engenho rotacional que aproveita a energia do movimento da água. Estas foram desenvolvidas no século 19 e, a partir daí, largamente utilizadas para aplicação industrial. Atualmente são mais utilizadas para a geração de energia elétrica.

Existem vários tipos de turbinas de água, dos quais se destacam a turbina Francis, a turbina Pelton e turbina Kaplan (WIKIPEDIA - KAPLAN TURBINE, 2014).

A turbina Pelton (Figura 45) foi inventada em 1870 por Allan Pelton, com o intuito de extrair energia do impulso da água. A geometria das pás de Pelton foi concebida para que seja aproveitado o impulso da água, tornando a turbina muito eficiente. À medida que o jato de água colide com as lâminas, a velocidade da água é alterada para que as lâminas girem. Para se obter uma potência e eficiência máximas, o sistema de roda da turbina é dimensionada de tal forma a que a velocidade do jato seja duas vezes superior à velocidade de rotação das pás (WIKIPEDIA - PELTON TURBINE, 2014).

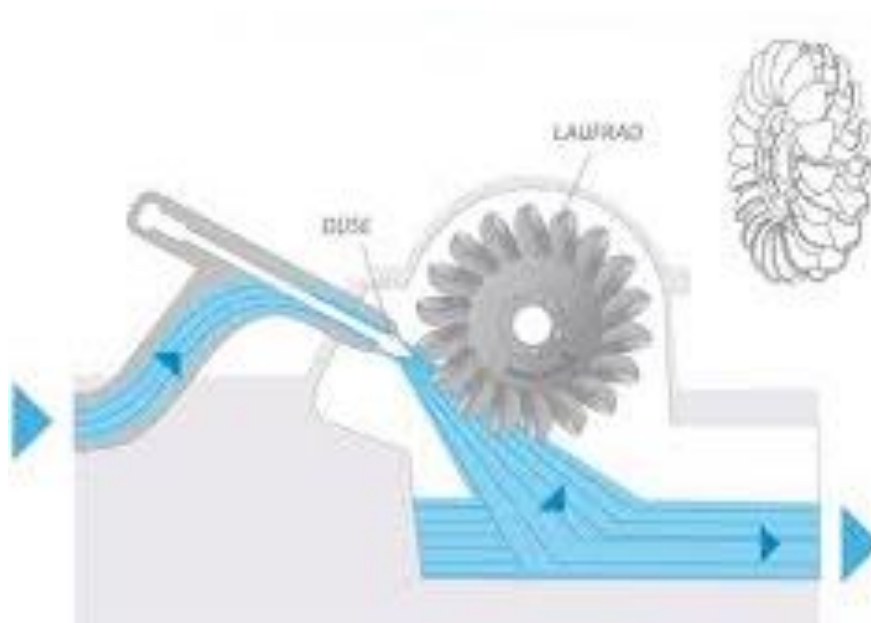


Figura 45: Turbina de Pelton (turbinenarten, 2015)

A turbina Francis (Figura 46) foi desenvolvida por James B. Francis. Estas turbinas são as turbinas mais utilizadas atualmente. Este tipo de turbina é classificado como um tipo de turbina de reação, em que a água vem para as turbinas e a pressão da água passa para as pás da turbina. Devido às alterações de pressão, parte da energia aí gerada é libertada e o restante é expressado pelo movimento da turbina. (WIKIPEDIA - FRANCIS TURBINE,2014)

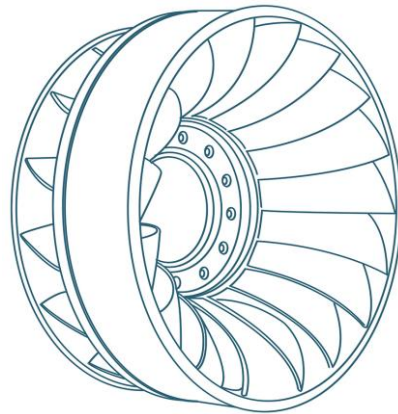


Figura 46: Turbina de Francis (Hydropower - Repack-, 2015)

A turbina de Kaplan (Figura 47) foi desenvolvida em 1913 por Viktor Kaplan que combinou o ajuste das pás da hélice para um aumento de eficiência. Este tipo de turbina é uma turbina de reação, o que significa que a energia é gerada através das mudanças de pressão da água que passa através da turbina. A energia é recuperada através da cabeça hidrostática e da energia cinética do caudal da água (wikipedia, 2014).

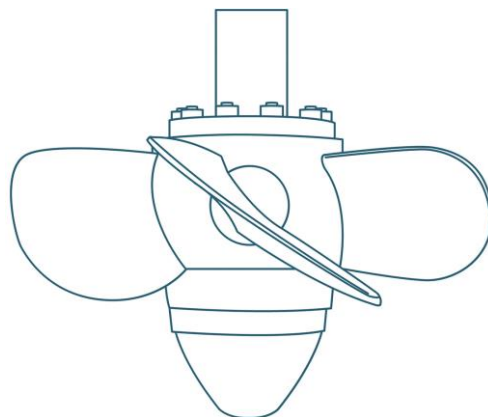


Figura 47: Turbina de Kaplan (Hydropower - Repack - Kaplan-turbine-hill, 2015)

As características dos três tipos de turbinas encontram-se resumidos na Tabela 11.

Tabela 11: Tabela resumo das características das turbinas de Pelton, Kaplan e Francis (Engineering, 03/09/2013)

Tipo de Turbina	Característica	Função dimensão	Tipo de força	Direção do Fluido
Pelton	O impulso do jato de água é responsável pelo movimento das pás	Taxa de fluxo baixa para grandes cabeças	Força de impulso	Tangencial
Kaplan	Alta eficiência é provocada pela força de reação	Taxa de fluxo elevadas para cabeças pequenas	Força de Reação	Axial
Francis	Permite o movimento através de água proveniente de várias direções	Cabeças médias para taxa de fluxo médias	Forças de impulso e reação	Tangencial e Axial

A turbina apresentada na patente US3869746 A, apresentada no capítulo 4.4, é uma turbina de Pelton. Para o projeto a desenvolver será utilizado o mesmo tipo de turbina, uma vez que a direção do fluido será tangencial, sendo uma força de impulso provocada nas pás que fará o movimento da turbina e conseqüente rotação das cerdas da escova ecológica.

4.7.1.4. Alimentação de água para a escova

Para um correto dimensionamento da mangueira à escova de dentes, foi necessário fazer um estudo relativamente às dimensões das mangueiras. As dimensões relativamente ao diâmetro e a espessura da parede encontram-se apresentadas na Tabela 12.

Tabela 12: Valores normalizados das mangueiras

Dimensões	Diâmetro interior (mm)		Espessura da Parede
	Mínimo	Máximo	
1/8"	3,3	3,5	0,76
3/16"	4,6	5,2	0,76
1/4"	6,17	6,73	0,76
5/16"	7,54	8,38	0,76
3/8"	9,27	9,77	0,76
13/32"	10,08	10,85	0,76
1/2"	12,42	13,18	0,76
5/8"	15,36	16,38	0,76
3/4"	18,61	19,38	0,89
7/8"	21,46	23,0	0,89
1"	24,63	26,16	0,89
1 1/8"	27,8	28,34	1,14

Para o projeto a desenvolver foi seleccionada uma mangueira de dimensões 1/2". (HANDLING) Esta mangueira é possível de encontrar em aço inoxidável com um acabamento cromado ou aço inoxidável com um revestimento em material plástico flexível.

Algumas formas de conexão entre a mangueira e a torneira encontram-se apresentadas na Figura 48, em que o conector pode ser escolhido conforme as necessidades do seu utilizador.



Figura 48: Conectores mangueira – torneira (KD Technology Co., 2015)

No mercado existe uma grande diversidade de conexões da mangueira à torneira. Relativamente à ligação da base da escova à mangueira, a escova conterá uma zona com diâmetro superior ao diâmetro interior da mangueira de forma a que a ligação seja segura.

4.8. Seleção de Materiais

Existe uma grande diversidade de materiais que podem ser aplicados na produção de escovas de dentes. O material utilizado para as cerdas é o *Nylon*.

O *Nylon* é um polímero semi-cristalino, com inúmeras aplicações. É utilizado também para a produção das cerdas das escovas de dentes. As principais características deste material encontram-se apresentadas na Tabela 13.

Tabela 13: Características gerais do *Nylon* (MatWeb, 2015)

<i>Nylon</i>	
Densidade	1,03 – 1,29 [g/cm ³]
Absorção de água	0,02 – 10 %
Ponto de Fusão	1,10 – 9,00 [g/10min]
Resistência à tração	29,0 – 186 [MPa]
Extensão até à ruptura	1,50 – 315 %
Módulo de Elasticidade	0,350 – 3,50 [GPa]
Módulo de Flexão	0,520 – 13,8 [GPa]
Temperatura de Processamento	232 – 295 [°C]
Temperatura do Molde	21,1 – 93,3 [°C]
Fórmula Molecular	(C ₆ H ₁₁ NO) _n

Para a construção da estrutura da escova de dentes são usualmente utilizados materiais como o poliestireno, polipropileno, propionato de acetato de celulose, estireno acrilonitrilo, polietileno tereftalato, policarbonato, acrilonitrilo butadieno estireno e polietileno de alta densidade.

Como foi efetuado um levantamento das características dos materiais, nomeadamente os valores de densidade, absorção de água, ponto de fusão, temperatura de processamento, temperatura do molde, resistência á tração, extensão até à ruptura, módulo de elasticidade e módulo de flexão (Tabela 14 e Tabela 15). São apresentados estes parâmetros para uma posterior comparação entre os materiais e seleção do mais adequado para a construção da escova.

Tabela 14: Valores de densidade, absorção de água, ponto de fusão e temperaturas de processamento e do molde, em função de cada material

	Densidade [g/cm ³]	Absorção de água [%]	Ponto de fusão [g/10min]	Temperatura de processamento [°C]	Temperatura do molde [°C]
Poliestireno (matweb, 2015)	1,02 – 1,18	0,00 – 0,15	1,20 – 100	190 – 240	10,0 – 65,6
Polipropileno (MATWEB, 2015)	0,880 – 2,40	0,00 – 1,00	0,200 – 1200	87,8 – 274	4,0 – 91,0
Propionato de acetato de celulose (matweb, 2015)	1,17 – 1,21	1,30 – 1,80	-	-	43,0 – 74,0
Estireno	0,914	0,200	0,900	191	48,9
Acrilonitrilo (matweb, 2015)	– 1,17	– 0,300	– 60,0	– 260	– 98,0
Polietileno	1,25	0,830	-	120	10,0
Tereftalato (matweb, 2015)	– 1,91	– 0,950	-	– 290	– 163
Policarbonato	1,19	0,020	1,00	60,0	250

(matweb, 2015)	– 1,26	– 0,350	– 18,0	– 120	– 343
Acrilonitrilo	0,882	0,0250	0,0800	177	10,0
Butadieno	–	–	–	–	–
Estireno	3,500	2,30	80,0	232	90,0
(MatWeb, 2015)					
Polietileno de alta densidade	0,924	0,000	0,0250	82,2	10,0
(MatWeb, 2015)	– 2,55	– 0,0700	– 1610	– 274	– 65,6

Tabela 15: Valores de resistência de tração, extensão até a ruptura e módulos de elasticidade e flexão, em função de cada material

	Resistência à tração [MPa]	Extensão à ruptura [%]	Módulo de Elasticidade [GPa]	Módulo de Flexão [GPa]
Poliestireno (matweb, 2015)	14,5 – 59,0	1,00 – 59,0	0,303 – 3,35	0,894 – 3,35
Polipropileno (MATWEB, 2015)	2,07 – 369	3,00 – 90,0	0,008 – 8,25	0,00260 – 12,4
Propionato de acetato de celulose (matweb, 2015)	22,1 – 41,4	34,0 – 50,0	1,05 – 1,85	1,05 – 1,86
Estireno Acrilonitrilo (matweb, 2015)	45,0 – 80,0	1,50 – 16,0	2,90 – 3,80	2,70 – 4,10
Polietileno Tereftalato (matweb, 2015)	53,0 – 265	1,50 – 60,0	1,83 – 5,20	1,90 – 13,3
Policarbonato (matweb, 2015)	58,6 –	10 –	6,00 –	1,79 –

	70,0	138	50,0	3,24
Acrilonitrilo	20,0	1,40	0,778	0,0241
Butadieno Estireno	–	–	–	–
(MatWeb, 2015)	73,1	110	6,10	6,89
Polietileno de alta	11,0	4,00	0,565	0,280
densidade (MatWeb,	–	–	–	–
2015)	43,0	4,50	4,50	4,40

Dos materiais identificados como os materiais mais utilizados na produção de escovas de dentes, foi dada especial importância a três parâmetros: densidade; absorção de água e módulo de elasticidade. Primeiramente foram tidos em conta os valores de absorção de água do material. Após a exclusão do propionato de celulose e do polietileno tereftalato, foi comparada a densidade dos restantes materiais e, desta forma, foi excluído o policarbonato. E entre os materiais restantes foram comparados os valores de módulo de elasticidade e selecionado o acrilonitrilo estireno butadieno (ABS) como material de eleição para a produção do produto final.

4.9. Escova de dentes com jato de água incorporado

Após a definição do conceito "Escova de dentes com jato de água incorporado" foram realizados estudos de mercado, relativamente aos hábitos de higiene dentária. Posto isto, foi possível o início do desenho do produto final, sujeito a sucessivas alterações durante o processo de desenho. As últimas atualizações encontram-se apresentadas nos subcapítulos 4.9.1. e 4.9.2.

4.9.1. Protótipo Preliminar' e Discussão de Resultados

O produto desenvolvido foi subdividido em cinco unidades base: base da escova, cabeça da escova, sistema de rotação das cerdas, sistema de libertação de dentífrico e caixa de arrumação da cabeça da escova de dentes.

O sistema de libertação de dentífrico foi selecionado no subcapítulo 4.7.1.2. em que é definida a forma cilíndrica e o dimensionamento da cápsula de dentífrico. Nesse mesmo subcapítulo foi determinado que o dentífrico utilizado seria um dentífrico em pó, contido no interior de uma cápsula de material hidrossolúvel.

A cabeça da escova de dentes é formada por duas partes divididas transversalmente. Inicialmente, a escova de dentes modelada encontra-se apresentada na Figura 49. O sistema de entrada de cápsula encontra-se apresentado na Figura 50 e o sistema de fixação da cabeça da escova á sua base encontram-se representados sob a forma de *snap-fit*, como apresentado na Figura 51.

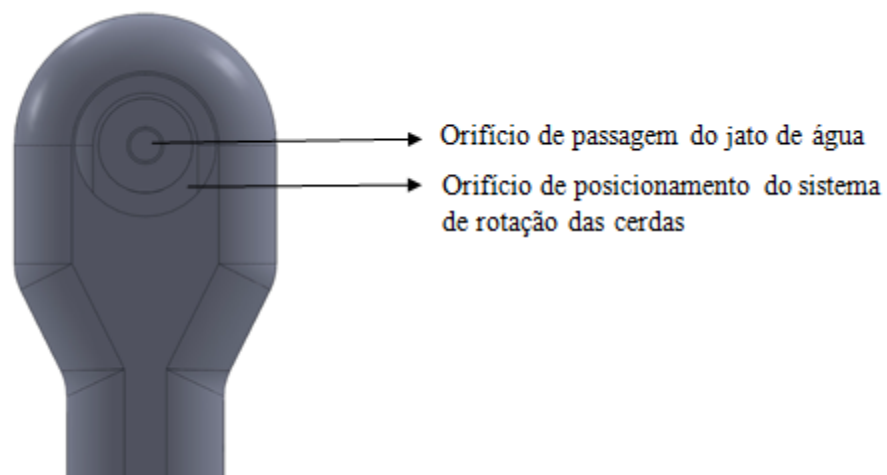


Figura 49: Cabeça da escova de dentes - vista de frente

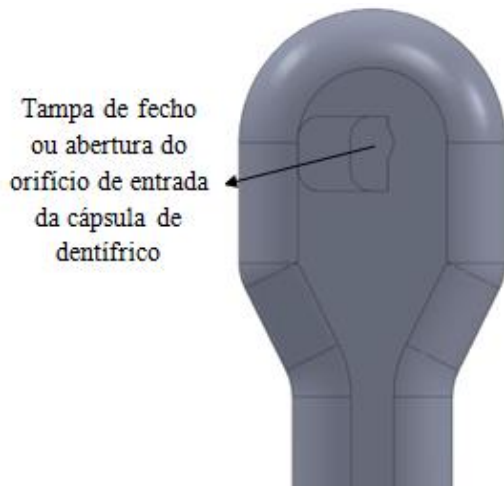


Figura 50: Cabeça da escova de dentes - vista de trás



Figura 51: Cabeça da escova de dentes com destaque dos orifícios de condução de água

A base da escova de dentes é a zona que, para além de funcionar como manípulo da escova de dentes, serve como sistema condutor da água vinda da torneira, direccionada até à cabeça da escova de dentes, como se pode verificar na Figura 52. Assim, a forma para facilidade de

produção de molde para produção em massa é constituída por duas partes e uma canalização interior (Figura 53).



Figura 52: Base da escova de dentes



Figura 53: Sistema de canalização para a passagem, de água no interior da base da escova de

Para o sistema de rotação das cerdas foi desenvolvido um sistema com uma turbina única movida a água, que, com a rotação das pás da turbina, promove a rotação da plataforma de apoio das cerdas. Como tal, foi modelado um conjunto de apoio de cerdas, turbina e sistema de passagem de água, como é possível verificar na Figura 54.

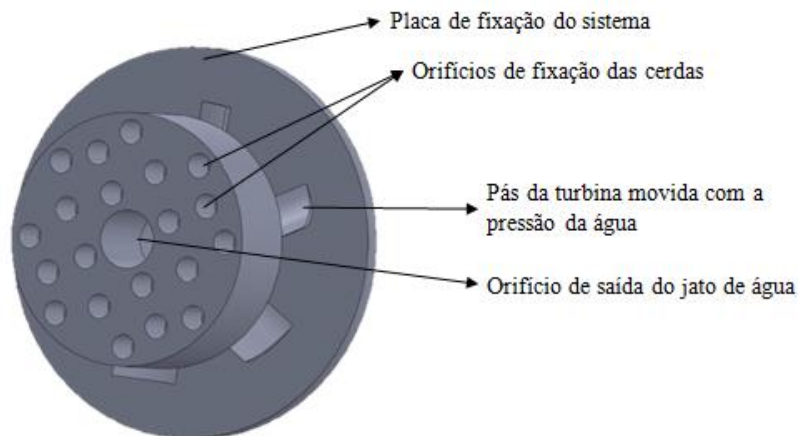


Figura 54: Sistema de rotação das cerdas

Para uma melhor arrumação da escova de dentes e transporte, com a devida proteção das cerdas e seu condicionamento foi criada uma caixa de arrumação para a cabeça, como é possível visualizar na Figura 55.



Figura 55: Caixa de arrumação da cabeça da escova de dentes com sistema de fecho snap-fit

Com o intuito de se obter um protótipo físico do objeto, procedeu-se à sua produção. Embora este seja um produto para produção em massa através de injeção em moldes, a obtenção de um protótipo passa pela utilização de tecnologia de prototipagem rápida. Nesta situação, foi utilizada a tecnologia e maquinaria anteriormente referidas: SLS e Sinterstation 2500 Plus, respetivamente. O processo de produção e de extração final das peças encontra-se esquematizado nas Figura 56 a Figura 59.



Figura 56: Reposição do material na plataforma de alisamento através da passagem do rolo



Figura 57: Sinterização de material em pó através da passagem do laser na zona a sinterizar

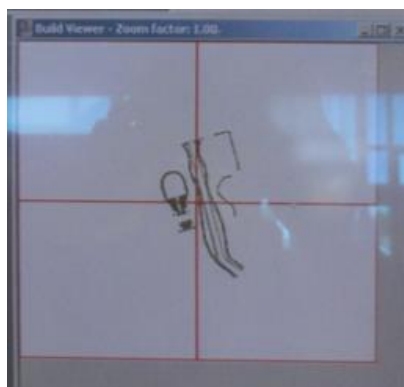


Figura 58: Camada a sinterizar na figura 58



Figura 59: Etapa de remoção e limpeza das peças

Após a obtenção do protótipo físico, foi possível analisar as peças cuidadosamente para possíveis correções que se demonstrassem necessárias. O protótipo encontra-se fotografado entre a Figura 60 e a Figura 65.



Figura 60: Base completa (parte da frente e trás e canalização)



Figura 61: Vista de baixo da base da escova de dentes



Figura 62: Sistema de rotação das cerdas da escova de dentes



Figura 65: Interior da parte da frente da cabeça da escova de dentes



Figura 64: Vista de trás da cabeça da escova de dentes



Figura 63: Caixa da cabeça da escova de dentes

Através do protótipo produzido, é possível concluir que, devido a alguns erros de dimensionamento, é necessário efetuar algumas alterações na modelação tridimensional para posterior obtenção de protótipo funcional. Os erros detetados, assim como a identificação da alteração a realizar encontram-se esquematizados na Tabela 16.

Tabela 16: Alterações a efetuar no 1º protótipo

Possibilidade de melhoramento do protótipo	Verificação no desenho	Estratégia adotada para alteração
Inexistência da tampa inferior da canalização de forma a tapar a zona sem material entre a estrutura e a base da escova e a canalização, como é possível verificar na Figura 62	A tampa existe na modelação, contudo, devido a baixa espessura não foi impresso, devido à resolução de impressão da máquina	Aumentar espessura da tampa inferior de canalização
A zona de junção entre a parte da frente e a parte de trás da base da escova de dentes não ficou distinta Figura 60	Na modelação, existe uma ranhura de distinção das duas partes, contudo, devido às pequenas dimensões, não foi impressa.	Aumentar o corte de junta entre duas partes da base da escova
O sistema <i>snap-fit</i> que une a cabeça da escova de dentes à respetiva base é demasiado justo para que seja de troca fácil	Na modelação existe folga, contudo, quando é impresso, esta não é o suficiente	Aumentar a folga do sistema <i>snap-fit</i> de fixação da base à cabeça da escova de dentes
Topo da base da escova de dentes com <i>design</i> muito diferente do <i>design</i> da restante estrutura	Foi impresso conforme estava desenhado	Alterar o <i>design</i> do topo da base da escova
Inexistência das pás da turbina, como é possível observar na Figura 61	No desenho existiam pás desenhadas, contudo devido à sua espessura fina, estas não foram impressas	Aumentar a espessura das pás da turbina
Inexistência do painel de fixação da turbina	No desenho o painel de fixação da turbina está desenhada com uma espessura muito pequena, não suficiente para ser impressa.	O objetivo será eliminar este painel de fixação da turbina.
Cabeça com dimensões demasiado elevadas	Alterações a realizar nas modelações	Alterar <i>design</i> e reduzir dimensões da cabeça
Espessura da parede da cabeça da escova de dentes demasiado elevada	Alterações a realizar nas modelações	Diminuir espessura da parede da cabeça da escova de dentes
Pinos de fixação do sistema de rotação na parte da frente da cabeça demasiado volumosos, como é possível verificar na Figura 63	Alterações a realizar nas modelações	Eliminar pinos de fixação do sistema de rotação, na parte da frente da cabeça da

		escova de dentes
Tampa de entrada da cápsula de dentífrico colada à parte de trás da cabeça da escova (Figura 65)	Modelações com folga demasiada pequena	Aumentar folga existente entre a tampa da entrada da cápsula de dentífrico e a parte de trás da cabeça
Com a alteração do <i>design</i> da cabeça é necessário acompanhar a alteração do <i>design</i> da caixa da cabeça da escova de dentes	Alterações a realizar nas modelações	Alteração do <i>design</i> da caixa da cabeça da escova de dentes, em função da alteração do <i>design</i> da cabeça
Sistema <i>snap-fit</i> para fecho e abertura da caixa da cabeça da escova de dentes pouco funcional	Alterações a realizar nas modelações	Modelação de um <i>clip</i> de fixação para a caixa e dobradiça na outra parte.

Com base nas modelações do protótipo anterior e com as alterações identificadas na Tabela 16 e posteriormente efetuadas, foi obtido um novo protótipo para que fosse possível analisar potenciais falhas que poderiam ocorrer no protótipo. Este protótipo foi preparado e fotografado (Figura 66 à Figura 74). As Figura 66 à Figura 68 dizem respeito à base da escova de dentes. Na Figura 67 é dada especial atenção aos finos de fixação das duas partes da escova de dentes, podendo-se verificar que têm dimensões demasiado pequenas, o que podem não conferir uma correta fixação das duas partes da base da escova de dentes. Já a Figura 68 mostra a parte de trás da base da escova em conjunto com o sistema de passagem de água no interior da escova. Através desta figura pode concluir-se que com o corte transversal na vertical é impossível o encaixe do sistema de passagem de água na base da escova.



Figura 66: Partes da frente e trás da base da escova

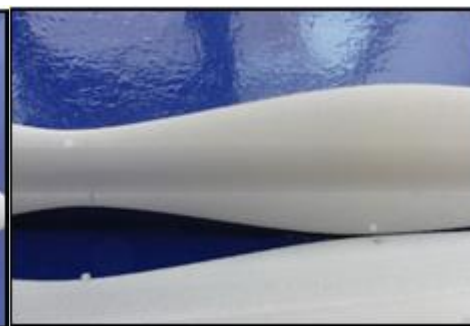


Figura 67: Partes da frente e trás da base da escova com ênfase dos pinos de fixação

Através da observação da Figura 69 à Figura 72 é possível visualizar a cabeça da escova de dentes. Na Figura 69 é também possível visualizar o orifício para o sistema *snap-fit* que liga a base da escova à cabeça e concluir que a espessura da parede da cabeça da escova é muito reduzido tornando a peça muito frágil. Pode concluir-se também que os orifícios do sistema *snap-fit* podem ser muito frágeis.

Na Figura 70 é possível visualizar a cabeça da escova montada com o orifício maior para o sistema de rotação das cerdas e o orifício mais pequeno para a entrada da cápsula de dentífrico. As ranhuras que se podem visualizar são as ranhuras de deslize da tampa da entrada da cápsula de dentífrico, isto pode ser igualmente visualizado na Figura 72.



Figura 68: Corte transversal da base da escova com a canalização interior



Figura 69: Cabeça da escova de dentes com enfoque na união das duas partes (frente e trás)



Figura 70: Vista frontal da cabeça da escova de dentes



Figura 71: Cabeça da escova com montagem da turbina



Figura 72: Parte posterior com montagem da turbina

A turbina encontra-se esquematizada na Figura 73. Através da sua análise pode concluir-se que, para a utilização pretendida, sob pressão, as pás da turbina podem partir facilmente, uma vez que se encontram com uma área de apoio muito reduzida.



Figura 73: Turbina com destaque para as pás

As Figura 75 e Figura 74 são relativas à caixa da cabeça da escova de dentes. Na Figura 74 pode verificar-se que não existe sistema de fixação da parte da frente da caixa à sua parte de trás. Na Figura 75 é possível visualizar uma dobradiça com pouca largura, o que impede o fecho da caixa e pode levar até à rotura da dobradiça.



Figura 75: Caixa da cabeça da escova, aberta **Figura 74:** Caixa da cabeça da escova, fechada

Com base nos erros identificados, durante a análise do segundo protótipo foi construída uma tabela síntese em que identifica os erros identificados no protótipo, a confrontação entre o protótipo e o desenho e a estratégia de melhoramento adotada (Tabela 17).

Tabela 17: Alterações a efetuar no 2º protótipo

Erro identificado no protótipo	Verificação no desenho	Estratégia adotada
<i>Snap-fit</i> que liga a cabeça da escova de dentes à base em posição frágil (Figura 69)	O posicionamento do sistema <i>snap-fit</i> interfere com a zona de conexão entre a parte de trás e parte da frente da cabeça da escova de dentes	Alteração do posicionamento do sistema <i>snap-fit</i>
Pás da turbina frágeis (Figura 73)	O posicionamento das pás da turbina permitem uma pequena área de apoio destas à restante turbina	Aumentar área de apoio das pás da turbina à estrutura da turbina
Pouca eficiência de fixação na base da escova de dentes	Altura e diâmetro dos pinos de fixação com dimensões	Aumentar diâmetro e altura dos pinos de fixação

(Figura 67)	demasiado baixas	
Pinos de fixação da parte da frente da cabeça da escova muito frágeis	Altura e diâmetro dos pinos de fixação com dimensões demasiado baixas	Aumentar diâmetro e altura dos pinos de fixação
Inexistência dos pinos de fixação na parte de trás da cabeça da escova	Espessura dos pinos de fixação demasiado baixa	Aumentar a espessura dos pinos de fixação na parte de trás da cabeça da escova de dentes
Cabeça da escova de dentes demasiado frágil (Figura 71)	Parede da cabeça da escova de dentes com espessura demasiado baixa	Aumentar espessura da parede da cabeça da escova de dentes
Inexistência do sistema de direcionamento do jacto de água na turbina	Alterações a serem efetuadas nas modelações	Prolongar estrutura da turbina de forma a modelar um canal de condução do jato de água
Base da escova demasiado espessa e pesada (Figura 68)	Espessura da parede da base da escova	Dar espessura da parede fixa, acompanhando o <i>design</i> da mesma
Inexistência do sistema de encaixe da caixa da escova de dentes (Figura 75)	Espessura do sistema de encaixe da caixa da escova de dentes demasiado baixa	Alterar forma e espessura do encaixe da escova de dentes
Quebra da dobradiça da caixa da escova de dentes (Figura 75)	Largura da dobradiça demasiado baixa para ser possível a sua dobra; Planos da parte da frente e da parte de trás da caixa ao mesmo nível.	Aumentar a largura da dobradiça da caixa da cabeça da escova de dentes; Elevar o plano da parte da frente da caixa relativamente à parte de trás.

Após a implementação das estratégias adotadas, referidas na Tabela 17, foi obtido um novo protótipo, sujeito a posterior análise para que fosse possível a implementação de novas correções e melhoramentos do produto final, como é apresentado nas Figura 76 à Figura 85.

Nas Figura 76 e Figura 77 é possível observar a base da escova de dentes. Na primeira, é fornecida uma vista geral da base e a segunda com especial destaque de uma falha existente na fixação exterior da base da escova de dentes que poderá ter ocorrido apenas na impressão ou por erros no desenho.



Figura 76: Base da escova de dentes com destaque à fixação exterior



Figura 77: Base completa da escova de dentes

Na Figura 79 é possível visualizar duas partes de trás da cabeça da escova de dentes em que, na modelação as peças eram exatamente iguais, contudo, devido à sua inclinação para a produção, ocorreram algumas falhas na impressão de material.

Através da visualização da Figura 78 é possível visualizar as partes da frente e de trás da escova de dentes. Já na Figura 80 apenas está referenciada a parte da frente da escova. Nesta figura é possível verificar que o encaixe exterior entre a parte da frente e a parte de trás da peça se encontra incompleto. Isto deve-se à inclinação da peça durante a impressão tridimensional.



Figura 79: Duas partes de trás da cabeça da escova de dentes da mesma série de impressões, com a única diferença da inclinação dada à peça

Figura 78: Cabeça completa da escova de dentes



Figura 80: Parte da frente da escova de dentes com destaque da falha na fixação exterior

As Figura 82 e Figura 81 dizem respeito à turbina hidráulica. Na Figura 82 é possível verificar que a furação de apoio das cerdas é demasiado reduzida, sendo necessário aumentá-la no desenho computacional. Na Figura 81 é fornecida uma possível visualização da parte de trás da turbina. Assim, é possível verificar que não foi impresso o canal de direcionamento do jato de água. Desta forma, é necessário verificar o diâmetro e, possivelmente, aumentar a espessura da parede para que a impressão desta fosse possível.



Figura 82: Parte da frente da turbina



Figura 81: Parte de trás da turbina

Nas Figura 83 e Figura 84 é possível observar a caixa da cabeça da escova de dentes. Na primeira visualiza-se a caixa fechada em que se pode verificar que a dobradiça da caixa, sendo, desta forma, concluir que é demasiado grande, sendo necessário diminuir o tamanho desta. Na Figura 84, a caixa da escova encontra-se em posição aberta, em que se pode verificar que, para uma durabilidade razoável e o bom funcionamento desta, é necessário aumentar a largura da patilha de fixação para que não ocorra a quebra da mesma após várias utilizações.

Na Figura 85, é possível visualizar a angulação de saída dada aos encaixes visíveis da cabeça da escova de dentes. Estes são necessários para que se dê um bom processo de desmoldação sem danificar a peça.

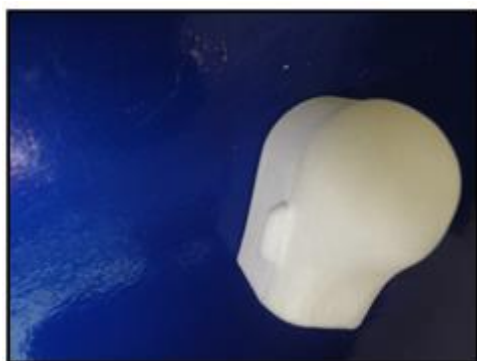


Figura 84: Caixa aberta



Figura 83: Caixa da cabeça da escova de dentes



Figura 85: Vista de baixo da cabeça da escova

Com base nos erros identificados, durante a análise do segundo protótipo foi construída uma tabela síntese em que identifica os erros identificados no protótipo, a confrontação entre o protótipo e o desenho e a estratégia de melhoramento adotada (Tabela 18).

Tabela 18: Alterações a efetuar no 3º protótipo

Erro identificado no protótipo	Verificação no desenho	Estratégia adotada
Impossível encaixar as partes de trás e parte da frente da cabeça da escova	Verificar, nas modelações, os diâmetros de pinos de fixação e os diâmetros dos furos de encaixe na cabeça da escova	Mesmo diâmetro, portanto não são efetuadas alterações por ter sido erro de impressão
Encaixe em volta da cabeça da escova	Verificar se houve alterações de espessura do encaixe exterior	Não houve quaisquer alterações de espessura, calcula-se que possa ter sido erros de inclinação da peça no <i>software</i> para a sua impressão
Tampa da escova de dentes colada à parte de trás da cabeça da escova de dentes	Verificação da folga dada nas modelações	Aumentar a folga dada, uma vez que, nas modelações, esta era demasiado baixa
Furos de apoio das cerdas, na turbina, demasiado fechados	Verificar aumento do diâmetro da furação de apoio das cerdas	Aumentar furação de apoio das cerdas na turbina
Base da escova de dentes com diferentes alturas	Verificar no desenho se existe essa diferença	No desenho não existe essa diferença, isto acontece devido ao facto de não ser possível encaixar as duas partes da base na sua totalidade
Encaixes laterais com deficiência	Verificar no desenho se estes encaixes se encontram	Erro no desenho portanto encosto dos encaixes à base da

	encostados à base da escova	escova
Encaixes laterais das partes da frente e de trás da base e da cabeça da escova sem ângulos de saída	Verificar a existência desses ângulos de saída nos encaixes laterais	Implementação dos ângulos de saída nos encaixes laterais nas partes da frente e de trás da base e da cabeça da escova de dentes
Inexistência do canal de direcionamento do jato de água	Verificação, na modelação, da existência do canal de direcionamento do jato de água	Existência desse canal com espessura de possível impressão. Esta falta de impressão deveu-se, possivelmente, à inclinação dada à peça para a sua impressão
Dobradiça muito saliente quando a caixa da cabeça se encontra fechada	Verificar, no desenho, se é possível essa redução	Diminuição da largura da dobradiça no desenho
Sistema de fecho demasiado estreito	Verificar no desenho se foi erro de impressão	Aumento da largura do sistema de fixação
Inexistência de ângulos de saída na caixa da cabeça da escova	Verificar, nas modelações, a existência desses ângulos	Implementar ângulos de saídas para a preparação nos moldes.

4.9.2. Protótipo Final

Com base na análise feita no protótipo e após a implementação das estratégias adotadas, referidas na Tabela 18, foi possível a obtenção de um protótipo final com as características pretendidas. Este produto encontra-se representado sob forma de desenho nas Figura 86 à Figura 94. Na Figura 86 está representada a base completa da escova de dentes, isto é, um conjunto de duas peças constituintes do exterior da base (a parte da frente e a parte de trás) e o sistema de tubos que passa no interior da base e conduz a água pelo interior da escova, direcionando-a, posteriormente, para o jato de água e para as pás da turbina para que estas tenham pressão suficiente para girar e a plataforma de apoio das cerdas gire, permitindo uma melhor lavagem dentária.

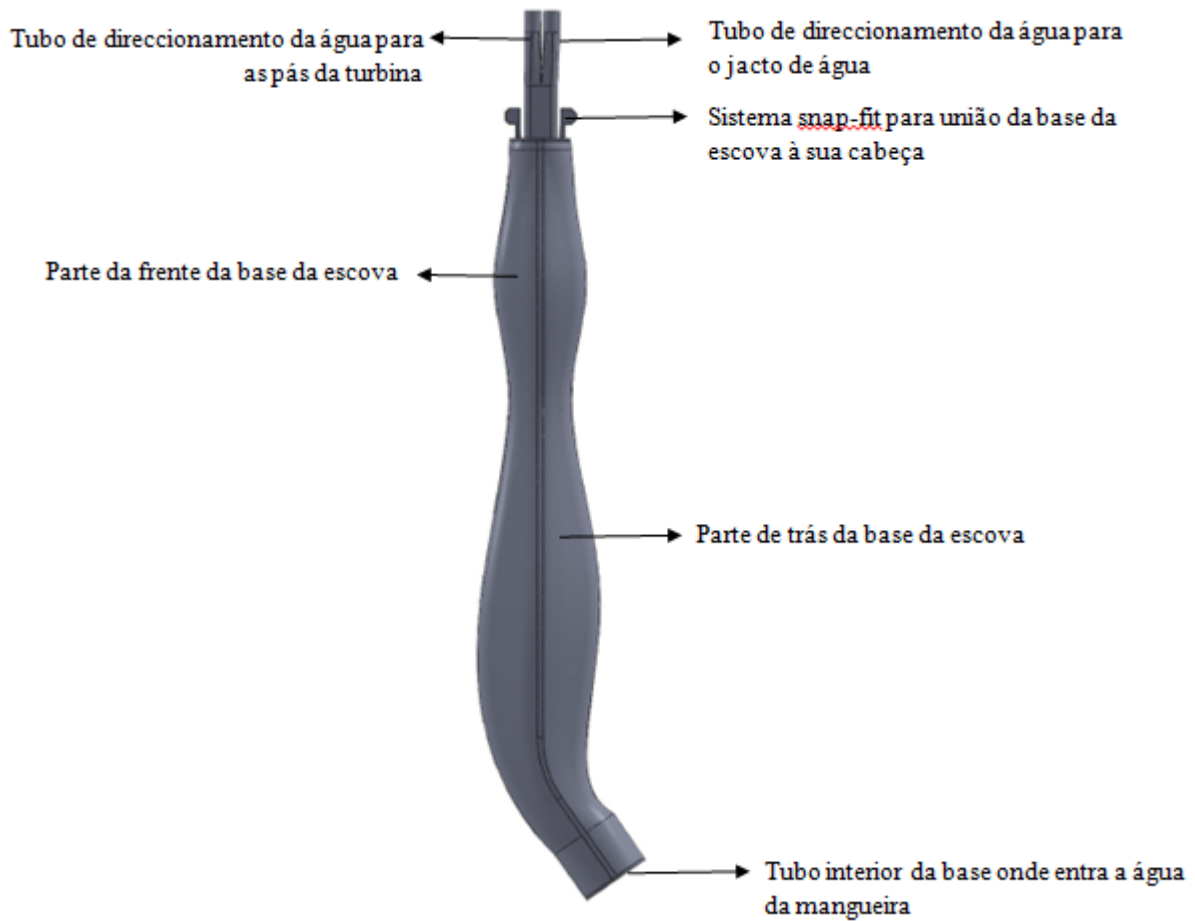


Figura 86: Base completa do protótipo final

A Figura 87 apenas diz respeito ao tubo de passagem de água no interior da base da escova e direccionamento da água para a turbina e o jacto de água, como foi identificado anteriormente. É possível visualizar-se também os apoios nos tubos nas partes de frente e de trás da escova que serão os sistemas de fixação dos tubos á base.

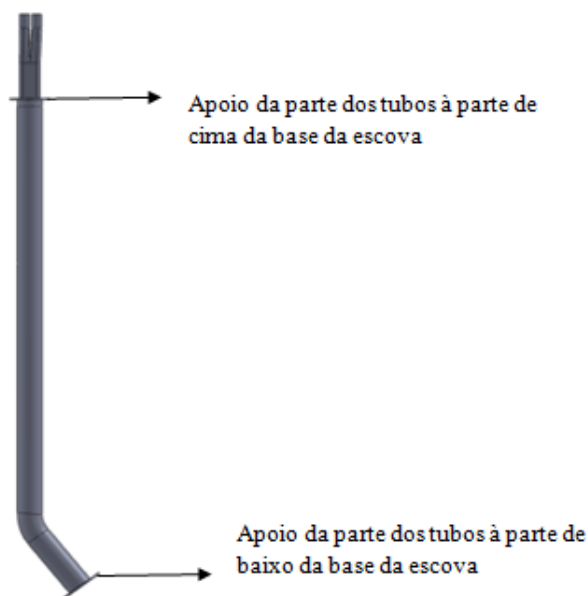


Figura 87: Tubo de passagem de água no interior da base da escova e direccionamento da água para a turbina e para o jato de água

Na Figura 88 pode visualizar-se os encaixes exteriores visíveis da base da escova de dentes com jato de água incorporado. É possível verificar-se também a existência de angulação de saída para ser possível a implementação deste produto num molde e permitir a sua fácil desmoldação sem danificar a peça final.

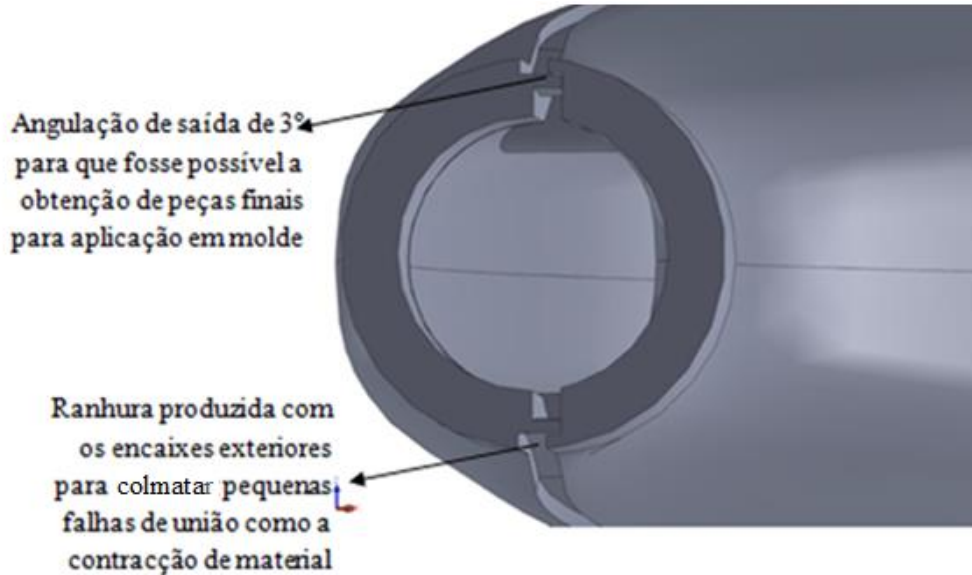


Figura 88: Vista de baixo da base da escova de dentes

Na Figura 89 pode visualizar-se, por completo, os encaixes exteriores visíveis da base da escova de dentes com jato de água incorporado, ao longo desta peça.

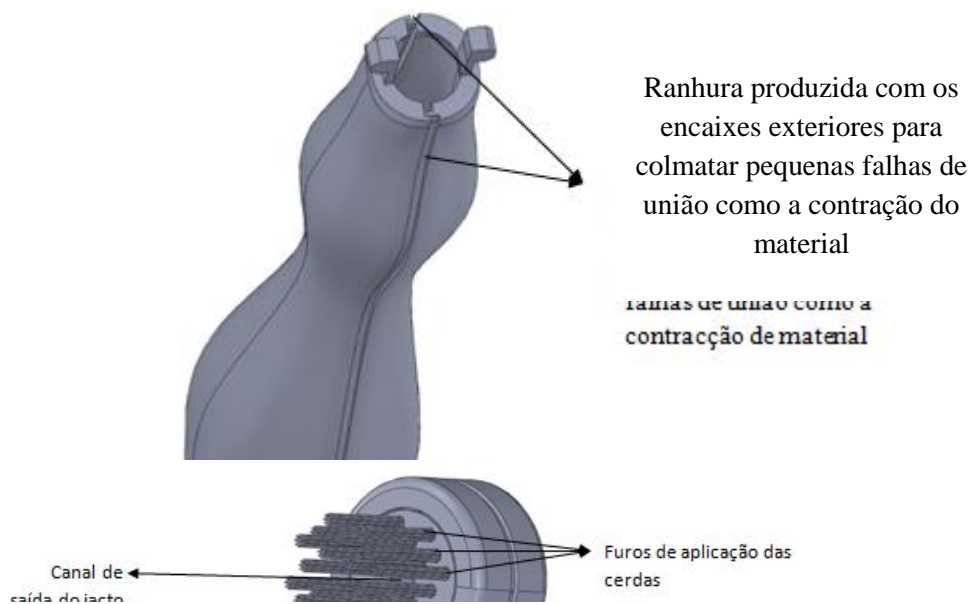


Figura 89: Base da escova de dentes

As Figura

90 à Figura 93



dizem respeito à cabeça da escova de dentes. Na Figura 90 pode visualizar-se a parte da frente da cabeça da escova de dentes com as cerdas colocadas.

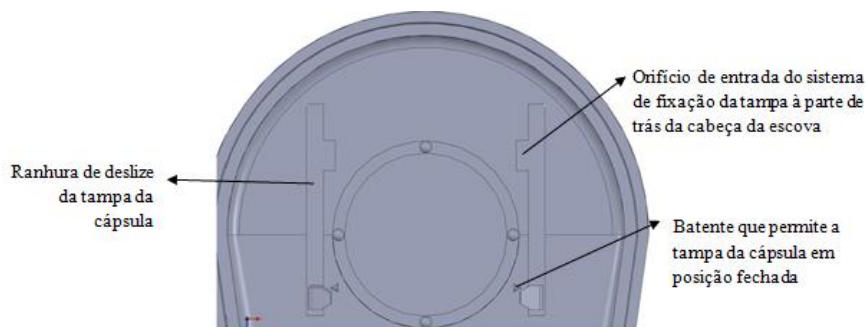
Figura 90: Frente da cabeça da escova

Nas Figura 91 e Figura 92 está presente a tampa de fecho da entrada da cápsula. Na primeira é visível a localização da tampa da entrada da cápsula quando este orifício está totalmente tapada.



Figura 91: Trás da cabeça da escova

Nas Figura 92 é possível verificar-se o sistema de deslize da tampa da entrada da cápsula, o batente que prende a tampa e a perfuração que permite a entrada da tampa de trás da



possível sistema de entrada na parte escova.

Figura 92: Orifícios de entrada e deslize da tampa de fecho da entrada da cápsula de dentífrico

Através da Figura 93 pode visualizar-se o direcionamento da água para a turbina e o jato de água, o sistema *snap-fit* de ligação da base à cabeça da escova, o local de entrada da cápsula de dentífrico e a ligação entre a base de trás e base da frente da cabeça da escova.



Figura 93: Corte transversal da cabeça da escova de dentes

Já na Figura 94 é possível visualizar-se o sistema de encaixe definitivo utilizado para fixar a parte de trás da cabeça da escova de dentes e o mesmo acontece com a base. É possível verificar a existência de macho e fêmea. Este sistema é um sistema de fixação definitiva por esmagamento, ou seja, a distância entre os vértices de uma face do macho (prisma hexagonal) tem a mesma dimensão do diâmetro onde este encaixará na fêmea (furo). Desta forma, é possível que o encaixe e o ajuste de material fixem a peça.



Figura 94: Pinos de encaixe definitivo

Após a produção do protótipo desenvolvido, foi obtido o protótipo apresentado nas Figura 95 à Figura 99. Na Figura 95 é apresentada a escova de dentes completa com o encaixe da caixa de proteção das cerdas da escova. Para uma melhor visualização da cabeça da escova de dentes é apresentada a Figura 96 em que já não está colocada a caixa de proteção das cerdas. Nestas duas figuras verifica-se uma transparência na zona exterior da escova para que seja possível uma melhor perceção da canalização no interior da escova.



Figura 95: Conjunto completo da escova de dentes ecológica com a caixa de proteção das cerdas



Figura 96: Escova de dentes ecológica

Nas Figura 97 e Figura 98 é apresentada a cabeça da escova de dentes, em que na primeira é possível verificar a funcionalidade da tampa da ranhura de entrada da cápsula de dentífrico no interior da escova. Na Figura 98 é possível visualizar-se a turbina, assim como a base de apoio das cerdas e a furação de saída do jato de água para o exterior da escova.



Figura 97: Abertura da entrada da cápsula de dentífrico



Figura 98: Parte da frente da cabeça da escova de dentes

A Figura 99 apresenta a caixa de proteção das cerdas da escova de dentes aberta. Desta forma é possível visualizar o sistema *snap-fit* para o fecho da caixa.



Figura 99: Caixa de proteção das cerdas da escova de dentes

Através do *software* de modelação *Solidworks* é possível a extração do volume ocupado pelo produto total final para um posterior cálculo da massa do conjunto, assim como o impacto ambiental que a utilização de determinada quantidade de material poderá causar.

O volume total de material da escova de dentes ecológica é de $19125,30 \text{ mm}^3$. Tendo em conta que o material selecionado foi o ABS, para o cálculo do peso do conjunto, é necessário ter em conta que a densidade do material varia entre $0,882$ e $3,5 \text{ g/cm}^3$. Posto isto, é possível concluir que a sua massa pode variar entre os $16,869$ e os $66,939$ gramas.

Tendo em conta que o material selecionado é o ABS e este tem um eco-indicador de 400 mPt/kg . (PINTOR) Assim sendo, é possível concluir também que o impacto ambiental resultante da utilização deste material varia entre $67,476$ e $267,756$ milipontos.

O custo mínimo de um saco de 25Kg de ABS, segundo a *Dalian Bone Biological Technology Co., Ltd.*, é de $623,93\text{€}$ (*Dalian Bona Biological Technology Co.*, Julho/2015). Para facilitar o cálculo, é identificado o preço por quilograma do material (aproximadamente 25€/kg). Posto isto, o valor do material necessário para a construção do produto final varia entre $0,42\text{€}$ e $1,67\text{€}$, consoante a densidade do material a utilizar.

No entanto, os custos apenas dizem respeito ao material utilizado. Ao custo final do produto acrescem os valores de produção (custo da máquina, energia despendida, trabalhador, desperdícios de material, custo do molde).

5. Projeto Gargantilha Corretora Postural

5.1. A postura

Qualquer postura prolongada adotada durante um período de tempo pode prejudicar os músculos e as articulações. Neste sentido, é muito importante ter em conta que uma postura adequada é aquela em que o indivíduo permanece com as curvaturas anatómicas em estado de equilíbrio (Figura 100), sem que haja sobrecarga na coluna vertebral.

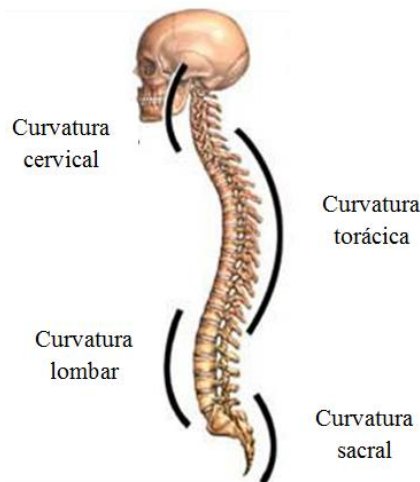


Figura 100: Curvaturas anatómicas naturais da coluna cervical

A coluna vertebral deve conciliar duas características mecânicas contraditórias: rigidez e flexibilidade. Isto só é possível devido à sua estrutura com as curvaturas trocadas.

O sistema nervoso central adapta o tônus muscular de todos os músculos envolvidos de forma automática, com o objetivo de estabelecimento do equilíbrio individual. Contudo, por estarem em todo o corpo com várias formas, ações, origens e inserções, caso algum músculo tenha alguma deficiência ele pode afectar uma cadeia de músculos, tendões, ligamentos e articulações.

A má postura é a relação defeituosa entre várias partes do corpo, que produz uma maior tensão sobre as estruturas de suporte, sobre as quais ocorre um equilíbrio menos eficiente do corpo. Torna-se então importante a adoção de ajudas técnicas que permitem o bom

funcionamento articular e muscular, ou seja, que ajudem a proporcionar um equilíbrio individual. Isto é, adoção de uma boa postura em tarefas prolongadas.

Uma postura correta é a posição em que é aplicado o mínimo de *stress* em cada articulação e exige a mínima atividade muscular para a sua manutenção. Desta forma, qualquer postura que aumente o *stress* ou atividade muscular é considerada uma postura incorreta. Desta forma, assume-se uma boa postura como um equilíbrio muscular e esquelético que protege as estruturas de suporte do corpo contra lesão ou deformidade progressiva, independentemente da atitude nas quais essas estruturas estejam a trabalhar em repouso. A má postura é uma relação defeituosa entre várias partes do corpo, que produz maior tensão sobre as estruturas de suporte, sobre as quais ocorre um equilíbrio menos eficiente do corpo.

A postura sentada apresenta vantagens relativamente à postura de pé uma vez que o corpo fica apoiado em várias superfícies. A postura sentada divide-se em dois tipos básicos de postura:

- Postura ereta (em que a coluna vertebral assume uma posição vertical e o tronco é sustentado pelos músculos dorsais. Este tipo de postura sentada facilita a movimentação dos braços e visualização para a frente);
- Postura relaxada (em que o dorso assume uma postura ligeiramente curvada para a frente ou para trás);

Para uma postura correta sentada, devem ser adotadas posturas neutras e ter um bom apoio lombar, de forma que a coluna vertebral mantenha a sua curvatura natural em forma de “S”. Portanto, devem ser evitadas posturas de flexão e hiperextensão da coluna por longos períodos de tempo para evitar compressões a nível dos discos intervertebrais. Os pés devem ser apoiados de forma a que a zona inferior das coxas não exerça pressões elevadas sob o assento e também para que a circulação sanguínea nos membros inferiores ocorra naturalmente (REHABWORKS, 2009).

Para o dia-a-dia ou local de trabalho é muito importante preservar a saúde. Através de estudos realizados, foi possível concluir-se que, aproximadamente, 65% das patologias ao nível da coluna cervical diagnosticadas, têm origem no ambiente de trabalho de entre as quais se destacam o Stress, as lesões por esforços repetitivos e os distúrbios osteo-ligamentares relacionados com o trabalho.

As lesões por esforços repetitivos são provocadas pelos esforços repetitivos em posição ergonômica incorreta de qualquer atividade, provocando lesões nos tendões, músculos e ligamentos.

Os distúrbios osteo-ligamentares são distúrbios causados pela fadiga neuro-muscular proveniente do trabalho estático ou com movimentos repetitivos.

Para a adoção de uma postura sentada correta, os ombros devem estar relaxados, os cotovelos e as mãos alinhadas, os pés paralelos ao chão e as coxas apoiadas no assento mas não a fazer pressão sob o assento para que se dê uma correta circulação sanguínea nos membros inferiores. A Figura 101 apresenta as características de uma postura sentada correta para evitar os tipos de lesões referidas anteriormente.

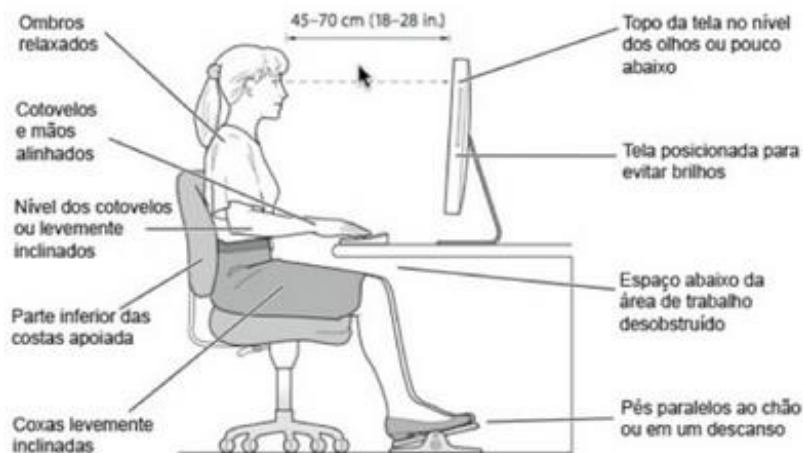


Figura 101: Postura sentada correta (Racionais)

O computador é cada vez mais uma ferramenta fundamental na realização da maior parte das profissões, devido às suas funcionalidades e aos benefícios que a sua utilização pode trazer para a empresa. Com a crescente dependência das empresas relativamente aos computadores, aumentam o número de postos de trabalho onde o computador é a principal ferramenta e aumentam também os riscos associados ao HCI (*Human-Computer Interaction*) pelo que existe uma legislação específica para garantir a saúde e segurança dos trabalhadores (SILVA, 2012).

A ISO 9241-5 é a legislação que faz recomendações sobre as posturas a adotar neste tipo de trabalhos, bem como a organização do posto de trabalho. Estabelece também os requerimentos sobre as posturas sentadas e em pé, o alcance da visão, a interação entre o utilizador e o monitor, a superfície de trabalho e funcionalidade da cadeira de trabalho. (ISO, 1998)

Recentemente, o principal foco da Ergonomia nos escritórios tem sido nos trabalhos relacionados com os computadores, devido à sua elevada utilização e ao aumento das lesões associadas a este tipo de trabalho. O Homem é a parte essencial em qualquer negócio e fundamental para criar produtos e serviços.

Os trabalhadores estão expostos a vários agentes externos, enquanto realizam as tarefas no local de trabalho. Os fatores de risco físicos associados ao trabalho podem ser definidos por: postura; força; repetição; pressão direta externa e frio.

A duração é outro fator muito importante que afeta todos os outros fatores de risco, uma vez que o tempo de exposição a uma determinada tarefa, combinada com os outros fatores agrava e pode prejudicar mais a saúde do trabalhador.

Os postos de trabalho com computadores são, muitas vezes, associados ao trabalho sedentário e a posturas incorretas, que, muitas vezes são prolongadas e repetitivas. O facto de existirem relações diretas entre o aumento de determinadas doenças ocupacionais como o *stress* e as LMERT'S (Lesões Musculo-Esqueléticas Relacionadas com o Trabalho), torna imprescindível a análise, avaliação e tentativa de redução dos riscos a que os trabalhadores possam estar expostos (SILVA, Março/2012).

As LMERT'S são lesões de trabalho que surgem através dos riscos já identificados. Geralmente localizam-se nos membros superiores e na coluna vertebral, podendo localizar-se noutras zonas do corpo, dependendo da atividade desenvolvido pelo trabalhador. Os sintomas destas doenças podem caracterizar-se por: dor localizada, podendo irradiar para áreas corporais; sensação de dormência e formigueiro na zona afetada; sensação de peso e cansaço desconforto localizado e/ou sensação de perda de força. (SAÚDE, 2008)

5.2. Caracterização sociocultural dos colares cervicais

Muitas vezes, a postura correta sentada como descrita no capítulo 5.1 e na Figura 101 não é adotada. Consequentemente, nestes casos, as profissões que não deveriam ser profissões de risco (profissões sentadas e de secretária), tornam-se profissões preocupantes para a saúde pública. Uma forma de combater este problema é criar estratégias de prevenir as más posturas. O projeto 'Gargantilha Corretora da Postura' é um produto com estas características, sendo então, esta, uma oportunidade de produto de sucesso.

5.3. Colares cervicais


Uma ortótese é um componente externo aplicado ao corpo com o intuito de facilitar a execução de alguma tarefa, compensar alguma desvantagem, reforço no tratamento de doenças ou mesmo prevenção de algumas doenças. Para a classificação das ajudas técnicas foram formados três grandes grupos: ortóteses de tronco; ortóteses para o membro superior e ortóteses para o membro inferior.

Existe uma grande diversidade de ortóteses para o tronco existe uma grande variedade, com diferentes características e fins diferentes que podem ser classificados em:



- Ortótese cervical;
- Ortótese cervico-torácica;
- Ortótese cervico-toraco-lombo-sagrada;
- Ortótese toraco-lombo-sagrada;
- Ortótese lombo-sagrada;
- Ortótese sacro-ilíaca.

As ortóteses cervicais são pensadas de forma a que a região cervical seja total ou parcialmente abrangida. Existem vários tipos de ortóteses cervicais denominados por colar cervical (Tabela 19) (BRANCO, Maio/2008).

Tabela 19: Classificação das ortóteses cervicais

Modelo	Características	Indicações	Imagem
Colar cervical mole	Fabricado com espuma macia, coberta com uma capa tubular de nylon suave Suficientemente consistente para sustentar a posição desejada	Contractura da coluna cervical, cervicartrose Uso noturno	 Figura 102: colar cervical mole (CHANTAL, 2014)

<p>Colar cervical semirrígido</p>	<p>Semelhante ao colar cervical macio, com a particularidade de conter uma placa rígida no centro do colar</p>	<p>Dor cervical, nevralgia cervico-branquial</p> <p>Entorse cervical</p> <p>Traumatismos</p>	 <p>Figura 103: Colar cervical semirrígido (Orthia, 2014)</p>
<p>Colar cervical Philadelphia</p>	<p>Pouca restrição de movimentos</p> <p>Apoio occipital mentoniano</p>	<p>Torcicolo, traumatismo, artrose, artrite;</p> <p>Traqueostomia;</p> <p>Fraturas do axis e corpo ou processo espinhoso</p>	 <p>Figura 104: Colar cervical Philadelphia (NetMedical, 2014)</p>
<p>Colar cervical Minerva</p>	<p>Restrição significativa dos movimentos das regiões médias cervicais média e inferior</p>	<p>Pós-operatório e deterioração de metástases nas vértebras cervicais</p>	 <p>Figura 105: Colar cervical Minerva (Brasil, O., 2014)</p>
<p>Colar cervical Miami Jackson</p>	<p>Semirrígido</p> <p>Restrição dos movimentos de flexão e extensão</p>	<p>Artrites, artroses, osteoporose e torcicolos</p> <p>Fratura do atlas</p>	 <p>Figura 106: Colar cervical Miami Jackson (OrthoTape, 2014)</p>

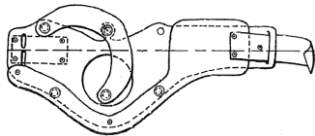

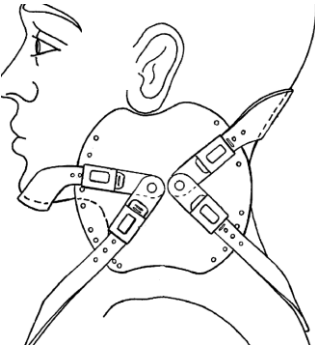
<p>Colar cervical com apoio mentoniano</p>	<p>Plástico rígido com bordas estofadas e perfurações que facilitam a transpiração</p> <p>Fecho com velcro para ajuste</p>	<p>Traumatismos, torcicolos, artrites</p>	 <p>Figura 107: Colar cervical com apoio mentoniano (FisioStore, 2014)</p>
<p>Colar cervical Thomas</p>	<p>Sem grande capacidade de restrição dos movimentos</p> <p>Bordas acolchoadas</p>	<p>Torcicolos, traumatismos, artroses e artrites</p>	 <p>Figura 108: Colar cervical Thomas (Ortopédicos, 2014)</p>

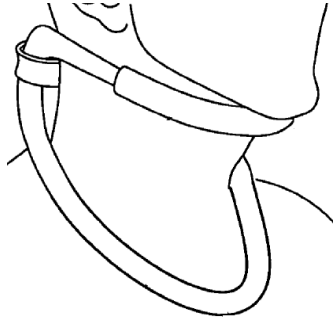
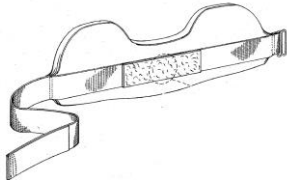
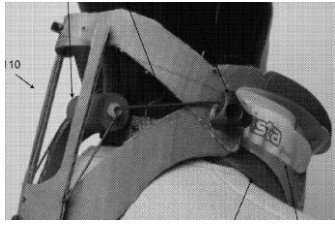
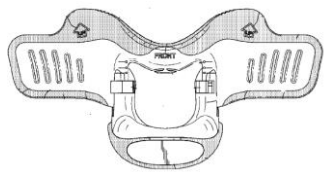
Após o levantamento dos colares cervicais terapêuticos existentes no mercado, é necessária a realização do levantamento das patentes dos colares cervicais para o estudo das suas formas, sistemas de encaixe, sistemas de regulação em altura e *design* dos colares.

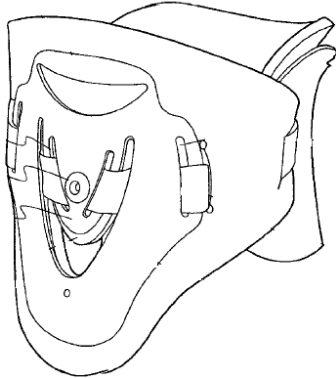
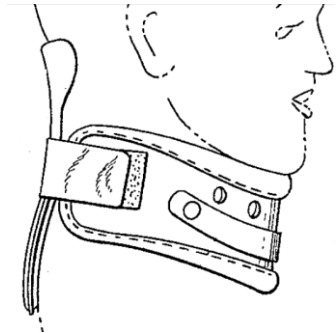
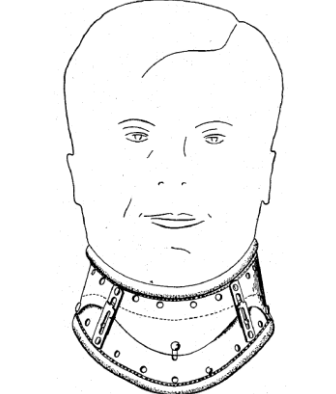
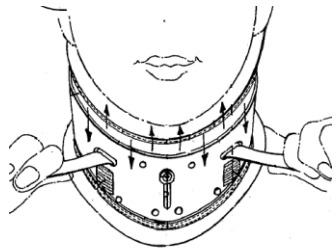
5.4. Patentes de colares cervicais

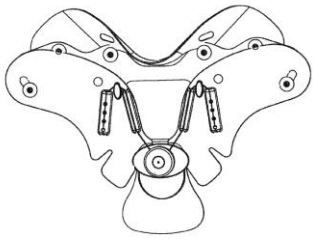
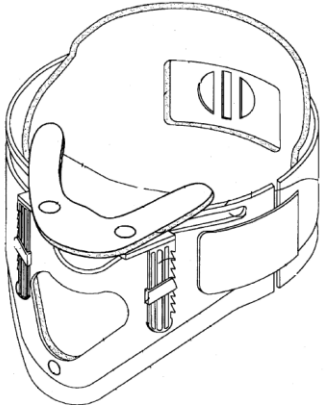
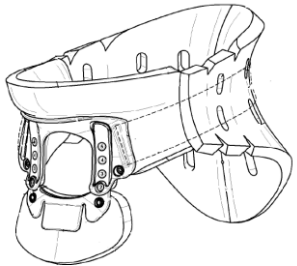
Durante a pesquisa de patentes existentes no mercado relacionadas com o projeto colar corretor postural, foram encontradas algumas invenções relacionadas com este produto com referência ao seu *design*, modo de aplicação de uma extensão vertical, ajuste dimensional ou mesmo modo de encaixe no corpo do seu utilizador. Estes produtos encontrados encontram-se representados na Tabela 20.

Tabela 20: Estudo de patentes de colares cervicais

Nome e nº da patente	Imagem	Descrição	Informações adicionais
<p>“Portable Cervical Collar” US 4413619 (Garth, 8/11/1983)</p>		<p>O colar inclui um apoio de queixo. Pode ser entendido como portátil, uma vez que é compacto para facilitar a utilização pelos paramédicos, como pré-examinação do paciente.</p>	<p>Inventor: Geoffrey C. Garth</p> <p>Data: 08/11/1983</p>
<p>“Cervical Collar” US 4034747 (Leroy, 12/07/1977)</p>		<p>Este colar cervical apoia sob os ombros do paciente de forma a distribuir a pressão exercida no pescoço.</p>	<p>Inventor: Pierre L. Leroy</p> <p>Data: 12/07/1977</p>
<p>“Trauma Cervical Collar” US 6740055 B2 (DOMINGUEZ, 25/05/2004)</p>		<p>Este colar cervical é ajustável às dimensões do pescoço do paciente e permite o apoio do queixo e cabeça. Isto acontece devido ao facto de ter cintas de apoio occipital, no queixo, no peito e nas homoplatas. Estas cintas são fixas ao corpo do colar cervical</p>	<p>Inventor: Steven Dominguez</p> <p>Data: 25/Maio/2004</p>

		através de fivelas ajustáveis.	
<p>“Cervical Collar” US 20090264802 A1 (Chen, 22/10/2009)</p>		<p>Este colar cervical é constituído por um membro de ajuste flexível. A estrutura principal do colar pode ser ajustada à parte superior do peito e ao queixo.</p>	<p>Inventor: Jyi Feng Chen</p> <p>Data: 22/10/2009</p>
<p>“Cervical Collar” US 3850164</p>		<p>Este colar cervical tem uma almofada de espuma de alta densidade para limitar os movimentos da cabeça e uma zona de apoio do queixo. A zona da garganta é constituída por uma almofada de espuma de baixa densidade para permitir o alívio de tensão na zona da garganta.</p>	<p>Inventor: Glenn F. Hare</p> <p>Data: 26/11/1974</p>
<p>“Cervical Collar with kyphosis adjustment” US 20100268139 A1 (Garth, 21/10/2010)</p>		<p>Este colar cervical pode ser ajustado à cabeça e ao pescoço do seu utilizador. Pode ser ajustada também a restrição dos movimentos através de um mecanismos incorporado na parte traseira do colar cervical.</p>	<p>Inventor: Geoffrey C. Garth</p> <p>Data: 21/10/2010</p>
<p>“Cervical Collar Having height and circumferential adjustment” US 7981068 B2 (Thorgildottir, Ingimundarson e</p>		<p>Este colar cervical de utilização ortopédica permite ajustes dimensionais, tanto circunferenciais como de altura. Através destes ajustes é também possível</p>	<p>Inventor: Thora Thorgildottir; Arni Thor Ingimundarson; Palmi Einarsson</p> <p>Data:</p>

<p>Einarsson, 19/07/2011)</p>		<p>escolher o grau de liberdade das porções anatómicas.</p>	<p>19/07/2011</p>
<p>“Cervical Collar with curve inducing tab” US 7090653 B2 (Moeller, 15/08/2006)</p>		<p>O colar cervical tem um painel acoplado para um elemento móvel para providenciar uma pressão ajustável na parte de trás do pescoço do seu utilizador, permitindo uma curvatura cervical apropriada.</p>	<p>Inventor: David Moeller</p> <p>Data: 15/08/2006</p>
<p>“Cervical Collar” US 3285243 (Yellin, 15/11/1966)</p>		<p>O objeto desta invenção providencia aos colares cervicais, para além das suas características essenciais pré-estabelecidas, a possibilidade de retirar e colocar o colocar com facilidade.</p>	<p>Inventor: Louis Yellin</p> <p>Data: 15/11/1966</p>
<p>“Cervical Collar” US 2801630 (Moore, 06/08/1957)</p>		<p>Esta invenção providencia um colar cervical que é formado por duas camadas de material semi-rígido, permitindo obter algum grau de hiperextensão.</p>	<p>Inventor: Arthur R. Moore</p> <p>Data: 06/08/1957</p>
<p>“Adjustable Cervical Collar” US 3916885 (John F. Gaylord, 4/11/1975)</p>		<p>O colar inclui bandas alongadas flexíveis que permitem no seu ajuste em altura, através da sobreposição de duas camadas de material constituinte do colar cervical.</p>	<p>Inventor: John F. Gaylord</p> <p>Data: 04/11/1975</p>

<p>“Cervical Collar with cable reel adjustment system” US 8721576 B2 (Modglin, 13/05/2014)</p>		<p>Este colar cervical tem um apoio de queixo ajustável em altura e um pêndulo regulável em altura também de apoio no peito. Este pêndulo é regulável através de um cabo de ajuste.</p>	<p>Inventor: DeRoyal Industries, Inc. Data: 13/05/2014</p>
<p>“Cervical Collar” US 5688229 (Bauer, 18/11/1997)</p>		<p>Nesta invenção é apresentado um colar cervical com suporte de queixo que pode ser ajustável em altura para permitir o ajuste a diferentes dimensões de pescoços e comprimentos do colar para a sua confortável e indicada utilização.</p>	<p>Inventor: Eric Bauer Data: 18/11/1997</p>
<p>“Cervical Collar having height and circumferential adjustment” US 20110034844 A1 (Thorgildsdottir e Ingimundarson, 10/02/2011)</p>		<p>Este colar cervical tem uma abertura na traqueia e um mecanismo ajustável no componente frontal de forma a que seja possível o seu apoio no peito para distribuição de tensões. Este mecanismo é regulável através de uma sequência de aberturas a mesma distância entre si.</p>	<p>Inventor: Thora Thorgildsdottir; Arni Thor Ingimundarson Data: 10/02/2011</p>

Através do estudo das patentes apresentadas na Tabela 20, é possível verificar que existem diversas formas, sistemas de ajuste, fecho e encaixe dos colares. Para o desenvolvimento do projeto “Colar Cervical Corretor Postural” vão ser considerados os aspetos considerados nas patentes, como possíveis adaptações ao produto pretendido a desenvolver.

5.5. Normas ISO associadas aos colares cervicais

Durante o estudo de mercado foram pesquisadas normativas associadas aos colares cervicais. Relativamente às ajudas técnicas e ortóteses estão associadas três normas ISO que estão associadas aos colares cervicais: ISO 22523:2006, ISO 8551:2003 e ISO 13404:2007.

A norma ISO 22523:2006 está relacionada com as próteses, ortóteses e membros externos, tendo em conta os seus requisitos e métodos de ensaio. Esta norma especifica os requisitos e métodos de ensaio para próteses de membros externos, incluindo as seguintes classificações ISO 9999/2007 (ANEXO III):

- 06 03 – 06 15 ortóteses;
- 06 18 – 06 27 próteses de membros.

Abrange a força, materiais, restrições de utilização, risco e à prestação de informações associadas com as condições normais de utilização de componentes e montagens de componentes (ISO, 2011b) .

A norma ISO 8551:2003 diz respeito a uma descrição de pessoas a serem tratadas com uma ortótese, os seus objetivos clínicos e os requisitos funcionais da ortótese. (ISO, 2009a)

A norma ISO 13404:2007 classifica e descreve ortóteses externas e os componentes a partir dos quais elas são montadas (ISO, 2011a).

5.6. Estudo de mercado

Para o desenvolvimento de um colar cervical corretor postural estético para uma utilização diária, foi necessário fazer um estudo de mercado das tendências de colares para o ano 2015. Nas Figura 109 é possível visualizar alguns desses exemplos de tendências para colares para 2015. Através da sua análise é possível verificar-se que a tendência é a utilização de colares grandes, junto ao pescoço e a tapar o colo do pescoço. Na Figura 109 é possível visualizar colares que permitem um pescoço livre de acessórios, apenas o colo do pescoço fica coberto de colar. Por sua vez, o colar apresentado na Figura 110 é possível

visualizar um colar que permite uma zona de peito sem acessórios, apenas cobre a zona de baixo do pescoço e o seu colo.



Figura 109: Colares tendência para o ano 2015 (maxi colares para verão 2015)



Figura 110: Colar choker tendência para 2015 (como usar colar choker - meninas, 2015)

Como as tendências de colares para o ano 2015 tendem a ocupar o pescoço e peito, existem modelos mais arrojados que se estendem pelo decote do peito, como é possível verificar na Figura 111 e Figura 112. Como se pode verificar, podem ser de diferentes materiais e com diferentes *designs*, podendo este ser um adereço que se adapta para diferentes ocasiões.



Figura 111: Colar tendência para 2015 (Dolores, 2015)



Figura 112: Maxi colar tendência para 2015 (Vissoto, /2015)

Um modelo mais arrojado que os anteriores é o modelo apresentado na Figura 113 em que o colar apenas se estende à zona do peito e se prolonga para os ombros.



Figura 113: Colar-ombreiras (Moda, Março/2015)

5.7. Conceito da proposta do colar corretor postural

Este conceito foi pensado com base nas gargantilhas das senhoras que são utilizadas como um acessório de moda e pode ter utilização diária. A ideia consiste na acoplação de um sistema que corrigisse a postura, quando assim necessário, e utilizado como produto estético em simultâneo com o terapêutico.

Este produto é customizado para que seja possível o desempenho da sua função de uma forma estética e sem causar danos à sua utilizadora. Contudo, será desenhado um modelo *standard* em que é possível a alteração de dimensões e *design*, mantendo a sua estrutura e funcionalidade pretendida.

Esta ideia torna-se conveniente, uma vez que, segundo os resultados apresentados nas Figura 114 e Figura 115, foi possível fazer uma análise da população por faixa etária e sexo e, desta forma, é possível concluir que a população ativa tem vindo a aumentar a partir da faixa dos 30 anos de idade. É possível comparar também os dados relativamente aos homens e as mulheres e pode verificar-se que na faixa etária da população ativa (faixas consideradas entre os 20 e 64 anos) que a percentagem de homens é ligeiramente superior ao das mulheres.

ESTRUTURA ETÁRIA DA POPULAÇÃO RESIDENTE POR SEXO, 2001 E 2011

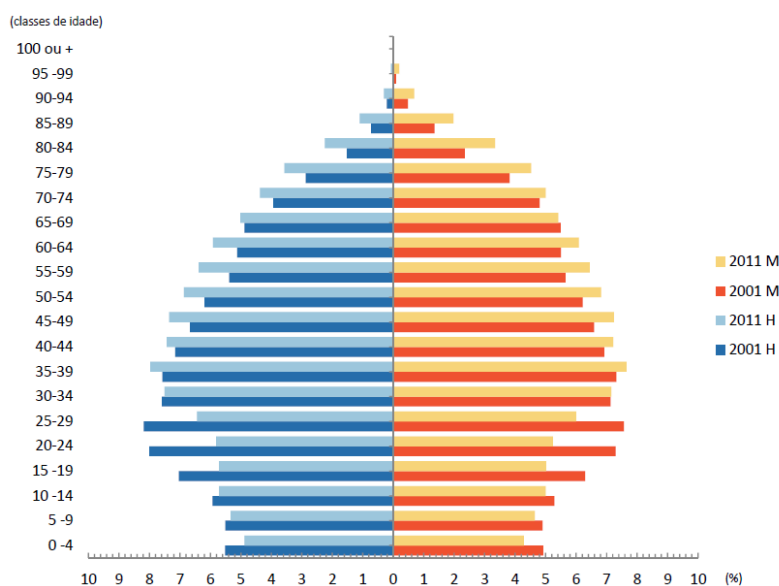


Figura 114: Estrutura etária da população residente por sexo, relativamente aos anos 2001 e 2011 (Estatística, 2011)

É possível concluir também, através da análise da Figura 115, que aproximadamente 20% da população tem uma carga horária de trabalho acima de 45 horas semanais. Estes dois aspectos provocam um maior número de população com lesões na coluna cervical provocada pelas más posturas adotadas no trabalho, muitas vezes provocadas pelo cansaço.

DURAÇÃO DO HORÁRIO DE TRABALHO SEMANAL	2001			2011		
	Total	H	M	Total	H	M
45 ou mais horas						
Portugal	18,72	24,97	11,31	18,39	23,96	12,76
Menos de 30 horas						
Portugal	7,89	4,50	11,91	8,17	5,66	10,71

Figura 115: Estudo do número de horas de trabalho semanal relativamente aos anos 2001 e 2011 (Estatística, 2011)

Desta forma, o desenvolvimento de uma gargantilha corretora da postura para prevenção deste tipo de lesões e propiciar um maior conforto principalmente durante o horário laboral.

Uma vez que será para utilização estética, é um produto direcionado para a população feminina, estando projetado para ser customizado de acordo com a antropometria individual da cliente.

5.7.1. Dimensões do busto a utilizar como modelo

Para o trabalho desenvolvido foi utilizado um busto como modelo para a construção do colar corretor postural. Este busto modelo foi construído com base nas medições efetuadas a três trabalhadoras da INPACT. As medições efetuadas encontram-se numeradas de 1 a 9, como se pode verificar na Figura 116.



Figura 116: Busto feminino com pontos de medições efetuadas. 1) distância entre os ombros; 2) altura total do pescoço; 3) altura do peito; 4) largura do tórax; 5) espessura dos ombros; 6) espessura do peito; 7) perímetro do pescoço; 8) perímetro da base do pescoço; 9) perímetro do topo do pescoço

Após se efetuar as medições e a análise dos resultados, foi possível obter os resultados apresentados na Tabela 21.

Tabela 21: Medições, em centímetros, efetuadas ao busto

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Indivíduo 1	38	11	19	32	10	13	33	36	33,5
Indivíduo 2	37	10	15	27	11	13	33	37	34
Indivíduo 3	40	7	18	30	8	12	31	33	32
MÉDIA	38,33	9,33	17,33	29,67	9,67	12,67	32,33	35,33	33,17
Desvio Padrão	1,53	2,08	2,08	2,52	1,53	0,58	1,15	2,08	1,04

Posteriormente, foram efetuadas digitalizações tridimensionais ao busto de 10 elementos do sexo feminino e, a partir dos documentos digitais, foram retiradas as medidas anteriormente referidas.

Pode pensar-se na digitalização tridimensional como a obtenção de uma fotografia física. Através da digitalização física de um objeto, é possível criar modelos tridimensionais.

Estes modelos podem ser utilizados para obter novamente modelos físicos, enviando o ficheiro para impressoras tridimensionais.

Os processos de digitalização podem ser divididos em sistemas de digitalização com contacto e sistemas de digitalização sem contacto. A digitalização tridimensional a laser é um sistema de digitalização sem contacto, muito rápido e preciso, sendo possível digitalizar qualquer tipo de material, mesmo os mais macios ou mesmo líquidos.

O *scanner* tridimensional Sense é o scanner (Figura 117) utilizado na empresa acolhedora (INPACT), em que fornece a capacidade de observação e tradução de um modelo tridimensional. Através dele é possível a utilização das digitalizações para várias aplicações, tais como: identificação de pessoas e as suas características corporais; classificação de objetos; medições de tamanho e volume; localização e identificação de formas de paredes e pisos. A Tabela 22 apresenta as características e especificações deste *scanner*.



Figura 117: *Scanner* Sense existente na INPACT para a realização de digitalizações

Tabela 22: Características e especificações técnicas da Sense 3D

Especificações	Características
Sistemas operacionais suportados	Windows 7 Windows 8
Potência máxima de consumo	2,25 watts
Volume de digitalização	Min: 0,2m x 0,2m x 0,2m Max: 3m x 3m x 3m
Dimensões	17,8cm x 12,9cm x 3,3cm
Alcance de operação	Min: 0,35m Max: 3m
Campo de visão	Horizontal: 45° Vertical: 57,5° Diagonal: 69°
Temperatura Operacional	10-40°C

Após a digitalização, o processamento dos resultados é feito a partir de uma nuvem de pontos. A esta nuvem de pontos é feita a filtragem por forma a tentar eliminar os ruídos

existentes resultantes de fatores externos à digitalização. Posteriormente, a partir da nuvem de pontos já filtrados, estes ligam-se 3 a 3, formando uma malha triangular, guardando o ficheiro em formato STL. A partir deste formato é possível a edição do ficheiro em *softwares* específicos.

As digitalizações efetuadas neste trabalho, foram utilizadas como elementos de fornecimento de dados antropométricos. Uma das digitalizações efetuadas encontra-se apresentada nas Figura 119 e Figura 118.

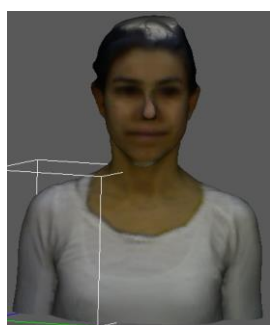


Figura 119: Fichero resultante da digitalização do busto de uma participante



Figura 118: Fichero rodado resultante da digitalização do busto de uma participante

Os resultados das medições efetuadas às digitalizações encontram-se apresentadas na Tabela 23.

Tabela 23: Medições, em centímetros, efetuadas nas digitalizações do busto

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Indivíduo 1	36,60	9,01	11,75	28,15	8,63	13,78	30,35	42,16	32,86
Indivíduo 2	34,07	10,93	12,70	23,33	12,38	15,83	31,54	44,48	30,10
Indivíduo 3	40,16	7,70	10,81	27,42	11,37	17,36	41,03	36,88	29,59
Indivíduo 4	40,18	5,39	13,38	26,02	9,14	21,19	32,23	37,82	33,30
Indivíduo 5	35,73	10,27	11,40	30,80	8,98	17,81	30,16	36,69	30,41
Indivíduo 6	39,19	11,20	11,46	29,14	8,88	19,08	32,23	43,48	36,38
Indivíduo 7	38,90	11,12	13,27	26,26	12,77	17,46	30,22	42,29	40,02
Indivíduo 8	35,56	12,20	14,15	25,82	9,18	17,87	34,24	33,05	41,53
Indivíduo 9	40,14	10,36	13,07	25,45	12,15	16,22	33,24	33,75	44,17
Indivíduo 10	41,03	11,19	10,07	26,57	11,19	19,02	39,27	37,63	39,02
MÉDIA	38,16	9,94	12,21	26,90	10,47	17,56	33,45	38,82	35,74
Desvio Padrão	2,44	2,04	1,30	2,06	1,66	2,04	3,79	4,04	5,23

5.8. Seleção de Materiais e Tecnologias de produção

O colar cervical corretor postural é um produto para uma produção customizada, dependendo das dimensões do seu utilizador. Desta forma, torna-se possível a escolha do *design* da gargantilha assim como do material a utilizar, dependendo da tecnologia a que está associado para produção. Assim sendo, é necessário estudar os materiais compatíveis com as máquinas existentes na empresa de produção customizada (Projet 4500, Projet HD 3000, Sinterstation 2500 plus e Prox 3000).

5.8.1. Projet 4500

A Projet 4500 (Figura 120) é uma impressora tridimensional que utiliza plástico para a sua impressão de objetos. Esta máquina confere a capacidade de criação de modelos prontos para utilização, flexíveis e, simultaneamente, fortes, totalmente coloridos. A Project 4500 tem como características a rapidez e eficiência, apresentando controlos de operação fáceis e intuitivos, para que seja assegurada a alta produtividade com custos reduzidos.



Figura 120: Máquina Projet 4500

Esta tecnologia utiliza a impressão com jatos de cores (*Color Jet Printing*) para a construção dos modelos pretendidos.

Este aparelho é um equipamento de fácil utilização, sustentável para operar e rápido para imprimir, sendo uma tecnologia económica uma vez que está equipada com um sistema de

reciclagem de materiais integrado para um maior rendimento e menor consumo total de material.

As principais características da Projet 4500 são a produção de peças com um elevada quantidade de cores com capacidade de construção acima dos 10000 cm³ e às e com uma capacidade de construção de 8 mm por cada hora (Tabela 24).

Tabela 24: Características da Projet 4500

Funcionalidade	Característica da Projet 4500	
Resolução	600 × 600 DPI	
Cores	Imprime até 1 milhão num único modelo	
Dimensões mínimas da peça produzida	0,1 mm	
Espessura da Camada	0,1 mm	
Velocidade de Construção Vertical	8 mm/hora	
Volume acumulado em construção	203mm×254mm×203mm	10487 cm ³
Faixa de temperatura operacional	13 – 24°C	
Peso do equipamento	272 kg	
Eletricidade	100 – 240 V	15 – 7,5 A
Certificação	CE , CSA	
Sistema Operativo do Cliente	Windows 7 e Windows Vista	
Formato de Ficheiro Suportado	STL, VRML, PLY, ZPR	
Material de construção	Visijet C4 Spectrum Core	
Tinteiros de cor	Visijet C4 magenta; Visijet C4 amarelo; Visijet C4 ciano;	
Ligante	Visijet C4 clear	

Para a obtenção de peças através desta tecnologia é necessário proceder de acordo com as seguintes etapas (Figura 121):

1. Necessidade de Construção de Peças (surge a necessidade de construção das peças na Projet 4500);
2. Posicionamento das peças (é feito o posicionamento da peça através do programa 3D Print 1,04 de forma a que haja uma otimização de material e tempo);
3. Programação do equipamento (programação através do software 3DPrint 1,04 nos parâmetros de processamento);
4. Construção das peças (etapa que acompanha todo o processo de construção das peças desde o ligar o equipamento até ao findo da construção);
5. Cura (início de cura com duração de 4 horas, após a finalização da construção da peça);
6. Arrefecimento das peças (arrefecimento da câmara para garantir a estrutura dimensional das peças);
7. Limpeza das peças (limpeza das peças na câmara de limpeza para reciclagem do material em excesso);
8. Preparação das peças para o acabamento (reunião das peças previamente limpas, resolução de falhas ou erros que possam ter ocorrido, preparação das ferramentas e meios necessários para o acabamento das peças);
9. Acabamento (passar as peças na granalhagem; lixar os componentes de forma a eliminar possíveis rugosidades existentes; limpeza de pó resultando das tarefas anteriores).

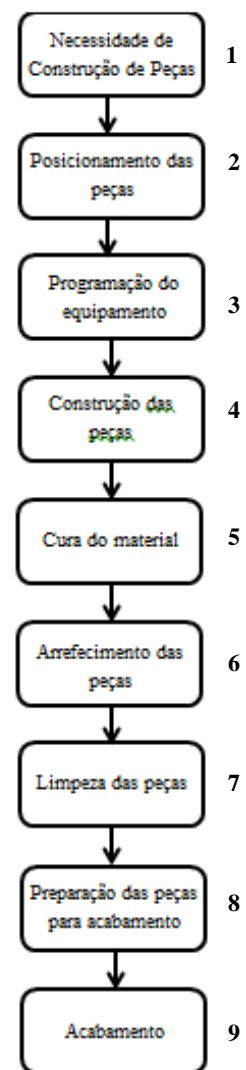


Figura 121:
Funcionamento na máquina
Projet 4500

A Projet 4500 utiliza o processo *ColorJet Printing* (Figura 122) que é uma tecnologia de impressão 3D que envolve dois componentes principais: o material de construção e o material ligante. Em adição, pode utilizar tintas para coloração do material. O material de construção é espalhado em camadas finas sob uma plataforma de construção. Após

cada camada é espalhado o ligante e o corante, conforme as zonas seleccionadas para construção, através do ficheiro STL. (GROUP, 2014)

As principais vantagens deste processo são:

- Velocidade (o *ColorJet Printing* é o processo de impressão 3D mais rápido. Cada camada é impressa em segundos, reduzindo o tempo de obtenção de uma peça);
- Coloração (este sistema pode criar peças com uma grande diversidade de cores);
- Versatilidade (Este processo permite a utilização de uma vasta gama de materiais, portanto, é possível a sua utilização para diversos segmentos da indústria);
- Simplicidade (este processo é um processo muito simples, portanto, não é necessária a presença de um técnico). (PROTOTYPE, 2014)

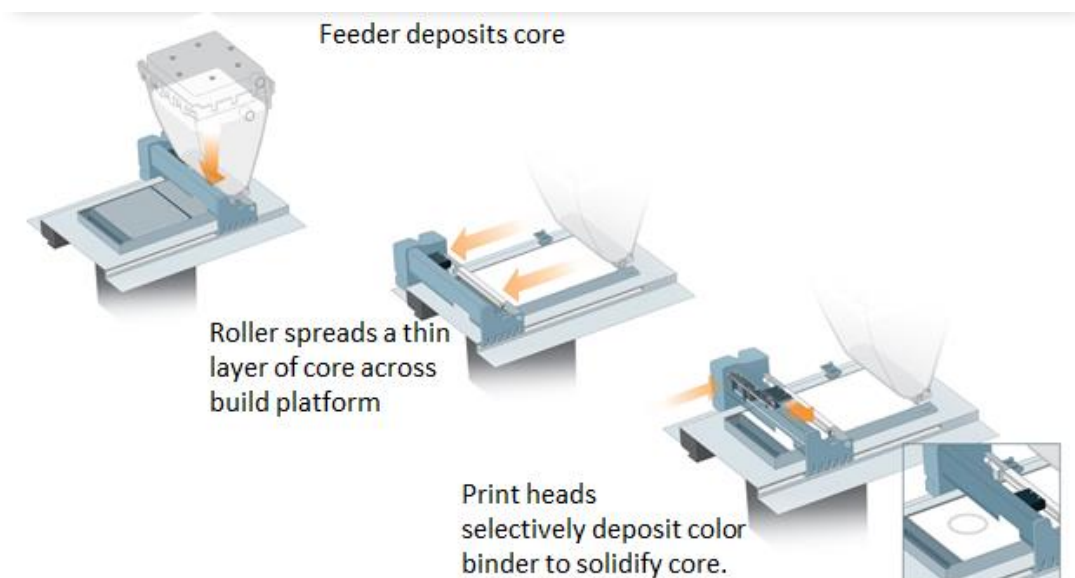


Figura 122: Processo *ColorJet Printing* (How to print a 3D Architectural Model, 2014)

A tecnologia PROJET 4500 sinteriza material em pó para construção (*Visijet C4 Spectrum Core*) e um ligante (*Visijet C4 Spectrum Clear*). Em conjunto com o ligante pode utilizar também um ligante colorido (*Visijet C4 Spectrum Magenta/Ciano/Amarelo*).

A composição dos materiais referidos anteriormente encontra-se apresentada na Tabela 25, assim como as características do produto final na Tabela 26.

Tabela 25: Materiais utilizados na Projet 4500, assim como a sua composição

Materiais	Composição	Percentagem
<i>Visijet C4 Spectrum Core</i>	Composto polimérico	6 – 100
<i>Visijet C4 Spectrum</i>	Acrilato de isobornilo	17 – 25
<i>Clear/Magenta/Ciano/Amarelo</i>	Diacrilato alifático cloxilado	65 – 75
	Tea-butilhidroperóxido (t-BHP)	2 – 2,5

Tabela 26: Características mecânicas dos produtos finais da Projet 4500

Produto Final	
Resistência à tração	24,8 MPa
Módulo de Elasticidade	1600 MPa
Deformação Máxima	3,6 %

5.8.2. Projet HD 3000

A Projet HD 3000 (Figura 123) tem como principais características a elevada produtividade, precisão e exatidão. Esta tecnologia permite a produção de peças com geometria complexa uma grande variedade de peças diferentes sem comprometer a velocidade de construção.

A Projet HD 3000 permite dois modos de funcionamento: High Definition (HD) e Ultra High Definition (UHD), podendo ser possível a obtenção de peças mais ou menos precisas, dependendo do produto pretendido e da complexidade da geometria da peça. (SYSTEMS, - . D. P.)

As principais características desta tecnologia são a sua elevada resolução (HD e UHD), conforme apresentado na Tabela 27.



Figura 123: Projet HD 3000

Tabela 27: Características da Projet HD 3000

Funcionalidade	Característica	
Resolução	HD: 833,12×833,12×1539,24 pontos por milímetro UHD: 1666,24×1666,24×2032 pontos por milímetro	
Exatidão	0,025 – 0,05 milímetros por cada centímetro	
Volume acumulado em construção	HD: 298mm×185mm×203mm UHD: 127mm×178mm×152mm	11191 cm ³ 3436 cm ³
Faixa de Temperatura Operacional	18 – 28°C	
Peso do equipamento	288 kg	
Eletricidade	100 – 240 V AC	15 – 10 A
Certificação	CE	
Sistema Operativo do Cliente	Windows XP Professional	
Formato do Ficheiro Suportado	STL e SLC	
Material de Construção	<i>Visijet EX 200</i>	
Material de Suporte	<i>Visijet S 100</i>	

Para a obtenção de peças através da Projet HD 3000 é necessário recorrer-se às seguintes etapas (Figura 124):

1. Necessidade de Construção de Peças (surge a necessidade de construção das peças na Projet HD 3000);
2. Posicionamento das Peças (é feito o posicionamento da peça através do programa 3D Modeling Accelerator de forma a que haja uma optimização de material e tempo);
3. Programação do equipamento (programação através do software 3D Modeling Accelerator nos parâmetros de processamento);
4. Construção de peças (etapa que acompanha todo o processo de construção, o componente é retirado da plataforma e colocado num forno de aquecimento a 70°C com o intuito de derreter o material de suporte);
5. Forno (após a finalização da construção, o componente é retirado da plataforma e colocado num forno de aquecimento a 70°C com o intuito de remoção do material de suporte);
6. Banho em óleo (colocação das peças num reservatório com óleo, a cerca de 70°C para que se dê a remoção dos excessos de material);
7. Limpeza das peças (lavagem das peças com água e detergente desengordurante);
8. Preparação das peças para o acabamento (reunião das peças previamente limpas, resolução de falhas de material ou erros de construção e preparação das ferramentas e meios necessários para o acabamento das peças);
9. Acabamento (realização da colagem e pintura das peças, sempre que seja exigida pelo cliente).

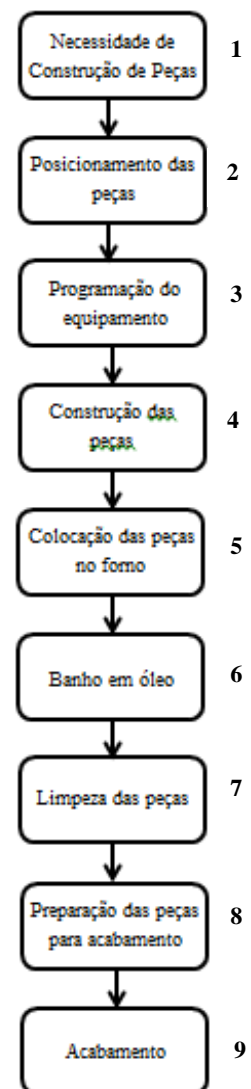


Figura 124:
Funcionamento na máquina Projet HD 3000

complexas. O processo consiste na foto-polimerização de materiais com lâmpadas UV. As faces impressas têm superfícies lisas e bastante detalhadas, com boas propriedades mecânicas.

Para se dar este processo é necessário que exista uma cabeça de impressão, uma plataforma e lâmpadas UV. Como qualquer máquina de impressão 3D, também esta requer um ficheiro CAD 3D. A impressora imprime cada camada do ficheiro STL de material foto-polimerizante sob a plataforma. (MIDDLEEAST, 2013)

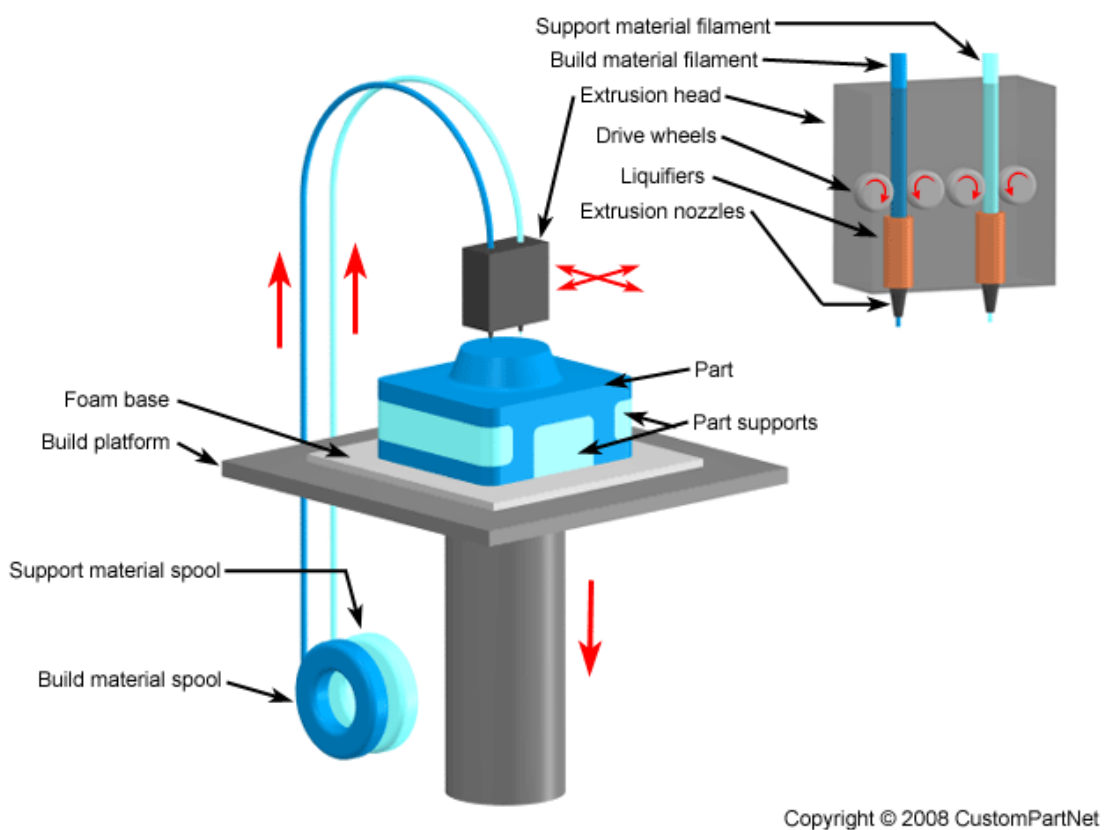


Figura 125: Processo de MultiJet Printing (Izrada Prototipova)

A tecnologia PROJET HD 3000 utiliza material de construção da peça e material de suporte. Esta tecnologia apenas suporta um tipo de material de suporte, o S100 (cera que é amolecida e retirada durante a limpeza da peça). Contudo, podem ser utilizados três tipos de materiais de construção (resinas acrílicas curáveis com a aplicação de luz UV): *SR200*, *EX200* e *HR200*. As características destes materiais, encontram-se apresentados na Tabela 28.

Tabela 28: Características dos materiais EX200, SR200 e HR200 (3dsystems) (creatit.for.me)

Cor	EX200		SR200		HR200
	Natural	Natural	Cinzentos	Azul	Azul escuro
Densidade [g/cm³]	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
Resistência à tração [MPa]	42,4	26,2	20,5	22,1	32
Módulo de Elasticidade [MPa]	1463	1108	735	866	1724
Extensão até à ruptura [%]	6,83	8,97	8	6,1	12,3
Módulo de Flexão [MPa]	49	26,6	28,1	28,1	45
Temperatura de distorção [°C]	56	46	46	46	-

Na máquina existente na empresa, apenas é utilizado o material *EX200*, com o suporte de *S100*.

5.8.3. Sinterstation 2500 plus

A Sinterstation 2500 Plus (Figura 126) é capaz de produzir peças em plástico, prontas para utilização, a partir de ficheiros CAD tridimensionais. Esta tecnologia reduz a necessidade de maquinação ou acabamentos.



Figura 126: Sinterstation 2500 Plus

Através desta tecnologia é possível a obtenção de peças plásticas, flexíveis e com elevados desempenhos. (SYSTEMS, -. D., 2015)

As principais características desta tecnologia encontram-se apresentadas na Tabela 29 da qual se destaca os elevados volumes de construção, comparativamente com as restantes máquinas estudadas anteriormente.

Tabela 29. Características da Sinterstation 2500 Plus

Funcionalidade	Característica
Tipo de Laser	Laser a CO ₂
Volume de Construção	381mm×330mm×457mm 57458cm ³
Sistema Operativo	Windows XP

Formato do Ficheiro Suportado	STL	
Eletricidade	240 – 380 V AC	12,5 KVA
Temperatura Operacional	16 – 27°C	
Humidade Relativa	< 70%	
Material de construção	Duraform Flex Duraform PA	

Para a obtenção de peças através da Sinterstation 2500 Plus é necessário recorrer-se às seguintes etapas (Figura 127):

1. Necessidade de construção de peças (surge a necessidade de construção das peças na Sinterstation 2500 Plus);
2. Posicionamento das peças (através do programa Magics procede-se ao posicionamento das peças, estabelecendo uma distância de 10 mm das paredes da plataforma, 2 mm da base e 5 mm entre as peças);
3. Programação do equipamento (programação através do software Build Setup 3.602 de forma a que haja uma optimização de material e tempo);
4. Inertização/Aquecimento do equipamento (introdução de azoto na câmara para a redução do risco de incêndio. Nesta altura, procede-se também ao aquecimento do equipamento);
5. Construção de peças (etapa que acompanha todo o processo de construção das peças desde o início do processo até ao fim da construção);
6. Arrefecimento do equipamento (após terminada a construção, deixar arrefecer a câmara antes de retirar o bloco formado de material);
7. Limpeza das peças (limpeza das peças construídas, retirando o

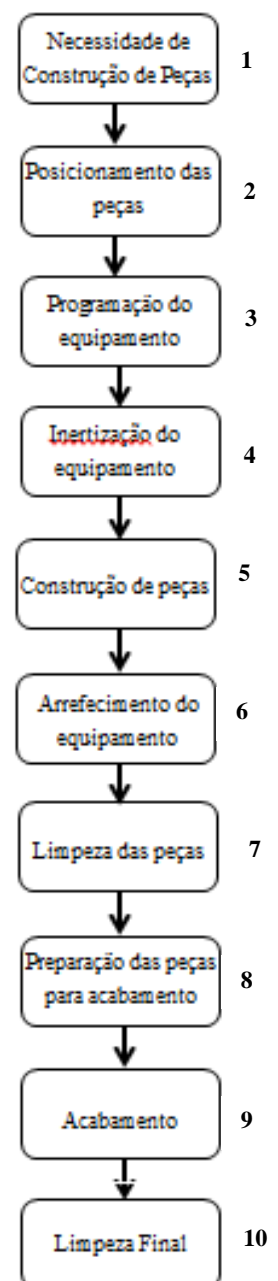


Figura 127: Funcionamento na máquina Sinterstation 2500 plus

material que se encontra em excesso e com auxílio de um pincel);

8. Preparação da peça para o acabamento (reunir os componentes e acessórios necessários ao processo, averiguar o estado das peças, resolução de falhas de material ou erros de construção que possam ter ocorrido e preparação das ferramentas e meios necessários);
9. Acabamento (proceder aos acabamentos tendo em conta as indicações fornecidas, passar a lixa na superfície das peças de forma a eliminar possíveis rugosidades e soldar e colar peças, se necessário);
10. Limpeza Final (retirar o pó que ficou no equipamento e proceder à crivagem do mesmo para que este seja reutilizado).

Esta máquina de prototipagem rápida utiliza o método de SLS (*Selective Laser Sintering*). Durante este processo (Figura 128), pequenas partículas de material são fundidas pelo aquecimento provocado pelo laser de potência elevada. Com este processo não é necessária a utilização de suportes de construção. O processo de construção inicia quando uma primeira camada é formada, a plataforma desce expondo uma nova camada de pó para que o feixe de laser atue novamente sobre a área selecionada pelo ficheiro STL. Este procedimento repete-se até que o objecto esteja totalmente completo. (PALERMO, 13/Agosto/2013)

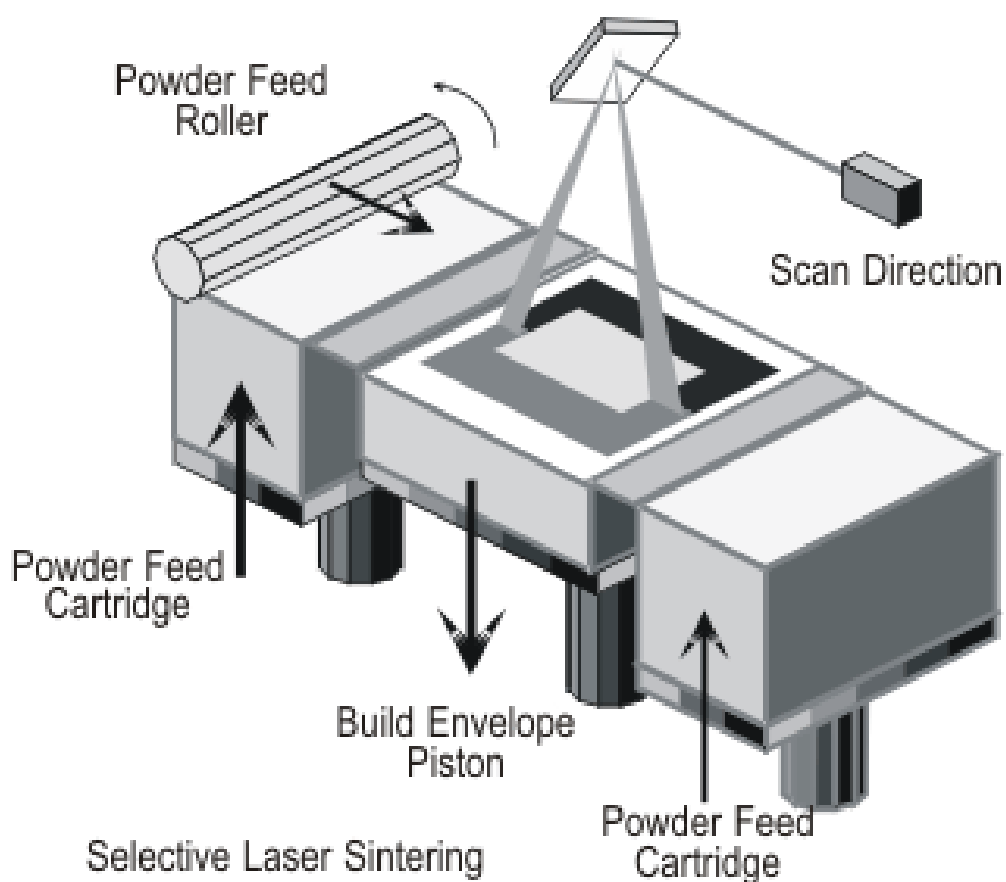


Figura 128: Processo de SLS (SLS process information, 2015)

Com a Sinterstation 2500 plus, é possível a utilização de 8 materiais diferentes (*DuraForm Flex*, *DuraForm EX*, *DuraForm PA*, *DuraForm FR100*, *CastForm PS*, *DuraForm GF*, *DuraForm HST* e *DuraForm PRO*), dos quais, as suas principais características se encontram apresentadas na Tabela 30.

Tabela 30: Características dos materiais compatíveis com a Sinterstation 2500 plus (3DSystems)

	<i>DuraForm Flex</i>	<i>DuraForm EX</i>	<i>DuraForm PA</i>	<i>DuraForm FR100</i>	<i>CastForm PS</i>	<i>DuraForm GF</i>	<i>DuraForm HST</i>	<i>DuraForm PRO</i>
Densidade [g/cm³]	-	1,01	1,03	0,46	0,86	1,49	1,20	0,93
Módulo de Flexão [MPa]	5,9	1310	1387	1462	-	3106	4400	1256
Resistência à Flexão [MPa]	48	46	48	46	-	37	86	52,2
Módulo de Elasticidade	5,91	1517	1586	1880	1604	4068	5475	1441

[MPa]								
Resistência à Tração [MPa]	1,8	48	43	32	2,84	26	48	41,1
Extensão até à ruptura [%]	110	47	14	20	-	1,4	4,5	12,3
Força de Impacto [MPa]	-	74	32	49	<11	41	37,4	33

Na empresa, os materiais utilizados na sinterstation 2500 plus são o *DuraForm Flex* e o *Duraform PA*.

5.8.4. Prox 300

A Prox 300 (Figura 129) é uma máquina precisa de fusão por laser, sendo responsável por um aumento de produtividade, capaz de reproduzir peças iguais entre.

Para a produção de peças nesta máquina está acessível uma vasta gama de metais e ligas. Através da utilização da Prox 300 é também possível a obtenção de produtos com formas complexas. (SYSTEMS, -. D., 2014)



Figura 129: Prox 300 (Systems, -. D.)

O que distingue esta tecnologia das anteriores é, essencialmente o facto de esta trabalhar com pós metálicos devido às suas características que se encontram apresentadas na Tabela 31.

Tabela 31: Características da Prox 300

Funcionalidade	Característica
Tipo de Laser	Laser de Fibra
Potência do Laser	500 W
Comprimento de onda do laser	1070 nm
Capacidade de Construção	250 × 250 × 300 mm
Material Metálico	Aço inoxidável, ligas não ferrosas, super-ligas

Material Cerâmico	Cermet (Al ₂ O ₃ ; TiO ₃)
Eletricidade	400 V - 15 KVA
Sistema Operativo	Windows XP
Formato do Ficheiro Suportado	STL, IGES e STEP
Sistema de Reciclagem	Automático
Certificação	CE

Para a obtenção de peças através da Prox 300 é necessário recorrer-se às seguintes etapas (Figura 130):

1. Necessidade de Construção de Peças (surge a necessidade de construção de peças na Prox 300);
2. Posicionamento das peças (é feito o posicionamento através do programa *Phenix Manufacturing*);
3. Programação do equipamento (programação através do programa *Phenix Processing* nos parâmetros de processamento);
4. Inertização (introdução de azoto na câmara para a redução do risco de incêndio);
5. Construção de Peças (etapa que acompanha todo o processo de construção das peças desde o início do processo até ao fim da construção);
6. Arrefecimento e limpeza do equipamento (quando o processo de construção está terminado deixa-se arrefecer o equipamento. Durante este período procede-se à limpeza das peças ainda dentro da câmara de construção);
7. Preparação das peças para acabamento (reunião das peças construção que possam ter ocorrido, remoção dos suportes e preparação das ferramentas e meios necessários para o acabamento das peças);
8. Acabamento;
9. Limpeza final das peças.

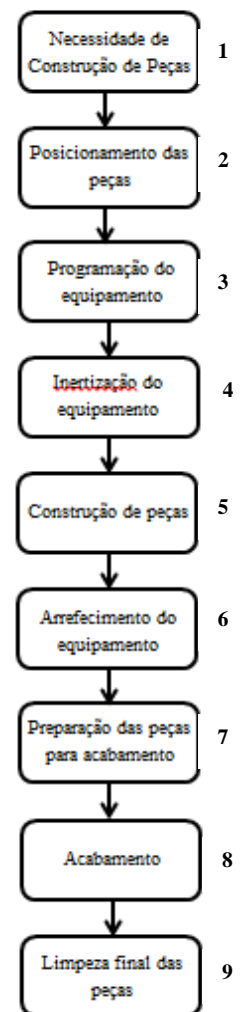


Figura 130: Funcionamento na máquina Prox 300

O processo utilizado pela Prox 300 é o DMLS (*Direct Metal Laser Sintering*) é um processo semelhante aos anteriores, no entanto, utiliza material metálico (Figura 131). Este processo permite a rápida obtenção de peças de uma vasta gama de materiais metálicos. É possível a obtenção de pequenas séries de produtos funcionais com excelentes características mecânicas. (SINTERING, 2014)

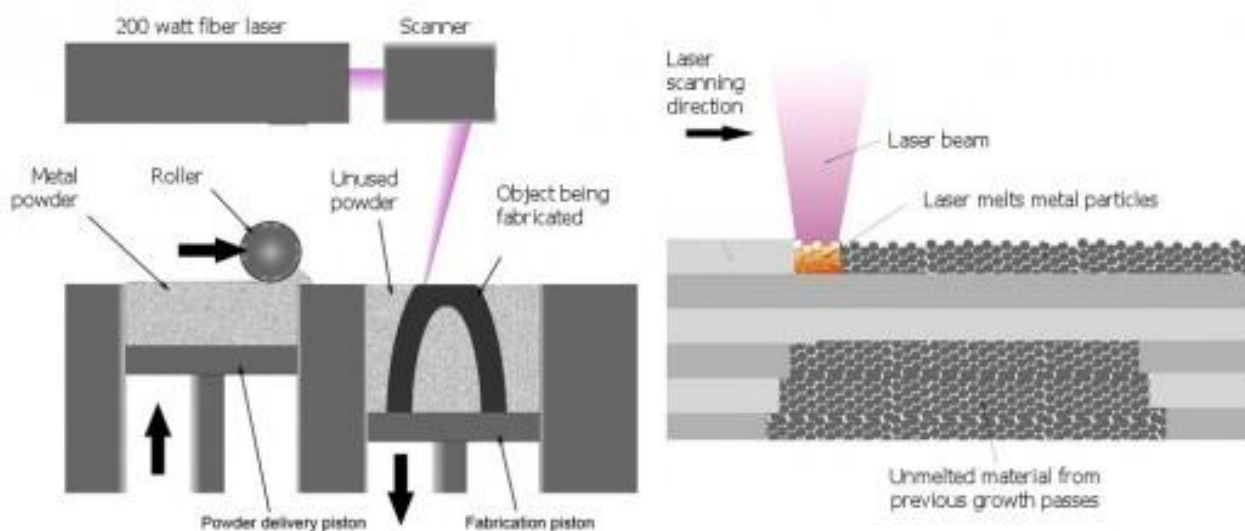


Figura 131: Processo de DMLS (sintercore)

A Prox 300 é uma máquina de sinterização de pós metálicos através da utilização de laser. Esse pós podem ser utilizados para diferentes tipos de aplicações, dependendo do tipo de metal utilizado (aço, ligas de níquel, ligas de metais não-ferrosos ou cerâmicos). Estes materiais e as suas aplicações encontram-se apresentados na Tabela 32, assim como a constituição do material utilizado na INPACT (1.2709) e as suas propriedades, depois de sinterizado, nas Tabela 33 e Tabela 34.

Tabela 32: Aplicações dos materiais utilizados na Prox 300

Material		Aplicação								
		Dentária	Médica	Pneu- mática	Reloja- ria/Joa- haria	Aero- espacial	Energia	Maqui- nação	Automo- tiva	Emba- lagem
Aço	1.2343							X	X	X
	1.2367							X		X
	1.2709			X				X	X	X
	17-4PH		X	X		X		X	X	X
	AISI 410			X						

	AISI 304L				X			X	
	AISI 316L		X		X		X	X	
	AISI 904L				X			X	
Ligas de Níquel	Hastelloy X					X			
	Inc 625					X			
	Inc 718					X	X	X	
Ligas de Metais não-ferrosos	CoCr	X	X	X					
	Ti ₆ Al ₄ V	X	X		X	X			
	AlSi ₁₂			X				X	X
	CuSn ₆						X		
	W								X
	Mo					X			
	Preciosos				X				
Cerâmicos	Al ₂ O ₃				X	X		X	
	TiO ₂					X		X	

Tabela 33: Composição química do material metálico utilizado na empresa na máquina Prox 300 (1.2709)

Elementos	Quantidades mínimas	Quantidades máximas
Níquel (Ni)	17 %	19 %
Cobalto (Co)	9 %	11 %
Molibdênio (Mo)	4 %	6 %
Titânio (Ti)	0,9 %	1,1 %
Silício (Si)	-	1 %
Carbono (C)	-	0,03 %
Magnésio (Mg)	-	1 %
Ferro (Fe)	Equilibrado	

Tabela 34: Propriedades do material após sinterização metálica

Propriedades	Valores
Dureza antes do tratamento térmico	33 [HRC]
Dureza depois do tratamento térmico	55 [HRC]
Densidade	99 g/cm ³
Condutividade térmica	(20/0,142) – (350/0,185) [J/(cm.S.°C)]

Como referido anteriormente, esta tecnologia utiliza o material 1.2709. Contudo, é possível a utilização de diversos materiais, consoante a área de aplicação do componente que se pretende produzir.

Através do estudo dos materiais utilizados na empresa, para cada uma das tecnologias existentes, foi selecionado o *DuraForm PA* como o material constituinte do projeto a desenvolver. Isto seria possível através da Sinterstation 2500 plus.

Através da tecnologia Prox 300 é, também possível a obtenção do produto, com os materiais metálicos pretendidos, encarecendo-o ligeiramente.

5.9. Gargantilha corretora da postura

Após a definição do conceito “Colar cervical corretor postural” foram realizadas algumas pesquisas relativamente a posturas a adotar na posição sentada, assim como o estudo de medidas a utilizar. Isto foi possível graças à colaboração de vários elementos do sexo feminino que se disponibilizaram para a realização de medições ou digitalizações do seu busto. Contudo, os valores utilizados e o cálculo percentil serviram unicamente como valores de referência, uma vez que este produto será customizado e conta com a determinação da antropometria individual. Isto é possível, também graças à digitalização do indivíduo que irá utilizar o colar, ou medição dos pontos de influência para este produto. Uma vez que este produto é customizado nas dimensões o *design* pode também ser alterado conforme o gosto individual personalizado, não comprometendo as funcionalidades do colar.

5.9.1. Protótipo Preliminar’ e Discussão de Resultados

Tendo em conta as dimensões recolhidas, foi possível a modelação de um protótipo com as funcionalidades pretendidas: Sistema de fecho e abertura; sistema de ajuste em altura e sistema de deslize das patilhas. O primeiro modelo obtido com estas funcionalidades encontra-se representado na Figura 132, em que não foi tido em conta o *design*, apenas as dimensões e forma do pescoço e as funcionalidades.

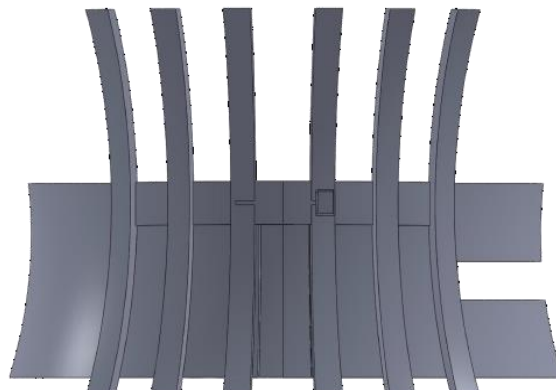


Figura 132: Gargantilha corretora da postura com as funcionalidades pretendidas

Para o sistema de ajuste em altura das patilhas foi criado um sistema *snap-fit* (Figura 133 e Figura 134) em que permite duas posições. As patilhas estão na posição de altura máxima

ou na altura mínima. Quando as patilhas se encontram na posição máxima, a gargantilha está a ser solicitado e utilizado como gargantilha preventiva, isto é, corretora da postura, uma vez que não permitem a flexão do pescoço do seu utilizador.

Quando se encontra na posição de altura mínima, as patilhas encontram-se estendidas sobre o peito, funcionamento apenas como elemento estético.

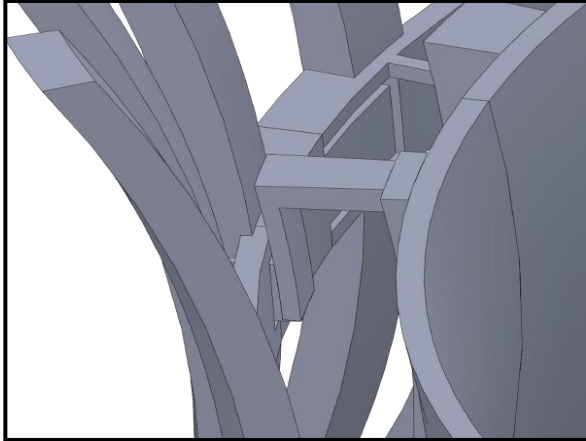


Figura 133: Sistema *snap-fit* de ajuste em altura das patilhas – interior da montagem

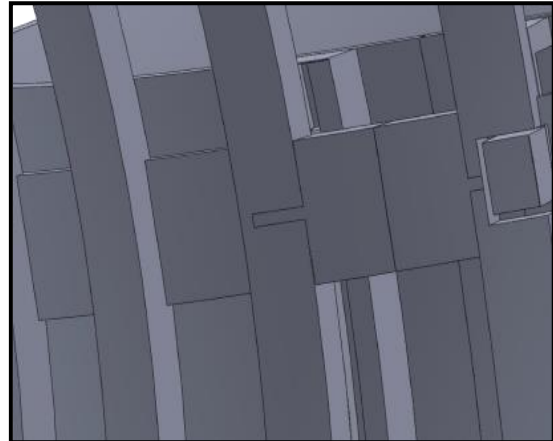


Figura 134: Sistema *snap-fit* de ajuste em altura das patilhas - exterior da gargantilha

Para o sistema de ajuste em altura das patilhas e estas atuarem em conjunto, foi necessário fazer uma ligação entre as patilhas quando o colar está totalmente fechado, como se pode verificar na Figura 136. Na Figura 135 é possível visualizar o sistema de deslize das patilhas sob o colar cervical. Desta forma, um dos conjuntos das patilhas permite a fixação da posição pretendida e o outro permite que os conjuntos das patilhas deslizem sob a gargantilha, sem nunca sair da sua posição.

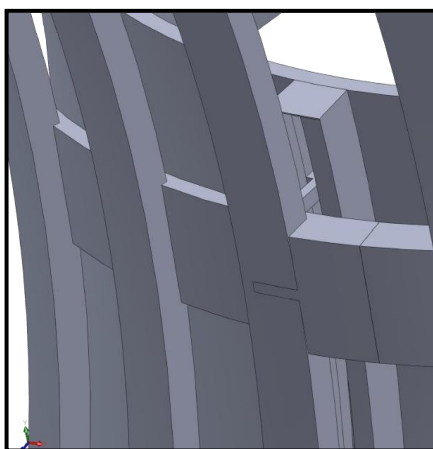


Figura 135: Sistema de deslize das patilhas ao longo da altura da gargantilha

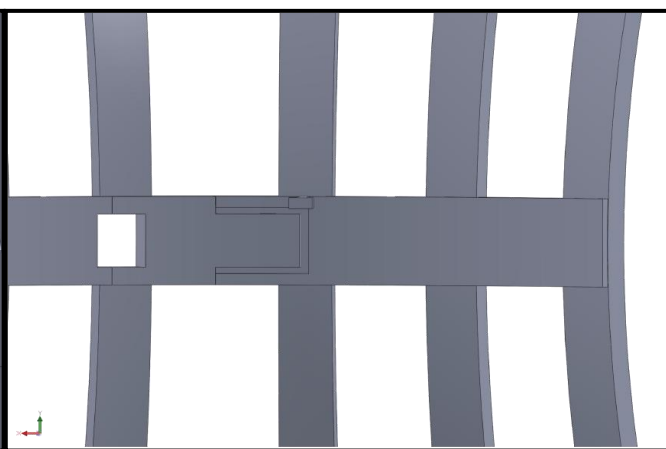


Figura 136: Ligação entre conjunto das patilhas da direita e conjunto das patilhas da esquerda

O sistema de fecho e abertura da gargantilha é determinado pelo pino de deslocamento e a ranhura de deslize desse pino, como é possível verificar nas Figura 137 e Figura 138. Quando a gargantilha está totalmente aberta, o pino de deslocamento encontra-se a ser utilizado como batente na ranhura para travagem de abertura excessiva da gargantilha. Por sua vez, quando o colar está totalmente fechado, este pino encontra-se a ser utilizado como batente para o fecho da gargantilha.

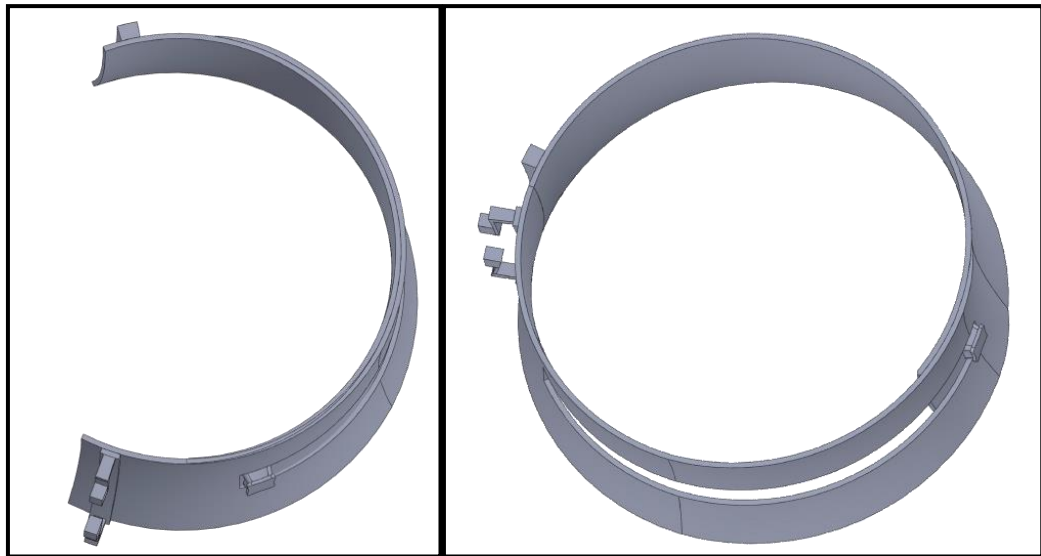


Figura 138: Gargantilha fechada

Figura 137: Gargantilha aberta

Para garantir que a gargantilha corretora da postura se mantinha fechado, foi necessário um sistema de fecho. Este sistema apenas funciona como batente, ou seja, dificulta tanto o movimento de fecho como de abertura da gargantilha (Figura 139).

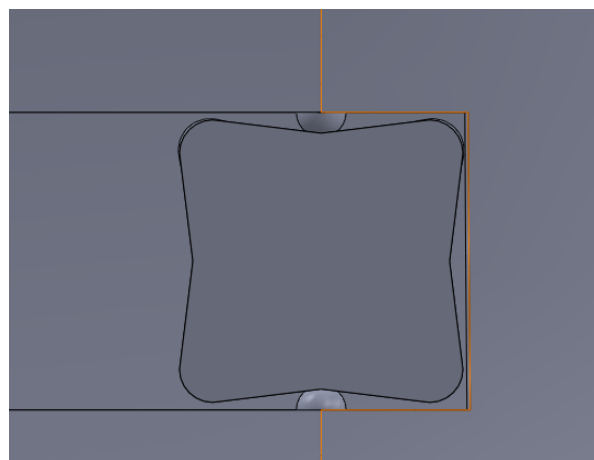


Figura 139: Sistema de fecho da gargantilha corretora da postura

5.9.2. Protótipo Final

Após um estudo mais pormenorizados sistemas de fecho e abertura da gargantilha, o sistema apresentado na Figura 139 foi substituído pelo sistema apresentado na Figura 140 e Figura 141.

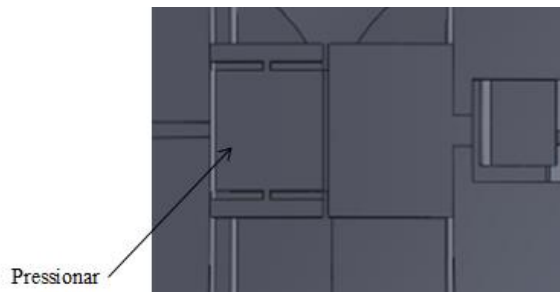


Figura 140: Sistema de fecho da gargantilha corretora da postura

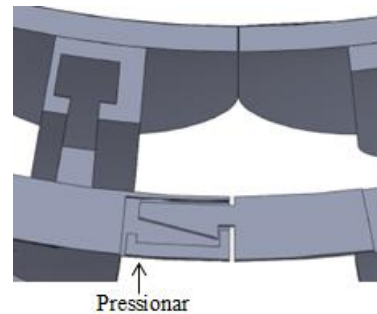


Figura 141: Corte transversal da gargantilha para melhor visualização do sistema de fecho

Através da Figura 140 é possível visualizar o aspeto exterior do sistema de fecho e fixação da gargantilha corretora da postura. Na Figura 141 é apresentado um corte transversal da gargantilha para uma melhor visualização do sistema de fecho e fixação. Desta forma é mais perceptível o sistema de funcionamento deste sistema. O fecho da gargantilha é facilitado devido à forma do macho do sistema. Contudo, como este contém uma superfície transversal triangular, a patilha maior da fêmea do sistema de fecho frende na zona superior do triângulo do macho. Assim, torna difícil a abertura da gargantilha. Isto só é possível através da pressão a efetuar pelo utilizador do colar quando solicitar a abertura do mesmo. A pressão efetuada irá fazer com que a zona da patilha menor da fêmea do fecho rebaixe ligeiramente e, por sua vez, o macho do sistema levanta, permitindo a saída do macho e consequente abertura da gargantilha.

Como primeiro modelo foi obtido o modelo apresentado na Figura 143 e Figura 142. Este modelo é apresentado como bastantes orifícios. Orifícios estes pensados nos dias mais frios, permitindo assim uma passagem de um lenço para decoração ou para proteger do frio do inverno.



Figura 143: Vista de trás do primeiro modelo da gargantilha

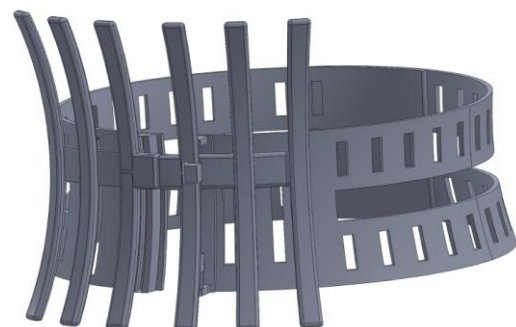


Figura 142: Vista de frente do primeiro modelo da gargantilha

Para uma forma mais simples, foi apresentado um segundo modelo, como é possível visualizar na Figura 144. Este modelo é mais fechado e apresenta linhas mais direitas.



Figura 144: Segundo modelo apresentado da gargantilha corretora da postura

O terceiro modelo construído encontra-se apresentado nas Figura 145, Figura 146 e Figura 147. Neste foi aplicada uma furação circular com diferenciação de diâmetros dos furos. Assim, foi possível apresentar um aspeto rendilhado, para modelos mais trabalhados e pormenorizados.



Figura 145: Vista de frente do terceiro modelo da gargantilha



Figura 146: Apresentação do terceiro modelo da gargantilha, a 30°



Figura 147: Vista lateral do terceiro modelo da gargantilha

Como quarto modelo, foi apresentado uma réplica do terceiro modelo, contudo sem a furação a provocar um efeito rendilhado. Deste modelo (Figura 148, Figura 149 e Figura 150) podem ser retiradas as formas irregulares ao longo de toda a gargantilha. Na Figura 150 é possível verificar a parte lateral do colar, que apresenta formas irregulares. Nas patilhas, como é possível visualizar na Figura 149, também se apresentam com formas irregulares, em combinação com as restantes partes do modelo.



Figura 148: Vista de frente do 4º modelo da gargantilha



Figura 149: Apresentação do 4º modelo da gargantilha

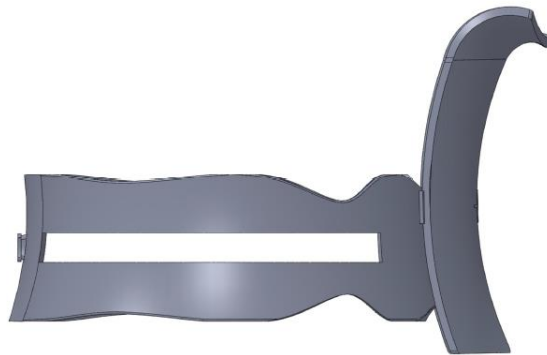


Figura 150: Vista lateral do 4º modelo da gargantilha

Como demonstração de aplicação de padrões e cores à escolha de cada indivíduo, foi apresentado um quinto modelo da gargantilha, em que foi combinado um padrão selecionado com uma cor aplicada. Este modelo é uma demonstração da possibilidade de utilização de padrões, cores ou combinação entre ambos (Figura 152, Figura 151 e Figura 153).



Figura 152: Vista de frente do 5º modelo



Figura 151 Vista lateral do 5º modelo da gargantilha



Figura 153: Vista de cima do 5º modelo da gargantilha

As Figura 154, Figura 155 e Figura 156, apresentam o 6º modelo apresentado da gargantilha corretora da postura. Este modelo apresenta um padrão de furação aplicado simetricamente ao longo de toda a gargantilha.



Figura 154: Vista lateral do 6º modelo da gargantilha



Figura 155: Vista de frente do 6º modelo da gargantilha



Figura 156: Apresentação do 6º modelo da gargantilha corretora da postura

Como 7º modelo apresentado da gargantilha corretora da postura, são demonstradas as Figura 157 e Figura 158, em que são aplicadas formas geométricas triangulares, sendo um modelo com maiores aberturas laterais para permitir um melhor arejamento.



Figura 157: Vista de frente do 7º modelo da gargantilha



Figura 158: Vista geral do 7º modelo da gargantilha, com destaque da furação triangular

Para a demonstração da possibilidade de impressão da gargantilha personalizado e com cores à escolha, foi produzida uma miniatura do colar. Este encontra-se apresentado nas Figura 159 e Figura 160.



Figura 159: Vista de trás da miniatura da gargantilha



Figura 160: Vista lateral da miniatura da gargantilha

Após obtenção da gargantilha em escala real com as dimensões médias obtidas na Tabela 21, foram obtidas as Figura 161 à Figura 164. Nas Figura 161 e Figura 162 é possível visualizar a gargantilha corretora da postura fechada, com possibilidade de observação dos pormenores de ajuste das patilhas e abertura e fecho da gargantilha. Já na Figura 163 é apresentado o produto final totalmente aberto para possibilitar a colocação da mesma do pescoço da utilizadora. Na Figura 164 visualiza-se a gargantilha corretora da postura em utilização, contudo este não apresenta as dimensões adequadas da sua utilizadora, uma vez que as dimensões da gargantilha são dimensões médias, como referido anteriormente.



Figura 161: Vista de frente do protótipo final da gargantilha corretora da postura



Figura 162: Vista de trás da gargantilha corretora da postura



Figura 163: Gargantilha aberta



Figura 164: Utilização do colar cervical corretor postural

Para a gargantilha, uma vez que é um produto de dimensões, formas e materiais variáveis, é impossível a determinação da massa, densidade ou impacto ambiental resultante da utilização do material do produto final.

Como não é possível determinar nenhuma das características acima referidas, sem o valor da massa ou volume do produto final e o material também é variável, não é possível determinar os custos do material para a produção do produto final.

6. Design de produtos para produção customizada e produção em massa

A indústria atual mostra-se cada vez mais exigente. No desenvolvimento do produto acontece o mesmo. A realidade do cumprimento dos prazos e a necessidade de mostrar trabalho de qualidade em curtos períodos de tempo leva ao desenvolvimento de métodos que acelerem, com eficácia, o processo de desenvolvimento do produto.

Desta forma, a modelação 3D por computação CAD, mostra-se cada vez mais indispensável no processo de desenvolvimento do produto. Para fazer face às exigências do mercado, como em alguns casos específicos em que apenas se pretende a produção de pequenas séries de objetos, e cada vez mais se recorre a processos de prototipagem rápida.

Face às vantagens e desvantagens da utilização de prototipagem rápida, como é apresentado na Tabela 35, é necessário o estudo das tecnologias de produção em massa (moldação por injeção) e as tecnologias de produção de produtos customizados (prototipagem rápida).

Tabela 35: Vantagens e desvantagens da prototipagem rápida

Vantagens	Desvantagens
Excelente precisão dimensional	Velocidade de produção do protótipo muito lenta
Permite a obtenção de peças com geometria bastante completa	Custo elevado do equipamento
Bom acabamento superficial	Produção de peças apenas de pequenas dimensões
Bom acabamento superficial	Efeito escada nas peças
Capacidade de peças de uma única vez	Necessita de acabamento superficial

6.1. Tecnologias de produção em massa

O processo de moldação por injeção implica a utilização de uma máquina injetora (Figura 165) para que o material seja forçado a fluir para a cavidade de um molde. O material injetado terá a forma do molde e depois da abertura deste, será possível retirar a peça ejetada (EGGERT).

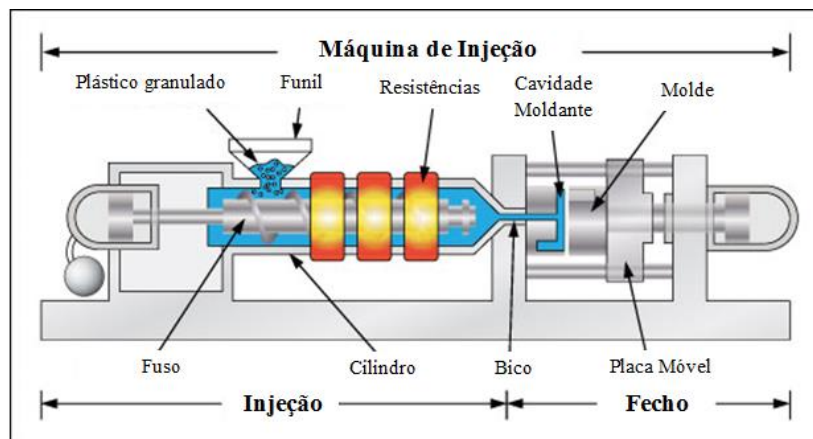


Figura 165: Máquina de moldação por injeção esquematizada, adaptado de (**Injection molding machine**, 28/Julho/2010)

O processo de moldação por injeção permite fabricar peças em grandes quantidades, sendo um método que permita a produção em massa. Permite também obter peças com uma geometria complexa e boa precisão dimensional, reprodutibilidade e bom acabamento superficial. (ALMEIDA, 2005)

Apesar de este processo pertencer ao processo acima descrito, podem existir variantes. Estas variantes estão relacionadas com diferenças no equipamento de injeção ou no material injetado.

A injeção de plásticos é o processo mais utilizado na fabricação de peças de plástico, devido ao facto desta ser ideal na produção em massa. A fabricação de moldes é extremamente dispendiosa, portanto só elevadas taxas de fabricação rentabilizam o investimento.

Na injeção de plásticos, a matéria-prima é utilizada sob a forma de granulado que é colocado num funil de alimentação e encaminhada para o fusão. O processo de moldação por injeção encontra-se esquematizado na Figura 166. (TERENA, 29/Janeiro/2001)

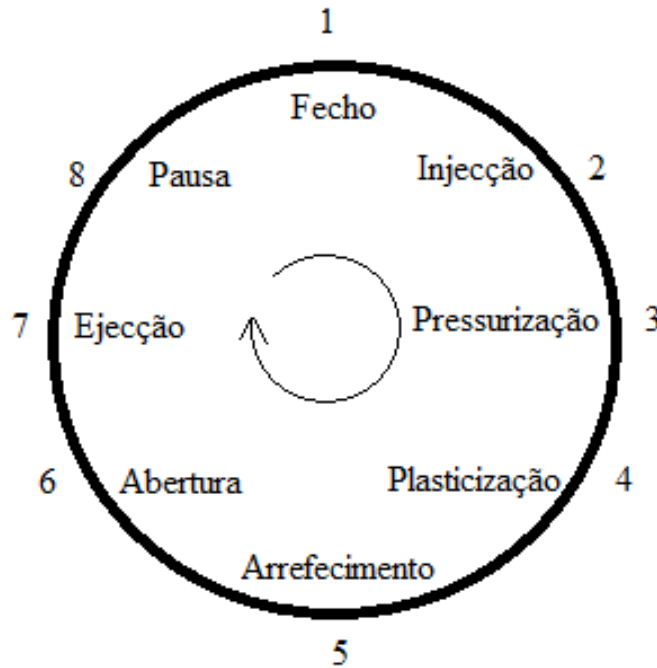


Figura 166: Processo de moldação por injeção

No fecho ocorre o fechamento e travamento do molde, necessário para o suporte das pressões que ocorrerão no interior da cavidade do molde. A fase de injeção, o fusão avança e, atuando como um pistão, injeta o fundido para dentro do molde e na pressurização o parafuso continua a pressurizar a moldação de modo a compensar a contração do fundido. A plasticização o parafuso recua com movimentos de rotação, plasticizando material para a injeção seguinte e no arrefecimento ocorre o arrefecimento da peça até que a moldação possa ser extraída sem distorção. Após o arrefecimento ocorre a abertura do molde, a ejeção, em que a peça é extraída por ação de extratores e, por fim, ocorre uma pausa até que se dê um novo ciclo.

Através deste processo é possível a utilização de peças com um muito bom acabamento superficial, independentemente do material utilizado. Por vezes, ocorrem problemas na distorção do material, contração mesmo no enchimento da cavidade moldante. Estes problemas podem ser resolvidos através da alteração dos bicos de injeção, características de injeção ou até integração de fibras de outro material no material a ser utilizado para a construção da peça.

Contudo, na fase de projeção e *design* do produto, é necessário ter em conta vários fatores, para evitar possíveis erros na peça:

- Minimizar a espessura da secção (o tempo de arrefecimento é proporcional ao quadrado da espessura das paredes e ao reduzir o tempo de arrefecimento reduz diretamente os custos de produção (Figura 167));

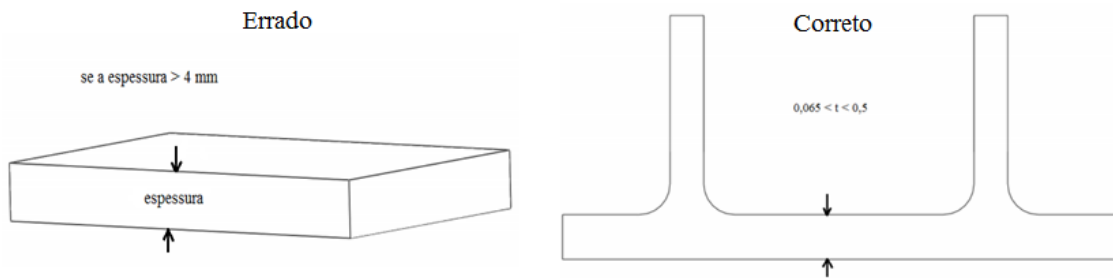


Figura 167: Minimizar espessura da secção

- Dar saídas á peça (se for posto um ângulo de inclinação nas paredes da peça, é facilitada a remoção do molde (Figura 168));

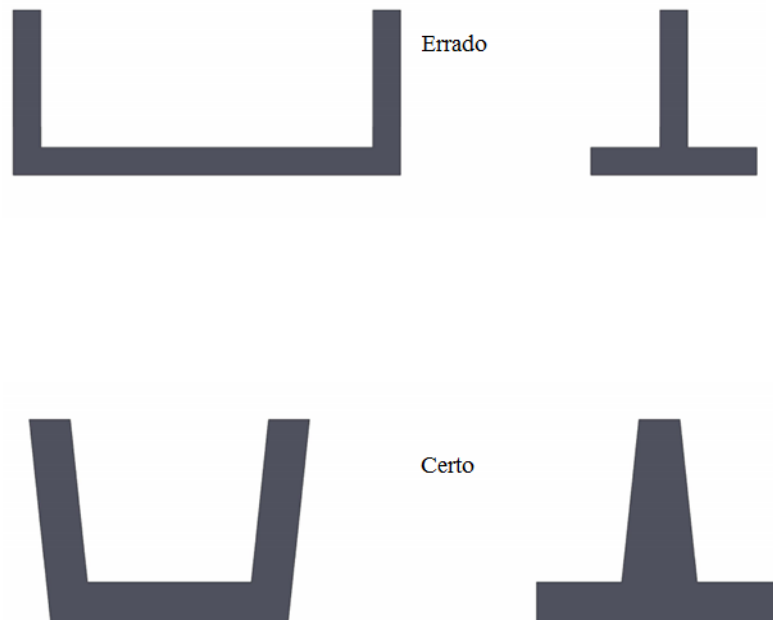


Figura 168: Dar ângulo de extração nas peças

- Evitar arestas vivas (os cantos afiados produzem concentrações de tensão e obstruem o material (Figura 169));

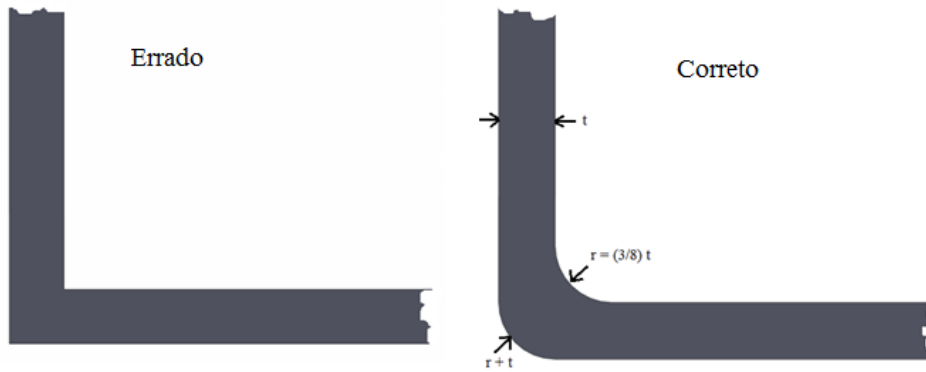


Figura 169: Evitar concentração de tensões

- Quando existem reentrâncias, manter uma espessura máxima de 60% da espessura da peça (se este parâmetro for respeitado, é possível evitar espaços por preencher e rechupes na peça, resultantes da contração do material (Figura 170));

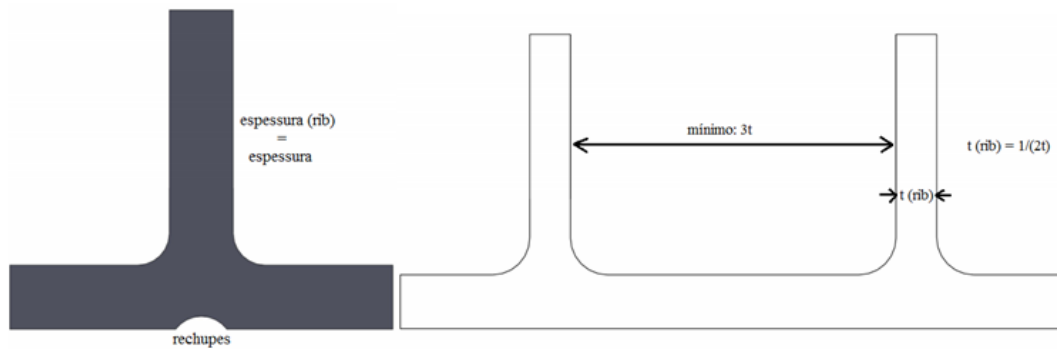


Figura 170: Evitar os rechupes

- Manter uma secção de espessura uniforme (Figura 171);

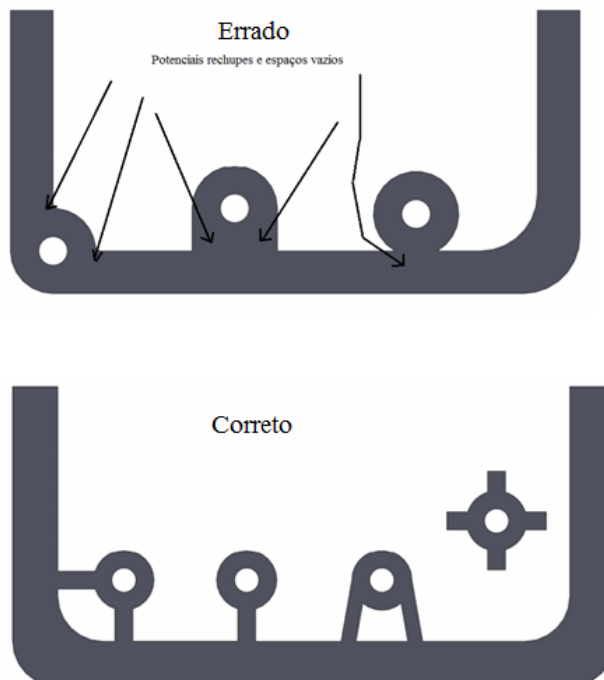


Figura 171: Evitar elevada concentração de material

- Fazer transições de espessura suaves e, se possível, evitá-los (Figura 172).



Figura 172: Manter a espessura da peça

As técnicas de fabricação através da injeção para moldação são utilizadas para uma produção em massa de um determinado produto, ou seja, produção de elevadas quantidades desse mesmo produto. Portanto, para o projeto “Escova de dentes sustentável” foi escolhida esta técnica de fabricação, uma vez que as escovas de dentes são produzidas em grandes quantidades, com dimensões *standard*.

Como foi indicado no capítulo 5.9, o desenho foi efetuado por forma a que fosse possível a produção de um molde para a produção deste produto. Ou seja, foi tido em conta o design do produto, de forma que a sua produção fosse possível de produção em molde (por exemplo, a base foi dividida em parte da frente e parte de trás para que fosse incorporada uma canalização no interior da mesma).

O desenho do produto foi pensado também de forma a que o molde tivesse o mínimo de movimentos possível para que os custos fossem os mínimos possíveis.

Para uma proteção durante a produção das peças, foram dadas também, saídas de desmoldação, isto é, foram dados ângulos em algumas zonas em que ao desmoldar a peça, esta pudesse ficar danificada ao retirar a peça do molde.

Para evitar falhas como os chupados, a espessura das peças também foi tida em conta. Isto é, o primeiro protótipo tinha a base com uma espessura demasiado elevada, o que poderia levar a este tipo de falhas durante a injeção do material para a zona moldante. Para evitar este tipo de falhas, a base da escova de dentes ficou oca mas com a espessura suficiente para suportar as solicitações mecânicas necessárias durante a sua correta utilização. Outro exemplo em que este tipo de falhas foi evitado foi nos finos de fixação da parte de trás e da frente da base ou da cabeça da escova. Ou seja, os machos desses mesmos pinos de fixação eram hexagonais mas com um corte interior também hexagonal para que o volume de material despendido para aquela zona não provocasse essas falhas.

6.2. *Produção de produtos customizados*

A indústria atual mostra-se cada vez mais competitiva e exigente. No desenvolvimento do produto, o mesmo se sucede. A realidade do cumprimento dos prazos e a necessidade de mostrar trabalho de excelência leva a procura de métodos que acelerem com eficácia o processo de desenvolvimento de produto.

O termo de prototipagem rápida refere-se a uma categoria de tecnologias utilizada para produzir objetos físicos camada por camada diretamente com programas CAD (*Computer-Aid Design*). Estas técnicas permitem aos *designers* a produção rápida de protótipos, em vez de apenas desenhos bidimensionais. Para além de auxílios visuais para a comunicação de ideias com os clientes, estes protótipos podem ser utilizados para testar vários aspectos do seu *design*. Em adição à produção de protótipos, as técnicas de prototipagem rápida podem também ser utilizadas para produzir moldes e insertos de moldes (*rapid tooling*) ou mesmo como finalidade de utilização para peças finais (*rapid manufacturing*).

Para pequenas séries e peças complexas, estas técnicas são, frequentemente, o melhor processo de produção. No entanto, não são a solução para todos os problemas de fabricação. Afinal, as tecnologias de CNC (Comando Numérico Computadorizado) e de moldação por injeção são métodos de produção económicos, largamente compreendidos, disponíveis e utilizam uma larga gama de materiais. Em prototipagem rápida, o termo “rápida” é relativo, visa o passo automatizado da máquina que compreende o programa CAD, em vez da velocidade das técnicas convencionais. Dependendo das dimensões do objeto a produzir, o tempo de produção pode demorar até alguns dias, especialmente para peças complexas ou quando é necessário um longo tempo de arrefecimento. Estes processos podem parecer lentos, no entanto, continuam a ser muitos mais rápidos que o tempo necessário para as técnicas de produção tradicionais. Esta produção relativamente rápida permite a análise de peças num estado muito primordial, com custos de produção muito baixos. Os custos de produção podem ser reduzidos com a utilização de processos de prototipagem rápida, uma vez que estes são completamente automatizados e, portanto, dispensam da intervenção de trabalhadores para obtenção de um bom acabamento.

As principais vantagens da utilização destes processos de prototipagem rápida são a liberdade no *design* do produto (a complexidade das peças durante a produção é reduzida através da acumulação de camadas); é bem automatizado (não é necessária supervisão

durante a construção do processo); torna-se relativamente fácil de aplicação (é necessária apenas uma pequena preparação e pós processamento); evita o elevado custo de ferramentas, sem haver repetições de *design* e é mais fácil de verificar se existem erros em modelos físicos.

As principais desvantagens da utilização de processos de prototipagem rápida são o facto de as propriedades do material (os produtos podem ser frágeis e alguns necessitam de pós-processamento antes de serem manipulados) e produzir o efeito de escada porque uma superfície inclinada é construída com várias camadas, o efeito de escada irá sempre ocorrer.

Todos os processos de prototipagem rápida variam, no entanto, existe uma sequência de passos no procedimento base para estas técnicas (Figura 173):

1. Criação de um modelo CAD ou através da conceção de um novo produto ou digitalização de um produto já existente;
2. Conversão do ficheiro CAD para formato STL (*Standard Triangulation Language*). Uma vez que os diferentes ficheiros CAD utilizam um diferente número de algoritmos que representem objetos sólidos, o formato STL tem sido adotado como *standard* para a indústria de prototipagem rápida para estabelecer consistência. Os ficheiros STL apresentam uma visualização da geometria da peça, através da construção de triângulos. Utilizando triângulos para a descrição da face, as faces curvadas apenas se apresentam como aproximadas. Aumentando o número de triângulos obtém-se uma maior aproximação. Contudo, o ficheiro STL também aumenta. Então, é necessário tentar encontrar um meio-termo entre o tamanho do ficheiro e a precisão do objeto.

A metodologia associada à utilização de prototipagem rápida encontra-se representada na Figura 173.

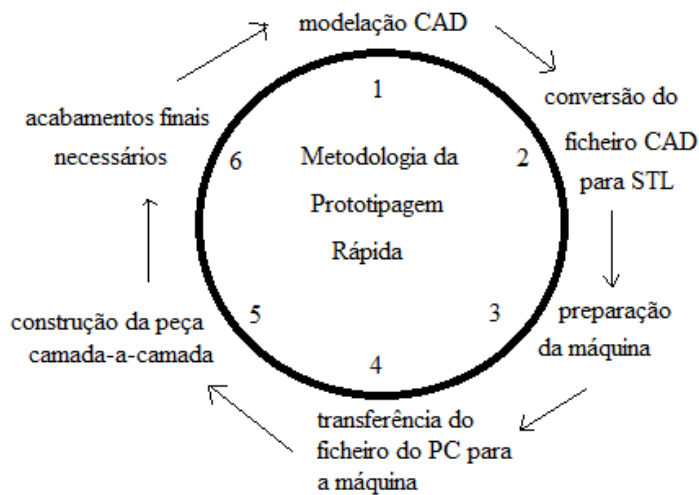


Figura 173: Esquematização sequencial da metodologia da prototipagem rápida

O processo base de prototipagem rápida utilizada pelas máquinas existentes na empresa é a impressão 3D. Esta técnica de prototipagem rápida pode representar muitos processos de prototipagem rápida como a estereolitografia, a sinterização a laser, *fusion molding deposition*, entre outros. Este é constituído pelas seguintes etapas:

1. CAD (produção de um modelo 3D utilizando um software CAD. O software pode fornecer alguma informação relativamente às propriedades esperadas para o produto acabado, utilizando dados relativamente aos materiais utilizados);
2. Conversão para STL (o desenho CAD é convertido para formato STL);
3. Transferir o ficheiro do computador para a máquina de prototipagem rápida
4. Configuração da máquina (preparação da máquina para uma nova utilização com material e as definições necessárias);
5. Construção (esta etapa é automática, realizada camada a camada. Este processo pode demorar horas ou dias até estar completo, dependendo de factores como a peça em construção, a espessura da camada, a máquina e o material utilizados, o processo pode demorar mais ou menos tempo);
6. Remoção (remoção das peças construídas da máquina, assegurando as medidas de precaução);

7. Pós-processamento (pode incluir o pincelamento da peça para a remoção de pós ou lavagem da peça construída para a remoção de pós. Nalguns casos, nesta etapa, algumas peças necessitam de cura. (group))

O DFM tem significado tipicamente significado que os *designers* devem adaptar os seus modelos de forma as dificuldades de fabricação dos seus projetos e minimizar os custos de fabricação, montagem e logística. Contudo, as competências das tecnologias de prototipagem rápida providenciam uma oportunidade de reconsiderar o DFM para tirar proveito das capacidades únicas da prototipagem rápida.

A utilização exclusiva da prototipagem rápida inclui: a complexidade da forma (é possível construir qualquer peça, independentemente da forma); a complexidade dimensional (é possível construir peças, com rigor, de dimensões muito reduzidas); a complexidade de material (o material é processado uma camada de cada vez) e a complexidade de função (é possível obter produtos com as peças montadas, em que estas são totalmente funcionais). Estas capacidades características da prototipagem rápida permitem novas capacidades para a personalização dos produtos, melhorias muito significativas no desempenho e funcionalidade dos produtos e reduzir os custos gerais de fabricação.

O DFM pode ser definido como a prática da conceção de produtos para reduzir custos ou minimizar as dificuldades de fabricação e montagem. No entanto o DFM requer um vasto conhecimento dos processos de fabricação e montagem, comportamento do material. Assim, o *designer* tem que conhecer também as limitações impostas pelos processos de fabricação e conceção, de forma a minimizar estas restrições. Algumas dessas limitações são eliminadas quando se utilizam processos de produção de prototipagem rápida.

Na prototipagem rápida, a capacidade de fabricação camada-a-camada não está relacionada com a forma da camada, uma vez que nestes processos de fabrico a complexidade da peça é praticamente ilimitada. Outro fator que permite tamanhos de produção reduzidos é a capacidade de permitir processos automatizados. As geometrias simples podem ser apresentadas sob formato STL para decompor o modelo que a máquina de prototipagem rápida executará.

Na prototipagem rápida é permitida a conceção de complexidade em várias ordens de grandeza de nano a macro estruturas.

Quando se opta por uma construção de peças de uma forma aditiva, é possível a construção de peças montagem. Ao garantir as folgas entre as ligações, são criadas as articulações necessárias para a construção da peça montada e obtenção de um produto funcional.

Uma vez que a prototipagem rápida produz peças camada a camada, é possível a alteração do material a cada local da construção. (GIBSON, ROSEN e STUCKER, 2015)

7. Discussão de resultados e Conclusão

Para a seleção das tecnologias de produção de cada projeto, é necessário ter vários fatores em conta como a quantidade de peças que se pretende produzir, os materiais a utilizar, os equipamentos disponíveis.

Os processos de prototipagem rápida, independentemente dos fatores acima referidos mostram-se indispensáveis para a obtenção de protótipos para uma prévia avaliação do produto, como protótipo final ou preliminar. Assim, é possível avaliar o produto físico, em baixos custos, assim como identificação de possíveis falhas do produto protótipo para posterior correção para produto final.

7.1. Tecnologia de produção para a “Escova de dentes sustentável”

O projeto “Escova de dentes sustentável” é um projeto em que se pretende uma produção de elevadas séries. Desta forma, os processos de prototipagem rápida apenas são utilizados para a obtenção de protótipos para avaliação de falhas, havendo justificativa económica de utilização de processos de moldação por injeção para este produto. Desta forma, para se dar uma produção em massa deste projeto, é necessária a preparação do produto para o desenho do molde, em que é necessário ter como principal fator a geometria das peças.

Durante a modelação das peças constituídas da escova de dentes, foram tidos em conta vários fatores, de forma que a peça ficasse preparada para a modelação direta do molde. Isto é:

- A base e a cabeça da escova de dentes foram divididas em parte da frente e parte de trás de modo a que fosse possível a obtenção das peças sem a implementação de movimentos no processo de moldação por injeção;
- Foi tida em conta a espessura de cada peça e nos pinos de fixação, para evitar falhas como os chupados;

- Foram dadas saídas nas peças para que a desmoldação se desse facilmente sem danificar a peça produzida.

7.2. Tecnologia de produção para a “Colar Cervical Corretor Postural”

O projeto “Colar Cervical Corretor Postural” é um produto de produção customizada, uma vez que depende das medidas individuais. Para o desenvolvimento do projeto foram feitas medições antropométricas diretamente ao indivíduo e medições antropométricas através das digitalizações efetuadas.

Para o protótipo desenvolvido foram utilizadas as medidas médias das medições efetuadas, contudo, para a obtenção do produto final, serão efetuadas medições ao utilizador e o modelo selecionado será ajustado antes de produção. Desta forma, como as séries de produção são de um único produto, serão utilizadas técnicas de prototipagem rápida.

Para este tipo de produção, não existem constrangimentos no *design* do projeto, uma vez que este tipo de tecnologias permitem a obtenção de peças bastante complexas.

Dos processos existentes na empresa (SLS, DMLS, CJP e MJP), os processos de produção selecionados são os SLS e DMLS, uma vez que permitem a obtenção de peças finais com uma maior resistência física. Embora seja possível a produção nos restantes processos, devido aos materiais utilizados nos mesmos são materiais que, para um elemento funcional, não são tão resistentes.

7.3. Conclusões

Através do *software* de modelação *Solidworks* foi possível o desenho e concretização do conceito dos projetos: o *Solidworks* permite a extração do volume ocupado pelo produto total final para um posterior cálculo da massa do produto final, assim como o impacto ambiental que a utilização de determinada quantidade de material poderá causar.

O volume total de material da escova de dentes ecológica é de $19125,30 \text{ mm}^3$. Tendo em conta que o material selecionado foi o ABS, para o cálculo do peso do conjunto, é necessário ter em conta que a densidade do material varia entre $0,882$ e $3,5 \text{ g/cm}^3$. Posto isto, é possível concluir que a sua massa pode variar entre os $16,869$ e os $66,939$ gramas.

Tendo em conta que o material selecionado é o ABS e este tem um eco-indicador de 400 mPt/kg. Assim sendo, é possível concluir também que o impacto ambiental resultante da utilização deste material varia entre 67,476 e 267,756 milipontos.

Para o colar cervical, não é possível o cálculo prévio da densidade, da massa e do impacto ambiental, uma vez que as dimensões, a forma e o material do produto final é ajustado, conforme as exigências do seu utilizador.

Uma vez que o *Design for Manufacturing* é considerado um recurso da conceção de desenvolvimento dos produtos, de forma a torná-los viáveis e possibilitar e facilitar a sua fabricação, podendo ser aplicado a todas as tecnologias de fabrico, este é sempre utilizado como um método vantajoso. Recorreu-se a métodos como o QFD, com o intuito de otimizar os produtos finais, reduzindo os custos, uma vez que as alterações na fase de projeto são as alterações a realizar menos dispendiosas.

Através do *Design for Manufacturing* foi possível a introdução de tecnologias de prototipagem rápida, para a obtenção de pequenas séries de produção e produtos customizados.

Posto isto, a prototipagem rápida tornou-se indispensável para a obtenção de protótipos de difícil ou impossível obtenção através das tecnologias de produção tradicionais.

Através da produção do protótipo da escova de dentes ecológica foi possível concluir que a prototipagem rápida é muito importante e útil para a produção de protótipos de peças antes da produção em massa. Assim, é possível o teste e avaliação de todos os requisitos pretendidos do produto final, sendo possível a sua correção ou melhoramento antes da obtenção de um molde. Desta forma, o *Design for Manufacturing* conta com a prototipagem rápida para a fabricação de protótipos.

Através do estudo dos protótipos obtidos da escova de dentes foi também possível concluir que, não só a geometria, como também o posicionamento das peças em prototipagem rápida poderá influenciar a construção da peça.

Através do colar cervical foi possível identificar várias tecnologias de prototipagem rápida, consoante as características pretendidas: funcionalidade; resistência, aplicação de cor em simultâneo com a impressão ou aplicação da cor pós impressão.

O trabalho de estágio permitiu salientar as diferenças de *Design for Manufacturing* de produtos de produção customizada e de produção em massa. Passando cada um dos conceitos por prototipagem rápida para obtenção do protótipo físico para possível estudo e melhorias.

8. Referências Bibliográficas

3DSYSTEMS. Selective Laser Sintering (SLS) Material Selection Guide. Disponível em: <https://3dscentral.3dsystems.com/attachments/1836_SLS%20Material%20Selection%20Guide-1113-A4-UKEN-PRESS-2.jpg>. Acesso em: 02/Julho/2015.

3dsystems. Visijet Materials Overview. Disponível em: <https://3dscentral.3dsystems.com/attachments/2107_VisiJet%20Material%20and%20Post%20Processing%20Guide.pdf>. Acesso em: 01/Julho/2015.

ALMEIDA, H. A. **3in1 Travelling Case**. 2005. (Master). Engineering Design, Instituto Superior Técnico

Andrea. **The technological development of te toothbrush through history**. Andrea's Blog. Novembro/2014 17/Março/2009.

ASCES, F. **Escovas dentais especiais**. Blodonto. Novembro/2014 3/Dezembro/2012.

avançada, G. S.-S. d. e. **Projet 4500 - GrupoSEA**. Disponível em: <<http://www.gruposea.com.br/seaprototipos/projet4500/>>. Acesso em: Dezembro/2014.

Baptista, D. D. **Frente a frente com o bicarbonato de sódio**. 22/Agosto/2013. Disponível em: <<http://doutissima.com.br/2013/08/22/frente-frente-com-o-jateamento-com-bicarbonato-de-sodio-12889/>>. Acesso em: Dezembro/2014

Bauer, E. **Cervical Collar**. Reno. US 5688229: 10 p. 18/11/1997. Acesso em: Maio/2015

Benefit. image_03_benefit. 320px X 280px 19/Agosto/2014. Acesos em: Janeiro/2015

Blodonto. cd-056_escova_dental_adulto_34_tufos_cabo_cristal. 448px X 299px 3/Dezembro/2012. Acesos em: Dezembro/2014

Branco, P. S. **temas de reabilitação - ortóteses e outras ajudas técnicas**. Medesign – Edições e design de Comunicação, L. Maio/2008. Acesso em: Maio /2015

Brasil, I. Lista de definições da ISO 9999:2007. Disponível em: <<http://www.assistiva.org.br/node/783>>. Acesso em: 11/Junho/2015.

Brasil, O. **Colar Cervical Minerva**. gt.php. Acesso em: Maio/2015

cbe9caa5_96ec9cbf_d2d9_4891_813a_160528154307. 1137px X 2870px. Acesso em: Maio/2015

CHANTAL. **Colar Cervical de Espuma Noturno**. colar-cervical-de-espuma-noturno. Acesso em: Maio/2015

Chen, J. F. **Cervical Collar**. Taipei County. US 20090264802 A1: 11 p. 22/10/2009. Acesso em: Abril/2015

como escolher a escova de dentes certa-dicas. 442669-Como-escolher-a-escova-de-dente-certa-dicas1. 580px X 443px. Acesso em: Dezembro/2014

como usar colar choker - meninas. colar-chocker2. 667px × 467px 16 de Janeiro de 2015. Acesso em: Maio/2015

Computersmiths. History of chinese invention - the invention of toothbrush. 10/Janeiro/2013. Disponível em: < <http://www.computersmiths.com/chineseinvention/toothbrush.htm> >. Acesso em: Novembro/2014.

creatit.for.me. Ultra High Definition (HD) 3D Printed Parts on Projet HD3000plu. Disponível em: < <http://www.createitforme.com/ULTRA-HIGH-DEFINITION-3D-PRINTED-PARTS-3D-SYSTEMS-HD3000PLUS-3D-PRINTER> >. Acesso em: 02/Julho/2015.

Crow, K. DESIGN FOR MANUFACTURABILITY. 2001 Disponível em: < <http://www.npd-solutions.com/dfm.html> >. Acesso em: Juno/2015

Dalian Bona Biological Technology Co., L. plástico granulado reciclado abs para preços. Julho/2015. Disponível em: < <http://portuguese.alibaba.com/p-detail/pl%C3%A1stico-granulado-reciclado-abs-para-pre%C3%A7os-900004562448.html?spm=a2700.7732450.35.1.rW9Uot> >. Acesos em: Agosto/2015

Dias, K. **Braun.** O mundo das marcas. Dezembro/2014 6/Julho/2012.

Aquafresh. O mundo das marcas. Dezembro/2014 18/Setembro/2013a.

Sensodyne. O mundo das marcas. Dezembro/2014 18/Setembro/2013b.

Colgate. O mundo das marcas. Dezembro/2014 19/Julho/2012.

Oral-B. O mundo das marcas. Dezembro/2014 29/Junho/2012.

Dolores, M. **#designmd.** Imagem71. 851px × 610px Fevereiro/2015.

dOMINGUEZ, s. **Trauma Cervical Collar.** Laguna Niguel. US 6740055 B2: 9 p. 25/05/2004.

Ecova dental unitufo curaprox. curaprox, E. d. u. 7,85 KB 1/Maio/2014.

EGGERT, R. J. **Engineering Design.** United States of America: Pearson Prentice Hall. Acesso em: Novembro/2014

Engineering, L. **Compairison of Pelton, Francis & Kaplan Turbine.** youtube.com 03/09/2013.

envolverdeEnvolverde; Envolverde; Envolverde. Água-Problemas ambientais: causas, efeitos e soluções. 30/maio/2015. Disponível em: < <http://www.problemasambientais.com.br/tag/agua/> >. Acesso em: Maio/2015

ERNEST, A. C. **PERSONAL ORAL HYGIENE COMPOSITION AND DEVICE.** EP1304978 (A2) 02-05-2003. Acesso em: Dezembro/2014

Escova de Dente ecológica de bambu. images. 225px X 225px. Acesso em: NOcembro/2014

Estatística, I. N. d. Censos - Resultados Definitivos. 2011. Disponível em: < http://censos.ine.pt/xportal/xmain?xpid=CENSOS&xpgid=ine_censos_publicacao_det&contexto=pu&PUBLICACOESpub_boui=73212469&PUBLICACOESmodo=2&selTab=tab1&pcensos=61969554 >. Acesso em: Abril/2015

FisioStore. **Colar Cervical com Apoio Mentoniano - Mercur.** MERC-0161X_400. Acesso em: Abril/2015

Garth, G. C. **Portable Cervical Collar**. California. US 4413619: 6 p. 8/11/1983. Acesso em: Abril/2015

Cervical Collar with kyphosis adjustment. Long Beach. US 20100268139 A1: 12 p. 21/10/2010. Acesso em: Maio/2015

GEN, L. **Toothbrush with changeable toothbrush head** 11/06/2014. Acesso em: Novembro/2014

Gibson, I.; Rosen, D.; Stucker, B. **Additive Manufacturing Technologies** New York: Springer, 2015. 498. Acesso em: Março/2015

group, a. ColorJet Printing (CJP). Disponível em: < <http://www.goactgroup.com/3d-equipment/print-you/colorjet-printing> >. Acesso em: Março/2014

Handling, B. H. Teflon Hose Smooth Bore (PTFE). Disponível em: < <http://www.brierleyhose.com.au/ptfeHose.php> >. Acesso em: Maio/2015

HIDEKI, K. **TOOTHBRUSH**. JPH08103329 (A) 23/04/1996. Acesso em: Novembro/2014

How to print a 3D Architectural Model. cjp-color-jet-printing-process-projet-660. 634px X 416px. Acesso em: Fevereiro/2015

Hydropower - Repack - Kaplan-turbine-hill. Kaplan-turbine-ill. 1122px X 935px. Acesso em: Janeiro/2015

Hydropower - Repack-. francis-turbine-ill. 907px X 934px. Acesso em: Janeiro/2015

Injection molding machine. 4717Fig01. 521px X 279px 28/Julho/2010. Acesso em: Março/2015

Inmetro. Escova de dente (infantil e adulto). Disponível em: < <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/escova.asp> >. Acesso em: Novembro/2014.

INPACT. INPACT - Release your ideas. Disponível em: < <http://www.inpact.pt/#> >. Acesso em: Novembro/2014

ISO 9241-5:1998 Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) -- Part 5: Workstation layout and postural requirements. 1998. Disponível em: < http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=16877 >. Acesso em: 17/Junho/2015.

ISO 8551:2003 - Prosthetics and orthotics -- Functional deficiencies -- Description of the person to be treated with an orthosis, clinical objectives of treatment, and functional requirements of the orthosis. 2009a. Disponível em: < http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=38506 >. Acesso em: Junho/2015

ISO 22254:2005 - Dentistry -- Manual toothbrushes -- Resistance of tufted portion to deflection. 2009b. Disponível em: < http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=36171 >. Acesso em: Dezembro/2015

ISO 16409:2006 - Dentistry -- Oral hygiene products -- Manual interdental brushes. 2010. Disponível em: < http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=41012 >. Acesso em: Dezembro/2014

ISO 13404:2007 - Prosthetics and orthotics -- Categorization and description of external orthoses and orthotic components. 2011a. Disponível em: < http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=41480 >. Disponível em: Dezembro/2014

ISO 22523:2006 - External limb prostheses and external orthoses - Requirements and test methods. 2011b. Disponível em: < http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=37546 >. Disponível em: Dezembro/2014

Izrada Prototipova. fused-deposition-modeling. 686px X 480px. Acesso em: Março/2015

J, H. K. **Oral Irrigation and/or Brushing Devices and/or Methods.** LABS, C. US2011262879 (A1) 27/10/2011. Acesso em: Novembro/2014

jetejete. toothbrush holesmanship. 30/Junho/2011. Disponível em: < <http://jetejete.wordpress.com/tag/toothbrush/> >. Acesso em: Novembro/2014

John F. Gaylord, J. **Adjustable Cervical Collar.** Medical Specialties, I. US 3916885: 6 p. 4/11/1975. Acesso em: Março/2015

KD Technology Co., L. Beber acessórios para máquina conector da mangueira de 2 adaptador conector de 4 pontos 2 pontos rapidamente inserido rápido conjunta. Aliexpress, Disponível em: < <http://pt.aliexpress.com/item/Drinking-machine-fittings-hose-connector-2-connector-adapter-4-points-2-points-quickly-inserted-fast-joint/32239764285.html> >. Acesso em: 11/junho/2015. Acesso em: Abril/2015

khurram1. Evolution of toothbrush. 6/Agosto/2007. Disponível em: < <http://gargles.net/evolution-of-the-toothbrush/> >. Acesso em: Novembro/2014.

koken. history of toothbrush. 9/Maio/2012. Disponível em: < <http://www.konokene.com/history-of-toothbrush/> >. Acesso em: Novembro/2014

Leroy, P. L. **Cervical Collar.** New Research and Development Lab., I. Wilmington. US 4034747: 8 p. 12/07/1977. Acesso em: Abril/2015

MACKINNON, C. L. **Encapsulated dentifrice and method of use.** US2004175334 (A1) 09/Setembro/2004. Acesso em: Fevereiro/2015

MAN-KING, L. **Hydraulic toothbrush** US3869746 (A) 11/Março/1975. Acesso em: Novembro/2014

MatWeb. Overview of materials for Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS), Molded. Disponível em: < <http://www.matweb.com/search/DataSheet.aspx?MatGUID=fce23f90005d4fbe8e12a1bce53ebdc8> >. Acesso em: Fevereiro/2015

matweb. Overview of materials for Cellulose Acetate Propionate, Molded. Disponível em: < <http://www.matweb.com/search/DataSheet.aspx?MatGUID=07f4af448e0a45f78a1564dd1a0f7e58> >. Acesso em: Fevereiro/2015

MatWeb. Overview of materials for High Density Polyethylene (HDPE), Injection Molded. Disponível em: < <http://www.matweb.com/search/DataSheet.aspx?MatGUID=fce23f90005d4fbe8e12a1bce53ebdc8> >. Acesso em: Fevereiro/2015

Overview of materials for Nylon 6, Extruded. Disponível em: < <http://www.matweb.com/search/DataSheet.aspx?MatGUID=726845c457b94b7cafe31d2e65739e1d&ckck=1> >. Acesso em: Fevereiro/2015

matweb. Overview of materials for Polycarbonate, Extruded. Disponível em: < http://www.matweb.com/search/DataSheet.aspx?MatGUID=501acbb63cbc4f748faa7490884cdbc_a >. Acesso em: Fevereiro/2015

Overview of materials for Polyethylene Terephthalate (PET), Unreinforced. Disponível em: < http://www.matweb.com/search/DataSheet.aspx?MatGUID=a696bdcdff6f41dd98f8eec3599eaa2_0 >. Acesso em: Fevereiro/2015

MATWEB. Overview of materials for Polypropylene, Molded. Disponível em: < http://www.matweb.com/search/DataSheet.aspx?MatGUID=08fb0f47ef7e454fbf7092517b2264b_2 >. Acesso em: Janeiro/2015. Acesso em: Fevereiro/2015

matweb. Overview of materials for Polystyrene, Molded, Unreinforced. Disponível em: < http://www.matweb.com/search/DataSheet.aspx?MatGUID=df6b1ef50ce84e7995bdd1f6fd1b04c_9 >. Acesso em: Fevereiro/2015

Overview of materials for Styrene Acrylonitrile (SAN), Molded. Disponível em: < http://www.matweb.com/search/DataSheet.aspx?MatGUID=b19565721c534077911ecf643c7cfc9_4 >. Acesso em: Fevereiro/2015

maxi colares para verão 2015. maxi-colares-verão-2015-2. 504px × 393px. Acesso em: Abril/2015

middleeast. MultiJet Printing. 2013. Disponível em: < <http://3d-me.co/quickparts/prototyping-pre-production/multijet-printing-mjp.html> >. Acesso em: Março/2015

Moda, P. d. **imagens de maxi colares**. 56802ndm2. 296px × 445px Março/2015.

Modglin, M. D. **Cervical Colar with cale reel adjustment system**. DeRoyal Industries, I. US. US 8721576 B2: 20 p. 13/05/2014. Acesso em: Março/2015

Moeller, D. **Cervical Collar with curve inducing tab**. Carsar, L. Tustin. US 7090653 B2: 6 p. 15/08/2006. Acesso em: Março/2015

Monteiro, D. B. R. M. Importância da Higiene Bucal. Disponível em: < <http://brunorogério.xpg.uol.com.br/2.html> >. Acesos em: Dezembro/2014

Moore, A. R. **Cervical Collar**. Daytona Beach. US 2801630: 4 p. 06/08/1957. Acesso em: Abril/2015

NetMedical. **Colar Cervical Philadelphia - Dilepé - Cod. DL180**. thumb_DL-180. Acesso em: Abril/2015

NING, L. et al. **Toothbrush with replaceable toothbrush head** 14/05/2014. Acesso em: Novembro/2014

OLIVEIRA, L. B. et al. **Eficácia da escova dental convencional e de cabeça tripla na remoção do biofilme dental em crianças- The cleaning efficiency of a conventional and a triple-headed toothbrush in children**. *Rev Gaucha Odontol*. Porto Alegre: Original. v.59: p.259-263 p. abril/junho 2011. Acesso em: Dezembro/2014

Olsen. **Dicas para escolher a sua escova de dentes**. *a inovação tem essa marca*. Novembro/2014 1/Abril/2014. Acesso em: Novembro/2014

Oral-B Vitality Sensitive Electric Toothbrush. vitality-sensitive_1. 510px X 295px. Acesso em: Dezembro/2015

Orthia. **Colar Cervical Semi-Rígido.** 0003AA11279205. Acesso em: Abril/2015

OrthoTape. **Miami J Cervical Neck Collar.** miamiJ_lg_med. Acesso em: Abril/2015

Ortopédicos, I. P. **colar Cervical Thomas.** COLAR-CERVICAL-THOMAS. Acesso em: Abril/2015

Palermo, E. What is Selective Laser Sintering? , 13/Agosto/2013. Disponível em: < <http://www.livescience.com/38862-selective-laser-sintering.html> >. Acesso em: Março/2015

Pintor, D. A. Tabelas ecoindicador 99 atualizadas. academia.edu, Disponível em: < http://www.academia.edu/7221225/TABLAS_ECOINDICADOR_99_ACTUALIZADAS >. Acesso em: 08/Julho/2015.

prototype, a. ColorJet Modeling. 2014. Disponível em: < <http://anvilprototype.com/3d-printers/colorjet-modeling/> >. Acesso em: Março/2015

Racionais, M. A. Ergonomia Mareli. Disponível em: < <http://www.marelli.com.br/ergonomia> >. Acesso em: Março/2015

Rehabworks, N. Boa postura corporal e postura sentada. Copacabana Runners, 2009. Disponível em: < <http://www.copacabanarunners.net/boa-postura.html> >. Acesso em: Março/2015

REZA, A. **Water jet toothbrush assembly.** US8801316 (B1) 12/08/2014. Acesso em: Dezembro/2014

saiba a importância do uso do bitufo. 1224. 500px X 325px. Acesso em: Fevereiro/2014

Saúde, i. G. d. **Lesões Musculoesqueléticas Relacionadas com o Trabalho Guia de Orientação para a Prevenção.** Lesões Musculoesqueléticas Relacionadas com o trabalho Guia de Orientação para a Prevenção. 978-972-675-169-4, l.: Gráfica Maiadouro, S.A. 2008. Acesso em: Abril/2015

SHRAVAN, K. K. et al. **A process for cleaning teeth.** NV, U. CN103108606 (A) 15/05/2013. Acesso em: Novembro/2014

Silva, J. F. **Metodologia de avaliação de riscos em postos de trabalho com computadores: PARE – Protocolo de Avaliação de Riscos em Escritórios.** Março/2012. 193 (Grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial). Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Universidade Nova de Lisboa

sintercore. sintercore-auxetik-3d-printed-muzzle-brake-inconel-7. 530px X 231px. Acesso em: Março/2015

Sintering, D. D. M. L. Prototype metals are the most important RP innovation and paradigm shift in the evolution of manufacturing. The market is talking about 3D printing from coast to coast! Prototype parts in various metals that are extremely accurate and usable., Disponível em: < <http://dmls.net/> >. Acesso em: Março/2015

SLS process information. image_preview. 388px X 341px. Acesso em: Março/2015

Smith, M. melhor sistema de irrigação oral. Disponível em: < http://www.ehow.com.br/melhor-sistema-irrigacao-oral-sobre_68058/ >. Acesso em: Dezembro/2014

SOLAN, W. R. **TOOTHPASTE DROPLETS**. DENTAL DEVELOPMENT SYSTEMS, L. US2011008094 (A1) 13/Janeiro/2011. Acesso em: Dezembro/2014

Systems, -. D. Direct Metal. Disponível em: <
http://www.3dsystems.com/sites/www.3dsystems.com/files/direct-metal-brochure-1013-usen-web_0.pdf>. Acesso em: Dezembro/2014.

Sinterstation 2500 plus. Disponível em: <
http://www.3dsystems.com/products/datafiles/sinterstation_hiq/datasheets/DS_Sinterstation_HiQ_rev0606.pdf>. Acesso em: Dezembro/2014.

Systems, -. D. P. ProJet HD 3000. Disponível em: <
http://www.3dsystems.com/products/datafiles/projet/ProJet_HD_3000_Brochure_USEN.pdf>. Acesso em: Abril/2015

TERENA. **Injection Moulding**. pic3_3_2_thumb. 299px X 311px 29/Janeiro/2001. Acesso em: Abril/2015

Thorgildsdottir, T.; Ingimundarson, A. T. **Cervical Collar having height and circumferential adjustment**. US 20110034844 A1: 14 p. 10/02/2011. Acesso em: Março/2015

Thorgildsdottir, T.; Ingimundarson, A. T.; Einarsson, P. **Cervical Collar having height and circumferential adjustment**. HF, O. US 7981068 B2: 31 p. 19/07/2011. Acesso em: Abril/2015

turbinenarten. images. 250px X 202px.

ULRICH, K. T.; EPPINGER, S. D. **Product Design and Development**. International Edition 2003. International Edition.

Vissoto, A. **Tendência: maxi colares**. nr0vt5-l-610x610-jewels-necklace-boho-coin. 610px x 610px
Acesso em: Janeiro/2015.

Waterpik Ultra Water-Flosser. waterpik-water-flosser-wp100a-ultra-dental-water-jet.jpg. 600px X 600px. Acesso em: Novembro/2014

wikipedia. Kaplan Turbine. wikipedia, 15/Agosto/2014. Disponível em: <
http://en.wikipedia.org/wiki/Kaplan_turbine>. Acesso em: Fevereiro/2015

Francis Turbine. wikipedia, 21/Dezembro/2014. Disponível em: <
http://en.wikipedia.org/wiki/Francis_turbine>. Acesso em: Dezembro/2014

Pilton wheel. wikipedia, 23/Novembro/2014. Disponível em: <
http://en.wikipedia.org/wiki/Pelton_wheel>. Acesso em: Dezembro/2014

Water Turbine. wikipedia, Novembro/2014. Disponível em: <
http://en.wikipedia.org/wiki/Water_turbine>. Acesso em: Novembro/2014

YANZ JR, R. A.; SPECTOR, G. **Disposable tooth brush**. US4588089 (A) 13/Maio/1986.

Yellin, L. **Cervical Collar**. Philadelphia. US 3285243: 3 p. 15/11/1966.

ZHENG BIN, W. **Toothbrush with replaceable brush head**. SCIENCE, U. H. A. CN103844576 (A) 11/06/2014.

Anexos

ANEXO I – Inquérito aos colaboradores do Grupo Socem

Identificação dos Hábitos de Higiene Dentária

O presente questionário insere-se num estudo para a tese de mestrado em Engenharia da Conceção e Desenvolvimento do Produto no Instituto Politécnico de Leiria.

O inquérito pretende fazer um levantamento do nível de higiene dentária, para a fundamentação do desenvolvimento de um produto de higienização bucal.

Desde já, agradeço a sua colaboração, garantindo que os dados serão confidenciais e não utilizados para outros fins.

1. Faixa etária:

- 16 – 20 anos 21 – 25 anos 26 – 30 anos
 31 – 35 anos 36 – 40 anos 41 – 45 anos
 Mais de 45 anos

2. Sexo:

- Feminino Masculino

3. Utiliza escova de dentes?

- Sim Não

4. Com que frequência lava os dentes?

- 1 vez por dia 2 vezes por dia 3 vezes ou mais

5. Que tipo de escova de dentes utiliza?

- Manual Elétrica

6. Qual é marca de escova de dentes que utiliza?

- Linha Branca Marca Registada
Qual? _____

7. O que mais aprecia numa escova de dentes?

8. Durante a higienização bucal, utiliza dentífrico?

- Sim Não

9. Qual o tipo de dentífrico que utiliza?

- Pasta Líquido Gel

10. Qual é a marca de dentífrico que utiliza?

- Linha Branca Marca Registada
Qual? _____

11. Qual é quantidade de dentífrico que utiliza durante a escovação dentária?

- Ao longo da escova Meia Escova Tamanho de Grão de ervilha

12. Utiliza fio dentário?

- Sim Não

13. Com que frequência utiliza fio dentário?

- Nunca Todos os dias 1 vez por semana 1 vez por mês

14. Qual é a marca de fio dentário que utiliza?

- Linha Branca Marca Registada
Qual? _____

15. Utiliza elixir bucal?

- Sim Não

16. Qual é a marca de elixir bucal que utiliza?

- Linha Branca Marca Registada
Qual? _____

17. Quando vai ao dentista, como classifica a sensação de limpeza dentária por jato de água?

- Detesto Não gosto muito Indiferente
 Gosto Gosto muito

18. No duche, costuma direcionar o chuveiro para os dentes?

- Sim Não

19. Como costuma bochechar com água, após a lavagem dentária?

- Mão Copo Tomeira

20. Costuma lavar os dentes durante o duche?

- Sim Não

21. Quanto dinheiro está disposto a dispendir para a obtenção de uma escova de dentes com as características e funcionalidades pretendidas?

- 0-3 € 3-5 € 5-10 € Mais de 10 €

22. Em questão de poupança, onde acha importante economizar?

- Elixir Dentífrico Escova

23. Que funcionalidade gostaria de incorporar na escova de dentes?

Obrigada pela colaboração,
Joana Matos

ANEXO II – Quality Function Deployment

QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT	Wt.	forma simples	ergonómico	funcional	eficácia na limpeza dentária	utilização intuitiva	design apelativo	baixo peso	ecológico	Baixo Custo	Durabilidade	Frequencia de Utilização
Suavidade	5	0	45	5	15	0	0	0	0	0	5	15
Limpeza	5	5	5	15	45	15	0	5	0	0	5	45
Ergonomia	5	15	45	5	5	5	0	15	0	0	0	15
Design	4	12	36	36	12	12	36	4	0	4	4	4
cabeça pequena	3	3	27	9	9	0	3	3	0	9	0	27
Cor	3	0	0	0	0	3	9	0	0	3	0	3
Massagem	3	0	3	3	0	0	0	3	0	3	9	27
Ecológica	3	0	0	0	0	0	0	0	27	3	0	0
Relevos	3	9	9	0	27	0	3	0	0	3	0	9
raspador de língua	4	0	4	4	12	0	0	4	0	4	0	12
doseador de pasta de dentes	4	4	4	12	36	12	12	12	36	36	0	0
jato de água	4	4	4	12	36	12	12	12	36	4	0	4
Duradouro	5	0	0	0	0	5	5	5	45	45	45	15
Vibração	3	0	9	9	9	3	3	3	0	3	0	0
Rotação	3	3	3	9	9	3	3	3	0	3	0	0
Portabilidade	4	36	4	4	0	4	12	36	0	12	0	36
fio dentário	4	4	4	12	36	4	12	0	0	4	0	4
temporizador	3	3	0	3	0	0	3	0	0	9	9	0
vários tipos de cerdas	4	4	12	0	36	0	12	0	0	0	4	0
massajador das gengivas	4	4	12	0	12	0	12	4	0	0	4	0
abre carcas	2	0	0	2	0	2	2	0	0	2	0	2
espelho	2	0	0	2	2	2	2	0	0	2	0	2
despertador	2	0	0	2	0	2	2	0	0	6	2	0
fibra óptica	2	0	0	2	0	0	2	0	0	6	6	0
		106	226	146	301	84	145	109	144	161	93	220

ANEXO III – Normas ISO 9999:2007

- **03** – Auxiliares de tratamento e treino
- **04** – Produto de apoio para o tratamento clínico e individual (nesta categoria estão incluídos os produtos de apoio que têm o objetivo de melhorar, monitorizar ou manter a condição clínica do indivíduo)
- **05** – Produtos de apoio para treino de competências (são os dispositivos concebidos com o intuito de melhoramento das capacidades físicas, mentais e sociais do utente. Também podem ser utilizados como dispositivos de apoios aos dispositivos de treino)
- **06** – Ortóteses e próteses (produtos aplicados externamente com o propósito de modificação das características estruturais e funcionais do sistema neuromuscular e esquelético. São aplicados externamente para substituir parcial ou totalmente uma parte do corpo inexistente ou que sofreu de alterações)
- **09** – Produtos de apoio para cuidados pessoais e proteção (produtos que apoiam a realização de atividades do quotidiano como vestir e higiene pessoal)
- **12** – Produtos de apoio para a mobilidade pessoal
- **15** – Produtos de apoio a atividades domésticas (nesta categoria estão incluídos produtos de apoio a realização de atividades domésticas tais como comer, beber, fazer limpeza)
- **18** – Mobiliário e adaptações para habitação e outros edifícios
- **22** – Produtos de apoio para a comunicação e informação (dispositivos de auxílio para recepção, envio, produção e/ou processamento de informação em diferentes formatos)
- **24** – Produtos de apoio para o manuseamento de objetos e dispositivos

- **27** – Produtos de apoio para a melhoria do ambiente, máquinas e ferramentas (dispositivos e equipamentos de ajuda e melhoria do ambiente no quotidiano, ferramentas manuais e máquinas motorizadas)
- **30** – Produtos de apoio para atividades recreativas (produtos e dispositivos destinados a jogos, hobbies, desportos e outras atividades). (Brasil, I.)

Glossário

Análise de Elementos Finitos – É um método que estuda a geometria do produto, dividindo-a em elementos finitos e aplicando-os a uma série de equações, resolvidas simultaneamente para avaliar determinado comportamento do sistema.

Análise Do Ciclo de Vida – É um método utilização para auxiliar na quantificação e avaliação dos encargos e impactos ambientais associados com os sistemas e atividades do produto desde a extração até ao fim de vida e eliminação de determinado produto. Isto é cada vez mais utilizado por indústrias e grupos ambientalistas para a decisão na seleção de materiais relacionados com o ambiente.

Análise SWOT – Análise ao ambiente, utilizada como base para gestão e planeamento estratégico de uma empresa com o objetivo de identificação de elementos chave para a gestão da empresa, o que implica estabelecer prioridades. Este tipo de análise é utilizado para fortalecer os pontos positivos, indicar os pontos a melhorar, mostrar as oportunidades de atuação ou crescimento, tentando eliminar os riscos.

Benchmarking – É um processo de melhoria em que uma empresa avalia o desempenho dos seus produtos ou processos, em comparação com os produtos já existentes. Determina a forma como o produto alcançou o seu nível de desempenho e utiliza essas informações para melhorar o seu próprio desempenho.

Brainstorming – É uma técnica de criatividade, no qual se reúne um determinado grupo de pessoas em que estas pensam em ideias relacionadas com um determinado tema, listando todas as ideias que surgiram para uma posterior avaliação.

CAD – *Design-Computer Aided* é a projeção com recurso a utilização de computador, para ajudar na criação e modificação de um projeto.

CAE – *Computer-Aided Engineering* é a utilização de computadores para análise, *design* e fabricação de um produto, projeto ou processo.

Desenvolvimento de Novos Produtos – Diz respeito a todo o conjunto de atividades que ocorrem em todo o processo de desenvolvimento do produto, desde o estudo da ideia até à sua introdução no mercado.

Design for Manufacturability – Este é um método de concepção de produto de forma a que seja possível a fabricação dos componentes do produto e sua montagem global. Esta metodologia foi desenvolvida com o intuito de facilitar a fabricação dos produtos.

Fabricação Aditiva – São processos de fabricação que têm por base a adição de material, podendo ser utilizada uma grande variedade de processos, sem que seja necessário recorrer-se a muitos processos de produção. Estas tecnologias, por norma, são associados aos processos de prototipagem rápida. Contudo, quando estas tecnologias são capazes de produzir peças diretamente para os produtos, fabricação aditiva é a melhor descrição.

Fatores Humanos – Referem-se às características dos seres humanos, quando são aplicáveis à concepção e desenvolvimento de sistemas e dispositivos de todos os tipos. Neste campo é necessário o conhecimento sobre a atribuição de funções apropriadas para seres humanos e máquinas. Estes conhecimentos são utilizados para alcançar a compatibilidade entre o design dos sistemas e os seus utilizadores para que seja garantida a sua eficácia, segurança e facilidade de desempenho.

Fim de Vida – É um termo aplicado aos produtos ou componentes que já não se encontram no mercado devido à evolução ou perda de propriedades.

HRC – Unidade de medição de dureza rockwell, em que a faixa de utilização se encontra entre os 20 e os 70 HRC. Pode ser aplicada em aço, titânio, aços com Aço, titânio, aços com a camada endurecida e materiais com o HRB superior a 100.

ISO 9000 – É um conjunto de normas internacionais de gestão de qualidade, para auxílio na documentação dos elementos do sistema de qualidade a serem implementadas para manter um sistema de qualidade eficiente.

Necessidades do Cliente – São as necessidades fundamentais a serem satisfeitas independente da tecnologia utilizada ou da solução de produto.

Prototipagem Rápida – refere-se a várias tecnologias, como a estereolitografia e sinterização a laser que pode criar rapidamente peças para a sua visualização física ou protótipos funcionais ou produção de ferramentas rápidas para fabricação de pequenas séries de produção.

Protótipo - É um modelo físico ou representação de um novo conceito de design do produto. Dependendo da sua finalidade, os protótipos podem ser modelos ou

representações. Os protótipos podem ser utilizados com a finalidade de avaliar a viabilidade de uma tecnologia nova; avaliar os riscos técnicos do produto; validação dos requisitos do produto; demonstração das características críticas; qualificação de um determinado produto; qualificar o processo; caracterizar o desempenho ou as características do produto; elucidar dos princípios físicos.

QFD – é a metodologia de planeamento e de tomada de decisões de forma estruturada e compilando os requisitos do cliente e traduzir esses mesmos requisitos em características do produto a desenvolver, características das mesmas planos, de processo e requisitos de controle de qualidade.

Requisitos do Produto – São as características técnicas do produto, expressas pela linguagem do projetista, com o intuito de responder às necessidades dos clientes alvo. Os bons requisitos deverão ser indicados de modo a que sejam diretamente resolvidos através da engenharia; sejam globais e não pressupor soluções técnicas particulares; sejam mensuráveis de forma a que, em última análise, possam ser verificados. Os requisitos do produto são utilizados pelo projetista no desenvolvimento, conceção e construção do produto, como sua orientação.

Requisitos Funcionais – constituem os comportamentos desejados pelo sistema ou produto. Este sistema pode ser expressado por funções, tarefas ou serviços que o sistema ou produto é obrigado a realizar. Os requisitos não incluem as características de desempenho, as condições de funcionamento, os casos de utilização e as suas especificações.

SLS – O *Selective Laser Sintering* é uma tecnologia de prototipagem rápida que utiliza o laser para a construção da peça, que incide sobre um material em pó para a fundição através da incidência do laser e a formação de um objeto sólido.