



Universidade do Minho

Escola de Engenharia

Daniela Filipa de Brito Pais Fernandes

**Estudo e conceção de um novo
dispositivo médico auxiliar para a
remoção de dentes e raízes**

Mestrado Integrado em Engenharia Biomédica

Trabalho efetuado sob a orientação de

Professor Doutor Luís Ferreira Silva

Professor Doutor Eurico Rodrigues Seabra

Dra. Cátia Cristina Pesqueira Gaspar Pombo

Dezembro de 2012

DECLARAÇÃO

Daniela Filipa de Brito Pais Fernandes

Correio Eletrónico: dani.filipa.ptl@gmail.com

Tml. 969432568

Número do Bilhete de Identidade: 13441928

Título dissertação:

ESTUDO E CONCEÇÃO DE UM NOVO DISPOSITIVO MÉDICO AUXILIAR PARA A REMOÇÃO DE DENTES E RAÍZES

Ano de conclusão: 2012

Orientadores:

Professor Doutor Luís Fernando Ferreira da Silva

Universidade do Minho

Professor Doutor Eurico Rodrigues Seabra

Dra. Cátia Cristina Pesqueira Gaspar Pombo

Clínica de Medicina Dentária

Designação do Mestrado:

Ciclo de Estudo Integrados Conducentes ao Grau de Mestre em Engenharia Biomédica

Área de especialização: Biomateriais, Reabilitação e Biomecânica

Escola: de Engenharia

Departamento: de Engenharia Mecânica

É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO INTEGRAL DESTA TESE APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE.

Guimarães, ____/____/____

Assinatura: _____

Aos meus pais e à minha irmã Sílvia.

Agradecimentos

Aos meus orientadores Professor Luís Ferreira da Silva e professor Eurico Seabra por todo apoio prestado, por terem acreditado no meu trabalho e por me terem guiado ao longo deste percurso.

À Dr.^a Cátia Pombo pela disponibilidade, pela ajuda e pela paciência, foi também um grande suporte no decorrer deste projeto.

Aos meus pais, para os quais não encontrarei nunca palavras suficientes para exprimir o quanto lhes estou grata por terem estado sempre do meu lado, sem vocês nada disto seria possível.

À minha irmã Sílvia por estar sempre lá, por nunca me deixar desanimar e por ser uma das bases mais seguras da minha existência em todos os momentos.

À minha restante família por todo o apoio e carinho, sei que tenho a melhor família do mundo. Agradeço em especial à minha madrinha Aurora por viver os meus sonhos com tanta intensidade e à minha avó Laurinda por se preocupar tanto comigo e por gostar tanto de mim.

Ao meu namorado pela paciência, pelo apoio e pelo ombro amigo em todas as horas.

Ao meu primo Carlitos e ao meu tio Júlio por me terem acolhido e tratado com o maior carinho aquando do meu primeiro ano universitário em Lisboa.

A todos os meus amigos, aos de sempre (Odete e Vanessa) e aos que fizeram parte da minha vida ao longo do meu percurso escolar, desde a primária até ao secundário, foram 12 anos que em muito contribuíram para a minha formação enquanto ser humano. A todos os que conheci na universidade, quer na Faculdade de Ciências e Tecnologias quer na Universidade do Minho, especialmente ao meu padrinho João Costa e à minha afilhada Marisa por terem sido verdadeiramente como família. Às meninas com as quais partilhei os melhores e os piores momentos ao longo destes seis anos, Daniela Leal, Ana Leal, Filipa Baltar, Juliana Pereira e Helena Felgueiras. Às pessoas com quem me cruzei na mansão 165, foram 5 anos muito intensos recheados de muitos bons momentos, especialmente à Rafaella, à Juliana e à Sandrine por serem muito mais que companheiras de casa, sei que serão minhas amigas para a vida.

A todos os que marcaram a minha existência, mas que infelizmente a vida levou para longe de mim, principalmente aos meus avós paternos, à minha tia Fátima, ao meu Tio Amândio, à minha amiga Vânia e ao meu padrinho Domingos, este foi o primeiro que me fez sonhar em um dia tirar um curso superior.

Resumo

Este trabalho tem como principal objectivo estudar e conceber um novo dispositivo médico que permita auxiliar o médico dentista aquando do processo de extração dentária. Pretende-se desenvolver um dispositivo útil, eficiente e seguro quer para o especialista quer para o paciente. Este surge como uma grande inovação nesta área, pois permitirá ao utilizador realizar quatro etapas diferentes – cortar, segurar, luxar e extrair – utilizando sempre o mesmo dispositivo. Além disso, poderá também ser utilizado para diferentes tipos de dentes, dado que as pontas ativas poderão ser alteradas de acordo com cada caso específico. No entanto, um dos pontos mais fortes assenta no fato do dispositivo possuir um sistema vibratório que auxiliará o médico dentista aquando do processo de luxação dentária, reduzindo então os esforços e as forças necessárias a aplicar pelo mesmo. Da mesma forma, este será benéfico para o paciente, dado que se pretende tornar o processo de extração menos moroso, menos doloroso e acima de tudo com um menor número de danos na cavidade oral do mesmo.

Este projeto é constituído por diferentes fases, destacando-se o estudo da anatomia oral bem como todo o processo inerente à extração dentária, a análise dos dispositivos que foram surgindo nesta área e o corpo do projeto, onde são apresentados todos os passos realizados para chegar a uma solução capaz de cumprir com os objetivos delineados. O culminar deste trabalho é a apresentação do modelo computacional do dispositivo, realizado recorrendo ao *software AutoCAD 2000*.

Abstract

This project's main goal was the study and design of a new medical device to assist dentists during the process of dental extraction. The aim was to develop a useful, efficient and safe dental instrument, both for the specialist and the patient. This comes up as a great innovation in this area, because it will allow the user to accomplish different tasks - to cut, to hold, to luxate and to extract - while using the same device. Besides that, it will also be possible to use it for different types of teeth, since the end tips can be changed according to each specific case. However, one of the strongest points of the device is the vibrating system that will assist the dentist to perform the dental luxation process, decreasing the efforts and necessary forces to be applied. In the same way, it will benefit the patient, making the extraction an easy and less painful that will also result in a smaller number of damages to the oral cavity.

This project is structured in different sections, including the study of oral anatomy, as well as the whole process inherent to dental extraction, the analysis of devices that have been appearing in this area and the project's itself, where every step to get to a solution capable to fulfill the preset goals is presented. The outcome of this work is the presentation of a computerized model of the instrument device, carried out with the AutoCAD 2000's software.

Índice

Agradecimentos	ii
Resumo.....	ii
Abstract	iii
Índice.....	iv
Índice de figuras	vi
Índice e tabelas	iv
Palavras - chave.....	x
Siglas.....	xi
1. Introdução.....	1
1.1. Justificação e motivação	1
1.2. Introdução ao trabalho de dissertação	1
1.3. Estrutura da dissertação	4
2. Anatomia Oral	6
2.1. Anatomia do dente	14
3. Estado da Arte	17
3.1. Dispositivos odontológicos atualmente utilizados.....	17
3.1.1. Sindesmótomo	17
3.1.2. Alavanca	18
3.1.3. Boticão ou fórceps.....	19
3.2. Estudo de mercado	19
3.3. Análise de patentes.....	25
4. Processo de extração dentária	28
4.1. Descrição do processo de extração.....	30
4.2. Tempos de extração	31
4.3. Estudo da força realizada no processo de extração dentária	35
4.4. Problemas associados ao processo de extração dentária.....	35
5. Legislação reguladora de dispositivos médicos odontológicos.....	39
6. Outros elementos importantes para a conceção do dispositivo	42
6.1. Questões antropométricas de utilização	43
6.2. Medidas antropométricas da mão	43
6.3. Estudo do atrito entre a luva cirúrgica e o dispositivo.....	43
6.4. População alvo do dispositivo.....	43
7. O projeto do dispositivo de extração	50
7.1. Estabelecimento de objetivos	50

7.2.	Estabelecimento de funções	52
7.3.	Especificações técnicas	54
7.4.	Descrição das Soluções	58
7.5.	Comparação do dispositivo em construção com os utilizados atualmente.....	61
8.	Construção do modelo computacional	63
8.1.	Escolha de materiais.....	63
8.2.	Dimensionamento e construção do modelo computacional.....	63
9.	Conclusões.....	74
10.	Trabalhos futuros	75
	Referências Bibliográficas	77
	Anexos	80
	Anexo A (Medidas antropométricas da mão masculina e feminina).....	81
	Anexo B (Propriedades do aço inoxidável 316L)	83
	Anexo C (Preços e especificações de diferentes instrumentos odontológicos)	85

Índice de figuras

Figura 1.1 – Pontos fulcrais para a realização de um projeto.....	3
Figura 2.1 – Anatomia da cavidade oral.....	7
Figura 2.2 – Arcos dentários, superior e inferior na dentição decídua.....	8
Figura 2.3 – Dentição permanente, arcos dentários, superior e inferior.....	9
Figura 2.4 – Posição dos dentes incisivos nos arcos maxilar e mandibular.....	11
Figura 2.5 – Posição dos dentes caninos nos arcos maxilar e mandibular.....	11
Figura 2.6 – Posição dos dentes pré-molares nos arcos maxilar e mandibular.....	12
Figura 2.7 – Posição do primeiro e segundo molar nos arcos maxilar e mandibular.....	13
Figura 2.8 – Posição dos terceiros molares nos arcos maxilar e mandibular.....	13
Figura 2.9 – Representação dos diferentes tipos de dentes na cavidade oral de um adulto.....	14
Figura 2.10 – Constituição do dente humano.....	15
Figura 3.1a – Sindesmótomo reto.....	17
Figura 3.1b – Sindesmótomo curvo.....	17
Figura 3.2 – Alavanca odontológica.....	18
Figura 3.3 – Alavanca triangular.....	18
Figura 3.4 – Alavanca apical.....	19
Figura 3.5 – Representação da constituição do boticão.....	19
Figura 3.6 – Imagens retiradas das diversas patentes encontradas relativas ao boticão.....	25
Figura 4.1 – Aglomerado dentário que condiciona a extração utilizando o boticão.....	30
Figura 4.2 – Corte dos tecidos moles com recurso ao sindesmótomo.....	31
Figura 4.3 – Representação do processo de luxação dentária.....	32

Figura 4.4 – Movimentos realizados para a extração dentária.....	33
Figura 4.5 – Radiografia de um doente com fratura da mandíbula resultante do excesso de força.....	37
Figura 6.1 – Dimensões da mão humana.....	44
Figura 6.2 – Diferentes formas de segurar um objeto.....	45
Figura 6.3 – Representação da interação luva-dispositivo.....	46
Figura 6.4 – Superfícies dos instrumentos estudados.....	46
Figura 6.5 – Equipamento de teste da luva <i>vs</i> material dos cabos cilíndricos.....	47
Figura 7.1 – Representação esquemática dos objetivos, sub-objetivos e suas relações.....	52
Figura 7.2 – Estrutura de funções.....	53
Figura 7.3 – Desenho representativo da solução do alicate com lâminas.....	58
Figura 7.4 – Desenho representativo da solução cujo princípio é a caneta multicolor. A) e B) representam as recargas interiores da caneta.....	59
Figura 7.5 - Desenho representativo da solução 1: A)com o motor DC incluído e B) sem o motor.....	60
Figura 8.1 – Motor DC.....	65
Figura 8.2 – Desenho técnico do motor DC.....	65
Figura 8.3 – Diferentes componentes que constituem o braço fixo.....	66
Figura 8.4 – Diversos componentes que constituem o braço adaptável: como sindesmótomo ou como parte integrante do dispositivo.....	67
Figura 8.5 - Desenho esquemático da ponta ativa que funciona como sindesmótomo com as respetivas dimensões.....	67
Figura 8.6 – Ponta ativa que funciona como sindesmótomo.....	67
Figura 8.7 – Representação esquemática de dois exemplos de pontas ativas.....	68

Figura 8.8 – Botão de acionamento.....	68
Figura 8.9 - LED indicador de funcionamento.....	68
Figura 8.10 – Alavanca reguladora de intensidade e botão de emergência.....	69
Figura 8.11 – Exemplo de um veio flexível.....	71
Figura 8.12 – Desenho esquemático do dispositivo completo com as respetivas dimensões principais.....	73
Figura 8.13 – Desenho esquemático do dispositivo completo com as respetivas dimensões principais.....	73
Figura 8.14 – Representação do dispositivo completo em 3D.....	74
Figura 8.15 – Representação final do sindesmótomo em 3D.....	74

Índice de tabelas

Tabela 2.1 – Aparecimento cronológico da dentição decídua.....	9
Tabela 2.2 – Cronologia, aproximada, do desenvolvimento da dentição permanente.....	10
Tabela 3.1 – Instrumentos de extração dentária comercializados pelas empresas Asa Dental, Aesculap, Carl Martin e Prodont-Holliger.....	22
Tabela 4.1 – Principais indicações que poderão levar à remoção dentária.....	28
Tabela 4.2 – Fatores clínicos indicadores de possíveis dificuldades aquando da extração dentária.....	29
Tabela 4.3 – Valores de força necessária para a rutura dos ligamentos.....	34
Tabela 4.4 – Valores de pressão necessária para a rutura dos ligamentos em diferentes idades.....	35
Tabela 7.1 – Especificações técnicas do dispositivo.....	55
Tabela 7.2 – Análise comparativa entre o dispositivo que se pretende construir e os equipamentos atualmente utilizados.....	61
Tabela A1 - Medidas antropométricas da mão masculina, relativas a Portugal e Espanha.....	82
Tabela A3 - Medidas antropométricas da feminina, relativas a Portugal e Espanha.....	82
Tabela B1 - Propriedades do aço inoxidável 316L.....	84
Tabela C1 – Preços e especificações de diferentes instrumentos odontológicos.....	86

Palavras – chave

Extração dentária

Cortar

Segurar

Luxar

Extrair

Sistema vibratório

Siglas

Dra. - Doutora

I.P. - Infarmed

DC – *Direct current* (Corrente continua – CC)

1. Introdução

No corrente capítulo encontra-se uma pequena introdução ao trabalho realizado, referindo-se a justificação e motivação para que se entenda o porquê da realização deste projeto e a estrutura completa da dissertação.

1.1. Justificação e Motivação

A Engenharia Biomédica é, hoje em dia, reconhecida internacionalmente como uma área multidisciplinar focada na análise e resolução de problemas específicos do sector da saúde e no desenvolvimento e optimização de sistemas associados à prestação de cuidados de saúde. Atualmente, a engenharia biomédica e os engenheiros biomédicos, devido às diferentes competências técnicas que dominam, assumem um inquestionável protagonismo nas mais recentes descobertas e desenvolvimentos na área da saúde, fornecendo novos medicamentos e soluções terapêuticas e novos equipamentos ou técnicas destinados a diagnosticar, tratar ou reabilitar indivíduos com problemas de saúde.

Assim, eu como futura Engenheira Biomédica, optei por este tema por se integrar, precisamente nas funções que a sociedade espera que nós sejamos capazes de cumprir.

Este projeto foca-se exatamente nesses objetivos, dado que se pretende criar um novo dispositivo que auxilie o médico dentista no processo de remoção dentária, assim sendo facilitar-se-á o trabalho aos especialistas e acima de tudo garantir-se-á menos dor, menos danos e maior rapidez no processo de extração, sendo estes factores preponderantes para os pacientes.

O número de pessoas que este dispositivo poderá ajudar é, também uma justificação viável e uma motivação significativa para que se siga em frente e este seja testado, pois abrange a população em geral, o que significa que poderá fazer a diferença na vida de um enorme número de pessoas.

O facto de sentir que este projeto poderá ser capaz de mudar e melhorar a vida de alguém é a maior motivação que se pode ter para não desistir mesmo quando tudo parece estar a correr mal.

1.2. Introdução ao trabalho de dissertação

No início deste estudo, surgem algumas questões: O que é um “Projeto”? O que implica? Que fases tem? Como começa? Quando acaba?

Um projeto pode definir-se como sendo um conjunto de atividades, que implicam a utilização de diferentes recursos, executados para levar a cabo, um determinado objetivo. Está, normalmente associado a uma produção unitária, de elevado custo relativo e com um desenvolvimento limitado no tempo, ou seja, tem um objetivo claro que, quando atingido, caracteriza o final do projeto. E quais os objetivos? A qualidade do projeto, ou seja, o respeito de um conjunto de especificações de natureza técnica ou legal; os prazos do projeto e por fim, os custos do projeto.

Segundo Pahl e Beitz, o processo de design de um produto tem 4 fases, sendo desta forma que também se organizou o trabalho: Clarificação da tarefa, onde se fará uma análise do problema proposto por um cliente, definindo as suas necessidades e tentando procurar uma solução para as satisfazer, incluindo nesta análise, os constrangimentos inerentes ao problema; Design Conceptual, fazendo a análise da estrutura das funções, tentando encontrar um princípio de solução ou funcionamento do produto; Incorporação do Design, ou seja, começando a partir do conceito, definir o próprio produto atendendo a especificações técnicas e económicas; Design Detalhado, definindo as propriedades individuais de cada produto, como, por exemplo, o material utilizado para os fabricar, bem como os desenhos técnicos finalizados.

Analisando a estrutura do trabalho, obtém-se os pontos fulcrais para a realização de um projeto, seguidamente, na figura 1.1, de uma forma esquematizada são apresentadas essas etapas. Inicialmente há a necessidade de se definir os primeiros objetivos e, conseqüentemente, de se realizar uma análise das funções do produto/dispositivo/serviço, etc. Posteriormente determinam-se os requisitos exigíveis e desejáveis que se pretende que o produto cumpra, obtendo de seguida uma série de soluções alternativas capazes de satisfazer os mesmos. Chega-se, então à fase mais importante, a de escolher a melhor solução, criando-se um protótipo da mesma.

Nos últimos anos registou-se um crescimento relativamente ao número de empresas do setor da saúde dentária. Paralelamente a este crescimento verificou-se também o aumento do volume de negócios no setor das clínicas dentárias, apesar do contraciclo da economia. Em Portugal, a medicina dentária é um ramo basicamente privado, não havendo, portanto, dentistas no Sistema Nacional de Saúde. Com as pessoas na atualidade a procurarem com maior frequência os dentistas, a concorrência tem vindo a crescer, situação, que provavelmente, ainda sofrerá um aumento nos próximos anos.

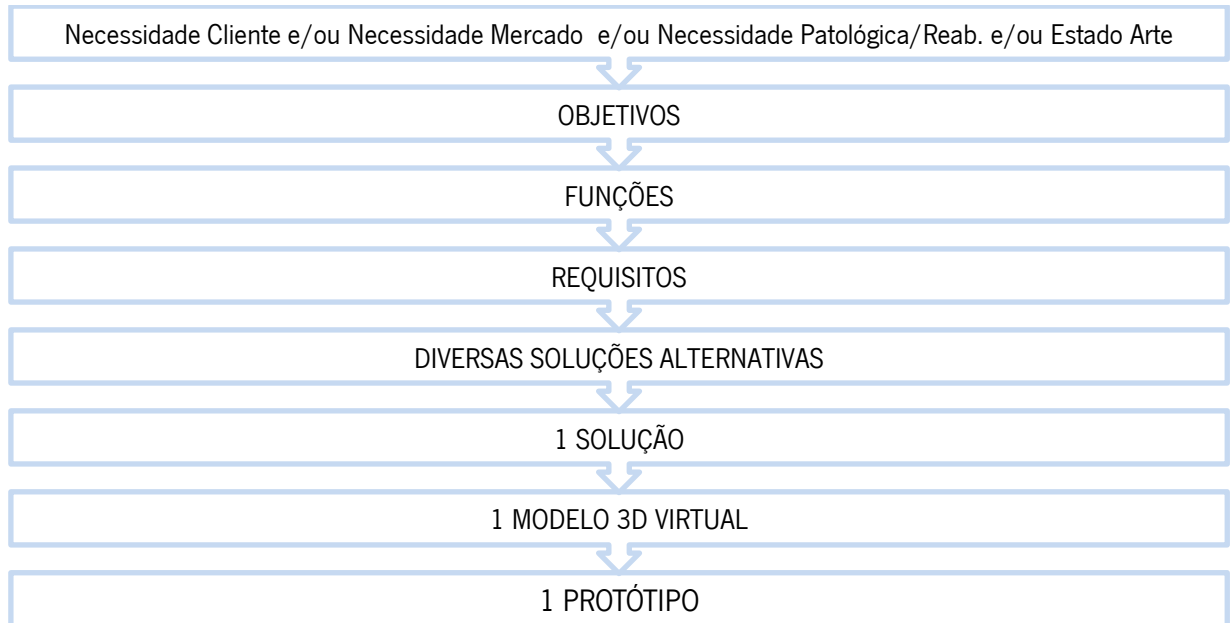


Figura 1.1 - Pontos fulcrais para a realização de um projeto.

Assim, este projeto vai de encontro a este crescimento e há necessidade de se ir inovando nas diferentes áreas do saber, neste caso na área da saúde, para que, de alguma forma, se possa contribuir para uma melhoria significativa na vida dos seres humanos. Assim, pretende-se, futuramente, introduzir no mercado um dispositivo inovador, capaz de auxiliar e melhorar a atividade dos médicos dentistas aquando do processo de extração dentária.

No decorrer deste projeto tem-se como objetivo estudar e conceber um novo dispositivo médica capaz de auxiliar o médico dentista aquando do processo de extração dentária. Este dispositivo deverá permitir ao especialista realizar quatro funções: cortar, segurar, luxar e extrair. Deste modo, serão realizados todos os passos necessários para que se obtenha uma solução viável e capaz de cumprir com o pretendido, garantindo ao mesmo tempo um nível de segurança elevado.

Os possíveis clientes serão os médicos dentistas, sendo estes as pessoas especializadas que poderão recorrer a este equipamento, podendo, assim cumprir com maior eficiência e maior facilidade as suas funções. No entanto, o número de pessoas que poderá beneficiar com este equipamento é muito maior, dado que será a sociedade em geral.

1.3. Estrutura da dissertação

Esta dissertação é composta por 11 capítulos, encontrando-se exposto em cada um deles o que se foi realizando no decorrer do tempo.

Assim, no decorrente capítulo encontram-se as considerações iniciais para que se entenda o porquê da realização deste projeto, bem como os pontos essenciais que irão ser desenvolvidos no decorrer do mesmo.

No capítulo 2, fez-se um levantamento relativamente à anatomia oral, assim encontram-se descritas quer as estruturas adjacentes ao dente, quer as que constituem o próprio dente. Este capítulo é de extrema importância dado que permite um enquadramento e familiarização com o tema.

No terceiro capítulo, apresentam-se cada um dos instrumentos odontológicos utilizados atualmente pelos médicos dentistas, explicando-se a função e a constituição de cada um deles. Do mesmo modo, fez-se um pequeno levantamento de patentes relativas ao boticão, verificando-se em que pontos os diferentes autores tentaram evoluir. Esta análise permitiu concluir que o dispositivo que se pretende construir é realmente inovador e poderá facilitar a atuação do especialista e aumentar a segurança para os pacientes.

É fulcral que se conheça de forma detalhada o processo de extração dentária, podendo analisar os pontos que devem ser melhorados, pois pretende-se que este dispositivo acarrete um menor número de danos para os pacientes. Assim, no quarto capítulo encontra-se exposto tudo o que se relaciona direta ou indiretamente com o processo de extração dentária.

Dado que aquilo que se pretende futuramente é construir e comercializar um dispositivo médico, é de extrema importância que se conheça a legislação reguladora deste tipo de dispositivos podendo, assim construir um dispositivo que cumpra com aquilo que é determinado pela lei. Então, no capítulo 5 apresentam-se os decretos de lei em vigor bem com as autoridades competentes relativas a Portugal.

No capítulo 6 são apresentados outros elementos importantes para a conceção do dispositivo, nomeadamente as dimensões antropométricas da mão humana, o estudo do atrito entre a luva cirúrgica e o dispositivo e a população alvo do dispositivo.

O capítulo 7 é constituído pelas diversas fases que levam à determinação de um dispositivo capaz de cumprir com as funcionalidades pretendidas. Assim, são definidos os objetivos que o dispositivo deverá cumprir, as funções que deverá desempenhar e as especificações técnicas que deverá possuir. Posto isto, serão apresentadas as diversas soluções procedendo-se à análise de cada uma delas e escolhendo-se, posteriormente a que melhor cumpra com os pontos definidos anteriormente.

Depois de definida qual a melhor solução há a necessidade de se criar um modelo computacional do dispositivo, assim no capítulo 8 encontra-se o dimensionamento de cada uma das partes que constituem o dispositivo e a sua representação computacional obtida através do *software AutoCAD 2000*.

Nos capítulos 10 e 11 são apresentadas as conclusões finais e os trabalhos que poderão ser realizados futuramente.

2. Anatomia Oral

Neste ponto pretende-se explicar de forma detalhada a composição da cavidade oral. Este capítulo torna-se bastante importante na medida em que permite um enquadramento ou familiarização com o tema. Embora, o estudo recaia essencialmente sobre a parte associada aos dentes, não deixa de ser importante estudar toda a estrutura oral adjacente aos mesmos, pois são também condicionantes para os possíveis problemas que poderão surgir a nível oral. Em termos sociais é muito importante ter uma estrutura oral bem delineada, não só pela aparência mas também pela pronúncia, uma vez que a fonação é auxiliada pela língua e pelas estruturas dentárias.

A cavidade oral é limitada anteriormente pelos lábios, lateralmente pelas bochechas, superiormente pelo palato e inferiormente pelo soalho da boca.

A cavidade oral é composta pelo maxilar superior e inferior ou mandíbula, que se interligam com o crânio através da articulação temporomandibular de cada lado, como se verifica na figura 2.1 (Seeley et al, 1997).

As maxilas (direita e esquerda) formam o maxilar superior e consistem numa grande massa central, que é o corpo da maxila, e quatro processos menores projetados (frontal, zigomático, alveolar e palatino) (Seeley et al, 1997) (Woelfel & Scheid, 2000).

É importante referir o processo alveolar, pois este estende-se inferiormente formando metade do arco dentário superior, com oito alvéolos um para cada dente. Então, entende-se agora que os arcos dentários ósseos que circundam e sustentam os dentes são os processos alveolares das maxilas e a parte alveolar da mandíbula. As raízes dos dentes estão incrustadas nos alvéolos (covas ou depressões) das maxilas e da mandíbula e são ligadas ao osso pelas fibras do ligamento periodontal. Os alvéolos consistem em camadas ósseas que circundam cada dente e são revestidos por uma túnica mucosa, a saber (Woelfel & Scheid, 2000):

- 1- Lâmina dura – é a substância óssea fina e compacta que forma a parede própria de cada alvéolo dentário, onde se insere o ligamento periodontal. A forma de cada alvéolo ósseo corresponde natural e rigorosamente à forma das raízes do dente circundado por ele. O único espaço entre a camada externa da raiz do dente (cimento) e esse osso alveolar é ocupado pelo ligamento periodontal que suspende e fixa cada dente ao osso.
- 2- Osso de sustentação – este é composto por substâncias (lâminas) corticais interna e externa, compactas com substância esponjosa no meio.

É importante também entender no que consiste o seio maxilar, pois será referenciado nas páginas seguintes. Estes encontram-se no interior das maxilas e são um par que conjuntamente com mais três seios (seios frontal, etmoidal e esfnoidal) circundam as veias aéreas nasais. Este tem como funções: deixar o crânio mais leve, dar ressonância à voz, aquecer o ar que inspiramos e humedecer a cavidade do nariz.

Relativamente à mandíbula esta é formada por um osso unitário em forma de ferradura, sendo o maior e o mais forte osso que existe no crânio. Contém os dentes inferiores e encontra-se fixada somente pelos ligamentos e músculos aos ossos relativamente imóveis do crânio. A mandíbula é o único membro do crânio que pode mover-se, dado que os restantes apenas se movem em conjunto e quando se movimenta a totalidade da cabeça. Esta é constituída por três partes: o corpo horizontal e dois ramos verticais. É no corpo da mandíbula que, tal como na maxila, se encontram os dentes sustentados pelos alvéolos.

Para finalizar tem que se referir a articulação temporomandibular, esta encontra-se entre a mandíbula e os dois ossos temporais. É uma articulação bilateral, uma vez que os dois lados, direito e esquerdo funcionam como uma unidade, sendo também a única que apresenta um movimento livre visível na cabeça. Os movimentos coordenados das articulações direita e esquerda são complexos e, por norma controlados por reflexos. No entanto, dentro de certos limites ou amplitudes, a grande adaptabilidade das articulações permite a liberdade de movimento da mandíbula durante a fala e a mastigação (Woelfel & Scheid, 2000).

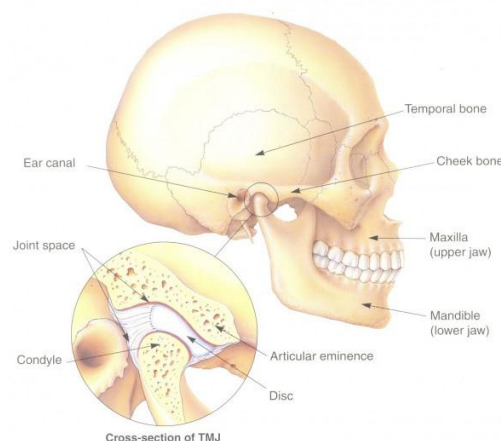


Figura 2.1 - Anatomia da cavidade oral (Fisioterapia Carolina Barbosa Ribeiro, 2011).

A palavra dentição refere-se a todos os dentes quer os situados no osso maxilar quer os que se encontram no osso da mandíbula. Considerando a sua localização, os dentes maxilares são denominados dentes superiores, e a este conjunto chama-se arco dentário superior

(maxilar). No lado oposto encontram-se os dentes mandibulares também designados por dentes inferiores, e colectivamente formam o arco dentário inferior (mandibular). Durante a vida o ser humano apresenta duas dentições: uma durante a infância, designada por dentição decídua ou primária, e outra durante a vida adulta, denominada dentição permanente ou secundária.

Relativamente à dentição decídua, esta é constituída, apenas, por 20 dentes dos quais dez se encontram no arco superior e dez no arco inferior, como se observa na figura 2.2. Estes dentes acabam por cair precocemente, a partir dos 5-6 anos até por volta dos 12 ou 13 anos de idade, sendo estes substituídos pela dentição permanente, como se pode confirmar nas tabelas 2.1 e 2.2. Cada um dos arcos dentários é constituído por dois quadrantes, então no total um ser humano apresenta 4 quadrantes, dois superiores e dois inferiores. Os dois dentes frontais de cada quadrante são os incisivos centrais e laterais, seguidos posteriormente por um canino e depois por um primeiro e um segundo molares decíduos. Cada dente de uma categoria pode ser diferenciado dos outros da mesma categoria pela localização no respectivo quadrante específico. Na figura 2.2 podem identificar-se os diferentes tipos de dentes, bem como a sua localização específica nos arcos superior e inferior com a respectiva denominação correta (Broomell & Fischelis, 1917) (Woelfel & Scheid, 2000).



Figura 2.2 - Arcos dentários superior e inferior na dentição decídua (Reocitie – consultório odontológico, 2011).

Na fase adulta o ser humano possuiu uma dentição permanente sendo esta constituída por 32 dentes: 16 no arco superior e 16 no arco inferior. Assim, apresenta 8 dentes em cada quadrante. Há semelhanças relativamente à dentição decídua, uma vez que os dois dentes da frente em cada um dos quadrantes são os incisivos central e lateral seguidos por um canino que ocupam uma posição semelhante em ambas as dentições. No entanto, na dentição permanente aparece uma nova categoria de dentes designados por pré-molares, estes situam-se posteriormente aos caninos. Verifica-se que os pré-molares se encontrarão nos espaços anteriormente ocupados pelos molares da dentição decídua.

Tabela 2.1 - Aparecimento cronológico da dentição decidua (Woelfel & Scheid, 2000).

		Dentes de Leite
Maxilar Superior	Incisivo Central	≈ 8 meses
	Incisivo Lateral	8-12 meses
	Primeiro molar	14-20 meses
	Canino	18-24 meses
	Segundo molar	24-30 meses
Maxilar Inferior (mandíbula)	Incisivo Central	6-8 meses
	Incisivo Lateral	10-12 meses
	Primeiro Molar	14-20 meses
	Canino	18-24 meses
	Segundo Molar	24-30 meses

Os pré-molares mais próximos da linha mediana são chamados de primeiros pré-molares, seguidos, atrás, pelos segundos pré-molares. Seguidamente encontram-se dos três molares em vez dos dois existentes na anterior dentição. Tal como na dentição decidua, os molares mais próximos da linha mediana são os primeiros molares, seguidos pelos segundos molares. Aos molares mais distantes da referida linha, em cada quadrante da dentição secundária, são chamados de terceiros molares. Na figura 2.3, apresentada seguidamente, encontra-se esquematizada pormenorizadamente a constituição e cronologia de erupção da dentição permanente (Broomell & Fischelis, 1917) (Woelfel & Scheid, 2000).

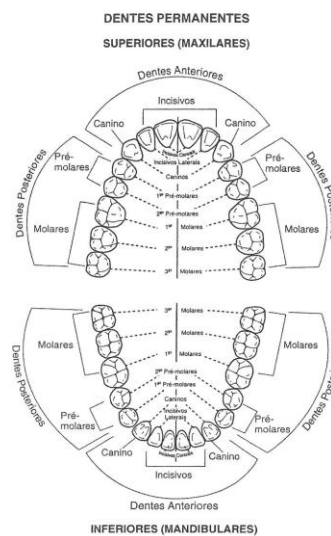


Figura 2.3 - Dentição permanente, arcos dentários superior e inferior (Woelfel & Scheid, 2000).

Tabela 2.2 - Cronologia, aproximada, do desenvolvimento da dentição permanente (Woelfel & Scheid, 2000).

Dentes Permanentes		
Maxilar Superior	Incisivos Centrais	7-8 anos
	Incisivos Laterais	8-9 anos
	Primeiros molares	6-7 anos
	Primeiros pré-molares	10-11 anos
	Segundos pré-molares	10-12 anos
	Caninos	11-12 anos
	Segundos molares	12-13 anos
	Terceiros molares	17-21 anos
Maxilar Inferior (mandíbula)	Incisivos Centrais	6-7 anos
	Primeiros molares	6-7 anos
	Incisivos Laterais	7-8 anos
	Caninos	9-10 anos
	Primeiros pré-molares	10-12 anos
	Segundos pré-molares	11-12 anos
	Segundos molares	11-13 anos
	Terceiros molares	17-21 anos

O número total de dentes depende da idade do indivíduo, do estágio de desenvolvimento dos dentes e do número de dentes perdidos por causa de patologias, acidentes ou remoção para tratamento ortodôntico.

Como já se referiu anteriormente a dentição decídua completa é constituída por 20 dentes. As crianças entre os 2 e os 5 anos de idade têm, normalmente a dentição completa. Entre os 5 e os 12 anos de idade verifica-se a existência de dentes quer da dentição decídua quer da dentição permanente, designando-se esta fase por dentição mista. Por exemplo, considerando uma criança de 6 anos a sua dentição já se designa por mista e será constituída por 24 dentes, sendo que aos 12 anos já deverá apresentar 28 dentes.

Existem, então, cinco tipos de dentes presentes na boca humana, sendo que estes se diferem entre si pela sua forma e pela sua função na mastigação (Broomell & Fischelis, 1917) (Woelfel & Scheid, 2000) (Seeley et al, 1997):

Incisivos

Existem quatro incisivos maxilares e quatro incisivos mandibulares, ou seja no total o ser humano apresenta oito dentes incisivos. Quanto à sua posição verifica-se que, desses quatro incisivos maxilares, dois são centrais e dois são laterais, acontecendo o mesmo para os quatro incisivos mandibulares, como se verifica na figura 2.4, sendo os dentes incisivos os que aparecem coloridos a vermelho.

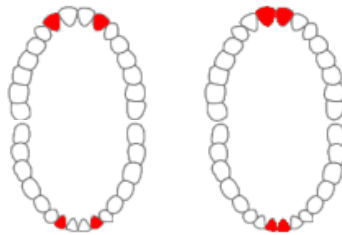


Figura 2.4 - Posição dos dentes incisivos nos arcos maxilar e mandibular (adaptado de Wikipédia, 2012).

Relativamente à sua função, estes são responsáveis por:

- Cortar os alimentos
- Possibilitar a fala articulada
- Ajudar a apoiar o lábio e a manter uma boa aparência
- Ajudar a guiar a mandíbula posteriormente durante a fase final de oclusão, imediatamente antes do contacto dos dentes posteriores.

Caninos

São quatro os caninos que fazem parte da dentição humana, aparecendo um em cada lado dos arcos maxilar e mandibular, como se verifica na figura 2.5.

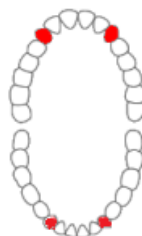


Figura 2.5 - Posição dos dentes caninos nos arcos maxilar e mandibular (adaptado de Wikipédia 2012).

Os dentes caninos são designados de alicerces dos arcos devido à sua localização nos cantos da boca ou dos arcos dentais. Frequentemente, os caninos são os últimos dentes a serem perdidos em consequência de uma qualquer doença dentária (cáries ou problemas periodontais). Estes são os dentes mais longos da dentição permanente e apresentam raízes grossas e muito longas que ajudam a fixá-los com segurança no processo alveolar.

Relativamente às funções tem-se:

- Tal como os incisivos funcionam para apoio ao lábio e aos músculos faciais;
- Usam-se para cortar, perfurar, ou ceifar bocados de alimentos,
- Atuam como indicadores importantes na oclusão,
- Devido às suas raízes longas, são bons dentes de fixação (pontos de apoio) quando à necessidade de implementar dentes falsos (por exemplo, prótese parcial removível).

Pré-Molares

Existem oito pré-molares: quatro no arco maxilar e quatro no arco mandibular. São o quarto e quinto dentes a partir da linha mediana de cada quadrante, sendo que ao quarto dente a partir da linha mediana chama-se primeiro pré-molar e o quinto designa-se por segundo pré-molar, como se verifica na figura 2.6.

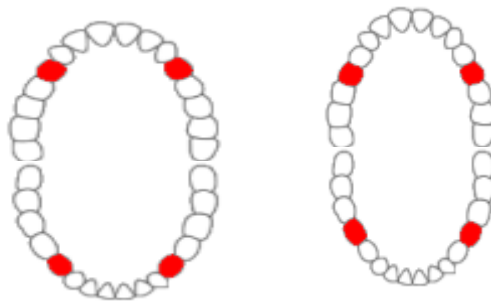


Figura 2.6 - Posição dos dentes pré-molares nos arcos maxilar e mandibular (adaptado de wikipédia, 2012).

Os pré-molares trabalham em parceria com os molares na mastigação dos alimentos e para manter a dimensão vertical da face. Os primeiros pré-molares em conjunto com os caninos são usados para cortar e moer pedaços de alimentos. Todos os pré-molares apoiam os cantos da boca e bochechas para impedi-los de ceder.

Pessoas que já tenham perdido todos os molares podem, da mesma forma efetuar mastigação caso ainda possuam entre quatro a oito pré-molares.

Molares

A dentição permanente humana é constituída por doze molares, seis maxilares e seis mandibulares. Estes são o sexto, sétimo e oitavo dentes a partir da linha mediana, designando-se por primeiro molar, segundo molar e terceiro molar respectivamente, como se observa nas figuras 2.7 e 2.8.

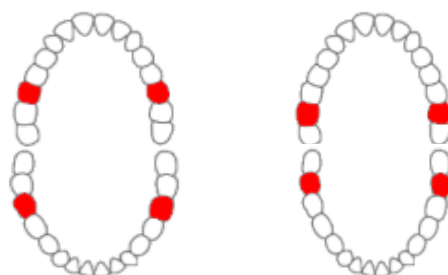


Figura 2.7 - Posição do primeiro e segundo molar nos arcos maxilar e mandibular (adaptado de Wikipédia, 2012).

Os primeiros molares, permanentes encontram-se próximo do centro do arco, antero-posterior, sendo esta a razão pela qual a sua perda é tão devastadora para a continuidade do arco. Pois a sua perda leva a que possa ocorrer flutuação para qualquer um dos lados. Estes são considerados os dentes maiores e mais fortes em cada arco.

O terceiro molar é o último dente no arco e é também designado por dente do siso, figura 2.8. Foi-lhe atribuída incorretamente uma péssima reputação por apresentar esmalte mole, não servindo para nenhuma função, ganhando cáries com facilidade, causando aglomeração dos dentes anteriores, entre outros problemas dentários. A razão para esta má reputação poderá assentar no facto de este se localizar no final dos arcos, sendo uma zona de difícil acesso, complicando assim a sua higiene.

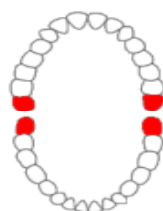


Figura 2.8 - Posição dos terceiros molares nos arcos maxilar e mandibular (adaptado de Wikipédia, 2012).

Estes dentes são responsáveis pela mastigação dos alimentos, são os mais importantes para a manutenção da dimensão vertical da face e são também, importantes na manutenção da continuidade dentro dos arcos dentais, mantendo assim os restantes dentes no alinhamento apropriado. Quando ocorre a perda de todos os molares ocorre uma entrada das bochechas

para o interior da cavidade oral. Então, os molares apresentam ainda uma função secundária na estética ou na manutenção das bochechas normalmente cheias ou apoiadas, bem como mantendo o queixo a uma distância apropriada do nariz.

Na imagem apresentada seguidamente, figura 2.9, encontram-se assinalados os diferentes tipos de dentes, bem como a sua localização nos arcos maxilar e mandibular.

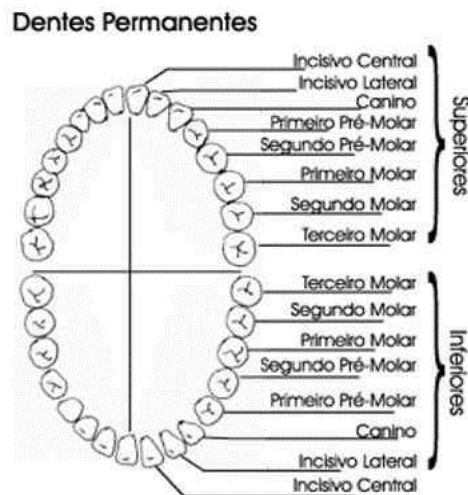


Figura 2.9 - Representação dos diferentes tipos de dentes na cavidade oral de um adulto (Odontologia, 2010).

2.1. Anatomia do dente

Anatomicamente o dente é constituído por duas porções claramente diferenciadas: a coroa e a raiz. A coroa é a parte do dente que se apresenta visível na cavidade oral, ou seja, é o topo de cada um dos dentes e encontra-se acima da linha da gengiva. As raízes constituem aproximadamente dois terços do tamanho do dente e são a porção que se encontra incorporada no osso mantendo o dente inserido no mesmo, encontra-se fixa no alvéolo pela membrana periodontal fibrosa (Figura 2.10). A sua forma cónica apresentada, normalmente, é um fator que ajuda na sua extração. Os dentes podem ter uma, duas ou três raízes: com uma raiz tem-se os incisivos superiores e inferiores, caninos superiores e inferiores, pré-molares inferiores e segundo pré-molar superior; os de duas raízes são os primeiros pré-molares superiores (uma vestibular e outra palatina) e os molares inferiores (uma mesial e outra distal); os de três raízes são os molares superiores (duas vestibulares e uma palatina). Outras considerações importantes que se devem ter é a inclinação das raízes, que por norma estão inclinadas para distal. Todas as raízes podem ter curvaturas, como o caso, por exemplo, dos molares, pluri-radiculares, em que as pontas das raízes tendem a aproximarem-se umas das outras, o que traz complicações a nível

da extração. Muitas vezes é necessário seccionar e tirar cada ponta de raiz, de um dente, individualmente. Se se tratar de dentes superiores deve-se seccionar em triângulo e no caso de os inferiores cortar a meio (Seeley *et al*, 1997) (Portal da Saúde, 2006) (Woelfel & Scheid, 2000) (Koemer, 2006).

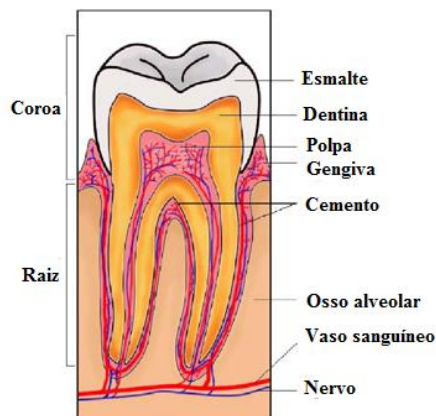


Figura 2.10 - Constituição do dente humano (adaptado de OdontoGeral, 2010).

Histologicamente os dentes possuem na sua constituição o esmalte, a dentina, a polpa dentária, a gengiva, o cemento, o osso alveolar, vasos sanguíneos e nervos (figura 6). O esmalte corresponde à porção exterior branca do dente e é a parte mais dura do dente. Desenvolve-se a partir de um órgão do esmalte, o ectoderma. Este é composto, essencialmente por fosfato de cálcio (95%), no entanto apresenta também água (4%) e matriz de esmalte (matéria orgânica – 1%). A dentina é o tecido amarelo duro subjacente ao esmalte e ao cemento formando o cerne principal do dente e é constituída essencialmente por células vivas. Este desenvolve-se a partir da papila do dente, ou seja, do mesoderma. A dentina encontra-se quer na coroa quer na raiz e, normalmente, não é visível, excepto em radiografias ou quando se corta/parte um dente ou quando este se encontra muito desgastado. Relativamente à sua composição tem-se: 70% fosfato de cálcio; 18% matéria orgânica (fibras colágenas) e 12% de água. A polpa é um tecido mole, bastante suave que se encontra na estrutura interna do dente. Esta é composta por: tecido conectivo frouxo, fibroblastos, vasos sanguíneos e nervos (colágeno e retículo); substância fundamental (água e longas cadeias de carboidratos presas a colunas de proteínas); células mesenquimais não diferenciadas que servem para substituir odontoblastos lesados ou destruídos (um função reparadora). Esta apresenta quatro funções: 1. Formadora – células que produzem dentina (odontoblastos) ao longo de toda a vida do dente. Esta é designada por dentina secundária. 2. Sensitiva – terminações nervosas que permitem ter aquela sensação de dor a partir do calor, do frio, de perfurações, do doce, de cáries, de traumas ou infecções. 3.

Nutrição – transporte de nutrientes da corrente sanguínea para as extensões da polpa que alcançam a dentina. 4. Defensiva ou protetora – responde à lesão ou cárie formando dentina reparadora. O tecido fibroso revestido por mucosa que reveste o processo alveolar do maxilar e a parte alveolar da mandíbula corresponde à gengiva. Esta é rugosa, apresenta uma tonalidade de cor-de-rosa coral e está firmemente ligada aos dentes e ao osso que os circunda. A fixação das raízes dos dentes às gengivas e aos maxilares, por intermédio dos ligamentos periodontais, é conseguida através de uma substância calcificada, e de cor amarelada, que cobre a superfície da raiz, de nome cemento. A sua constituição é similar à do osso alveolar, no entanto é mais suave visto não possuir vasos sanguíneos nem linfáticos e apresenta 65% de fosfato de cálcio, 23% de matéria orgânica e 12% de água. O osso alveolar é um tecido conjuntivo bastante mineralizado que rodeia a raiz cuja função é o suporte ósseo do dente. Pelo facto de rodear a raiz também protege o dente contra bactérias e formação de gengivite. Por último, tem-se os vasos sanguíneos que apenas asseguram a passagem de sangue para o dente, permitindo a irrigação do mesmo, e os nervos que permitem a formação e crescimento do dente através do fornecimento de nutrientes (Seeley *et al*, 1997) (Portal da Saúde, 2006) (Woelfel & Scheid, 2000).

3. Estado da Arte

Neste capítulo, além de serem apresentados e descritos cada um dos dispositivos utilizados atualmente pelos especialistas aquando do processo de extração dentária, apresenta-se, também um estudo de mercado em que são indicados os preços dos mesmos. Para finalizar fez-se um levantamento de patentes relativas ao boticão, para que se possa verificar os pontos onde se tem tentado evoluir nesta área.

3.1. Dispositivos odontológicos atualmente utilizados

No decorrer do processo de extração dentária utilizam-se três equipamentos diferentes, desempenhando cada um a sua respectiva função, tendo sempre como objetivo remover o dente em questão. Assim, descreve-se seguidamente os equipamentos utilizados atualmente, sendo eles o sindesmótomo, a alavanca e o boticão/fórceps.

3.1.1. Sindesmótomo

É um equipamento cortante, utiliza-se na fase inicial do processo de extração dentária para “cortar” os ligamentos que fixam o dente à gengiva e ao alvéolo. O facto de afastar os tecidos moles adjacentes ao dente, facilitará, posteriormente a introdução das pontas do boticão, simplificando a ação desse equipamento (Fragiskos, 2007).

A utilização do sindesmótomo requer cuidado e destreza dado que é instrumento cortante e apresenta uma lâmina fina que contrasta com o seu cabo que é mais volumoso, uma vez que é a base de apoio por parte da mão (Peterson *et al*, 2003).

Dependendo do tipo de dente que se pretende remover pode utilizar-se um dos dois sindesmótomos diferentes utilizados atualmente. Assim, para os seis dentes anteriores superiores (incisivos e caninos) utiliza-se o sindesmótomo recto (figura 3.1a)). Para os restantes dentes anteriores superiores bem como para todos os dentes inferiores recorre-se ao sindesmótomo curvo (figura 3.1b)) (Peterson *et al*, 2003).

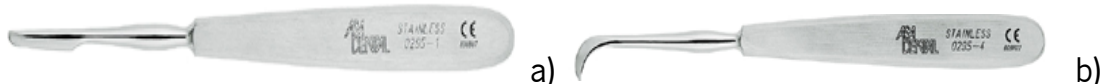


Figura 3.1 - Sindesmótomo reto a) e curvo b) (catálogo Asa Dental, 2012).

3.1.2. Alavanca

É o instrumento utilizado para a luxação do dente, podendo até ser o suficiente para o remover, em alguns casos particulares. Como se pode ver na figura 3.2, a alavanca é constituída por uma lâmina/ponta ativa ligada ao cabo através de uma haste.



Figura 3.2 - Alavanca odontológica (Fragiskos, 2007)

Como se pode ver na figura 3.2, este equipamento apresenta um cabo bastante volumoso, com uma forma que se assemelha a uma pêra, para que possa ser confortavelmente agarrado pela mão aquando da luxação que requer um nível de força elevado. A haste é estreita e longa, fazendo a ligação entre o cabo e a ponta ativa. A lâmina apresenta duas faces diferentes: uma côncava e uma convexa. A superfície côncava é colocada na boca fazendo um ângulo perpendicular com o dente, mas mantendo sempre o contacto com o dente que se pretende luxar.

A utilização deste instrumento antes de aplicar o boticão minimiza a incidência de fracturas de dentes e de raízes. As alavancas odontológicas variam na forma e no comprimento da lâmina: alavanca recta ou tipo goiva - é a mais utilizada aquando do processo de luxação de dentes devido à sua lâmina que possui uma superfície côncava num dos lados. Ainda dentro deste tipo existem duas alternativas: alavanca recta pequena no caso de se tratar de um dente não incluído e a alavanca recta mais larga quando se pretende deslocar raízes dos seus alvéolos ou dentes que estejam mais separados que o normal. Nestas alavancas as lâminas podem ser anguladas a partir da haste de modo a serem utilizadas na parte mais posterior da boca.



Figura 3.3 - Alavanca triangular (Fragiskos, 2007).

Triangular ou em forma de frâmula (Figura 3.3) é utilizada quando uma raiz fracturada permanece no alvéolo dentário, estando o alvéolo adjacente vazio. A alavanca Apical (Figura 3.4) é um instrumento mais sensível e mais fino utilizado para remover raízes fracturadas. Este tipo de alavanca não permite que se façam movimentos rotativos (Fragiskos, 2007).



Figura 3.4 - Alavanca apical (*Integrated Publishing Medical*).

3.1.3. Boticão ou fórceps

O boticão é utilizado para auxiliar a extração de dentes e raízes. Este é constituído por três partes: cabo, haste ou articulação e ponta ativa/cabeça (figura 3.5).

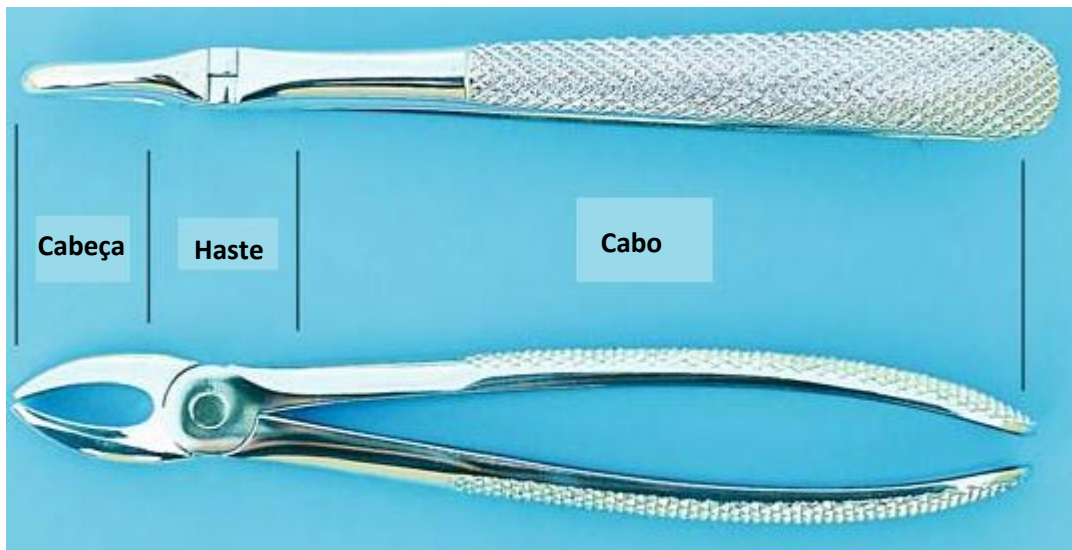


Figura 3.5 - Representação da constituição do boticão [adaptado de Fragiskos, 2007].

Os braços do boticão, normalmente apresentam um tamanho adequado para que possam ser manuseados confortavelmente pelos especialistas e para que transfiram pressão e força suficientes para a remoção do dente. Como se vê na figura 3.5, a haste apresenta uma superfície serrilhada para que garanta uma correta preensão e para que evite a possibilidade de escorregar aquando da sua utilização. O médico dentista irá segurar o boticão de formas diferentes dependendo da posição do dente a ser extraído. Por exemplo, no caso de dentes do maxilar superior, o boticão é segurado com a palma da mão por baixo do mesmo de modo a que a ponta ativa esteja voltada para cima. Quando se pretende remover um dente mandibular,

segura-se o boticão com a palma da mão sobre ele para que a ponta ativa fique direcionada para baixo, ou seja, na direção do dente a remover (Fragiskos, 2007) (Peterson *et al*, 2003)

A articulação do boticão, tal como a haste da alavanca, é apenas um mecanismo de conexão entre o cabo e a ponta ativa. A articulação concentra e transfere a força aplicada pelo especialista no cabo para a ponta ativa.

As pontas ativas são a fonte de maior variabilidade entre os boticões. Esta é desenhada para que se adapte à estrutura radicular do dente e não à sua coroa. Existem, então pontas ativas diferentes dependendo do número de raízes que o dente possui. Pretende-se que a ponta ativa se adapte firmemente às várias formas de raízes, melhorando o controlo do especialista sobre as forças aplicadas na raiz, diminuindo, assim, a probabilidade de fractura radicular (Peterson *et al*, 2003).

Quanto mais fechada a ponta ativa do boticão, maior será a adaptação à raiz e assim menor será a probabilidade de complicações. A forma exterior convexa e interior côncava, ou seja angulada, com determinada rugosidade são também bastante importantes para conferir um bom agarrar através da colocação paralela ao longo do eixo dos dentes, mas de forma confortável. O boticão para molares superiores é colocado paralelo ao eixo do dente e para os mandibulares apresenta-se perpendicularmente.

O que muda também, nas pontas ativas é a largura, algumas são estreitas pois a sua principal aplicação será para a remoção de dentes finos, como os incisivos. Outras apresentam-se mais largas dado que serão utilizados na remoção de dentes substancialmente mais largos, como os molares (Fragiskos, 2007) (Peterson *et al*, 2003).

3.2. Estudo de mercado

Nos últimos anos registou-se um crescimento relativo ao número de empresas do setor da saúde dentária. Paralelamente a este crescimento verificou-se também o aumento do volume de negócios no setor das clínicas dentárias, apesar do contraciclo da economia. Em Portugal, a medicina dentária é um ramo basicamente privado, não havendo, portanto, dentistas no Sistema Nacional de Saúde. Com as pessoas na atualidade a procurarem com maior frequência os dentistas, a concorrência tem vindo a crescer, situação que ainda se prevê aumentar nos próximos anos.

Esta análise de mercado fornece um resumo da situação atual e perspetivas para o futuro do mercado para instrumentos dentários em Portugal. Os instrumentos aqui analisados são o sindesmótomo, a alavanca e o boticão, uma vez que o dispositivo proposto é capaz de

realizar as funções destes três instrumentos. Nesta parte é apresentada uma análise detalhada de algumas empresas que as clínicas dentárias recorrem em Portugal, e que comercializam os instrumentos referidos. São então apresentadas quatro empresas: Asadental, Aesculap, Carl Martin e Prodont-Holliger. Estas empresas estão empenhadas na fabricação e exportação de instrumentos odontológicos aptos para serem utilizados nos vários processos de extração dentária. Os instrumentos dentários fabricados são disponibilizados em diversos tamanhos e formas, para atender as exigências específicas dos clientes. Na Tabela 3.1 e no anexo C tabela C1, são apresentados características relativas aos instrumentos, que são comercializados e que atuam no mercado português. São exibidos o tipo de instrumento, acompanhado de uma imagem ilustrativa do modelo, a marca que o comercializa e o preço de venda. De seguida segue-se uma breve descrição das empresas referidas.

Asa Dental S.p.A

A Asa Dental S.p.A é uma empresa industrial especializada no fabrico de instrumentos para cirurgia odontológica, laboratórios e odontologia, com sede em Itália, fundada em 1964. Os seus produtos são comercializados em 50 países, incluindo Portugal. As suas instalações de produção situam-se em Maniago e Marlia, Itália, e Sousse, Tunísia (Asa Dental, 2012).

Aesculap

Fundada por Gottfried Jetter, em 1867, a Aesculap progrediu rapidamente para se tornar um dos maiores fabricantes mundiais de instrumentos cirúrgicos. A sua sede encontra-se em Tuttlingen, Alemanha, local conhecido como um centro de tecnologia médica. Desde o início, a inovação tem sido a força motriz do desenvolvimento rápido da Aesculap. Ao mesmo tempo, a saúde humana tem-se assumido como a preocupação central. Os valores apresentados são referentes a um distribuidor exclusivo da Aesculap, FourSquare HealthCare, que atua no Reino Unido (Aesculpa, 2012).

Carl Martin GmbH

A empresa Carl Martin, fundada em 1916, concentra-se na fabricação e distribuição de instrumentos odontológicos. A sede encontra-se localizada em Solingen, Alemanha. É um fornecedor inovador e orientado para o mercado internacional, incluindo o mercado português (Carl Martin, 2012).

Prodont-Holliger

A Prodont-Holliger é o primeiro fabricante francês de instrumentos dentários. Trabalha há mais de 40 anos com clientes de todo o mundo em mais de 90 países, incluindo Portugal. A sua sede está localizada em Vence (Prodont-Holliger, 2012).

Tabela 3.1 - Instrumentos de extração dentária comercializados pelas empresas AsaDental, Aesculap, Carl Martin e Prodont-Holliger.

Dipositivo	Imagens	Marca	Preço (€)
Sindesmótomo			
Sindesmótomo reto		AsaDental	28.80
		Aesculap	51.63
		Prodont-Holliger	35.06
Sindesmótomo curvo		AsaDental	28.80
		Aesculap	55.54
		Prodont-Holliger	38.00
Alavanca reta		AsaDental	26.80
		Prodont-Holliger	52.50
Alavanca curva		AsaDental	26.80
		Prodont-Holliger	52.50
Boticão			
Extração de dentes incisivos e caninos inferiores;		AsaDental	56.30 - 53.90
		Carl Martin	79.20 – 94.35
		Prodont-Holliger	82.90

Tabela 3.1 - Instrumentos de extração dentária comercializados pelas empresas AsaDental, Aesculap, Carl Martin e Prodont-Holliger (continuação).

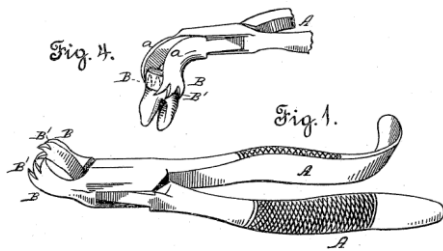
Dipositivo	Imagens	Marca	Preço (€)
Extração de dentes incisivos e caninos superiores		AsaDental	53.90 - 56.30
		Aescupal	74.28 - 82.90
		Carl Martin	65.40 - 88.76
		Prodont-Holliger	82.90
Extração de dentes caninos inferiores		AsaDental	53.90
		Aescupal	74.28
Extração de dentes caninos superiores		AsaDental	53.90
Extração pré-molares inferiores		AsaDental	53.90 - 56.30
		Aescupal	64.55 - 74.28
		Carl Martin	83.05 - 94.35
Extração pré-molares superiores		AsaDental	53.90 - 56.30
		Aescupal	73.46 - 82.90
		Carl Martin	65.40 - 94.35
Extração molares inferiores		AsaDental	53.90 - 56.30
		Aescupal	80.61- 109.00
		Carl Martin	83.05 - 100.35
		Prodont-Holliger	82.90
Extração molares inferiores do lado direito		AsaDental	53.90
		Aescupal	74.28 - 97.14
		Prodont-Holliger	82.90

Tabela 3.1 - Instrumentos de extração dentária comercializados pelas empresas AsaDental, Aesculap, Carl Martin e Prodont-Holliger (continuação).

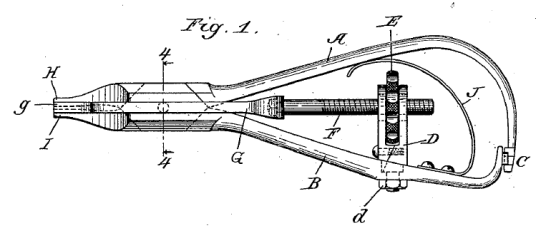
Dipositivo	Imagens	Marca	Preço (€)
Extração molares inferiores do lado esquerdo		AsaDental	53.90
		Aescupal	94.00
		Prodont-Holliger	82.90
Extração molares superiores		AsaDental	53.90 - 56.60
		Aescupal	74.28 - 83.52
		Carl Martin	76.50 - 89.65
Extração molares superiores do lado direito		AsaDental	53.90 - 56.30
		Aescupal	74.28
Extração molares superiores do lado esquerdo		AsaDental	53.90 - 56.30
		Aescupal	74.28 - 80.31
Extração terceiros molares inferiores		AsaDental	53.90 - 56.30
Extração terceiros molares superiores		AsaDental	53.90 - 56.30

3.3. Análise de patentes

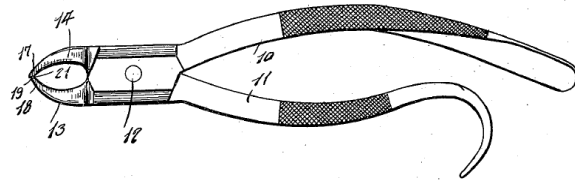
Embora os instrumentos utilizados no processo de extração dentária sejam os mesmos desde há vários anos atrás, ao longo do tempo têm surgido, por parte de vários autores, diversas patentes que demonstram alguma evolução. Seguidamente apresentam-se imagens de algumas patentes recolhidas, que demonstram os pontos onde mais se tem tentado evoluir, sendo estas referentes apenas ao boticão. Como já se referiu em pontos anteriores, os dispositivos atualmente utilizados na extração são o sindesmótomo, a alavanca e o boticão. No entanto, optou-se por fazer um levantamento apenas de patentes relativas ao boticão, pois o dispositivo que se pretende criar é em tudo semelhante a este equipamento, podendo assim, realizar-se comparações entre eles (figura 3.6).



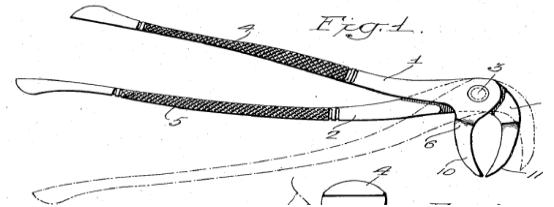
(Blake, 1893)



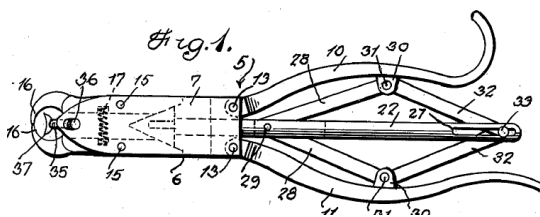
(Lancaster, 1901)



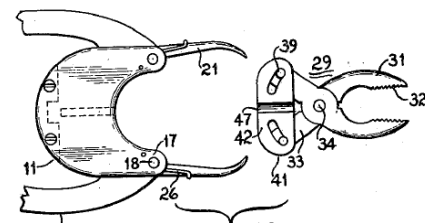
(Miller, 1929)



(Krajesky, 1936)



(Burnett, 1939)



(Moller, 1950)

Figura 3.6 - Imagens retiradas das diversas patentes encontradas relativas ao boticão.

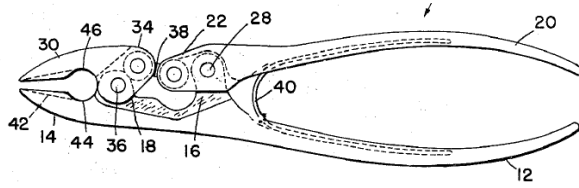
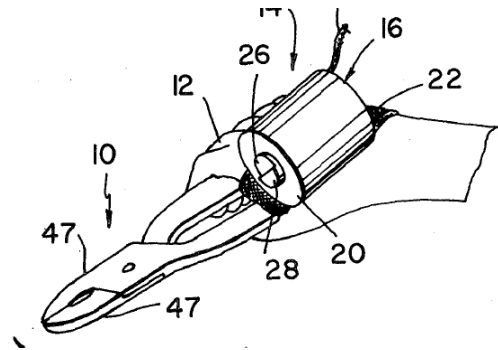
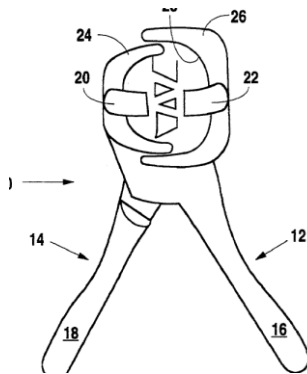
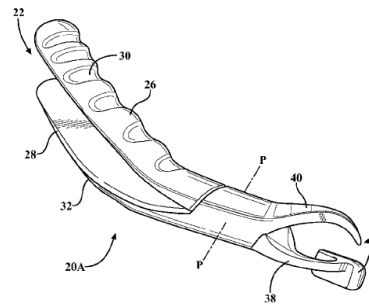
**(Christensen, 1951)****(Diliberto, 1974)****(Fyffe, 1995)****(Golden, 2010)**

Figura 3.6 - Imagens retiradas das diversas patentes encontradas relativas ao boticão (continuação).

Após uma análise das patentes, verifica-se que ao longo dos anos apenas se tentou inovar na parte geométrica do boticão, adicionando ou retirando componentes, no entanto o modo de funcionamento não foi alvo de muitos estudos, permanecendo assim igual desde há vários anos.

Por exemplo em 1983 C.E. Blake, optou por criar uma extensão numa das hastes. Do ponto de vista do autor, esta evolução garantiria maior segurança quando o especialista utilizasse o boticão, pois aquela extensão assegura que a mão do médico dentista permaneceria na posição desejada. Este mesmo autor modificou também a forma da ponta ativa, tentando melhor a adesão da mesma ao dente, facilitando assim a sua extração. Em 2010, Richard Golden optou por substituir o recartilhado das hastes, criando um modelo com a forma dos dedos, assim quando o médico dentista agarrasse no boticão colocaria cada um dos dedos nas respectivas concavidades. A ponta ativa foi também alterada, sendo que esta apresenta um lado mais pontiagudo e o outro, uma estrutura rectangular tridimensional que servirá de apoio no momento da extração. No momento da fixação do boticão ao dente, depois de definida a posição correta do dente a ser extraído, o estrutura rectangular estende-se sobre a gengiva do paciente, entre a bochecha e o molar e simultaneamente coloca-se a parte do bico pontiagudo no lado

lingual do dente, exercendo uma força de rotação para o exterior forçando a extração do mesmo. É importante salientar que este dispositivo, apenas serviria para a extração de dentes molares.

Todavia, foi Joseph Deliberto em 1974, que na sua patente mostrou algo inovador não relacionado com a geometria, mas sim com o princípio de funcionamento, uma vez que este dispositivo contém uma unidade integral de propulsão mecânica, um motor, adaptado para que possa ser preso à mão que segura o instrumento, transmitindo assim vibração aquando da sua utilização.

Ainda acerca das patentes não se sabe qualquer informação, nomeadamente se alguma delas foi implementada no mercado ou até se foi mesmo utilizada. Depois de se observar com atenção, verifica-se que a geometria dos boticões mais antigos, ou seja, de 1893, 1929 e 1936, é em tudo semelhante à do que se utiliza atualmente.

A análise destas patentes ajudou, assim, a perceber quais as preocupações dos diferentes autores, que procuraram otimizar estes dispositivos, pois verificou-se que a maioria se dedicou a tentar inovar a parte geométrica. Depois de uma análise geral, verifica-se que é na estrutura e forma das hastes e das pontas ativas que surgem maiores inovações. Apresentam-se ideias diversificadas de como se poderia melhorar o ato de agarrar garantindo maior segurança, e o ato de adesão entre a ponta ativa e o dente, facilitando, conseqüentemente a sua remoção. Então, a parte do mecanismo de ação foi permanecendo inalterável, não havendo grandes inovações nesta área, a não ser na referida patente.

Relativamente ao novo dispositivo que se pretende construir este, apresentará uma geometria semelhante à do que é utilizado atualmente, alterando sim o seu sistema de funcionamento. Esta é a verdadeira evolução que, como se viu anteriormente, até aos dias de hoje, praticamente não sofreu nenhuma alteração viável, uma vez que a proposta pelo autor Joseph Diliberto, poderia apresentar graves problemas de segurança, dado que haveria uma grande probabilidade de toda a mão do especialista vibrar, criando dificuldades ao longo de todo o processo. Assim, o dispositivo que se pretende criar é realmente inovador neste sentido, podendo realmente facilitar a ação do médico dentista pois facilitará a luxação do dente e conseqüentemente a sua remoção e ao mesmo tempo permitirá reduzir substancialmente o tempo total necessário para o processo de extração.

4. Processo de extração dentária

O processo de extração dentária é um procedimento que engloba os princípios da Cirurgia juntamente com os princípios da Física e Mecânica. Tendo em conta estes princípios, o dente a ser extraído pode ser removido intacto e sem dano, com maior probabilidade. A utilização de força excessiva pode provocar lesões nos tecidos envolventes, destruir osso e dentes circunvizinhos. É, então, importante referir inicialmente, que na remoção de um dente não é necessária uma grande intensidade de força, mas ao contrário, destreza e força controlada. Portanto, o dentista deve avaliar e antecipar o grau de dificuldade da remoção do dente em causa. A remoção de um dente não é um processo simples, pois este procedimento requer a utilização de anestesia local profunda, com o objetivo de prevenir dor durante a extração, e também controlar a ansiedade do paciente. Antes da colocação da anestesia local, é essencial que o dentista relembre com precisão a inervação de todos os dentes e tecidos moles circunvizinhos e o tipo de anestesia necessária para anestesiar totalmente esses nervos.

A cirurgia de extração dentária é o procedimento cirúrgico mais comumente realizado. Na tabela 4.1, apresentada seguidamente, podem observar-se as principais indicações que poderão levar à remoção do dente. O cirurgião necessita de realizar uma revisão completa do historial do paciente quer em termos sociais quer em termos de percurso médico, ou seja, precisa de conhecer todos os medicamentos e verificar a existência de alguma alergia, antes de iniciar qualquer procedimento cirúrgico. O dentista deve realizar um pré-operatório clínico minucioso, bem como uma avaliação radiográfica do dente a ser extraído. Uma cuidadosa avaliação pré-operatória permite ao dentista prever dificuldades na extração e minimizar a incidência de complicações. Uma boa avaliação clínica e radiográfica permitirão ao dentista antecipar eventuais problemas, podendo modificar a abordagem cirúrgica de forma a obter um resultado mais favorável (Koerner, 2006).

Tabela 4.1 - Principais indicações que poderão levar à remoção do dente (Koerner, 2006).

Indicações que poderão levar à extração dentária	
1.	Cáries dentárias
2.	Infecção periodontal
3.	Razões ortodónticas
4.	Razões protéticas
5.	Dentes associados com patologia
6.	Radioterapia
7.	Quimioterapia
8.	Dentes mal posicionados que comprometem a saúde periodontal dos dentes adjacentes

Tabela 4.1 - Principais indicações que poderão levar à remoção do dente (continuação) (Koerner, 2006).

Indicações que poderão levar à extração dentária	
9.	Dentes com infeções graves
10.	Económicos
11.	Dentes em linha da fractura da mandíbula
12.	Dentes fracturados impossíveis de restaurar

Após a avaliação clínica do dente a remover estar realizada, existem muitos factores que o especialista deve ter em consideração. Alguns deles, apresentados na tabela 4.2, são considerados factores de alerta, pois são indicadores de dificuldades na extração dentária (Koerner, 2006):

Tabela 4.2 - Factores clínicos indicadores de possíveis dificuldades aquando da extração dentária (Koerner, 2006).

Factores clínicos indicadores de dificuldades na extração dentária	
1.	Perda extensiva da estrutura coronal do dente
2.	Amplitude da abertura bucal
3.	Acesso limitado à área de extração
4.	Acesso limitado ao arco dental do paciente
5.	Idade avançada do paciente
6.	Historial da terapia passada do canal radicular do paciente

Facilmente se entende que caso haja uma perda extensiva da estrutura coronal do dente há uma maior probabilidade de ocorrer fratura durante a extração, podendo dificultar o processo. A presença de grandes restaurações irá produzir fragilidade na coroa, correndo também um maior risco de fratura na extração. Em ambas as situações é essencial que a aplicação do boticão seja o mais apicalmente possível, de modo a agarrar a porção da raiz do dente, e não a coroa.

O acesso ao dente pode ser impedido, causando dificuldades ao dentista com os dispositivos necessários para a extração. Um difícil acesso ao dente pode advir de uma abertura limitada da boca, minimizando o acesso e a visibilidade em geral especialmente para os dentes posteriores. Dependendo do grau de limitação de acesso, este pode levar a que um dente que seria fácil de remover utilizando simplesmente o boticão, tenha que ser extraído cirurgicamente, devido à impossibilidade de se utilizar o instrumento. As causas mais comuns que induzem restrições na abertura da boca são as infeções ontogénicas que afectam o espaço de mastigação e distúrbios da articulação temporomandibular. Outras razões menos comuns incluem microstomia e fibrose do músculo devido a radioterapia ou queimaduras.

A dificuldade no acesso poderá resultar, também, da localização do dente no arco dentário. O acesso ao terceiro molar superior pode ser difícil até num paciente que não apresente qualquer restrição na abertura da boca. Isto acontece porque quando o paciente tem a boca completamente aberta, o processo coronóide move-se para a área dos segundos e terceiro maxilar limitando o acesso da instrumentação. O acesso a esta área pode ser melhorado, incentivando o paciente a fechar um pouco a boca e a mover a mandíbula lateralmente para o lado do dente a ser extraído. Assim, o processo coronóide afastar-se-á do local da cirurgia melhorando o acesso ao mesmo.



Figura 4.1 - Aglomerado dentário que condiciona a extração utilizando o boticão (Koerner, 2006).

Outra causa que dificulta o acesso é o aglomerado de dentes excessivo na disposição dentária limitando a avaliação clínica da coroa do dente (figura 4.1). Este tipo de acesso limitado verifica-se mais comumente na mandíbula anterior e nos dentes pré-molares. Nestes casos uma tentativa de extração usando o boticão poderá resultar em danos para os dentes adjacentes (Koerner, 2006).

4.1. Descrição do processo de extração

O processo de extração é realizado em três fases distintas. Durante a primeira fase o dente a ser extraído é separado do tecido mole envolvente recorrendo à utilização de um sindesmótomo. A segunda fase consiste na luxação do dente com recurso à utilização de uma alavanca. Na terceira fase, e última, o dente é removido recorrendo geralmente a um boticão. Assim, pode-se resumir este processo ao corte, luxação e extração.

4.2. Tempos de extração

I. Sindesmotomia - separação do tecido mole que circunda o dente:

O primeiro passo para a remoção do dente é “cortar” ou “soltar” os ligamentos que fixam o dente à gengiva e ao alvéolo (Figura 4.2). Para tal o instrumento cirúrgico utilizado é o sindesmótomo. Genericamente existem dois tipos de sindesmótomo:

- Retos – para os dentes superiores
- Curvos – para os dentes inferiores.

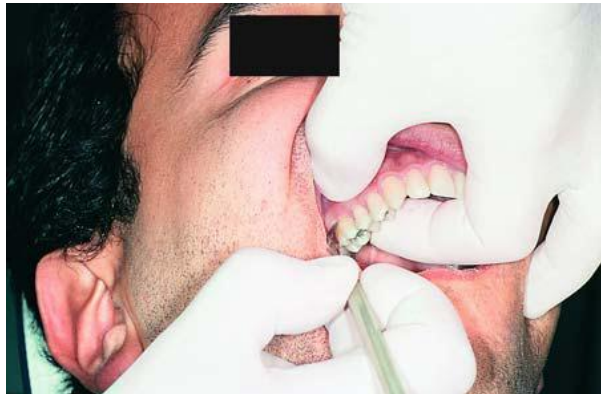


Figura 4.2 - Corte dos tecidos moles com recurso ao sindesmótomo (Fragiskos, 2007).

O sindesmótomo é mantido na mão dominante e depois de posicionada no fundo do sulco gengival, é utilizado para cortar o ligamento periodontal. Esta ação é realizada num movimento contínuo, começando na superfície distal do dente e movendo-se em direção à superfície mesial, primeiro na posição vestibular e depois na posição lingual.

A sindesmotomia faz-se em dois tempos:

1º Sindesmotomia Circular – com o sindesmótomo no sulco gengival em contacto dentário, fazem-se movimentos circulares pericoronários, para desinsereir os ligamentos gengivodentários. Neste caso, o modo mais aconselhável de pegar é como se tratasse de uma caneta.

2º Sindesmotomia intra-alveolar – insinuando a extremidade ativa em profundidade entre o dente e o alvéolo (espaço periodontal) mantendo sempre o contacto com a superfície dentária, fazem-se movimentos firmes de reptação.

Em ambos os casos, os dedos da mão contrária, devem proteger os tecidos vizinhos e controlar a extremidade do sindesmótomo.

Este processo apresenta vantagens, apresentadas seguidamente:

- Evita a aderência da gengiva na fase de remoção do dente;

- Diminui a fixação do dente ao alvéolo;
- Facilita a aplicação correta da extremidade ativa do boticão, ao dente.

II. Mobilização - luxação:

A luxação do dente é realizada com uma alavanca. Com este instrumento consegue-se a expansão, dilatação e rompimento do osso periodontal o que facilitará a fase seguinte de extração do dente com o boticão (Figura 4.3). Em alguns dentes não é necessária a utilização da alavanca, uma vez que apenas o corte é suficiente, pois estes podem apresentar-se fragilizados, sendo a sua extração um processo simples.



Figura 4.3 – Representação do processo de luxação dentária (Fragiskos, 2007).

As alavancas são também utilizadas para expor os dentes destruídos que são abrangidos pelas gengivas hiperplásticas, permitindo o posicionamento adequado do instrumento para a sua remoção. A remoção de raízes ou pontas de raízes com fraturas pode, também, ser feita por este instrumento.

III. Técnica de extração utilizando o boticão:

A técnica de extração utilizando o boticão é baseada sobre determinadas orientações, nomeadamente a maneira correta de segurar no boticão e o dente em si, as forças aplicadas no dente, e a direção do movimento durante a extração, de modo a assegurar que o dente é extraído de forma segura. Após a luxação do dente, as pontas do boticão estão posicionados na linha cervical do dente, paralela ao seu eixo, sem agarrar o osso ou gengiva ao mesmo tempo. Os movimentos de extração iniciais aplicados são muito leves uma vez que é aplicada uma pressão lenta e constante para mover o dente, inicialmente na direção vestibular e de seguida na direção lingual (Figura 4.4). Estes movimentos devem aumentar gradualmente com um aumento da pressão aplicada.

O boticão é manuseado com a mão direita (na maior parte dos casos, podendo no caso do especialista ser esquerdino manuseá-lo com a mão esquerda), ficando uma das hastes do

cabo fixa e apoiada na palma da mão e a outra haste, móvel e segura com os dedos. O polegar fica entre as duas hastes de maneira a dosear a força de prensão do dente.

Os dedos da mão esquerda (indicador e polegar) podem ser colocados na tábua interna e externa do maxilar superior ou da mandíbula, a nível do dente que se irá extrair, para que faça apoio e contrapressão dos movimentos que serão executados.

Esses movimentos são, essencialmente, os seguintes:

- Movimentos laterais – vestibulo-palatinos ou vestibulo-linguais (podem realizar-se em todos os dentes)
- Movimentos de rotação – em torno do grande eixo do dente (realiza-se especialmente em dentes monorradiculares)
- Movimentos de circundação – (especialmente para os dentes plurirradiculares superiores)
- Movimentos de tração – no sentido apico-coronário e direção do grande eixo do dente.

Todos estes movimentos devem ser realizados com cuidado extremo podendo aumentá-los gradualmente à medida que o dente vai ficando cada vez mais móvel (Fragiskos, 2007).

Enquanto os três primeiros movimentos acima apresentados são essenciais para a luxação dentária, o último (tração) é essencial para a extração propriamente dita.

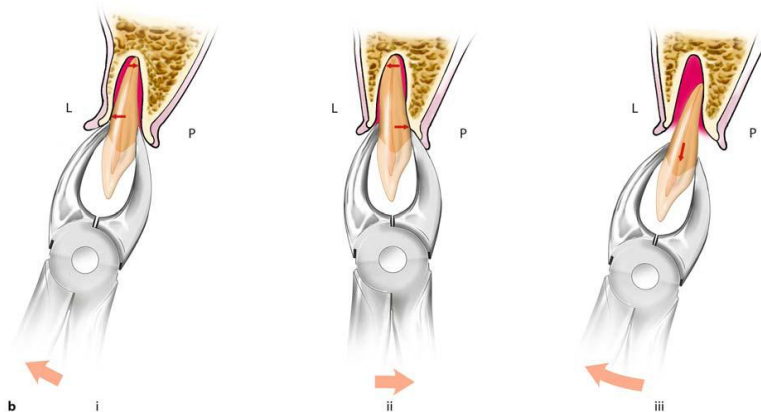


Figura 4.4 - Movimentos realizados para a extração dentária. i) Pressão inicial na direção labial; ii) Pressão na direção oral; iii) Extração do dente (Fragiskos, 2007).

Após todo o processo de extração, ou seja após o dente já se encontrar removido do alvéolo é importante que o especialista faça o seguinte:

- Controlo do dente para pesquisar qualquer fractura que tenha passado despercebida.

- Controlo das paredes do alvéolo para pesquisar fracturas das tábuas ósseas, que, a existirem, implicam a remoção dos fragmentos e a regularização dos bordos do alvéolo com pinça goiva e lima de osso.
- Massagem firme das faces vestibular e lingual (ou palatina) do alvéolo (com o polegar e o indicador) Esta manobra aproxima os bordos da ferida e facilita a hemóstase e a cicatrização.
- Sutura (a sutura é aconselhável em todos os casos, com exceção de zonas infectadas e é obrigatória para algumas situações (extrações múltiplas, descolamento excessivo da gengiva, etc.)).
- Compressão da ferida com compressa (dobrada) esterilizada durante mais ou menos 15 a 30 minutos.

4.3. Estudo da força realizada no processo de extração dentária

A força que será exercida pelo especialista aquando da realização da extração dentária poderá ser muito diferente de pessoa para pessoa bem como de acordo com o tipo de dente que será removido. No entanto, há outras variantes que fazem com que esses valores sejam diferentes, nomeadamente o número de raízes que o dente possui, a existência ou não de dentes adjacentes ou no caso destes se encontrarem apinhados.

Embora, o dispositivo que se pretende conceber seja para prestar auxílio ao médico dentista, aquando do processo de luxação, não deixa de ser importante conhecer as forças necessárias para que ocorra a ruptura dos ligamentos, seguindo o método de extração tradicional. Nas tabelas 4.3 e 4.4, apresentadas seguidamente encontram-se registados esses valores (Komatsu, 2009)

Tabela 4.3 – Valores de força necessários para a rutura dos ligamentos (Komatsu, 2009).

Espécie	Dente	Idade (anos)	Força de Extração (N)
Humano	Incisivos	20–49	170–240
	Caninos	20–49	320–370
	Pré-molares	20–49	240–300
	Molares	20–49	300–360

É importante salientar que a função do novo equipamento será facilitar o processo de luxação através do sistema de vibração inserido no mesmo. Assim, as forças acima apresentadas não se poderão comparar às que virão a ser exercidas quando da utilização do

novo dispositivo, dado que estas se referem apenas ao momento de extração em si, não estando relacionadas com o processo de luxação.

Tabela 4.4 – Valores de pressão necessária para a rutura dos ligamentos em diferentes idades (Komatsu, 2009).

Espécie	Dente	Idade (anos)	Pressão (10^{-6} Pa)	Modo de teste	
Humano	Incisivos	20–49	1.5–1.6	Extração dos dentes	
		Caninos	20–49	1.6–1.7	Extração dos dentes
		Pré-molares	20–49	1.4	Extração dos dentes
	Molares	50	2.6–3.9	Tensão	
		23–55	2.4–3.0	Extrusão	
		78–79	1–3.5	Extrusão	
	Molares	20–49	1.2	Extração dos dentes	
		13–37	0.3–3.0	Tensão	
		20–65	1.8–2.7	Intrusão	
		20–65	2.1–2.6	Extrusão	

Apesar das inúmeras tentativas para se encontrarem valores para as forças exercidas aquando da luxação, não se conseguiu qualquer referência aos mesmos. Do mesmo modo, também não se encontrou nenhum documento que referisse qual a intensidade de vibração que seria necessária e ideal para que se pudesse remover o dente, sem provocar qualquer dano no paciente.

Não é de estranhar que as forças necessárias para a luxação não se encontrem tabeladas, dado que estas diferem até de dentista para dentista, dependendo da forma como realizam as diferentes etapas que constituem o processo de extração dentária.

4.4. Problemas associados ao processo de extração dentária

Após descrever o processo de extração do dente, é importante referir os problemas que poderão resultar deste procedimento. Algumas complicações podem ser evitadas quando há uma avaliação cuidadosa antes de extrair o dente e um plano de tratamento abrangente. No entanto, mesmo com esses cuidados preventivos, as complicações podem existir. Para tal, o dentista deve inicialmente fazer uma revisão da história médica do paciente seguido de uma análise detalhada de uma radiografia da zona a ser tratada. A radiografia deve conter toda a área alvo de tratamento e os ápices das raízes dos dentes a serem extraídos. De seguida apresentam-se as complicações que geralmente estão associadas ao processo de extração (Ellis Edward & Peterson Larry, 2005).

Traumatismos dos tecidos moles

As lesões nos tecidos moles são complicações que na grande maioria dos casos ocorrem devido a uma incorreta manipulação dos instrumentos durante o processo de remoção dentária. São exemplo as bochechas e o palato da boca. Lesões causadas pelo boticão, mais especificamente em paciente com reduzida abertura oral, podem ocorrer nos cantos da boca e nos lábios, provenientes de uma pressão e força de retração prolongada e excessiva durante a extração dos dentes superiores e inferiores. A prevenção desta situação faz-se utilizando proteção através de esponjas dentárias que por vezes podem, também, ter o auxílio dos dedos da mão livre se for necessário um maior afastamento. No caso de ocorrer uma punção traumática, o seu tratamento passa pelo controlo da hemorragia (compressão dos tecidos) e prevenção da infecção. Pode também ocorrer, abrasão e/ou queimadura dos lábios e comissuras bucais devido à utilização de instrumentos rotativos (brocas, borrachas de polimento, etc.). Para estes casos, como tratamento, deve manter-se essas superfícies com vaselina esterilizada ou pomada de um antibiótico não sensibilizante.

A lesão mais comum é a laceração do retalho da mucosa como consequência de um estiramento exagerado do tecido. Outra lesão dos tecidos moles que ocorre com alguma frequência é a perfuração inadvertida do tecido. Instrumentos como uma alavanca reta podem escorregar do campo cirúrgico e perfurar ou rasgar o tecido mole adjacente. Quando ocorre um ferimento perfurante, o tratamento é voltado principalmente para evitar infeções e promover a cicatrização.

Agressão do tecido ósseo

Como já se referiu anteriormente, a extração dentária implica que o osso alveolar se distenda de modo a que facilite a remoção da raiz, facilitando também todo o processo de remoção do dente. No entanto, por vezes acontece a fractura da parede alveolar levando a que esta seja removida juntamente com o dente. As causas que podem levar à fractura alveolar são: uso de força excessiva com o boticão; utilização não controlada do boticão e no caso de existir anquilose do dente no osso alveolar.

Para que se previna este tipo de fracturas o especialista deve fazer um exame clínico cuidadoso dos processos alveolares; fazer um exame radiológico (podendo assim verificar o aspecto radicular, a observação do espaço periodonto, a densidade óssea, a relação com o seio,

etc.), fazer cuidadosamente a luxação e nos casos em que verifique haver maior probabilidade de acontecer a fractura alveolar deve recorrer à extração cirúrgica.

Perfuração do seio maxilar

Durante a tentativa de luxação de molares superiores, principalmente nos terceiros molares, quando as raízes destes se encontram próximas do seio maxilar pode ocorrer a perfusão do mesmo.

Fractura da mandíbula

A fratura da mandíbula é uma complicação rara. Este tipo de complicação pode ocorrer devido à força excessiva na utilização da alavanca ou quando não tiver sido criada uma via adequada para a remoção do dente incluso. Na figura 4.5 é possível observar a radiografia de um paciente com uma lesão extensa na região do dente incluso. Com o enfraquecimento do osso mandibular, o risco de fratura aumenta. São exemplos:

- Extração de dentes inclusos (por força excessiva, especialmente com alavancas);
- Extração em idosos com reabsorção alveolar generalizada;
- Extração em doentes com patologia óssea mandibular (tumores, displasia, etc.), ou patologia prévia (fraturas patológicas).



Figura 4.5 - Radiografia de um doente com fratura da mandíbula resultante do excesso de força (Fragiskos, 2007).

Lesão dos dentes adjacentes

A fratura da coroa de dentes adjacentes que apresentam cáries extensas ou grande restauração é uma complicação comum durante o procedimento de extração. A prevenção dessa fratura é obtida evitando a utilização da alavanca e de força excessiva sobre o dente cariado ou sobre as restaurações. A luxação ou deslocação do dente adjacente ocorre quando uma grande

quantidade de força é aplicada durante a tentativa de luxação, particularmente quando o dente adjacente é utilizado como suporte. Uma vez que o foco do dentista incide sobre o dente a ser removido, ao aplicar as forças para o dente ser luxado e removido, a probabilidade de lesão nos dentes adjacentes aumenta.

Complicações a nível do dente a extrair

Podem ocorrer duas situações diferentes:

I. Fraturas radiculares

A fratura da raiz é a complicação mais comum associada ao processo de extração dentária. Esta pode ocorrer por diversas razões, sendo que as principais recaem no facto de as raízes se apresentarem muito compridas, curvas, divergentes e imersas em osso compacto, apresentando estas tendência para fraturar com maior facilidade.

II. Deslocamentos radiculares

É o deslocamento das raízes para espaços anatomicamente indesejáveis, sendo mais frequente a nível dos molares superiores com penetração no seio maxilar.

Normalmente a sua remoção faz-se seguindo o método cirúrgico de *Caldwell-Luc* por um cirurgião maxilo-facial.

Agressão de estruturas adjacentes

I. Lesões nas estruturas nervosas:

As lesões nas estruturas nervosas são uma das complicações mais graves que pode ocorrer durante a extração dentária. Estas ocorrem frequentemente no nervo alveolar inferior, nervo mentoniano, nervo lingual e nervo nasopalatino. O trauma no nervo pode causar distúrbios sensoriais na área inervada, resultando em várias situações indesejáveis, tal como sensação de queimadura, formigueiro, agulhas e alfinetes, morder os lábios e a língua, mastigação anormal, entre outras.

II. Lesões da articulação temporomandibular:

Esta complicação pode ocorrer durante um procedimento longo em que o paciente está impossibilitado de fechar a sua boca e os movimentos são restritos. Na maior parte dos casos acontece durante o processo de luxação do dente devido ao excesso de esforços aplicados pelo especialista aquando da utilização do boticão ou fórceps. Esta complicação ocorre frequentemente na remoção dos molares inferiores.

5. Legislação reguladora de dispositivos médicos odontológicos

A disciplina jurídica dos dispositivos médicos é regida por um conjunto disperso de normas decorrentes do contínuo progresso técnico e científico e da necessidade de adaptar a legislação nacional às normas da União Europeia.

O Decreto-Lei que regulamenta, em Portugal, os dispositivos médicos é **DL 145-2009 de 17 de Junho**. Este entrou em vigor a 21 de Março de 2010, visto e aprovado em Conselho de Ministros de 2 de Abril de 2009. Promulgado em 4 de Junho de 2009 e referendado em 8 de Junho de 2009 (Diário da República, 2009).

Perante o Capítulo I, nas disposições gerais, do Artigo 1º: o presente decreto-lei estabelece as regras a que devem obedecer a investigação, o fabrico, a comercialização, a entrada em serviço, a vigilância e a publicidade dos dispositivos médicos e respetivos acessórios, transpondo para a ordem jurídica interna a Diretiva n.º 2007/47/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 5 de Setembro (Diário da República, 2009).

O presente regulamento define quais os elementos que devem instruir a notificação do exercício da atividade de fabrico e distribuição por grosso de dispositivos médicos. Através deste decreto – lei, esse exercício passa a estar sujeito à notificação, à autoridade competente e à obrigação de o interessado dispor de um responsável técnico que assegure a qualidade das atividades desenvolvidas e de instalações e equipamentos adequados, de modo a garantir a manutenção dos requisitos de segurança e desempenho dos dispositivos. Quando o organismo notificado é obrigado a executar as suas funções ao abrigo dos módulos de garantia de qualidade e de verificação da conformidade para todas as classes de dispositivos, deve analisar a documentação da conceção do dispositivo médico em causa, a fim de garantir que o fabricante cumpre as disposições aplicáveis, devendo a profundidade e extensão desta análise ser proporcional à classe de risco do dispositivo, à novidade do tratamento previsto, ao grau de intervenção, à novidade da tecnologia ou dos materiais de construção, bem como à complexidade da conceção ou da tecnologia. Esta análise pode ser efetuada tomando um exemplo representativo da documentação da conceção de um ou vários tipos de dispositivos que estejam a ser fabricados, devendo as análises posteriores, em especial a avaliação de alterações da conceção que possam afetar a conformidade com os requisitos essenciais, fazer parte integrante das atividades de supervisão levadas a efeito pelo organismo notificado (Diário da República, 2009).

No âmbito da Diretiva n.º 93/42/CEE, o dispositivo que se pretende produzir é um dos casos que pertence à classe I, seguindo-se algumas das regras de classificação dos dispositivos invasivos nos orifícios do corpo (regra nº5 do decreto – lei): se forem para utilização temporária; se utilizados na cavidade oral até à faringe, num canal auditivo até ao tímpano ou numa cavidade nasal; se constituírem instrumentos cirúrgicos reutilizáveis (Diário da República, 2009).

Prevê -se, a possibilidade de os fabricantes de dispositivos estéreis, ou de dispositivos com função de medição da classe I, usarem o módulo completo de garantia de qualidade no âmbito da avaliação da conformidade, a fim de lhes facultar uma maior flexibilidade na escolha dos módulos de conformidade.

Para a sua colocação no mercado, qualquer fabricante com domicílio ou sede em Portugal que coloque dispositivos pertencentes à classe I ou dispositivos feitos por medida no mercado, deve notificar a autoridade competente dispondo de todos os seus dados necessários. Caso não disponha de domicílio ou sede social num Estado membro da União Europeia, o fabricante deve designar um mandatário único na União Europeia para cada dispositivo que o represente, de modo a assegurar que as autoridades competentes o possam interpelar, relativamente a questões relacionadas com a conformidade dos dispositivos (Diário da República, 2009).

No que respeita os requisitos essenciais, o fabricante deve ter em conta a conceção ergonómica, de forma a racionalizar o trabalho, eliminar manobras não produtivas, produzir mais e melhor na unidade de tempo e proporcionar maior conforto e segurança ao paciente. Como tal, deve dar maior relevo ao nível de formação e de conhecimentos dos utilizadores, nomeadamente dos utilizadores não profissionais, devendo o fabricante dar um destaque particular às consequências da utilização indevida do produto, e aos seus efeitos adversos no corpo humano (Diário da República, 2009) (Naressi, 2005).

Em conformidade com os requisitos essenciais em matéria de conceção e de fabrico dos dispositivos médicos é forçada aos fabricantes a obrigação de evitar a utilização de substâncias que possam comprometer a saúde dos doentes, em particular substâncias carcinogénicas, mutagénicas ou tóxicas para a reprodução e de, se for caso disso, visar o desenvolvimento de substâncias ou produtos alternativos que apresentem um menor potencial de risco (Diário da República, 2009).

No caso dos dispositivos da classe I, o fabricante deve adotar o procedimento referido no anexo VII do presente decreto - lei, do qual faz parte integrante, e elaborar, antes da respetiva

colocação no mercado, a necessária declaração CE de conformidade (Diário da República, 2009).

Os dispositivos devem ser concebidos e fabricados para que a sua utilização não comprometa o estado clínico nem a segurança dos doentes, nem, ainda, a segurança e a saúde dos utilizadores ou, eventualmente, de terceiros, quando sejam utilizados nas condições e para os fins previstos, considerando-se que os eventuais riscos associados à utilização a que se destinam constituem riscos aceitáveis quando comparados com o benefício proporcionado aos doentes e são compatíveis com um elevado grau de proteção da saúde e da segurança (Diário da República, 2009).

Os requisitos relativos aos dispositivos médicos ligados a uma fonte de energia ou que dela disponham como equipamento, integram sistemas eletrónicos programáveis que devem ser concebidos de modo a garantir a receptibilidade, a fiabilidade e o nível de funcionamento desses sistemas, de acordo com a respetiva finalidade, devendo, em caso de avaria, ser adotadas medidas adequadas para eliminar, ou reduzir tanto quanto possível, os riscos que dela possam advir. Estes dispositivos devem dispor de meios que permitam determinar o estado dessa fonte, por forma a evitar, tanto quanto possível, os riscos de choques elétricos não intencionais em condições normais de utilização e em situações de primeira avaria, desde que os dispositivos estejam corretamente instalados. A conceção e a construção dos dispositivos destinados a fornecer energia ou administrar substâncias aos doentes devem permitir que o débito seja regulado e mantido com precisão suficiente para garantir a segurança do doente e do utilizador (Diário da República, 2009).

No que respeita a proteção contra os riscos mecânicos e térmicos, a conceção e o fabrico dos dispositivos devem ser concebidos e fabricados por forma a proteger o doente e o utilizador contra riscos mecânicos relacionados, por exemplo, com a resistência, a estabilidade e as peças móveis. A sua conceção e fabrico é projetada por forma a minimizar, dentro do possível, os riscos decorrentes das vibrações por eles produzidas, atendendo ao progresso técnico e à disponibilidade de redução das vibrações, especialmente na fonte, exceto no caso de as vibrações fazerem parte do funcionamento previsto (Diário da República, 2009) (Naressi, 2005).

O INFARMED, I. P., é designado como autoridade competente e fiscalização, para efeito do presente decreto – lei e do exercício dos direitos, das obrigações e das competências que a ordem jurídica comunitária confere às autoridades competentes dos Estados membros, nos

termos previstos na lei e nas normas comunitárias aplicáveis. Através dos seus trabalhadores, funcionários ou agentes, o INFARMED procede à fiscalização do cumprimento do disposto no presente decreto – lei e na respetiva regulamentação, podendo, para efeitos de apreciação clínica ou laboratorial, recorrer a serviços de terceiros (Diário da República, 2009).

“Os Estados-membros devem tomar todas as disposições necessárias para que os Produtos de Saúde apenas possam ser colocados no mercado e entrar em serviço caso não comprometam a segurança e a saúde dos utilizadores, quando empregados para os fins previstos” (INFARMED).

6. Outros elementos importantes para a conceção do dispositivo

Neste capítulo encontram-se pontos de extrema importância para que se consiga obter um dispositivo que cumpra com os objetivos especificados para o mesmo.

6.1. Questões antropométricas de utilização

Como é do conhecimento geral, nem todos usam a mesma mão para realizar as mesmas ações, ou seja, uns são ditos “canhotos” ou esquerdinos e outros destros. Este facto também se verifica aquando da utilização de dispositivos como estes por parte dos especialistas. Do que foi evidenciado pelo médico especialista (dentista) envolvida no projeto, durante o processo de extração apenas é utilizada uma mão na utilização das ditas ferramentas, ficando a outra liberada servindo de apoio essencialmente para afastar os tecidos moles. Contudo, para que haja um melhor manuseamento do dispositivo a desenvolver é necessário ter em conta qual a mão a ser utilizada, pois as mãos não possuem as mesmas características. A forma de pegar, a dimensão da mão e a forma como é manuseado o dispositivo, são exemplos de características que diferem. Esta variabilidade é ainda maior, dependendo se o especialista é homem ou mulher, sendo as principais diferenças a sensibilidade e a força exercida.

Todas estas questões antropométricas anteriormente referidas não só personalizam o dispositivo mas também procuram responder à facilidade de manipulação do mesmo.

6.2. Medidas antropométricas da mão

A palavra “antropometria” deriva da palavra grega “anthropo” que significa “humano” e da palavra grega “metron” que significa “medida”. A antropometria corresponde ao estudo da medição do corpo humano relacionado com as dimensões do osso, músculo e tecido adiposo. O peso, estatura (altura de pé), comprimento deitado, circunferências (cabeça, cintura, etc.) ou diâmetro (punho, ombro, etc.), são exemplos de medidas antropométricas (Ulijaszek, 1994).

Um dos parâmetros importantes para o dimensionamento do dispositivo são as medidas da mão, nomeadamente média, desvio padrão e também a variabilidade da população em estudo. Estas variações são verificadas ao nível da forma e do tamanho e ocorrem dentro da população; entre as populações; entre os sexos; dentro de indivíduos e entre os indivíduos. A nutrição é um dos factores que criam diferenças entre países.

Em 1993, Imrhan *et al.* desenvolveu um estudo em que comparava as dimensões da mão entre as mulheres Vietnamitas com as dimensões disponíveis das mulheres de Hong Kong, Americanas, Japonesas e do Reino Unido, e conclui que as mãos das mulheres Vietnamitas

apresentavam valores inferiores às restantes. Por sua vez, em 2005 Gnaneswaran verificou que o comprimento e o volume da mão variaram de acordo com a etnia e género.

Num estudo conduzido pela British Association of Hand Therapists relativamente à variação da mão esquerda e direita na força de compressão e destreza, Hodges e Adams (2007) verificaram a existência de uma diferença estatística significativa nos indivíduos com a mão direita dominante no que diz respeito à força da mão. Em indivíduos cuja mão esquerda é dominante, não verificaram diferenças em relação à força da mesma.

Na conceção de dispositivos médicos é necessário ter em atenção o seu dimensionamento, para que estes se possam ajustar a cada indivíduo em particular. Face às variações supracitadas, o tamanho deve ser estabelecido a partir das dimensões críticas e considerar a maior parte da variação possível. Muitas vezes há um número elevado de dimensões críticas, que pode tornar a seleção das variáveis críticas num processo difícil. Portanto, o método mais eficaz para definir as dimensões será o método dos percentis (Trevor M. McLain, 2010). Em ergonomia, o 5º e 95º percentil são estabelecidos como os limites. Isto significa que nas respetivas medidas, não são considerados 5% abaixo da dimensão menor e 5% acima da dimensão maior. Como tal, determinação dos percentis nas medições foi introduzida como uma ajuda (Jürgens *et al*, 1998).

No Anexo A, nas tabelas A1 e A2, encontram-se os valores teóricos para as dimensões relativas à mão humana, da população espanhola e portuguesa. Foram apenas alvo de estudo o comprimento da mão e a largura do palmo sem polegar (figura 6.1).



Figura 6.1 – Dimensões da mão humana: (1) largura do palmo sem o polegar; (2) comprimento da mão. (adaptado de Delft University of Technology)

Como se pode concluir após a análise das tabelas A1 e A2, o homem apresenta uma mão maior do que a da mulher, para a mesma faixa etária, quer na largura do palmo quer no comprimento da mão. Neste sentido, e de acordo com o que foi dito anteriormente, para a construção do dispositivo devem ser tidas em conta as maiores dimensões, ou seja as referentes

ao homem, sendo que desta forma as medidas relativas às mulheres estarão inseridas nesses valores.

Partindo agora para o estudo do comportamento da mão na manipulação dos diversos instrumentos existentes, esta posiciona-se de diferentes maneiras, dependendo da ação a desempenhar e do contorno dos objetos. A pressão exercida durante a tarefa faz com que haja uma deformação do tecido entre a superfície da pele e o objeto, conforme o seu contorno, como se pode observar na figura 6.2.

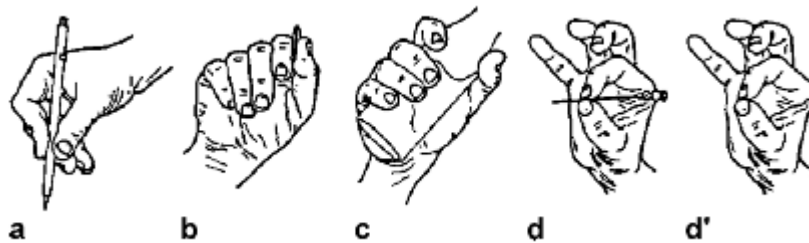


Figura 6.2 - Diferentes formas de segurar um objecto (Ulijaszek, 1994).

Dos exemplos mencionados, é apenas importante, no âmbito do trabalho, o estudo das posições (a) e (c), uma vez que se assemelham ao manuseamento do sindesmótomo e do boticão, respetivamente. Relativamente à situação (a) a concentração das forças e movimento residem, substancialmente, no dedo indicador e no polegar, congruente com a sensibilidade dos movimentos. Em contrapartida, na situação (c) os movimentos requerem o uso de maior área de superfície de contacto e a aplicação de maior força, tal como se verifica aquando da utilização do dispositivo em causa.

Após saber quais as medidas críticas e entender melhor qual o comportamento da mão aquando do manuseamento dos instrumentos odontológicos é possível realçar quais os aspectos de maior relevância para o desenvolvimento deste novo dispositivo. Então, para a construção do mesmo foram utilizadas as dimensões das mãos masculinas.

Quando se pensa na forma como a mão agarra determinado objeto, existem duas formas limite, a largura do palmo, correspondente à dimensão mínima, e o comprimento da mão, correspondente à dimensão máxima, concordante com a figura 6.1. Assim, e apenas disponibilizando dessas medidas, facilmente concluímos que o dispositivo mínimo tem uma dimensão nunca inferior a 90mm e uma dimensão máxima de 208mm, valores correspondentes ao 95º percentil das mãos masculinas.

6.3. Estudo do atrito entre a luva cirúrgica e o dispositivo

O estudo dos valores de atrito entre a luva cirúrgica e a superfície do dispositivo com a qual esta irá contactar (figura 6.3), é de extrema importância uma vez que se pretende que ocorra escorregamento do dispositivo aquando da sua utilização, mantendo-se assim um elevado nível de segurança quer para o especialista quer para o paciente.



Figura 6.3 - Representação da interação luva-dispositivo (Fragiskos, 2007).

É então, de extrema relevância determinar qual o coeficiente de atrito estático da luva de modo a conjugá-la com o material e a topografia que melhor contribuam para obter um valor adequado, por forma a controlar a geração de força necessária à extração.

Tendo em conta estes pontos em cima referidos, analisou-se um estudo realizado em treze pessoas da Universidade da Califórnia, no qual foram testados seis cabos cilíndricos de aço inoxidável 316L e acetal^[a] (Delrin nome comercial) com 13mm de diâmetros, representativos de instrumentos odontológicos, com diferentes tipos de texturas como se pode ver na figura 6.4 (Laroche *et al*, 2006).



Figura 6.4 - Superfície de instrumentos estudados (Laroche *et al*, 2006).

Legenda:

- (1) aço inoxidável liso
- (2) aço inoxidável de textura anelar fina(14 TPI – teeth per inch - dentes por polegada)
- (3) aço inoxidável de textura anelar grossa (8TPI)
- (4) aço inoxidável de recartilhado fino de diamante (33TPI)
- (5) aço inoxidável de recartilhado médio de diamante (21TPI)
- (6) aço inoxidável de recartilhado grosseiro de diamante (14TPI)
- (7) Delrin liso

A barra branca corresponde a 10mm.

¹ [a] Acetal é um polímero de baixo peso e com uma elevada resistência mecânica de 6205,284 KPa, rigidez de (módulo de Young de 350000psi) e ponto de fusão de 175°C-correspondente à produção de instrumentos médicos incluindo instrumentos odontológicos.

O comprimento da textura de cada cabo é de 44mm. A medição do atrito foi realizada em cada um dos sete cabos, numa placa de identificação da força. Cada participante tinha de calçar uma luva na mão dominante, seguidamente mergulhava o polegar em água sendo depois testada. No equipamento o polegar é pressionado contra o identificador da ferramenta com uma massa de 4 kg para manter a força normal de 40 N $F(x)$ na ferramenta. Posteriormente o participante puxava o dedo de modo a realizar forças tangenciais $F(y)$ e assim saber qual o comportamento da luva face aos movimentos naquele tipo de textura (figura 6.5).

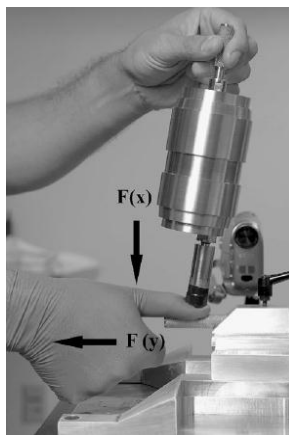


Figura 6.5 - Equipamento de teste da luva vs material dos cabos cilíndricos (Laroche *et al*, 2006).

De acordo com o estudo, a força de aperto necessária para executar o movimento com o instrumento pode ser reduzida de várias formas, ou aumentando o atrito entre o instrumento e a luva, ou através da alteração da topografia da superfície do instrumento ou pela utilização de instrumentos de maior diâmetro e menor peso. No caso da textura, havendo modificação de uma superfície plana o coeficiente de atrito estático entre a mão e o instrumento pode ser alterado até 50%.

Pela análise de resultados, os coeficientes de atrito estático variaram não só entre o tipo de material que constitui cada cabo (aço inoxidável (1,2,3,4,5,6) e delrin (7)), quer também entre o tipo de textura e ainda dependendo do material constituinte da luva (nitrilo ou látex). Desta forma, o coeficiente de atrito estático variou entre 0,20 e 0,65 aproximadamente, correspondendo respetivamente aos cabos (1) e (5). Este estudo revelou um maior coeficiente de atrito estático para uma ferramenta de delrin do que em aço inoxidável. Numa superfície lisa, o coeficiente de atrito estático entre as duas é semelhante independentemente do tipo de luva (nitrilo ou látex). Todavia, quando se trata de uma superfície texturada, o coeficiente de atrito

estático é maior na luva de nitrilo. Quando se compara o tipo de textura de superfície, nomeadamente entre a anelar e a serrilhada, o coeficiente de atrito estático é maior na segunda. Entre os dois cabos de textura anelar concêntrica, o coeficiente de atrito estático é maior quando a textura é mais robusta, ou seja quando os anéis apresentam dimensões maiores. Dentro de cada recartilhado não existe grande diferença entre o nível médio e grosseiro, apenas entre o fino e os outros dois, ou seja entre o 4, 5 e 6.

No âmbito do desenvolvimento do trabalho é necessário ter em consideração que as conclusões apresentadas neste estudo a luva está molhada. Todavia, pode considerar-se esta situação como sendo o pior cenário, pois aquando do processo de extração o especialista poderá contactar com a saliva e o sangue do paciente, ficando a luva humedecida. Assim, garantindo-se nestas situações uma boa aderência entre a luva e o instrumento, ou seja um coeficiente de atrito elevado, este será ainda maior na ausência desses fluidos, ou seja quando a luva estiver seca.

Por outro lado no estudo não é referida a textura do cabo 7 bem como se as diferentes texturas das superfícies poderiam alterar os valores de força exercida aquando da utilização dos mesmos.

Em suma, quanto maior o coeficiente de atrito estático, melhor desempenho haverá no conjunto médico dentista-dispositivo-processo de extração, diminuindo também a força exercida.

Concluindo, verifica-se que as ferramentas com recartilhado médio e grosseiro, ou feitas de delrin, apresentam maior coeficiente de atrito estático; as luvas de nitrilo coadjuvantes com o recartilhado médio ou grosseiro de superfície texturada apresentam também valores mais elevados para o coeficiente de atrito estático.

No desenvolvimento deste equipamento, ter-se-á em conta estas conclusões, dado que se pretende que este apresente as melhores características, por forma a garantir que facilitará o processo de extração quer para o especialista quer para o paciente.

6.4. População alvo do dispositivo

O dispositivo será projetado para que possa ser utilizado no maior número possível de pacientes, no entanto só poderá ser utilizado em pacientes com idades superiores a 13 anos. Uma vez que anteriormente a essa idade ainda se verifica a existência dos chamados dentes de leite (dentição temporária ou decídua), sendo que recorrendo à utilização do equipamento poderiam ocorrer danos nos dentes definitivos que se encontram no interior da gengiva, ou seja por baixo dos dentes de leite. Pretende-se evitar que ocorram danos nos dentes que irão

erupcionar mais tarde, dado que esses são os definitivos, que tal como o próprio nome indica são os mais importantes da dentição humana.

Na idade adulta este dispositivo poderá ser utilizado pela população em geral, havendo apenas exceções para situações especiais como pacientes que sofram de alguma doença, como por exemplo a periodontite, ou no caso de se estar perante uma situação muito complicada em que haja necessidade de se recorrer à cirurgia.

7. O projeto do dispositivo de extração

No decorrer deste capítulo encontram-se os pontos essenciais para que se consiga obter um dispositivo capaz de cumprir com as funcionalidades pretendidas. Assim, definem-se os objetivos que este deve cumprir, as funções que este deve desempenhar e as especificações técnicas que deve possuir. A partir daqui, surgem possíveis soluções que cumprem de alguma forma com os pontos anteriormente definidos, sendo necessário proceder-se a uma análise das mesmas, optando-se pela que cumpra de forma mais eficiente com os objetivos estabelecidos para o dispositivo.

7.1. Estabelecimento de objetivos

Um projeto tem, muitas vezes, como ponto de partida, um problema mal definido ou cujos requisitos são algo vagos, tornando-se, então, essencial a clarificação dos seus objetivos. Tendo este propósito, o primeiro passo é elaborar uma lista simples e clara com a exposição dos objetivos, esta deverá ser de fácil entendimento e possibilitar, numa fase posterior, uma organização esquemática dos mesmos objetivos segundo o método da árvore de objetivos, permitindo desta forma, uma rápida visualização das soluções desejadas para os problemas apontados, com a hierarquização e a interdependência entre elas (Cross, 1994) (Pugh 1997) (Cohen 1995).

No caso em específico deste projeto foi, também construída uma árvore de objetivos e, que se encontra representada na Figura 7.1, o que ajudou bastante na clarificação dos objetivos a atingir de modo a que se consiga chegar à melhor solução.

No caso deste trabalho, partiu-se de cinco objetivos principais que se considera serem mais importantes, são eles: Fiabilidade, Funcionalidade, Simplicidade, Versatilidade e Acessibilidade.

O maior atributo deste dispositivo é a concretização das três ações que constituem o processo de extração dentário utilizando apenas um único instrumento. Uma vez que o processo de extração dentária pode acarretar algumas complicações, nomeadamente pela utilização de forças excessivas, podendo daí surgir danos para o paciente ou até mesmo para o especialista. Assim, é de extrema importância que este equipamento seja fiável, ou seja, que apresente um alto nível de segurança quer para o paciente quer para o próprio médico dentista. Há, então a necessidade de que este garanta que a possibilidade de ocorrência de danos no paciente seja a mais baixa possível, sendo este ponto de extrema importância dado que o equipamento se

encontra em contacto com a boca humana. Da mesma forma deve, também garantir que o número de falhas do dispositivo aquando da sua utilização seja muito reduzido. É essencial que se considere também a durabilidade do mesmo, devendo esta ser elevada, daí advém que o equipamento será também resistente. Dado que este estará em constante contacto com os fluidos orais, terá que ser constituído por um material capaz de suportar elevadas pressões e temperaturas, pois terá que ser sujeito à esterilização na autoclave.

A funcionalidade é outro dos objetivos que se pretende implementar, assim objectiva-se que este garanta que o nível de esforços que o especialista terá que efetuar seja o mais baixo possível. Daí advém o facto de se pretender que este seja mais autónomo (efetue as suas funções sem que o médico dentista tenha que realizar os mesmo esforços que utilizando o equipamento atual garantindo uma maior autonomia). Um ponto de elevada importância é a questão ergonómica, ou seja, é essencial que se adapte o dispositivo o mais eficazmente possível à pessoa que o irá utilizar. Assim, considerando que durante o processo de extração o especialista permanece a maior parte do tempo em pé e em diferentes posições dependendo da localização do dente que se pretender retirar, por exemplo os molares apresentam condições de acesso mais estreitas, obrigando o especialista a permanecer em posições mais complicadas. Então, é importante que o equipamento seja mais autónomo e permita que se alivie um pouco estas questões ergonómicas, pois se considerarmos que isto acontece o dia inteiro entende-se que no final do dia poderá ser mesmo doloroso. No entanto, é importante referir que o processo de extração precisará sempre da supervisão do médico dentista, assim este nunca será dispensado em parte nenhuma do processo, o que se pretende é facilitar as funções que ele tem que realizar.

A simplicidade quer na montagem quer na produção são também pontos a ter em atenção, sendo que principalmente a montagem deverá ser o mais fácil possível para que o especialista consiga efetuá-la o mais rápido possível e de uma forma fácil, pois caso seja demasiado complicado estes não se adaptarão ao novo equipamento acabando então por não o utilizarem. É importante que se considere o facto de atualmente haver uma grande preocupação com as questões ambientais, havendo a necessidade de conceber projetos ecologicamente eficientes.

A parte mais importante deste novo equipamento é que este seja modular, por forma a adaptar-se a qualquer dente que se pretenda retirar e ao mesmo tempo flexível para que possa ser utilizado por todos os especialistas, independentemente de serem do sexo masculino ou

feminino e da mão que utilizam para agarrar/manipular o dispositivo. Da mesma forma é essencial que este seja multifuncional e permita a realização das três funções – cortar, luxar e extrair – utilizando, apenas e só, este novo equipamento que se pretende construir.

Por fim, é importante que este seja acessível a todos os utilizadores pretende-se, então que apresente um baixo custo, que seja atrativo e ao mesmo tempo que, por razões que também já se referiram anteriormente, que seja de fácil adaptação para qualquer especialista.

7.2. Estabelecimento de funções

De modo a solucionar o problema do cliente é preciso que se consiga responder às seguintes questões: “Como?”, “Para quê?” e “Porquê?”. A forma mais simples de obter respostas para estas perguntas é definir quais as funções que se pretende que o dispositivo desempenhe e a forma de se conseguir concretizar essas mesmas funções (Cross, 1994) (Pugh 1997).

Uma forma muito simples e clara de representar as funções que o dispositivo terá de desempenhar é construir uma estrutura de funções. Com esta estrutura, podem identificar-se muito rapidamente as funções a cumprir pelo dispositivo, bem como a ordem com que acontecem, e o limite conceptual das mesmas.

A construção da estrutura de funções inicia-se pela definição da função global que deve ser entendida como uma “caixa negra”, convertendo entradas em saídas. Posteriormente, a função global subdivide-se em sub-funções que são representadas através de um diagrama de blocos interligados entre si. É importante referir que, para que a função global se concretize todas as funções têm de ser executadas (Cross, 1994) (Pugh 1997) (Cohen 1995).

Como verifica na figura 7.2, através da função global é facilmente perceptível qual o objetivo geral do dispositivo (auxiliar a extração dentária), bem como a ordem pela qual se realiza o processo de extração. Depois de o paciente estar previamente preparado e anestesiado, o especialista afasta os tecidos moles que circundam o dente, recorrendo para isso ao sindesmótomo. Este passo é de extrema importância, pois garante que quando se usar o boticão este poderá ser posicionado eficazmente, sem que haja interferência ou lesão dos tecidos circundantes. O passo seguinte é assegurar que o boticão agarre o dente, de forma segura para que não ocorra a libertação do mesmo no decorrer do processo. Assim, a ponta do boticão deverá apresentar uma forma adaptada para o tipo de dente que se pretende retirar, sendo que esta deverá encaixar na parte da raiz, ou seja, por baixo dos tecidos moles.

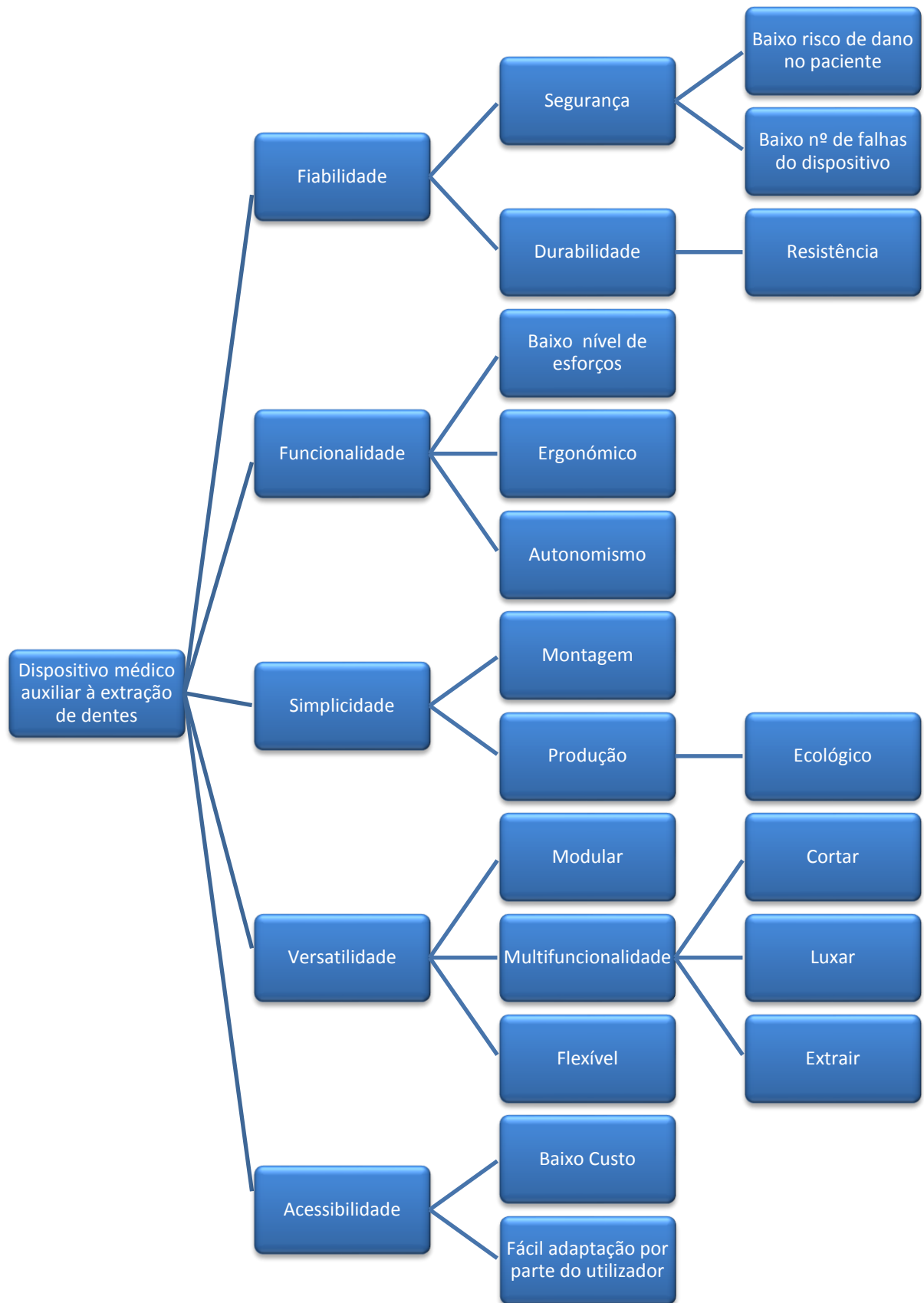


Figura 7.1 - Representação esquemática dos objetivos, sub-objetivos e suas relações.

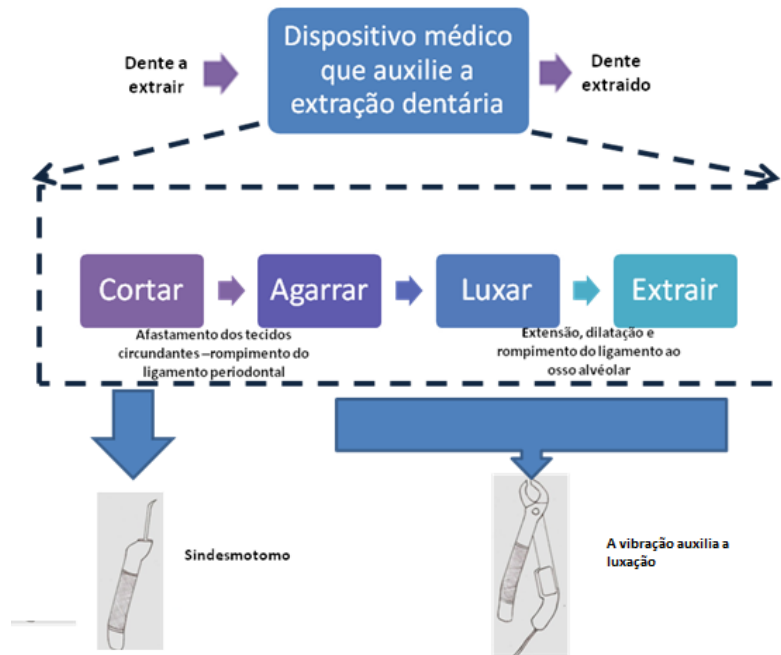


Figura 7.2 - Estrutura de funções.

O passo seguinte é talvez o mais importante, consiste na luxação do dente, que no caso deste dispositivo será efectuada através da vibração que depois de ativada pelo especialista fará com que ocorra a extensão, dilatação e rompimento dos ligamentos ao osso alveolar. Sendo que a vibração é a maior inovação que se pretende implementar no dispositivo e que a luxação é o ponto mais importante, este passo é fulcral, pois garantirá ou não a viabilidade do novo dispositivo. Por último, e depois de o dente se encontrar devidamente luxado, o especialista terá que efetuar um pequeno movimento de tração para remover o dente de modo a obter a extração do mesmo.

7.3. Especificações técnicas

Na tabela 7.1, encontram-se listadas as principais especificações técnicas que o dispositivo deverá possuir de forma a realizar os objetivos e a cumprir com as funções anteriormente descritas. Assim, serão especificados parâmetros como as dimensões que este deverá ter, as condições de operação, o tipo de acionamento, os constituintes que o dispositivo deverá possuir para que apresente um nível de segurança e de adaptabilidade elevado. Cada um destes requisitos será definido como exigível (E) ou desejável (D), dependendo do grau de importância do mesmo, ou seja, há requisitos que obrigatoriamente o dispositivo deverá conter, do mesmo modo haverá outros que poderão ser dispensados ou alterados aquando da construção do dispositivo.

Tabela 7.1 - Especificações técnicas do dispositivo.

Exigidos/Desejáveis (E) / (D)	Requisitos	
	<p>1 – Características Dimensionais</p> <p><u>Dimensionamento do dispositivo:</u></p> <p>D Peso máximo: 210g</p> <p>D Comprimento máximo total: 208mm</p> <p><u>Dimensões do braço do boticão:</u></p> <p>D Comprimento: 147mm</p> <p>D Altura máxima: 15mm</p> <p>D Ângulo de abertura do boticão: 43°</p> <p><u>Pontas ativas:</u></p> <p>D Comprimento: ≈35mm</p> <p>Manter-se-ão as mesmas dimensões das que se utilizam atualmente.</p> <p>Sindesmótomo:</p> <p>D Peso: 33,9g</p> <p>D Comprimento: 144mm</p> <p>D Diâmetro: 8mm</p> <p><u>Caraterísticas do motor:</u></p> <p>E Tipo de motor: DC</p> <p>D Peso: 45g</p> <p>D Dimensões: 24x24x34mm</p>	
	<p>2 – Condições de Operação</p> <p>E Sistema que induz a vibração: Motor DC</p> <p>E Intensidade da vibração: A determinar</p> <p>E Sistema de aumento da Alavanca reguladora de intensidade</p> <p>E vibração: Botão de emergência</p> <p>E Sistema de bloqueio da Simplex</p> <p>vibração: Rápidos</p> <p>Sistemas de encaixe: Seguros</p> <p>Materiais resistentes a temperaturas e pressões elevadas (autoclave)</p>	

Tabela 7.1 - Especificações técnicas do dispositivo (continuação).

Exigidos/Desejáveis (E) / (D)	Requisitos	
E E	<u>3 – Tipo de Acionamento:</u>	Botão On/off que possibilita iniciar/parar a vibração Alavanca reguladora de intensidade
E E E E E	<u>4 – Segurança:</u>	Botão On/Off LED indicadora de funcionamento Botão de emergência Alavanca reguladora de intensidade Hastes com superfícies com recartilhado/rugosidade
E E E D	<u>5– Adaptabilidade:</u>	Possibilidade de utilização por parte dos especialistas independentemente da mão que utilizam para o segurar; Ajuste para diferentes tipos de dentes Ajuste para diferentes funções (cortar, segurar, luxar, extrair) Equipamento ergonómico

É de extrema importância que o dispositivo seja dimensionado para que possa ser utilizado por todos os especialistas quer seja homem/mulher ou destro/esquerdino, utilizando-se, então, valores antropométricos da mão para se definir as diferentes medidas necessárias. É importante referir, que se fez uma comparação entre os valores antropométricos estudados e as dimensões do boticão utilizados atualmente, pretendendo-se dessa forma a determinação de valores que melhor possam satisfazer os diferentes especialistas que utilizarão este dispositivo. É preciso que se tenha também em consideração o facto de este dispositivo se encontrar melhorado relativamente ao que se utiliza presentemente, pelo que as dimensões terão que ser adaptadas à introdução de novos elementos no boticão, tais como o motor para a realização da vibração, os sistemas de encaixe, etc. Há dimensões que se manterão idênticas às do boticão

utilizado atualmente, como as pontas ativas. Estas terão a mesma forma, pois cumprem com eficiência a sua função, não havendo então razão para a sua alteração. A curvatura do braço do boticão é relevante no sentido de que deverá facilitar o ato de segurar/agarrar para que garanta que não ocorrerá nenhum risco de se soltar da mão do especialista, este mantém-se também de acordo com o do boticão utilizado presentemente.

Relativamente às condições de operação pode-se desde já adiantar que não existem valores tabelados para a intensidade da vibração necessária para que se efetue a luxação do dente; desta forma terão que ser efetuados testes práticos para que se obtenham os valores para um correto funcionamento do dispositivo. A fonte que produzirá a vibração será um motor DC, que se encontrará fixo a uma das hastes, havendo componentes que contribuirão para a sua propagação até às pontas ativas. Para os sistemas de encaixe optou-se por sistemas de encaixe simples e rápidos, com articulação estável das peças – inexistência de folgas: as peças devem estar estruturalmente interligadas de forma a evitar qualquer tipo de acidentes que daí poderiam advir, tanto para o paciente como para o especialista. Além disso, devem ser constituídos por materiais que suportem elevadas temperaturas e pressões dado que todos os componentes do dispositivo, excepto o motor, serão sujeitos à autoclave para a sua completa esterilização.

O tipo de acionamento é facilmente entendível, uma vez que será utilizado o sistema de vibração para auxiliar a luxação, este poderá ser aumentado ou diminuído dependendo do dente que se está a retirar. Da mesma forma, caso ocorra algum problema ao longo do processo, o sistema de vibração poderá ser imediatamente desligado.

Pretende-se reforçar a segurança com a introdução da patilha de inicialização da vibração para que se possa controlar e decidir qual o momento certo para que se dê início ao processo de auxílio à luxação. A existência do botão de emergência é, também, um ponto essencial na segurança do equipamento, pois possibilita o bloqueio imediato da vibração o que poderá evitar danos físicos quer no paciente quer no especialista ou mesmo no próprio dispositivo. Seguindo os mesmos critérios, optou-se por introduzir um LED que circunda todo o braço que se encontra ligado ao motor elétrico, esta encontrará-se ligada quando a vibração estiver ativa como forma de alertar o especialista. Definiu-se, também que este dispositivo deverá ter uma superfície com recartilhada na zona onde o médico dentista irá segurar/agarrar o dispositivo; desta forma consegue-se um maior atrito, garantindo-se assim um menor risco de este se soltar da mão do utilizador aquando da sua utilização.

O acoplamento do dispositivo servirá de apoio de forma a evitar que este escorregue quando fixado aos diferentes tipos de dentes.

Outro ponto importante é a adaptabilidade do dispositivo para que possa ser utilizado por todos especialistas, independentemente da mão que usam para o segurar; executar diferentes funções (cortar, segurar, luxar e extrair) e ser ajustável para diferentes tipos de dentes.

7.4. Descrição das Soluções

Durante o estudo de todo este projeto, foram surgindo ideias de soluções que poderiam, de alguma forma, cumprir com os objetivos e funcionalidades que se definiram como fulcrais. Cada uma das soluções apresenta características inovadoras capazes de lhe atribuir versatilidade, modularidade e, também um pouco mais de autonomia, quando comparadas com os equipamentos utilizados atualmente.

A primeira ideia que surgiu, para uma possível solução foi a de boticão adaptável, para que pudesse, tal como se pretendia, realizar as funções essenciais: cortar, luxar e extrair. Este consiste numa aproximação ao boticão tradicional, como se pode verificar na figura 7.3, no entanto apresentaria a particularidade de ter incorporado um sistema tipo X-ato para auxiliar no corte dos ligamentos, substituindo assim o sindesmótomo e também, um motor que induziria a vibração auxiliando o especialista aquando da luxação, substituindo assim, o uso da alavanca. Relativamente ao sistema tipo x-ato, este seria acionado através de um botão, que se encontraria numa das hastes do boticão, e que poderia ser pressionado com o polegar. Depois de pressionado, emergiriam umas pequenas lâminas em cada uma das pontas ativas, que serviriam para cortar os ligamentos periodontais.

Apesar de apresentar inovação e de, numa forma geral, cumprir com os objetivos, depois de uma análise mais profunda conclui-se que em termos de segurança não seria a melhor opção. Isto porque, quando se acionasse o motor, induzindo a vibração poderia haver o risco de as lâminas emergirem, podendo causar sérios danos na cavidade oral dos pacientes.

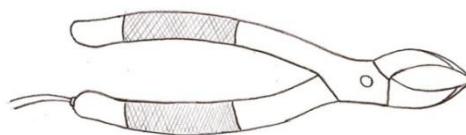


Figura 7.3 - Desenho representativo da solução do alicate com lâminas.

Posteriormente idealizou-se uma nova solução, cujo funcionamento se assemelharia a uma caneta multicolor, como se verifica na figura 7.4. Este dispositivo apresentaria duas recargas:

A) um sindesmótomo que seria acionado quando se pretendesse cortar os ligamentos periodontais, ou seja na fase inicial do processo de extração e B) o boticão que tal como a solução apresentada anteriormente, também apresentaria um motor que induziria a vibração. A vibração, apenas seria necessária aquando da luxação, assim teria que apresentar um botão on/off que seria pressionado quando houvesse necessidade de recorrer a esta funcionalidade.

É importante referir que este dispositivo necessitaria de um sistema que permitisse ao especialista selecionar o sindesmótomo ou o boticão, dependendo da fase em que se encontrava do processo de luxação.

Analisando esta solução do ponto de vista de simplicidade de utilização e de complexidade de montagem, percebe-se que esta não cumpre com eficiência estes dois pontos. Para o seu fabrico e montagem haveria necessidade de se recorrer a uma série de componentes por forma a garantir um funcionamento que cumprisse com eficiência e sem falhas todos os objetivos que se definiram como fulcrais. Por exemplo, para assegurar que o boticão seria capaz de agarrar com eficácia o dente aquando da extração propriamente dita, teria que se estudar um sistema que garantisse esta função, e permitisse a abertura/fecho do dispositivo quando assim fosse necessário. Mesmo em termos de utilização por parte dos médicos dentistas, esta opção apresentaria uma elevada complexidade, podendo até levar o especialista a cometer alguma falha por se confundir com o seu funcionamento.



Figura 7.4 - Desenho representativo da solução cujo princípio é a caneta multicolor. A) e B) recargas interiores da caneta

Posteriormente surgiu, uma nova solução, esta assemelhasse a um boticão tradicional (figura 7.5), no entanto apresenta tal como todas as anteriores um motor DC que induz a vibração aquando da luxação. Mas a sua maior inovação recai no facto de este dispositivo poder funcionar com as duas hastes juntas, funcionando como boticão ou pode utilizar-se apenas uma das hastes que, depois de se modificar a ponta ativa funcionará como sindesmótomo.

De modo a permitir o encaixe e a separação das duas hastes, deverá existir um mecanismo de encaixe simples e seguro, para que possa ser facilmente montado ou

desmontado dependendo da fase em que o especialista se encontra ao longo do processo de extração.

Uma das hastes, estará, então ligada a um motor que permitirá que seja induzida vibração, facilitando o processo de luxação, não havendo necessidade de o especialista aplicar tanta força como o faz atualmente quando utiliza a alavanca. Nesta haste haverá um botão que permitirá acionar/desativar a vibração sempre que o médico dentista assim o desejar.

O outro braço, que pode designar-se como adaptável, assume duas funções diferentes: funciona como parte integral do boticão aquando do processo de luxação e de extração ou pode funcionar de forma individual como sindesmótomo. Para que possa realizar essa função ter-se-á que separar as duas hastes, mudar a ponta ativa do respectivo braço, mais uma vez haverá necessidade de se recorrer a um sistema de encaixe, introduzindo-lhe uma cabeça cortante que permitirá realizar a desinserção dos tecidos moles que circundam o dente.

Pretende-se também que este dispositivo seja modular, ou seja que permita alterar as pontas ativas dependendo do dente que se irá extrair. Assim, o especialista terá ao seu dispor uma série de pontas ativas que poderá facilmente modificar, sempre que se verifique essa necessidade. Ter-se-á, de determinar um sistema de encaixe simples e seguro para que não haja qualquer tipo de risco de alguma se soltar aquando da sua utilização.

Analisando esta solução, verifica-se que cumpre com os objetivos essenciais, pois permite compilar num só dispositivo as diferentes funções necessárias para a extração dentária: cortar, agarrar, luxar e extrair. Ter-se-á que estudar convenientemente todos os sistemas de encaixe, garantindo que se opta pelos que garantam maior facilidade aquando da sua utilização e ao mesmo tempo que assegurem um elevado nível de segurança. Este dispositivo é modular, multifuncional e de um modo geral cumpre de forma mais eficiente os requisitos essenciais, sendo portanto a escolhida como solução final.

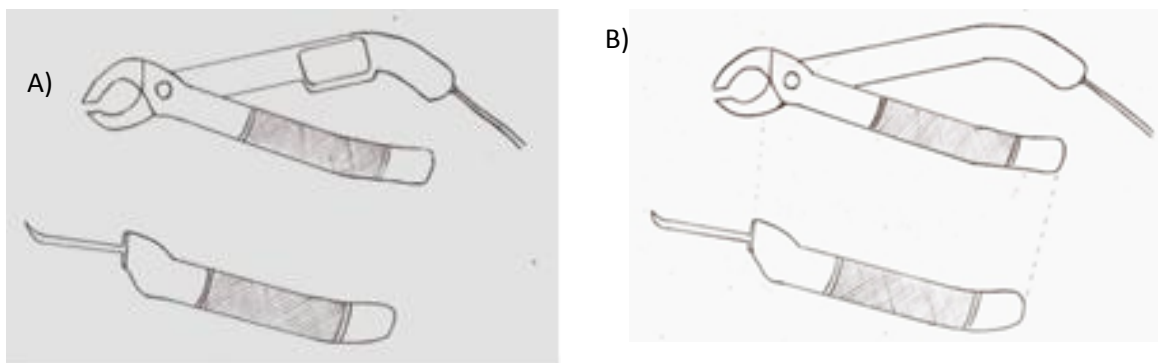


Figura 7.5 - Desenho representativo da solução 1: A) com o motor DC incluído e B) sem o motor.

7.5. Comparação do dispositivo em construção com os utilizados atualmente

Como forma de mostrar que o dispositivo em estudo, para além de ser uma solução inovadora é também mais eficiente, realiza-se seguidamente uma comparação entre este dispositivo e os que são utilizados atualmente pelos especialistas para realizar a extração dentária. Pretende-se verificar se realmente este novo dispositivo poderá representar uma melhor solução quer para os especialistas quer para os pacientes aquando da realização do processo de extração.

Assim, na tabela 7.2, apresentada seguidamente, surge uma comparação nos requisitos definidos como essenciais, entre a solução escolhida, ou seja, entre o novo dispositivo e o conjunto dos equipamentos utilizados, hoje em dia pelos médicos dentistas.

Tabela 7.2 - Análise comparativa entre o dispositivo que se pretende construir e os equipamentos atualmente utilizados.

Critério/Solução	Dispositivo em estudo	
		
Cortar	0	
Agarrar	0	
Luxar	+	
Extrair	0	
Modular	0	
Simple	+	
Seguro	+	
Multifuncional	++	
Atratividade	++	
Total+	7	
Total-	0	
Total	7	

Legenda da tabela 7.2 - “++” Muito Bom, “+” Bom, “0” indiferente, “-” Fraco e “--” Muito Fraco

Apresentam-se, então uma série de requisitos que se consideram fundamentais aquando do processo de extração dentária, sendo feita uma comparação em cada um deles entre as duas soluções já referidas. Será atribuída uma classificação específica, cuja pontuação varia de acordo com o maior ou menor grau de satisfação na realização desse requisito para cada uma

das soluções. Esta comparação é feita atribuindo a seguinte classificação: muito bom, bom, indiferente e fraco, sendo que esta é atribuída ao dispositivo em estudo, em cada um dos requisitos definidos, quando comparado com os equipamentos atualmente utilizados.

Assim, a solução que no final apresente uma classificação mais elevada é, então a que melhor cumpre com os requisitos, sendo portanto a mais eficiente para realizar a extração dentária, e conseqüentemente a que deve ser utilizadas pelos médicos dentistas.

Este valor vem comprovar, exatamente aquilo que se pretendia relativamente ao novo dispositivo, na medida em que comparativamente aos instrumentos atualmente existentes, traz vantagens, inovação, melhorias, não só para os pacientes - pois pretende-se que este cause menos dor e menos desconforto; mas também para os especialistas, pois as forças e os esforços que terão que realizar serão muito menores, facilitando, assim a sua ação.

Relativamente à comparação direta entre as duas soluções, verifica-se que em requisitos como luxar, simplicidade, segurança, multifuncionalidade e atratividade o novo dispositivo apresenta claramente melhorias, cumprindo com uma maior eficiência cada um deles, sendo portanto melhor que os equipamentos atuais. Analisando a função luxar, o novo dispositivo possui um sistema de vibração, que permitirá auxiliar a luxação, fase mais morosa e mais complicada do processo de extração dentária. Assim, poderá facilitar a ação do médico dentista, na medida em que as forças e os esforços que este terá que aplicar serão muito menores, e como não haverá necessidade de se recorrer a pontos de apoio (o que acontece quando se utiliza a alavanca) os danos que poderá causar nos tecidos moles bem como nos dentes adjacentes serão significativamente menores. Relativamente à simplicidade, com a solução nova o dentista não precisará de se deslocar para recorrer a diferentes instrumentos, uma vez com este dispositivo poderá realizar todas as etapas necessárias para a extração dentária. Quanto à segurança, pretende-se construir um dispositivo em que cada componente seja pensado e testado para que se garanta que este apresentará uma probabilidade baixa de falha. Apresentará um botão on/off para que o especialista possa ligar/desligar o sistema vibratório quando achar conveniente bem como um botão de emergência que permitirá bloquear imediatamente a vibração precisamente no momento em que este seja pressionado. Facilmente se entende o porquê de ser um dispositivo multifuncional, pois como já se referiu anteriormente este permite realizar todas as funções necessária para extrair com segurança um dente humano. Atualmente, o especialista dependendo da etapa em que se encontra, tem que recorrer a diferentes equipamentos, como já foi referido. Por fim, relativamente à atratividade o dispositivo que se

pretende construir apresenta melhores características não só pela aparência e si, mas também por toda a inovação que este acarreta.

Como se pode observar, o novo dispositivo apresenta uma pontuação bastante superior aos instrumentos atualmente utilizados, assim pode concluir-se que este traz vantagens e supera os equipamentos que se usam hoje em dia.

Caso o valor do resultado total fosse negativo ou nulo, significaria que a solução apresentada não traria vantagens, nem superava os instrumentos utilizados atualmente.

8. Construção do modelo computacional

Este capítulo é extremamente importante, sendo o resultado de todo o trabalho que se foi realizando até aqui. Assim, além de se determinar o material que será utilizado aquando da construção do dispositivo, apresentam-se os diferentes componentes constituintes do dispositivo recorrendo ao *software AutoCAD 2000*.

8.1. Escolha de materiais

Para a conceção do dispositivo médico que auxilie a extração dentária foi necessário escolher uma material com um valor de tensão de cedência apropriado aos esforços realizados durante todo o processo e que permitisse a transmissão da vibração desde o cabo do instrumento até à sua ponta ativa, local em contacto com o dente. Tratando-se de um dispositivo que estará em contato direto com o corpo humano, inclusive fluidos corporais tais como a saliva e o sangue, é imprescindível que o material seja biocompatível e inerte, para que não ocorra qualquer tipo de resposta inflamatória.

Por outro lado e tendo em conta as funções que terá que realizar este deverá ser rígido para que não seja riscado facilmente e para que se garanta que não ocorre libertação de detritos quando este está a ser utilizado (o que acontece por exemplo com o alumínio). É essencial, também que este seja resistente à corrosão e à oxidação.

Pretende-se que seja um material relativamente barato e com reduzida massa específica de modo a facilitar o manuseamento e o transporte do mesmo durante o processo de extração dentária. Além disso, tem que suportar elevadas pressões e temperaturas, dado que após a utilização do dispositivo este terá que ser esterilizado recorrendo-se para tal a autoclave.

Assim, depois de várias pesquisas, de ler várias patentes sobre instrumentos odontológicos bem como trabalhos realizados nesta área, verificou-se que o material mais utilizado é o aço inoxidável 316L. Para confirmação do que era dito foi feita uma análise das propriedades deste material que se encontra no anexo B, na tabela B1 (MATWEB “Austenitic Stainless steel”, 2012).

8.2. Dimensionamento e construção do modelo computacional

Para se proceder ao desenho do dispositivo, fez-se antecipadamente o decalque de um boticão usado atualmente, para se determinar cada uma das dimensões do mesmo, adaptando-as para este caso específico. O mesmo se fez relativamente ao motor DC, mediu-se cada um dos componentes do exemplar a ser usado.

Para a realização do modelo computacional dos diversos componentes que constituem o dispositivo, recorreu-se ao *software AutoCAD 2000*.

Seguidamente são apresentados todos os componentes bem como a justificação de cada uma das opções que foram tomadas em relação à constituição do dispositivo final.

- **Motor DC**

O motor (figura 8.1) deve ser capaz de, quando aplicada uma determinada tensão promover vibração de uma massa descentrada (*came*) que se encontra posicionada no interior do dispositivo junto ao sistema pivô. Este encontra-se incorporado no interior de um invólucro e está fixo à respetiva haste através de uma placa de interface para ligação do motor elétrico. Assim, garante-se que aquando do seu funcionamento este se manterá imóvel e transmitirá a vibração de forma segura. Na figura 8.2 encontram-se as respetivas dimensões desta componente.

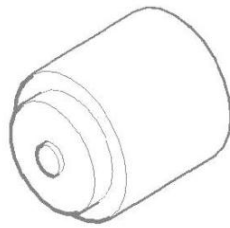


Figura 8.1 – Motor DC.

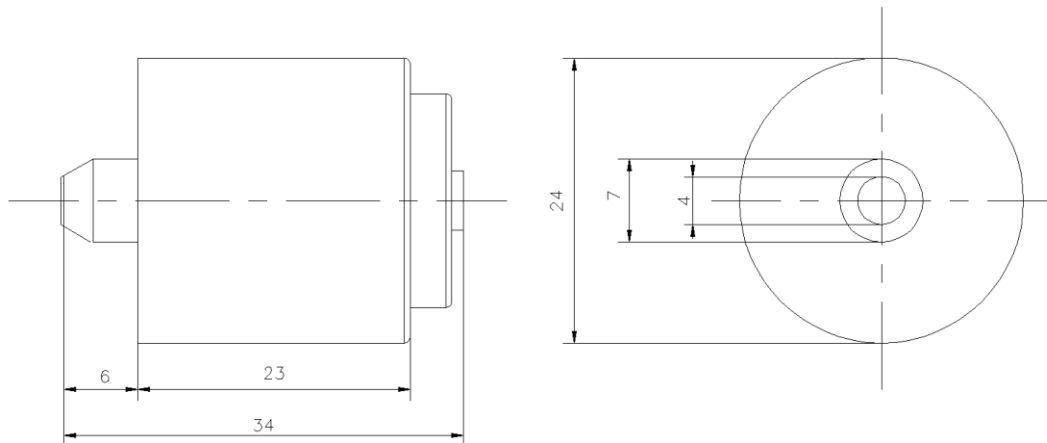


Figura 8.2 – Desenho técnico do motor DC.

- **Haste/braço fixa (o)**

Este é o braço do dispositivo que estará ligado ao motor DC, como se verifica na figura 8.3a) sendo, portanto, o que contém o botão de acionamento, o indicador de funcionamento, tendo,

também, no seu interior, o veio flexível e as chumaceiras de escorregamento para que se dê a “propagação”, em segurança, da “vibração”.

A sua ligeira curvatura, com se verifica na figura 8.3 b), está de acordo com a que se verifica nos boticão utilizados atualmente, pois garante que existe congruência aquando do ato de agarrar, entre o dispositivo e o utilizador.

As suas dimensões foram obtidas através do decalque e da medição direta do próprio instrumento. Deverá também manter-se a superfície recartilhada, como se verifica nas hastes dos boticão utilizados atualmente, conseguindo-se, dessa forma uma maior segurança de manuseamento/manipulação aquando da sua utilização.

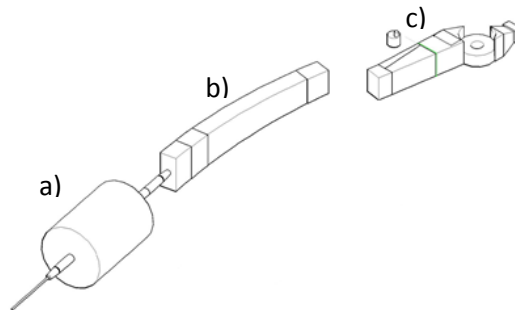


Figura 8.3 – Diferentes componentes que constituem o braço fixo: a) motor elétrico, b) zona onde o especialista irá agarrar o dispositivo e c) sistema pivô que permite a ligação entre os dois braços.

- **Haste/braço adaptável**

Esta haste é designada por adaptável pelo facto de apresentar dois sistemas diferentes de funcionamento: como sindesmótomo (figura 8.4c)), ou como parte integrante do dispositivo (figura 8.4b)). A forma cilíndrica do braço está relacionada com a maior uniformidade aquando da sua utilização como sindesmótomo, como se verifica na figura 8.4a). Além disso, apresenta-se também mais robusto e com maior diâmetro, assegurando uma maior área de contacto entre a mão do especialista e o dispositivo, garantindo maior facilidade e conforto no ato de segurar/agarrar. Este deverá apresentar uma superfície recartilhada na zona que será agarrada pela mão do especialista, por forma a garantir como no caso anterior uma maior segurança aquando da sua utilização.

- **Sindesmótomo**

A forma da ponta ativa do sindesmótomo vai de encontro à atualmente utilizada, neste caso, trata-se do sindesmótomo reto, e foi obtido através do decalque do mesmo, sendo portanto uma aproximação, como se verifica nas figuras 8.5 e 8.6. Manteve-se a mesma forma da ponta

ativa, pois esta cumpre com eficiência o fim para o qual é utilizada, não havendo, então qualquer razão para que esta fosse alterada.

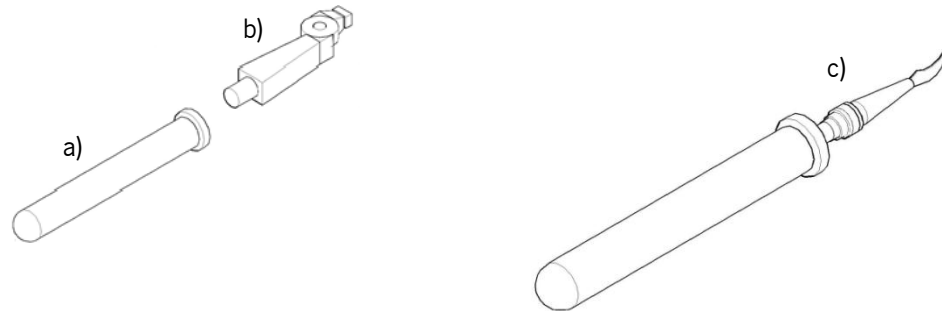


Figura 8.4 – Diversas componentes que constituem o braço adaptável: a) haste adaptável b) ligação que funciona como parte integrante do dispositivo. c) ponta ativa que funciona como sindesmótomo.

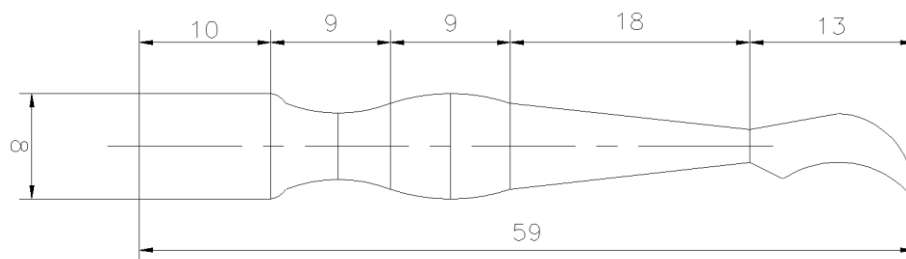


Figura 8.5 – Desenho esquemático da ponta ativa que funciona como sindesmótomo e respetivas dimensões.

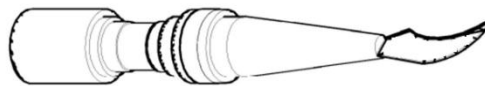


Figura 8.6 – Ponta ativa que funciona como sindesmótomo.

• Pontas ativas

As pontas ativas, figura 8.7, do dispositivo são o fator pelo qual este se pode designar de modular. Como se referiu anteriormente, hoje em dia utilizam-se diferentes boticão que apresentam diversas pontas ativas, recorrendo o especialista àquele que melhor se adequa ao dente que é necessário extrair. Contrariamente a isto, este dispositivo assenta num princípio inovador, dado que poderá ser utilizado em todos os tipos de dentes, alterando apenas as pontas ativas, escolhendo o especialista a que melhor se adapta a cada situação.

A forma das diferentes pontas ativas vai de encontro às atualmente utilizadas, pois estas cumprem com eficiência o fim para o qual são utilizadas, não havendo assim qualquer razão para que estas fossem alteradas.

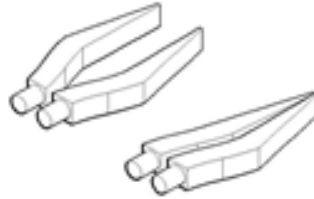


Figura 8.7 – Representação esquemática de dois exemplos de pontas ativas.

- **Botão de acionamento**

O botão de atuação, figura 8.8, foi construído no braço que recebe a corrente, facilitando-se assim, a sua implementação e a sua ativação. O médico dentista pegará no dispositivo apenas com uma mão, sendo que o polegar ficará livre e os restantes quatro dedos encontrar-se-ão na parte inferior do dispositivo, segurando-o. Então, será com o polegar que o especialista ativará o botão de funcionamento. Este localiza-se depois da zona de maior curvatura, garantindo-se desta forma que não haverá risco de se ocultar o botão com algum dos dedos quando se segura no dispositivo.

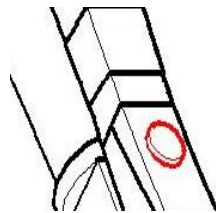


Figura 8.8 – Botão de acionamento.

- **Indicador de funcionamento**

É de extrema importância, devendo existir “algo” que sinalize e mostre ao especialista que o dispositivo se encontra ligado e com o sistema de vibração ativo. Assim criou-se um LED, figura 8.9, que contornará a haste para que fique visível em qualquer ângulo de utilização. À semelhança do que acontece com o botão de acionamento, este também necessita de uma fonte de alimentação, pelo que ficarão localizados os dois no mesmo braço. Optou-se por colocar o LED após o botão de ativação, para assegurar que este fica completamente visível, não havendo risco de algum dedo o cobrir.

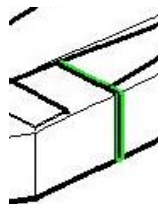


Figura 8.9 – LED indicadora de funcionamento ativo.

- **Alavanca reguladora de intensidade/botão de emergência**

O motor além de se encontrar ligado a uma das hastes do dispositivo encontra-se, também ligado a uma plataforma reguladora de intensidade constituída por um pedal e um botão de emergência como se verifica na figura 8.10. Definiu-se que quer o pedal regulador quer o botão de emergência serão ativados pelo pé do especialista, pois quando este se encontra a realizar uma extração dentária mantém as mãos ocupadas (uma, por norma a direita, para segurar o equipamento e a outra servirá de apoio para afastar os tecidos moles), assim, ficaria complicado ter que acionar estas funcionalidades com uma das mãos.

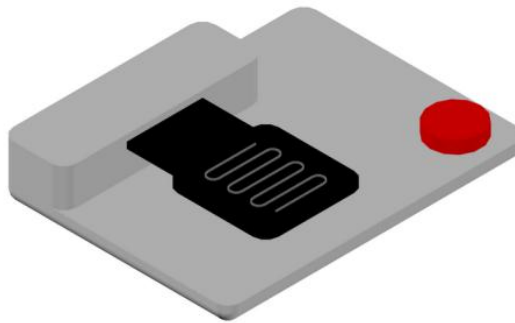


Figura 8.10 – Alavanca reguladora de intensidade e o botão de emergência.

O pedal permitirá aumentar ou diminuir a intensidade da vibração, através da velocidade de rotação do motor elétrico, pois como foi anteriormente referido, os dentes necessitam de diferentes forças para a sua extração, podendo assim o médico dentista optar pela intensidade que melhor se adequa a cada uma das situações que lhe possa surgir. Esta plataforma foi pensada para ser utilizada com o pé esquerdo, dado ser o lado esquerdo do especialista o que se encontra mais disponível, não havendo nenhum outro equipamento que possa causar dificuldades no acesso ao mesmo. Optou-se por seguir o sistema de funcionamento de outros equipamentos já utilizados pelos especialistas: assim predefiniu-se que rodando o pé para o lado direito ocorre um aumento da intensidade de vibração e rodando-o para a esquerda esta diminui. Seguiu-se esta opção como forma de tentar prevenir acidentes que poderiam ocorrer caso o pedal fosse acionado indesejavelmente, e uma vez que se optou por um sistema de funcionamento com o qual o médico dentista já se encontra familiarizado, haverá uma menor probabilidade de ocorrer um acionamento acidental.

Relativamente ao botão de emergência, este apresentará o tamanho e uma cor diferente daqueles que são usados nas restantes operações, diminuindo a probabilidade de ser acionado inoportunamente.

Como se referiu anteriormente, este será acionado pelo pé, uma vez que o especialista se encontra com as mãos ocupadas, e é de extrema importância que os controlos de emergência sejam de fácil acesso e se encontrem na linha de visão do médico especialista. Em termos de funcionalidade este botão apenas servirá para bloquear a vibração exatamente no momento em que seja pressionado. Assim, caso aconteça algo imprevisto, o especialista poderá parar imediatamente o sistema vibratório.

- **Zona de massa descentrada**

A massa descentrada consiste numa *came* colocada perpendicularmente ao eixo do braço fixo. Esta encontra-se na extremidade do veio flexível, ou seja na extremidade que fica colocada no interior do braço fixo, e tem por objetivo propagar a vibração até às pontas ativas do dispositivo, facilitando o ato de luxar, tal como é pretendido.

- **Veios flexíveis**

Veios flexíveis (figura 8.11) são utilizados para transmitir o binário entre equipamentos mecânicos, em que se pode alterar a sua posição relativa durante a operação. As suas principais aplicações incluem ferramentas elétricas portáteis, velocímetros, dispositivos de posicionamento, dispositivos de controlo remoto, etc. Neste tipo de aplicações é necessária uma elevada flexibilidade para acomodar os grandes desalinhamentos angulares entre a condução e a transmissão de energia (Bhandari, 2010).

Os veios flexíveis apresentam duas propriedades importantes (Bhandari, 2010):

- baixa rigidez à flexão, o que os torna flexíveis e
- elevada rigidez à torção, tornando-os capazes de transmitir binários.

A capacidade de binário do eixo flexível depende sobretudo da direção da rotação e do raio mínimo de curvatura do eixo.

Os veios flexíveis são amplamente utilizados por unidades de baixo consumo de energia, como, por exemplo, os velocímetros ou dispositivos de posicionamento. O seu elevado grau de flexibilidade permite que estes sejam utilizados, também, em diversas outras aplicações e apresentem um bom funcionamento a altas velocidades, para a absorção de choque, apresentado ao mesmo tempo um funcionamento silencioso e sem vibrações (Suhner, 2012).

O veio flexível típico é constituído por um núcleo interno de bobinas de arame rodeadas por um invólucro que protege o veio da sujidade, retém os lubrificantes na superfície do eixo e protege o operador.

As aplicações de veios flexíveis encontram-se restritas a unidades de baixa potência (Phelan, 1970).

Para se obter um veio flexível, ter-se-á que recorrer a empresas estrangeiras, sendo as que apresentam as maiores gamas de opção estão sediadas nos Estados Unidos da América. A *S. S. White Technologies Inc.* e a *Stow Manufacturing Company*, são dois exemplos. Os preços variam de acordo com as características do veio flexível, nomeadamente as suas dimensões.

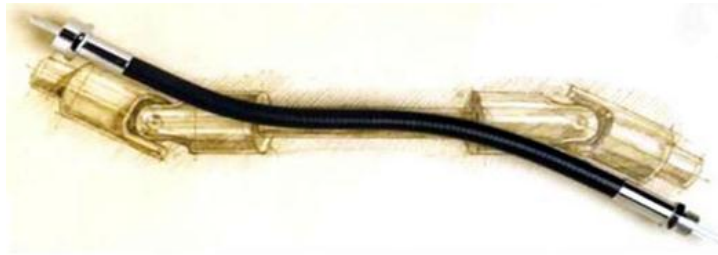


Figura 8.11 - Exemplo de um veio flexível (*S. S. White Technologies Inc, 2008*).

- **Chumaceiras de escorregamento do veio flexível**

Uma chumaceira pode ser definida como um suporte ou guia em que se apoia o eixo. Neste caso estes componentes servirão de apoio ao veio flexível, como se verifica na figura 8.14. Estas têm como função impedir que o veio flexível vibre no interior da haste, garantindo a segurança de funcionamento do dispositivo tendo assim, que permanecer fixas à haste.

- **Sistemas de encaixe**

Todos os sistemas de encaixe foram pensados e escolhidos tendo em conta a simplicidade, a segurança, a durabilidade, mas também o facto de terem que ser sujeitos à autoclave, ou seja serem de fácil esterilização. Por exemplo, no caso de se considerar um sistema de rosca para a ligação das pontas ativas, haveria posteriormente o problema de estas não ficarem completamente limpas e esterilizadas quando submetidas à autoclave. Tendo em conta estes aspetos, apresentam-se seguidamente os sistemas de encaixe escolhidos para cada uma das partes do dispositivo:

1. Encaixe do motor

Este encontra-se fixo ao dispositivo através de uma interface de apoio e a sua ligação ao veio flexível é feito recorrendo a um sistema de encaixe simples e direto.

2. Encaixe das chumaceiras de escorregamento

Estas encontram-se fixas à haste do dispositivo, através de pequenos parafusos de cabeças embutidas, como se verifica na figura 8.12. Assegura-se, assim que estas permanecem fixas e que apoiam o veio flexível impedindo-o de vibrar.

3. Encaixe das pontas ativas e do braço adaptável

Recorre-se aos *raccords* de ligação rápida, estes são uma das componentes mais importantes na construção deste dispositivo, uma vez que é a sua existência que permite adaptar ao dispositivo as diferentes pontas ativas de acordo com o tipo de dente. São também responsáveis pela ligação da haste aos dois possíveis modos de funcionamento: como sindesmótomo ou como parte integrante do dispositivo.

4. Encaixe entre as duas hastes – sistema pivô

Para o sistema pivô, cuja função é abrir e fechar recorreu-se a um sistema simples como o utilizado em tesouras e alicates. Este não obriga o dentista a grandes movimentos de encaixe e desencaixe e desempenha a função de abrir e fechar dependendo da necessidade do especialista, além disso encontra-se fixo e poderá ser sujeito à autoclave. Para tal, foi utilizado um perno roscado M5 e com um comprimento de 12mm.

- **Peso do dispositivo**

No anexo C encontram-se tabelados os pesos dos diferentes instrumentos odontológicos atualmente utilizados. Da análise dessa mesma tabela observa-se um peso mínimo de 32 g no caso do sindesmótomo e máximo de 210 g para o boticão. Depois da análise destes dados pode concluir-se que o dispositivo deverá ter um peso máximo que ronde os 210g (excluindo o suporte do motor, o motor e a plataforma reguladora de intensidade).

- **Dimensões finais do dispositivo**

A parte essencial do dispositivo, ou seja, não incorporando suporte do motor e a plataforma reguladora de intensidade, apresenta um comprimento total de 182 mm, como se verifica na figura 8.13 (147 mm relativos às duas hastes, dado que estas terão o mesmo comprimento, e 35 mm de comprimento da ponta não contando a parte do encaixe). Definiu-se que o ângulo máximo de abertura será de 43°. No entanto, estas medidas ainda poderão ser aprimoradas, dado que atualmente o boticão tem uma dimensão máxima de 208mm, sendo então este o limite para o comprimento do dispositivo. Assim, nas figuras 8.14 e 8.15 pode ver-se a representação tridimensional do dispositivo completo e como sindesmótomo.

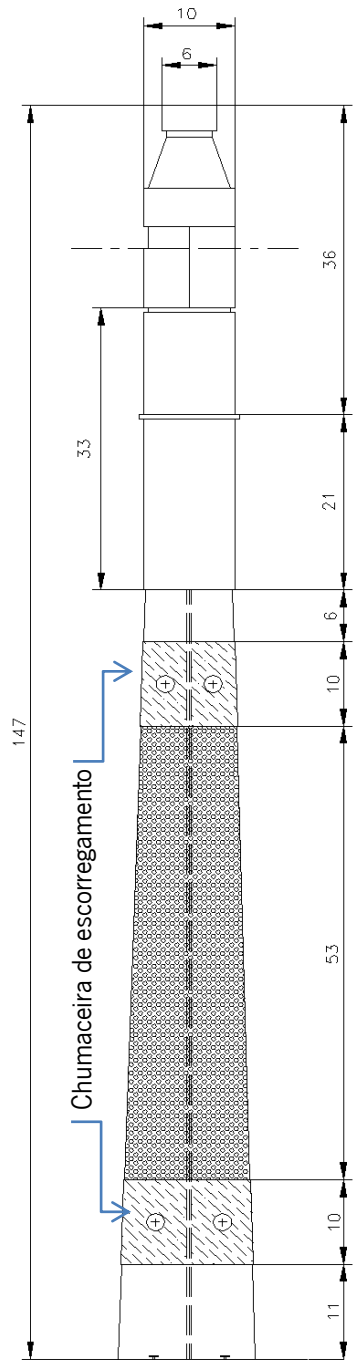


Figura 8.12 – Desenho esquemático do dispositivo completo com as respetivas dimensões principais.

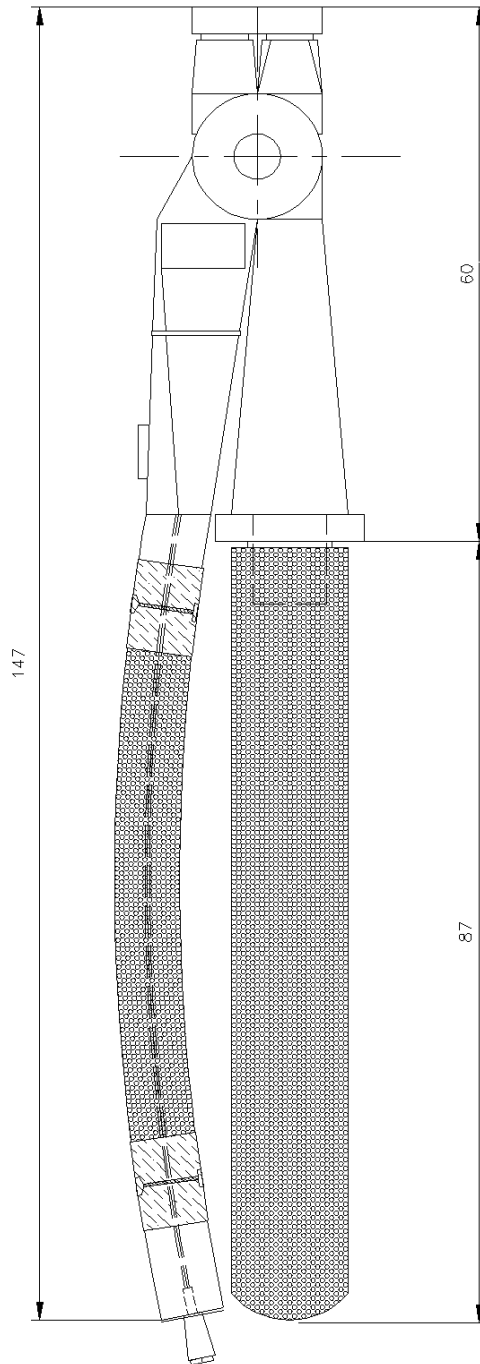


Figura 8.13 – Desenho esquemático do dispositivo completo com as respetivas dimensões principais.

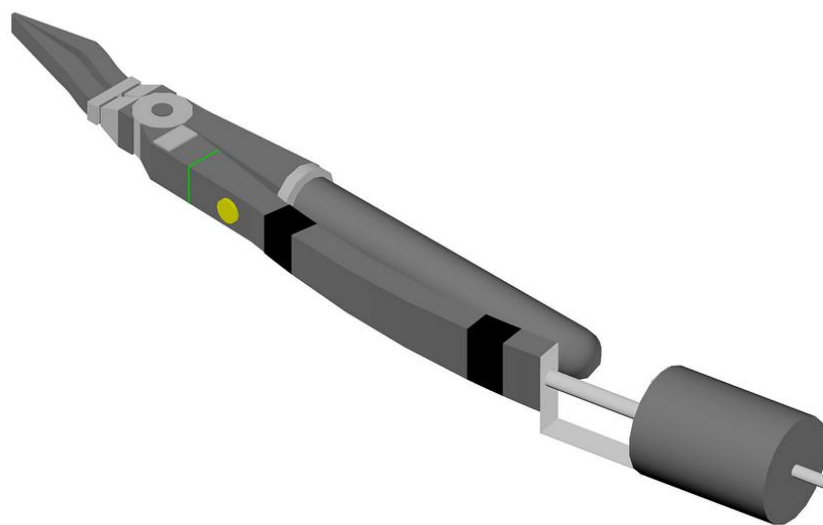


Figura 8.14 – Representação do dispositivo completo.

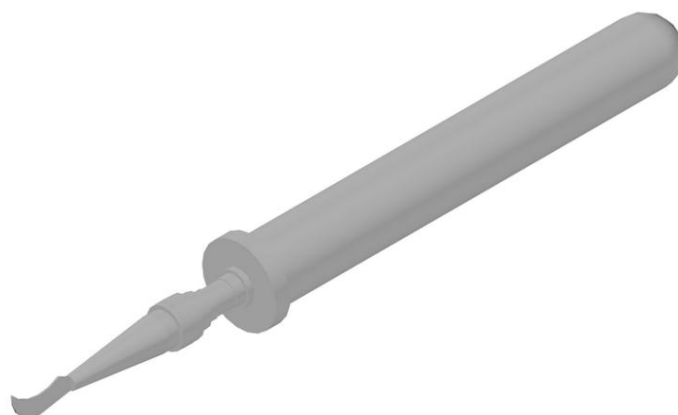


Figura 8.15 – Representação final do sindesmótomo.

9. Conclusões

A procura do ser humano por padrões de vida superiores é uma constante que tem conduzido ao desenvolvimento de cada vez melhores soluções terapêuticas, novos dispositivos ou técnicas destinados a diagnosticar, tratar ou reabilitar indivíduos com diferentes problemas de saúde.

O principal objetivo deste trabalho foi estudar e conceber um novo dispositivo médico, que permitisse auxiliar o médico dentista aquando do processo de extração dentária. Para tal foram pensadas diferentes soluções que cumpriam com os objetivos pretendidos, sendo os principais cortar, segurar, luxar e extrair. No entanto foi necessária realizar uma análise completa, para que se encontrasse a solução ideal, aquela que poderia cumprir com maior eficiência, cada um desses requisitos. Assim, pode concluir-se que na realização de um projeto surgirão várias soluções que de forma mais ou menos eficiente cumprirão com aquilo que se pretende, no entanto depois será necessário recorrer a uma análise mais profunda, para que se consiga encontrar a que verdadeiramente poderá agradar ao consumidor.

É importante realçar, que atualmente são utilizados três dispositivos, utilizando-se cada um deles para realizar funções diferentes. Assim, utiliza-se o sindesmótomo para a desinserção dos tecidos moles que envolvem o dente, a alavanca aquando da luxação e o boticão que pode, também, auxiliar no processo de luxação, embora a sua principal função seja para a extração completa do dente da cavidade oral. O que se pretendia com este trabalho, era compilar estes três dispositivos num só que pudesse realizar as mesmas funções, apresentando, além destes, mais um ponto inovador, que é a introdução de um sistema vibratório que fará a luxação do dente, não precisando o especialista de recorrer à força para realizar essa função. Estes objetivos foram conseguidos, pois projetou-se um dispositivo que cumpre com as diferentes funções e que possui um motor que induz a vibração focando-a nas pontas ativas do mesmo. Além disto, este é também um dispositivo modular dado que permite alterar as pontas ativas utilizando aquela que melhor se adequa ao dente a remover.

Assim, de uma forma geral, cumpriu-se com aquilo que era esperado, no entanto há ainda um grande caminho pela frente, dado que o trabalho aqui apresentado representa, apenas, a fase inicial do projeto. Embora já exista uma solução conceptual, há ainda muitos passos para dar, até se determinar a viabilidade deste dispositivo.

10. Trabalhos Futuros

Pretendia-se ainda dentro deste projeto, ter-se construído um protótipo e efetuar testes de forma a verificar a viabilidade do dispositivo, no entanto, dentro do tempo que se dispunha para a realização do mesmo não foi possível atingir esses objetivos. Deste modo, existe uma série de passos/tarefas que ainda se poderão dar futuramente, para que este dispositivo possa, um dia chegar ao mercado.

Assim, inicialmente ter-se-á que verificar todos os desenhos, garantindo uma solução adequada para a construção do dispositivo.

Seguidamente poder-se-á passar para a fase do fabrico e construção do dispositivo, sendo que o primeiro passo para tal será a compra do veio flexível, pois sem este não poderá ser testada a vibração. A componente de vibração é extremamente importante e necessita de ser convenientemente testada. Depois de se ter os diferentes componentes fabricados, ter-se-á que montar o dispositivo.

Atingir-se-á, então a fase mais importante, a de testar o dispositivo. Neste ponto será de extrema importância verificar a viabilidade de cada um dos componentes verificando o seu funcionamento individualmente e em conjunto para que se garanta que o dispositivo realizará tudo aquilo que se pretende. Deverão ser testados todos os sistemas de encaixe, bem como o sistema de vibração no próprio dispositivo. Haverá, assim uma maior garantia de que o dispositivo apresentará um elevado nível de segurança, sendo este um ponto fulcral para que possa futuramente ser integrado no mercado. Antes disso, mesmo acontecer terá que ser testado por médicos dentistas, para que se possa verificar a sua adaptabilidade clínica e para que se possa ter a opinião daqueles que futuramente poderão trabalhar com o dispositivo em causa.

Poderá também haver a necessidade de se focar o estudo nas pontas ativas, não só no sistema de encaixe, pois haverá necessidade de verificar se o princípio escolhido ao longo deste projeto é realmente o mais adequado e seguro. A par da vibração este é um ponto fulcral para que se garanta um bom funcionamento de todo o dispositivo.

Como se pode verificar há, ainda um longo caminho a percorrer para que se garanta a viabilidade do dispositivo e para que possa, um dia, chegar ao mercado.

Referências Bibliográficas

- Aesculpa**, 2012, www.4squarehealthcare.co.uk, consultado em Junho de 2012.
- Asa Dental**, 2012, www.asadental.it, consultado em Dezembro de 2011.
- Bhandari, V., B.**, (2010). *“Design of machine elements”*, 3rd edition, The McGraw – Hill Companies, New York.
- Blake, C. E.**, (1893). *“Dental Forceps”*, United States Patent Office, California.
- Broomell, N., Fischelis, P.**, (1917). *“Anatomy and histology of the mouth and teeth”*, 5th edition. P. Blakiston’s son & co: Philadelphia.
- Burnett, C. R.**, (1939). *“Dental Forceps”*, United States Patent Office, Mich.
- Carl Martin**, 2012, www.carlmartin.de, consultado em Junho de 2012.
- Christensen, R. O.**, (1951). *“Forceps”*, United States Patent Office, Minn.
- Cohen, L.**, (1995). *“Quality Function Deployment: How to Make QFD Work for You”*, Addison-Wesley Publishing Comp., Engineering Process Improvement Series.
- Cross, N.**, (1994). *“Engineering Design Methods: Strategies for Product Design”*, John Wiley, Chichester, 2nd Edition.
- Delft University of Technology, 2012**, www.tudelft.nl, Consultado em Maio de 2012.
- Diário da Republica**, 1ª serie – Nº115 – 17 de Junho de 2009
- Diliberto, J. F.** (1974). *“Tooth extraction vibrator”*, United States Patent Office, Worcester.
- Edward, E. and Peterson, L. J.**, (2005). *“Cirurgia oral e maxilofacial”*, ELSEVIER, 4ª edição.
- Fisioterapia Carolina Barbosa Ribeiro**, 2011,
http://www.fisioterapiacarolribeiro.com.br/sitehome/index.php?option=com_content&view=article&id=80:atm-articulacao-temporomandibular&catid=35:artigos&Itemid=55
- Fragiskos, D.**, (2007). *“Oral surgery”*, Springer editors, chapter 4 - Equipment, instruments and materials, pgs. 55-195.
- Fyffe, D.**, (1995). *“Dental Forceps”*, United States Patent Office, Dallas.
- Gnaneswara,V.** (2005). *“An Evaluation of anthropometrics and hand performance of four ethnic population”*, Unpublished Thesis Presented at The University of Nebraska-Lincoln.
- Golden, R.**, (2010). *“Forceps for molar extraction”*, United States Patent Application Publication, Detroit.
- Hodges, L., & Adams, J.**, (2007). *“Grip strength and dexterity: a study of variance between right- and left-handed healthy individuals”*, Hand Therapy, 12(1), 15-21.

Imrhan, S.N., Nguyen, M. and Nguyen, N. “*Handanthropometry of americans of vietnamese origin*”.*Int. J. Indus. Ergonom.*, 12: 281-287.

INFARMED, <http://www.infarmed.pt/portal/page/portal/INFARMED>, consultado em Janeiro de 2012.

Integrated Publishing Medical, http://medical.tpub.com/14275/css/14275_141.htm, consultado em Dezembro de 2011.

Jürgens, H.W., Matzdorff, I., and Windberg, J., “*International anthropometric data for work-place and machinery design*”, *International Anthropometric Data*.

Koemer, K., (2006). “*Manual of minor Oral Surgery for the general dentist*”. 1st edition, Blackwell Publishing, Berlin.

Komatsu, K., (2009). “*Mechanical Strength and Viscoelastic Repose of the Periodontal Ligament in Relation to Structure*”, *Journal of Dental Biomechanics*, Japan.

Krajieski, G. C., (1936) “*Dental Forceps*”, United States Patent Office, Philadelphia.

Lancaster, H. N., (1901). “*Dental Forceps*”, United States Patent Office, Chicago.

Laroche, C., Barr, A., Dong, H., Rempel, D., (2006). “*Effect of dental tool surface texture and material on static friction with a wet gloved fingertip*”, *Journal of Biomechanics*, 40, 697–701.

Lewis, H., Gertsakis, J., (2001). “*Design and Environment: A Global Guide to Designing Greener Goods*”, Greenleaf Publishing.

MATWEB, “Austenitic Stainless steel”, 2012, www.matweb.com, consultado em Junho de 2012.

McLain, T. M., (2010). “*The Use of Factor Analysis in the Development of Hand Sizes for Glove Design*”, MSc Thesis, University of Nebraska at Lincoln.

Miller, J. E., (1929). “*Dental Forceps*”, United States Patent Office, West Virginia.

Moller, E. B., (1950). “*Dental Forceps*”, United States Patent Office, Nova York.

Naressi, W.G., (2005). “*O Consultório: sua instalação, o ambiente físico de trabalho, o equipamento e a distribuição na sala clínica*”, *Ergonomia em Odontologia*.

OdontoGeral, 2010, <http://odontogeral.blogs.sapo.mz/4146.html>, consultado em Novembro de 2011.

Odontologia, 2010, <http://natiodontologia-odontologia.blogspot.pt/2010/07/dentes-permanentes.html>, consultado em Novembro de 2011.

- Pahl, G., Beitz, W.**, (2001). "*Engineering Design: A Systematic Approach*", Ed. Ken Wallace, 2nd Edition, Springer, London.
- Peterson, L. J., Hupp, J. R., Ellis III, E., Tucker, M. R.**, (2003). "*Cirurgia Oral e Maxilofacial contemporânea – Tradução*", 3ª edição, capítulo 6 – Instrumentação para cirurgia oral básica. pp. 108-118. Editora ELSEVIER.
- Phelan, R.**, (1970). "*Fundamentals of Mechanical Design*". 3th edition, McGraw-Hill Books, New York.
- Portal da Saúde**, 2006, <http://www.portaldasauade.pt/NR/exeres/661CC91F-347E-4304-A56E-6C56920D7C48.htm>, consultado em Novembro de 2011.
- Prodont-Holliger**, 2012, www.prodont-holliger.com, consultado em Junho de 2012.
- Pugh, S.**, (1997). "*Total Design: Integrated Methods for Successful Product Engineering*", Addison-Wesley, Wokingham.
- Reocitie – Consultório Odontológico**, 2011, <http://www.reocities.com/HotSprings/Falls/6327/dentes.html>
- Seeley, R., Stephens, T.D. e Tate, P.**, (1997). "*Anatomia e Fisiologia*" (*Anatomy & Physiology*). Lusodidacta.
- S. S. White Technologies Inc, "Flexible shafts"**, 2008, <http://www.sswt.com/flexible-shaft.htm>, consultado em Setembro de 2012.
- Suhner, "Veios para transmissão de esforços"**, 2012 http://www.suhner-transmission-expert.com/site/index.cfm?id_art=32656&vsprache=PT, consultado em Setembro de 2012.
- Ulijaszek, S.J.**, (1994). "*Anthropology: The Individual and the Population*", Cambridge University Press.
- Wikipédia**, http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f4/Maxillary_central_incisors01-01-06.png, consultado em Novembro de 2011.
- Woelfel JB, Scheid RC.**, (2000). "*Anatomia dental: sua relevância para a odontologia*", 5ª edição, Guanabara Koogan: Rio de Janeiro.

Anexos

Anexo A – Medidas antropométricas da mão masculina e feminina.

Tabela A1 - Medidas antropométricas da mão masculina, relativas a Portugal e Espanha (Delft University of Technology).

Medidas antropométricas da mão nos homens								
Nº	Segmento	Unidade	Média	Desvio Padrão	Percentil			Idade (anos)
					5%	50%	95%	
1	Palmo polegar	sem mm	85	3	80	85	90	18 - 60
2	Comprimento da mão		185	14	162	185	208	

Tabela A2 - Medidas antropométricas da mão feminina, relativas a Portugal e Espanha (Delft University of Technology).

Medidas antropométricas da mão nas mulheres								
Nº	Segmento	Unidade	Média	Desvio Padrão	Percentil			Idade (anos)
					5%	50%	95%	
1	Palmo polegar	sem mm	75	3	70	75	80	18 - 60
2	Comprimento da mão		175	14	152	175	198	

Anexo B – Propriedades do aço inoxidável 316L.

Tabela B1 - Propriedades do aço inoxidável 316L (MATWEB "Austenitic Stainless steel", 2012).

Mechanical Properties	Metric
Hardness, Brinell	146
Hardness, Knoop	166
Hardness, Rockwell B	79
Hardness, Vickers	152
Tensile Strength, Ultimate	560 MPa
Tensile Strength, Yield	235 MPa
Elongation at Break	55.0 %
Modulus of Elasticity	193 GPa
Charpy Impact	103 J
Izod Impact	150 J
Thermal Properties	Metric
Specific Heat Capacity	0.500 J/g-°C @Temperature 0.000 - 100 °C
Melting Point	1375 - 1400 °C
Solidus	1375 °C
Liquidus	1400 °C
Maximum Service Temperature, Air	870 °C
	925 °C

Anexo C – Preços e especificações de diferentes instrumentos odontológicos.

Tabela C1 – Preço e especificações de diferentes instrumentos odontológicos (Catálogo Asa Dental, 2012).

Dipositivo	Preço (€)	Especificações
Sindesmótomo	28.80	<ul style="list-style-type: none"> • Sindesmótomo reto • Peso: 32 g
	28.80	<ul style="list-style-type: none"> • Sindesmótomo curvo • Peso: 33,9 g
Alavanca	26.80	<ul style="list-style-type: none"> • Alavanca reta • Peso: 66,8 g
	26.80	<ul style="list-style-type: none"> • Alavanca curva • Peso: 63,5 g
Boticão		<ul style="list-style-type: none"> • Extração de dentes incisivos e caninos inferiores;
	56.30	<ul style="list-style-type: none"> • Peso: 141,5 g
	53.90	<ul style="list-style-type: none"> • Peso: 176,5 g
		<ul style="list-style-type: none"> • Extração de dentes incisivos e caninos superiores.
	56.30	<ul style="list-style-type: none"> • Peso: 158,5 g
	53.90	<ul style="list-style-type: none"> • Peso: 171 g
	53.90	<ul style="list-style-type: none"> • Peso: 210 g
	56.60	<ul style="list-style-type: none"> • Peso: 210 g
	53.90	<ul style="list-style-type: none"> • Extração de dentes caninos superiores; • Peso: 171 g
	53.90	<ul style="list-style-type: none"> • Extração de dentes caninos superiores; • Peso: 171 g
		<ul style="list-style-type: none"> • Extração pré-molares inferiores;
	56.30	<ul style="list-style-type: none"> • Peso: 152 g
	53.90	<ul style="list-style-type: none"> • Peso: 169,5 g
53.90	<ul style="list-style-type: none"> • Peso: 171 g 	
	<ul style="list-style-type: none"> • Extração pré-molares superiores; 	
56.30	<ul style="list-style-type: none"> • Peso: 150,5 g 	
53.90	<ul style="list-style-type: none"> • Peso: 158,5 g 	
	<ul style="list-style-type: none"> • Extração molares inferiores; 	
56.30	<ul style="list-style-type: none"> • Peso: 150,5 g 	

Tabela C1 – Preço e especificações de diferentes instrumentos odontológicos (Catálogo Asa Dental, 2012) (continuação).

Dipositivo	Preço (€)	Especificações
Boticão		• Extração de molares inferiores
	53.90	• Peso: 171 g
	53.90	• Peso: 182 g
	53.90	• Peso: 175 g
	53.90	• Peso: 164 g
	56.60	• Peso: 210 g
	53.90	• Extração molares inferiores do lado direito; • Peso: 150,5 g
	53.90	• Extração molares inferiores do lado esquerdo; • Peso: 171 g
		• Extração molares superiores;
	53.90	• Peso: 171 g
	56.60	• Peso: 210 g
		• Extração molares superiores do lado direito;
	56.30	• Peso: 150,5 g
	53.90	• Peso: 171 g
	53.90	• Peso: 210 g
	53.90	• Peso: 162,5 g
		• Extração molares superiores do lado esquerdo;
	56.30	• Peso: 150,5 g
	53.90	• Peso: 171 g
	53.90	• Peso: 164 g
53.90	• Peso: 210 g	
	• Extração terceiros molares inferiores;	
56.30	• Peso: 163 g	
53.90	• Peso: 171 g	

Tabela C1 – Preço e especificações de diferentes instrumentos odontológicos (Catálogo Asa Dental, 2012) (continuação).

Dipositivo	Preço (€)	Especificações
Boticão		<ul style="list-style-type: none"> • Extração terceiros molares superiores;
	56.30	<ul style="list-style-type: none"> • Peso: 163 g
	53.90	<ul style="list-style-type: none"> • Peso: 171 g
	53.90	<ul style="list-style-type: none"> • Peso: 208,5 g