

Margarida Coelho Banha Diogo Estrela

Laser em Odontopediatria - Frenectomia em Foco

Universidade Fernando Pessoa

Faculdade de Ciências da Saúde

Porto, 2018

Margarida Coelho Banha Diogo Estrela

Laser em Odontopediatria - Frenectomia em Foco

Universidade Fernando Pessoa
Faculdade de Ciências da Saúde

Porto, 2018

Tecnologia Laser em Odontopediatria - Frenectomia em Foco

“Trabalho apresentado à Universidade Fernando Pessoa como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária.”

(Margarida Coelho Banha Diogo Estrela)

Resumo

Objetivo

Aprofundar o conhecimento do uso do laser em medicina dentária/odontopediatria. O foco principal é a frenectomia com recurso ao laser, comparando-a com a técnica convencional.

Metodologia

A revisão da literatura teve como base uma pesquisa bibliográfica de artigos publicados em revistas científicas disponíveis em bases de dados eletrónicas. Foram incluídos artigos que relacionassem o uso do laser em frenectomia, publicados entre 2000 e 2018 apenas em língua Espanhola, Inglesa e Portuguesa.

Descrição do tema

O laser foi introduzido na medicina dentária com o objetivo de ultrapassar algumas desvantagens impostas pelos métodos convencionais. A terapia laser constitui um recurso inovador para uma estratégia preventiva e terapêutica eficaz em odontopediatria. Os freios orais apresentam muitas vezes alterações de forma, constituição e inserção sendo necessário, nestes casos, por vezes, realizar uma frenectomia. O laser é uma boa alternativa à cirurgia convencional.

Palavras-chave: anquiloglossia, laser, freio labial, freio lingual, medicina dentária, odontopediatria.

Abstract

Objectives

To deepen the knowledge of the use of the laser in dental medicine / pediatric dentistry. The main focus is the frenectomy using the laser, comparing it with the conventional technique.

Material and Methods

The literature review was based on a bibliographical research of articles published in scientific journals available in electronic databases. We included articles that related the use of the laser in frenectomy, published between 2000 and 2018 only in Spanish, English and Portuguese.

Development

The laser was introduced in dentistry with the aim of overcoming some of the disadvantages imposed by conventional methods. Laser therapy is an innovative resource for an effective preventive and therapeutic strategy in pediatric dentistry. The oral braces often present changes in shape, constitution and insertion, and in these cases, sometimes, a frenectomy is necessary. Laser is a good alternative to conventional surgery.

Key words: *ankyloglossia, dentistry, laser, lingual frenum, lip frenum, pediatric dentistry.*

*“Se podemos sonhar, também podemos
tornar os nossos sonhos realidade.”*

Walt Disney

Agradecimentos

Aos meus pais e irmãos, que tornaram este sonho possível. Por todo amor incondicional, apoio, incentivo, esforço, preocupação ao longo da minha vida. Obrigada por tudo o que me ensinaram, pelos valores e educação que me inculcaram, pela confiança que depositaram em mim, por me fazerem sentir em casa mesmo a muitas centenas de quilómetros de distância.

À minha família e amigos que me ajudaram ao longo deste percurso. Obrigada por todo o carinho e por toda a partilha.

À minha professora e orientadora, Dr.^a Rita Rodrigues, pela ajuda imensurável, motivação, disponibilidade e paciência na concretização deste trabalho.

Ao Professor Doutor António Lobo, pela disponibilidade e auxílio na elaboração desta monografia.

A todos os professores e funcionários que me acompanharam nesta jornada, pelos conhecimentos transmitidos, pelo apoio, dedicação e bons momentos que me proporcionaram.

Índice geral

	Página
I – Introdução	1
1. Materiais e métodos	1
II – Desenvolvimento	2
1. Laser – considerações gerais	2
i.i História do laser	2
i.ii Funcionamento da tecnologia laser	3
2. Laser em odontopediatria	5
ii.i Vantagens e desvantagens	5
ii.ii Contraindicações do uso da terapia laser	6
3. Freios	6
iii.i Freio lingual	6
iii.ii Freios labiais	8
iii.iii Freios laterais	10
iii.iv Frenectomia	10
III – Discussão	13
IV – Conclusão	15
V – Bibliografia	16
VI – Anexos	21
Anexo 1 – Lei nº 25/2010, de 30 de agosto, que regulamenta as normas de segurança no uso dos equipamentos laser em Portugal.	21
Anexo 2 – Tipos de laser usados em odontopediatria e respetivas aplicações.	34
Anexo 3 – Descrição das alterações e problemas funcionais relacionados com a anquiloglossia.	35
Anexo 4 – Autorização referente à figura 1	36
Anexo 5 – Autorização referente à figura 2	37
Anexo 6 – Autorização referente às figuras 3 e 4	38

Índice de figuras

	Página
Figura 1 Absorção relativa da luz laser (adaptado de Olivi et al., 2010)	4
Figura 2 Classificação para avaliar a mobilidade lingual, segundo (Durán et al., 2007)	8
Figura 3 Radiografia periapical onde é visível a fenda óssea em forma de “W” entre os incisivos centrais superiores.	9
Figura 4 Freio labial superior hipertrófico de inserção anormal.	9

Índice de tabelas

	Página
Tabela 1 Frenectomia no freio labial superior hipertrófico e/ou de inserção alterada em associação com um diastema interincisivo: resumo das opções de tratamento em dentição decídua e permanente.	10

Abreviaturas e Siglas

\geq	Maior ou igual
λ	Comprimento de onda
ATM	Articulação Temporo Mandibular
CO ₂	Dióxido de Carbono
cm ²	Centímetro quadrado
E	Energia
Er,Cr:YSGG	<i>Erbium, Chromium: Yttrium-Scandium-Gallium-Garnet</i>
Er:YAG	<i>Erbium-doped Yttrium Aluminium Garnet</i>
f	Frequência
FDA	<i>Food and Drug Administration</i>
HILT	<i>Hight Intensity Laser Treatment</i>
Hz	Hertz
J	Joule
laser	<i>light amplification by stimulated emission of radiation</i>
LILT	<i>Low Intensity Laser Treatment</i>
min	Minutos
mW	Miliwatt
Nd:YAG	<i>Neodymium-doped yttrium aluminium garnet</i>
nm	Nanómetro
t	Tempo
W	Watt

I. Introdução

A tecnologia laser tem sido, ao longo dos tempos, utilizada em diversas áreas da medicina, tendo sido inserida no ramo da medicina dentária, a fim de atender às necessidades de diagnóstico e terapêutica de pacientes de forma mais rápida e eficiente (Aldelaimi et al., 2014).

O campo eletivo das aplicações com laser está representado pelo tratamento dos tecidos moles, uma vez que a maior parte das aplicações com laser estão relacionadas precisamente com a interação dos distintos comprimentos de onda (λ) com os tecidos moles (Maggioni et al., 2010).

Neste contexto, surge o interesse na aplicação do laser em frenectomias. O laser veio simplificar a técnica cirúrgica e minimizar a dor ou o edema pós-operatório (Pié-Sánchez et al., 2011). A inovação que surgiu da aplicação do laser na medicina dentária, os benefícios do seu uso tanto para o médico dentista como para o paciente, assim como o interesse por novas tecnologias no ramo da medicina dentária, motivaram a autora para a escolha deste tema. Do mesmo modo, a perspectiva futura de proximidade clínica e profissional com o laser serviram de incentivo extra na organização desta pesquisa.

Este trabalho tem como principais objetivos dar a conhecer o vasto mundo de aplicações da tecnologia laser mencionada na medicina dentária e, especificamente, a abordagem clínica em frenectomias.

1. Materiais e métodos

A revisão da literatura realizada teve como base uma pesquisa bibliográfica de artigos publicados em revistas científicas disponíveis nas bases de dados eletrônicas: *Pubmed*, *Scielo*, *Scopus*, *Science Direct*, *Medline* e *B-on*. A pesquisa foi realizada entre novembro de 2017 e janeiro de 2018 de artigos publicados nos últimos 20 anos com restrição à língua Inglesa, Espanhola e Portuguesa. As palavras-chave *ankyloglossia*, *dentistry*, *laser*, *lingual frenum*, *labial frenum*, *pediatric dentistry* foram utilizadas isoladas ou em conjugação.

Dos 2045 artigos encontrados, foram selecionados 312 após a primeira leitura do título e do resumo. Foram eliminados todos os que divergiam substancialmente do tema em estudo e os que não estavam disponíveis para leitura completa. Após a leitura completa dos artigos excluíram-se 224, por não serem considerados relevantes para a elaboração desta dissertação, obtendo-se um total de 75 artigos, 1 livro e 1 Decreto-lei.

II. Desenvolvimento

1. Laser – considerações gerais

i.i História do laser

O primeiro véu da descoberta foi levantado por Albert Einstein em 1916, a partir das leis do físico Max Planck, pai da física quântica e autor da radiação do corpo negro. Einstein já desconfiava que a luz poderia ser concentrada num único raio e, através da Teoria da Emissão Estimulada, descobriu o princípio básico do laser, mas a teoria acabaria por ficar esquecida até ao final da Segunda Guerra Mundial (Chaudhary et al., 2013; Convissar, 2011; Nazemisalman et al., 2015; Prockt et al., 2008).

Quase meio século depois, com estudos intercalares de Charles Hard Townes (físico que inventou o maser, acrónimo que significa amplificação de micro-ondas pela emissão estimulada da radiação e tem o mesmo princípio de funcionamento do laser) e dos soviéticos Nicolay Basov e Aleksander Prokhorov sobre a mesma tecnologia. Estes últimos investigadores publicaram um artigo onde demonstraram que é possível usar o princípio do maser para produzir luz visível. Quem revela então ao mundo o primeiro laser nos laboratórios de pesquisas Hughes, na Califórnia, Estados Unidos, foi Theodore Maiman (Aldelaimi et al., 2014; Convissar, 2011; Nazemisalman et al., 2015; Neena et al., 2015; Prockt et al., 2008).

Foi a 16 de Maio de 1960 que Theodore Maiman, através de um cristal de rubi sintético usado como um amplificador ótico, desenvolveu o primeiro laser funcional (Dang e Rallan, 2013; Santos Neves et al., 2005; Nazemisalman et al., 2015).

O acrónimo laser – *light amplification by stimulated emission of radiation*, que significa amplificação da luz por emissão estimulada de radiação (Awooda et al., 2007; Cavalcanti et al., 2011; Shanthi, 2015; Neena et al., 2015).

Ao longo dos anos muitos outros laser foram surgindo, tais como: o laser Nd:YAG (*Neodymium-doped Yttrium Aluminium Garnet*) em 1961 (Gross et al., 2007; Verma et al., 2012); o laser argon e o primeiro laser semiconductor em 1962; o laser CO₂ (Dióxido de Carbono) desenvolvido por Kumar Patel no *Bell Laboratories* em 1964 (Khajuria et al., 2016).

A primeira aplicação do laser na área da medicina foi para o diagnóstico e tratamento de condições dermatológicas, sendo mais tarde utilizado para a cirurgia endoscópica e posteriormente na oftalmologia (Nazemisalman et al., 2015). A primeira aplicação do laser

em medicina dentária (MD) foi na cirurgia oral de tecidos moles, com a função de um bisturi, ou seja, para corte por ablação. Mais tarde, em 1997 a *Food and Drug Administration* – FDA aprovou o uso do laser de Er: YAG para a remoção da lesão de cárie dentária e preparação das cavidades (Dang e Rallan, 2013; Khajuria et al., 2016). Em 1998, o primeiro laser díodo foi aprovado para a cirurgia de tecidos moles (Khajuria et al., 2016).

A tecnologia laser tem avançado significativamente desde então e o seu uso tem contribuído para muitas áreas da MD, incluindo odontopediatria, periodontia, endodontia, cirurgia oral, dentística, higiene oral e prostodontia. É também muito utilizada em tratamentos estéticos e em tratamentos da articulação temporomandibular.

i.ii Funcionamento da tecnologia laser

O mecanismo de ação do laser é baseado no princípio da emissão estimulada (Kravitz, 2012; Nazemisalman et al., 2015).

Os laser são compostos por um meio ativo que é um componente ativo natural ou artificial que determina o comprimento de onda do laser e, pode ser, sólido, líquido ou gasoso (Khajuria et al., 2016; Nazemisalman et al., 2015); uma fonte de bombeamento que excita o meio ativo, sendo a energia a partir desta fonte primária absorvida pelo meio ativo, resultando na produção da luz laser (Reza et al., 2011; Khajuria et al., 2016); uma cavidade ótica ou ressoador que permite que a energia luminosa seja amplificada e libertada da máquina, produzindo, assim, o feixe de laser (Kravitz, 2012).

Nos laser utilizados em MD, a luz laser é transmitida aos tecidos alvo por meio de um cabo de fibra ótica, um braço articulado ou um guia de onda ótico. O sistema é complementado pelo sistema de focalização, um sistema de refrigeração, entre outros controlos (Nazemisalman et al., 2015; Verma et al., 2012).

Com base na potência de emissão os laser podem ser classificados como de alta, média e baixa intensidade (Bagga et al., 2006; Gomes, Lopes e Ribeiro, 2010; Gontijo et al., 2005; Lins et al., Neves et al., 2005). Ainda de acordo com a potência e relacionando com a sua utilidade clínica estão divididos em laser não-cirúrgicos ou LILT (*Low Intensity Laser Treatment*) e em laser cirúrgicos ou HILT (*Hight Intensity Laser Treatment*).

Os HILT, concentram uma grande quantidade de energia num espaço pequeno e produzem a ablação, carbonização, vaporização e a coagulação do tecido, com um notório efeito térmico associado (Boj et al., 2011; Moritz et al., 2006). Os LILT usam luz infravermelha com uma potência média a variar entre os 50mW e 1W e, por isso, não produzem um efeito térmico. A foto-ativação provoca a bioestimulação de células e deste modo leva ao seu efeito analgésico,

anti-inflamatório e acelerador de cicatrização, particularmente nos tecidos inflamados e edemaciados (Boj et al., 2011; Catão, 2004; Sandhya, 2016).

Os laser mais utilizados em MD possuem vários comprimentos de onda de emissão variáveis e o seu modo de transmissão pode ser contínuo ou pulsado. De acordo com as diferentes áreas da MD e com os diferentes tipos de tecidos, estão recomendados laser com características diferentes no comprimento de onda de emissão, na densidade de potência, na forma de emissão, entre outras.

O comprimento de onda do laser determina a sua aplicação clínica e o tipo de laser a utilizar (Figura 1).

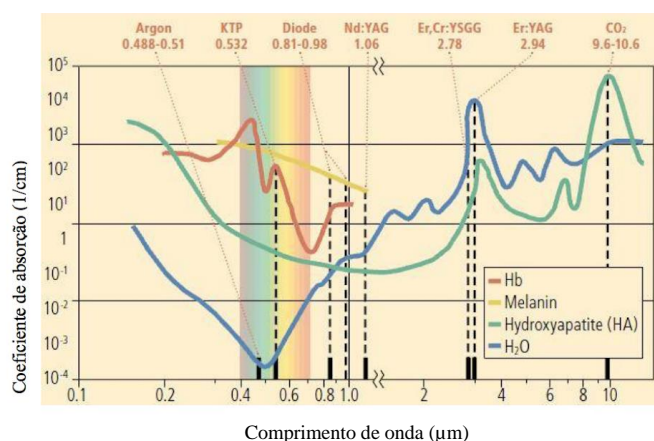


Figura 1 – Absorção relativa da luz laser (adaptado de Olivi et al., 2010). Com autorização do autor, anexo 4.

O modo de utilização é outro fator muito importante a considerar, pois se a focagem tiver maior profundidade e menor diâmetro de ação, irá promover uma função de corte semelhante ao bisturi, mas no caso do laser o corte ocorre por ablação e não por incisão. Caso seja utilizado em modo desfocado (mais recomendado nas frenectomias) (Bagga et al., 2006; Santos et al., 2007), vai apenas atingir as camadas superficiais dos tecidos abrangendo uma área de superfície menor.

Durante a realização da prática clínica com a tecnologia laser, uma mistura de gases e detritos é formada, por isso, é imperativo que o médico dentista e os seus auxiliares adiram ao protocolo de controlo de infeção e utilizem uma sucção de alta velocidade (Coluzzi, 2005; Menchaca e Silva, 2015; Piccone, 2004). Os raios laser, refletidos ou dispersos, podem ser perigosos para a pele e/ou olhos desprotegidos, pelo que, o uso de óculos de proteção específicos para cada laser deve ser consistentemente utilizado em todos os momentos pela equipa médico-dentária, pelo paciente e qualquer outro observador presente durante o ato médico com utilização do laser (Kravitz e Kusnoto, 2008).

A utilização de um laser a tecnologia laser cumpre leis que regulamentam as normas de segurança dos equipamentos laser em Portugal, Lei nº 25/2010 (anexo 1).

2. Laser em odontopediatria

É de extrema importância que os pais/responsáveis sejam motivados para a necessidade de um acompanhamento da saúde oral dos seus filhos, desde o nascimento, a fim de prevenir problemas orais controláveis. Para que haja um acompanhamento de excelência, os odontopediatras devem estar a par das mais recentes tecnologias, de forma a melhorar a sua qualidade de trabalho (Gutknecht et al., 2005; Neena et al., 2015; Shanthi et al., 2015).

As inúmeras aplicações do laser fazem com que esta tecnologia seja uma excelente oportunidade para um diagnóstico e um tratamento mais eficientes de problemas orais (tecidos moles e duros) em lactentes, crianças e adolescentes (Caprioglio et al., 2017; Shanthi, 2015).

Vários estudos têm demonstrado que as crianças são mais cooperantes durante tratamentos cirúrgicos e restauradores com o recurso a laser, o que resulta, significativamente, numa melhor qualidade dos cuidados prestados, bem como na melhoria de todo o processo de tratamento (Nazemisalman et al., 2015). Assim sendo, e, de acordo com as inúmeras vantagens e aplicações que o laser apresenta em odontopediatria, esta tecnologia tem tudo para vir a tornar-se o *gold standart* nesta área! No anexo 3, estão apresentados os tipos de laser mais usados em odontopediatria, assim como as suas respetivas aplicações.

ii.i Vantagens e desvantagens

Um dos benefícios da utilização do laser em odontopediatria é a interação seletiva e precisa dos tecidos a tratar, minimizando assim o risco de dano nos tecidos circundantes. A necrose térmica dos tecidos adjacentes é altamente minimizada com o recurso à terapia laser quando comparada com os instrumentos electrocirúrgicos convencionais. Durante os procedimentos em tecidos moles, a hemóstase pode ser alcançada na maioria das vezes sem o recurso a suturas com o benefício de a cicatrização da lesão poder ocorrer mais rapidamente, com menor desconforto pós-operatório e com uma menor necessidade de recorrer a uma terapia medicamentosa. Foi observado um tempo de trabalho reduzido em procedimentos cirúrgicos de tecidos moles complementados com a utilização de laser (Aldelaimi et al., 2014; Haytac et al., 2006; Kafas et al., 2009; Kumar et al., 2017; Pié-Sánchez et al., 2012).

Têm como vantagem remover lesões de cárie com o mínimo envolvimento da estrutura dentária sadia circundante, uma vez que o tecido cariado tem um teor de água maior que o tecido saudável. O ruído e a vibração dos instrumentos médico-dentários convencionais de

alta e baixa velocidade, identificados como uns dos responsáveis do desconforto estimulante de dor e ansiedade para o paciente pediátrico, durante procedimentos restauradores desaparecem em parte com o recurso ao laser, pois não há contacto do laser com os tecidos. No que respeita ao ruído provocado pelos laser de tecidos duros, muitas vezes igual ou mais intenso que os instrumentos de rotação convencionais, pois produz um som semelhante ao “estalar de uma pipoca”.

Resultados desfavoráveis podem ocorrer sobretudo devido a erros de dose, diagnóstico, número insuficiente de sessões ou à falta de padronização da frequência de aplicações. (Henriques et al., 2008).

Por vezes, há necessidade de adquirir mais do que um laser, uma vez que são necessários diferentes comprimentos de onda para os diversos procedimentos em tecidos moles e duros, (Figura 1), logo, necessários elevados custos iniciais para: os equipamentos, implementar a tecnologia, formação.

Nesta revisão bibliográfica as aplicações do laser de tecidos moles têm especial relevância, em particular na frenectomia, razão pelo qual será o tema a aprofundar.

ii.ii Contraindicações do uso da terapia laser

Apesar das inúmeras aplicações do laser em odontopediatria, nem sempre é possível recorrer a esta terapia.

O laser está contraindicado em pacientes com *pacemakers*; com epilepsia com frequência \geq 800 Hz; com antecedentes de dor no peito ou arritmias; em pacientes com lúpus ou sob terapia fotossensível. A sua utilização deve ser evitada em tecidos tumorais (Neena et al. 2015).

3. Freios

Os freios orais são definidos como pregas de membrana mucosa constituídas por tecido conjuntivo fibroso, muscular ou de ambos, que conectam a mucosa jugal e os lábios à gengiva, à mucosa alveolar e ao periósteo subjacente (Aldelaimi et al., 2014; Awooda et al., 2007).

Os freios subdividem-se em: freio lingual, freio labial superior, freio labial inferior e freios laterais.

3.1. Freio lingual

O freio lingual liga a metade da face sublingual da língua ao pavimento da boca. Esta estrutura anatômica, pode apresentar variações que provocam restrições no movimento e na função da língua, nomeadamente quando o seu local de inserção está muito a distal sob a face sublingual ou muito próximo da margem gengival, ou quando na sua constituição se encontra presente tecido conjuntivo fibroso e, ocasionalmente, fibras do músculo genioglossa (Brito et al., 2008; Farias et al., 2009; Ferrés-Amat et al., 2016; Ferrés-Amat et al., 2017).

As limitações de mobilidade são o sinal clínico mais evidente, mas existem outros que se destacam como a dificuldade na amamentação, na fonética, a incapacidade de humedecer os lábios, a dificuldade em tocar instrumentos musicais de sopro, assim como, a dificuldade na higiene dentária, entre outros. Quando assim é, está-se perante uma condição denominada de anquiloglossia (Chaubel e Dixit, 2011; Chiniforush et al., 2013; Ferrés-Amat et al., 2016; Junqueira et al., 2014; Messner et al., 2000; Muldoon et al., 2017; Rowan-Legg, 2015; Segal et al., 2007).

A anquiloglossia pode ser observada em recém-nascidos, crianças e adultos (Ferrés-Amat et al., 2016; Sutter et al., 2009). A sua etiologia não é conhecida, mas vários estudos indicam que existe uma forte componente genética (Ferrés-Amat et al., 2016; Ferrés-Amat et al., 2017; Rowan-Legg, 2015; Sutter et al., 2009). As alterações e problemas funcionais relacionados com a anquiloglossia encontram-se indicados no anexo 4.

A língua termina o seu crescimento por volta dos 8 anos (Jang et al., 2011), enquanto que no freio lingual acontece por volta 6 anos. Um freio curto nem sempre é significado de um freio inelástico ou fibrótico, apesar do seu comprimento reduzido, a língua pode ter uma mobilidade normal e nestes casos não se justifica uma intervenção cirúrgica. A elasticidade do soalho da boca pode mitigar os efeitos da anquiloglossia e auxiliar na mobilidade da língua. O diagnóstico é feito essencialmente através da medição do comprimento do freio lingual, na aparência da ponta da língua em forma de coração, na dinâmica da língua e na palpação do tecido fibroso através do exame físico (Hong et al., 2010). É de salientar, no entanto, que o grau de manifestação clínica não está associado ao aspeto clínico do freio lingual, não existe uma correlação concisa entre o grau de severidade e os problemas causados pela alteração (Buryk, Bloom e Shope, 2011; Hong et al., 2010; Messner e Lalakea, 2002).

De acordo com Durán et al., (2007), a mobilidade lingual deve ser avaliada na abertura máxima da boca, indicando ao paciente que coloque a ponta da língua em contacto com as rugosidades palatinas.

Existem 6 níveis para avaliar a mobilidade lingual, do valor 0 ao valor 5 (Figura 2) (Durán et al., 2007). Quando se observa um nível de mobilidade lingual 3, 4 ou 5 deve ser realizada a cirurgia do freio - frenectomia.



Valor 0: é a frenectomia realizada.

Valor 1: a ponta da língua toca no palato.

Valor 2: a ponta da língua quase toca no palato.

Valor 3: a ponta da língua situa-se a meio caminho entre os incisivos

superiores e incisivos inferiores, podendo originar língua bífida.

Valor 4: a ponta da língua passa ligeiramente os incisivos inferiores.

Valor 5: a ponta da língua não passa os incisivos inferiores. Trata-se de uma anquiloglossia.

Figura 2 - Classificação para avaliar a mobilidade lingual, segundo Durán et al., (2007).

Com autorização do autor, anexo 5.

iii.ii Freios labiais

Existem dois tipos de freios labiais, os superiores e inferiores. Caracterizam-se por ser pregas sagitais da mucosa alveolar, com forma triangular, estando estas inseridas, de um lado na porção mediana da vertente vestibular do processo alveolar e terminando aproximadamente quatro milímetros acima da papila interproximal dos incisivos centrais. Em condições normais este insere-se no limite mucogengival, assim sendo, na depressão em forma de “V” que separa a gengiva aderida da mucosa alveolar (Díaz-Pizán, Lagravère e Villena, 2006; Júnior et al., 2013)

Os freios labiais têm como função limitar o movimento ou parte do movimento do órgão a que está inserido, ou seja, limita parte do movimento dos lábios impedindo movimentos exagerados dos mesmos (Júnior et al., 2013; Suter et al., 2009). A inserção anormal dos freios pode causar alterações dos tecidos periodontais; recessões gengivais; dificuldade em manter o autocontrolo do biofilme bacteriano; interferir na higiene dentária e ainda causar o diastema mediano interincisivo, dificultar os movimentos labiais ou, até mesmo, afetar a fonação (Aldelaimi et al., 2014; Haytac et al., 2006; Júnior et al., 2013; Kaur et al., 2014; Pie-Sánchez et al., 2012).

As alterações do freio são diagnosticadas por um exame clínico e radiográfico. Os sinais clínicos são: inserção baixa na margem gengival ou na papila interproximal, isquemia da papila interincisiva na face palatina quando o freio é tracionado e a presença de diastema interincisal mediano (Kiran, Muthu e Rathna, 2007).

O freio labial superior é uma estrutura dinâmica que, ao longo das fases de desenvolvimento e crescimento humano, está sujeita a alterações de forma, tamanho e posição (Deli et al., 2013). Aproximadamente aos 7 anos de idade esta inserção sofre alterações com a erupção dos incisivos centrais superiores permanentes e nesta altura é frequente estes dentes apresentarem uma posição divergente causada pela pressão dos incisivos laterais sobre as suas raízes, sendo possível observar nestes casos um diastema fisiológico. Mais tarde, o diastema irá fechar progressivamente aquando da erupção dos incisivos laterais permanentes e dos caninos permanentes (Almeida et al., 2004; Díaz-Pizán, 2004; Escoda e Aytés, 2004).

Todavia em alguns casos os incisivos centrais superiores erupcionam amplamente afastados e na porção inferior ao freio não ocorre deposição de osso. Isto leva a que se forme uma fenda óssea em forma de “W” entre os incisivos centrais e uma anormal inserção do freio (figura 3) (Gusmão et al., 2009). O freio labial superior, para além de espesso e fibroso, pode apresentar uma inserção anormal (Figura 4), e, quando se apresenta nas formas freio papilar (inserção na mucosa interincisiva) e freio papilar penetrante (inserção na papila interincisiva que penetra até à papila palatina), segundo a classificação de Placek et al. (1974), pode ser considerado patológico e estar associado a diversas complicações clínicas, requerendo nestes casos a intervenção do médico dentista (Bagga et al., 2006; Cortázar e Molino, 2004; Devishree, Gujjari e Shubhashini, 2012; Domingues et al., 2010; Escoda e Aytés, 2004).

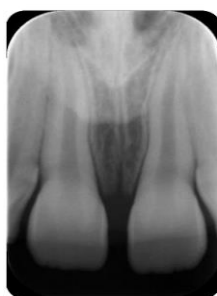


Figura 3- Radiografia periapical onde é visível a fenda óssea em forma de “W” entre os incisivos centrais superiores. Com autorização do autor, anexo 6.



Figura 4 - Freio labial superior hipertrófico de inserção anormal. Com autorização do autor, anexo 6.

Na presença de um diastema interincisivo associado a uma inserção alterada de freio labial superior, pode-se optar pelas várias condutas de tratamento - Tabela 1.

Tabela 1 - Frenectomia no freio labial superior hipertrófico e/ou de inserção alterada em associação com um diastema interincisivo: resumos das opções de tratamento em dentição decídua e permanente (Cortázar e Molino, 2004; Delli et al., 2013; Diaz-Pizán, 2004; Escoda e Aytés, 2004).

Dentição	Sinais a observar / opções de tratamento
Dentição decídua	<ul style="list-style-type: none"> • Sem erupção dos incisivos - não intervir; • Com a erupção dos incisivos centrais os incisivos laterais não consigam erupcionar - Frenectomia; • Com erupção correta dos incisivos centrais e laterais - Conduta expectante.
Dentição permanente	<ul style="list-style-type: none"> • Incisivos centrais erupcionados e laterais sem espaço para erupcionar - Frenectomia + Ortodontia; • Incisivos centrais e laterais erupcionados - Esperar pela erupção dos caninos para o caso de persistirem dúvidas se se trata de um diastema fisiológico ou não; Frenectomia ou Frenectomia + Ortodontia caso não existam dúvidas que se trata de um diastema verdadeiro; • Incisivos centrais, laterais e caninos erupcionados - Frenectomia + Ortodontia.
Freio labial superior sem diastema	<ul style="list-style-type: none"> • Não intervir; • Frenectomia (por exemplo devido a motivos protéticos ou periodontais).

iii.iii Freios Laterais

Os freios laterais apresentam pouco significado clínico sempre que exista uma ótima dimensão de volume e de gengiva aderida. A inserção anormal ou hipertrofia do freio lateral é menos frequente e visível em comparação com o freio labial superior, e na literatura encontra-se pouca informação no que diz respeito a esta estrutura anatómica (Cortázar et al., 2004; Escoda et al., 2004).

iii.iv Frenectomia

Hirschfeld foi o primeiro autor que afirmou que a frenectomia está indicada em casos que os tecidos adjacentes aos dentes estão sob tensão, mais especificamente na gengiva marginal, causada pela inserção do freio (Gontijo et al., 2005).

A frenectomia está indicada em casos de limitação da mobilidade e função dos lábios, anquiloglossia, diastema interincisal, problemas protéticos, doença periodontal associada à retenção de alimentos e à dificuldade na higiene oral, na fonética, na mastigação e quando existem problemas de constrangimento social (Júnior et al., 2013; Pie-Sánchez et al., 2012).

O recurso a métodos complementares de diagnóstico, como o estudo radiológico, é importante para efetuar um diagnóstico diferencial de outras possíveis causas de alterações dos freios como mesiodens, odontomas, quistos radiculares, entre outros (Pie-Sánchez et al., 2012).

A frenectomia tem como objetivo a remoção do excesso de tecido interdentário, a redução da tensão dos tecidos gengivais marginais, auxiliar a estabilidade e prevenção da recidiva de diastemas e restabelecer a anatomia da região, estando assim, conseqüentemente, melhorada a estética e evitados os problemas periodontais (Júnior et al., 2013).

A frenectomia pode ser realizada de modo convencional com o recurso ao bisturi, ao bisturi elétrico ou com a laser de tecidos moles (Akpınar et al., 2016; Devishree et al., 2012; Júnior et al., 2013; Kaur et al., 2014). As diferentes técnicas apresentam diferenças quanto à técnica de execução, à dose anestésica, à cicatrização e ao pós-operatório.

Devido às suas características, os laser de: CO₂, o Er: YAG e Er, Cr: YSGG têm sido os sistemas mais utilizados para realizar frenectomias (Pie-Sánchez et al., 2012). Os lasers díodo e Nd:YAG são também úteis nas cirurgias de tecidos moles, no entanto, estes têm como principal desvantagem o elevado efeito térmico nos tecidos adjacentes devido ao seu coeficiente de absorção em relação aos principais constituintes dos tecidos orais (hemoglobina, melanina, moléculas de água e hidroxiapatita). Quanto maior o grau de absorção das energia nos tecidos, menor o grau de penetração e por conseguinte maior a dissipação de energia térmica (Akpınar et al., 2016; Aldelaimi e Mahmood, 2014; Awooda, Osman e Adia, 2007; Concepción et al., 2017; Júnior et al., 2013; Derikvand et al., 2016; Kara, 2008; Kaur et al., 2014; Matsumoto e Hossain, 2002).

A técnica convencional da frenectomia recorre ao bisturi e pinças hemostáticas. A incisão cirúrgica longitudinal e as cicatrizes resultantes do ato cirúrgico podem resultar em problemas periodontais e a uma aparência inestética, sendo assim, por vezes, necessário recorrer a outras cirurgias (Devishree et al., 2012; Kara, 2008; Kaur et al., 2014).

A frenectomia com laser é uma boa alternativa à cirurgia convencional com lâmina de bisturi ou bisturi elétrico e apresenta na maioria dos casos vantagens relativamente ao método

convencional (Akpinar et al., 2016; Chiniforush et al., 2013; Derikvand et al., 2016; Júnior et al., 2013).

Um dos principais benefícios da utilização de laser dentários, como já foi referido anteriormente, é a capacidade que estes têm de interagir de modo seletivo com os tecidos, sendo uma técnica precisa, o que explica o menor grau de lesão do tecido circundante (Aldelaimi et al., 2014). O laser produz um efeito hemostático dos tecidos o que resulta numa área cirúrgica sem hemorragia, melhorando a visibilidade do campo operatório permitindo, assim, que o procedimento seja mais preciso e o tempo de cirurgia reduzido (Haytac et al., 2006; Kafas et al., 2009; Pie-Sánchez et al., 2012). O laser provoca a cauterização das terminações nervosas e, por conseguinte, a quantidade de anestesia local necessária é menor relativamente ao método convencional (bisturi) (Chiniforush et al., 2013; Kumar et al., 2017). Na maioria dos casos, não há necessidade de sutura, pois a ferida cirúrgica cicatriza por segunda intenção devido à produção de tecido de granulação e reepitelização que ocorre a partir das margens da ferida para o seu centro progressivamente. O período pós-operatório é muito favorável, apresenta rápida cicatrização, cicatrizes de reduzidas dimensões, pouca ou nenhuma dor, sem edema ou muito reduzido, poucas ou nenhuma complicação funcionais que alteram o discurso e/ou mastigação (Haytac et al., 2006; Kumar et al., 2017; Pie-Sánchez et al., 2012). Assim sendo, e, devido também à capacidade de descontaminação do laser (Berrocal et al., 2006; Kreisler et al., 2002; Kukidome 2010; Pinheiro et al., 2008) que faz com que o nível de infeção seja reduzido, não há necessidade, na maioria dos casos, de prescrição de analgésicos e/ou de antibioterapia (Kumar et al., 2017).

Todas as vantagens acima referidas acerca da frenectomia com recurso à terapia laser fazem com que haja uma boa aceitação por parte dos pacientes a esta técnica em comparação com a técnica convencional (bisturi) (Chiniforush et al., 2013).

Devem ser dadas instruções aos responsáveis das crianças sobre o pós-operatório, a fim de minimizar a ocorrência de quaisquer complicações e garantir o maior conforto do paciente, como por exemplo, a elevação do lábio duas vezes por dia no caso das frenectomias labiais, a aplicação de vitamina E na ferida cirúrgica para promover a cicatrização (Fontanella et al., 2014).

III. Discussão

Existem muitos estudos que estabelecem um confronto de ideias entre vários tipos de laser para o mesmo procedimento, neste caso a frenectomia, como são exemplo os estudos: Pié-Sánchez et al. (2012) comparou a frenectomia do lábio superior com recurso ao laser CO₂ ($\lambda = 10600$ nm) e com recurso ao laser Er, Cr:YSGG ($\lambda = 2780$ nm) e, no qual, a frenectomia com o recurso ao laser de CO₂ obteve melhores resultados no controlo da hemorragia durante o procedimento cirúrgico e menor tempo cirúrgico, no entanto com a aplicação do laser Er, Cr:YSGG o período de cicatrização foi mais curto; Aras et al. (2010) utilizou dois tipos de laser no seu estudo, Er: YAG (2940nm) e Diodo (808nm), para comparar a tolerância à frenectomia sem anestesia e, verificou, que ambos podem ser utilizados sem anestesia local prévia.

Contudo, esta discussão vai focar-se nas diferenças comprovadas em alguns aspetos clínicos relativamente à frenectomia realizada com recurso à terapia laser versus técnica convencional (bisturi).

Parkins (2000), Boj et al. (2005), Haytac et al. (2006), Olivi et al. (2008), Kara et al. (2008), Akpınar et al. (2015) realizaram estudos comparativos sobre cirurgias de tecidos moles realizadas com recurso ao laser e com recurso às técnicas convencionais. Destes, resultaram vantagens inequívocas do uso do laser nas cirurgias de tecidos moles em odontopediatria: redução da quantidade dos anestésicos locais ou mesmo sem necessidade de aplicação; efeito hemostático dos tecidos, contribuindo para um campo operatório livre de sangue e, por conseguinte, uma técnica mais precisa; menor edema pós-operatório; possibilidade de não se realizarem suturas, o que leva a uma diminuição do tempo de trabalho; pós-operatório muitas vezes assintomático, com menor necessidade de terapia medicamentosa e melhor aceitação pelos pacientes.

No estudo de Júnior et al. (2013), sobre o medo pré-operatório não foram registadas diferenças estatisticamente significativas, apresentando a maioria dos pacientes medo moderado. Esta situação pode ser justificada com o facto da tecnologia laser estar em evolução e não ser do conhecimento da maioria da população, gerando insegurança dos pacientes à técnica. Relativamente ao pós-operatório houve uma variação nos padrões de dor e fonética no 3º dia, os pacientes sujeitos à terapia laser apresentavam-se mais queixosos. Deve notar-se que a maioria dos freios (90%) tinham uma inserção papilar ou transpapilar, o que pode ter influenciado os resultados. O laser Nd:YAG é caracterizado por uma dissipação

significativa de energia térmica (Akpınar et al., 2016; Kara, 2008; Matsumoto e Hossain, 2002) e o periósteo e a mandíbula estão muito próximos da mucosa gengival papilar, a excisão foi mais difícil nesta região papilar dos pacientes tratados a laser em comparação à cirurgia convencional. É de salientar que os raios laser não devem tocar no periósteo ou em qualquer estrutura óssea a fim de evitar necrose local. Assim, a energia térmica dissipada pelo laser Nd:YAG na área papilar pode ter levado ao maior trauma dos tecidos, incluindo o periósteo, provocando dor no 3º dia de pós-operatório.

Algumas complicações cirúrgicas, foram observadas em 3 pacientes (7,5%): um paciente tratado com a técnica convencional apresentou hemorragia pós-operatória; dois pacientes tratados com o laser Nd:YAG desenvolveram exposição óssea na região papilar entre os incisivos superiores. A exposição pode ter como causa a falta de atenção do operador, uma vez que os parâmetros utilizados foram sempre os mesmos, o que resultou numa dissipação de energia térmica excessiva e, por conseguinte, numa ferida periosteal ou, como já foi referido anteriormente, devido à inserção papilar ou transpapilar dos freios que dificultou a excisão e, conseqüentemente, ao possível aumento de energia térmica dissipada pelo laser Nd:YAG.

Todas as vantagens dos procedimentos cirúrgicos de tecidos moles com recurso ao laser em comparação com os processos convencionais descritos pelos autores acima mencionados demonstram que o uso do laser em crianças oferece vários benefícios. Uma vez que o controlo do comportamento e a redução do tempo de trabalho são parâmetros de extrema importância em odontopediatria, a tecnologia laser tem revelado ser muito benéfica.

As vantagens relativamente à pouca ou nenhuma necessidade da utilização de anestesia e sutura, na maioria dos casos, bem como os procedimentos cirúrgicos “sem” hemorragia, fazem com que haja uma redução do medo por parte dos pacientes. Também o pós-operatório sem complicações e desconforto, faz com que não haja necessidade de prescrição farmacológica, tornando as crianças mais cooperativas. Assim há uma melhoria da qualidade do tratamento e uma maior aceitação por parte das crianças e dos seus responsáveis.

Mais estudos são, no entanto, necessários de modo a melhor evidenciar quais as vantagens da frenectomia realizada com laser comparativamente à técnica convencional, bem como de uma padronização detalhada da técnica. É necessário mais informação e formação nesta área do laser, para que os profissionais de saúde se sintam seguros para a sua utilização. Inicialmente não será com base na experiência clínica, mas sim tendo como base evidências científicas demonstradas em artigos disponíveis nas várias bases de dados científicas.

O laser não é futuro, o laser é presente!

IV. Conclusão

A tecnologia laser tem ganho uma enorme notoriedade na medicina dentária muito devido à multiplicidade de aplicações que tem nas várias vertentes da medicina dentária bem como nas vantagens que possui com a sua utilização.

O médico dentista tem um papel fundamental no diagnóstico das anomalias relacionadas com os freios orais e deve, por sua vez, estar consciente das consequências que estas anomalias acarretam bem como dos benefícios do seu tratamento.

A cirurgia do freio com laser é uma boa alternativa à cirurgia convencional com lâmina de bisturi ou com bisturi elétrico. Os pacientes apresentam na maioria dos casos uma maior satisfação, o pós-operatório é menos doloroso e surgem menos complicações na fonética e na mastigação.

Mais estudos comparativos são necessários tanto para compreender qual o laser mais indicado, mas também sobre a perceção do paciente em relação às diferentes técnicas.

Bibliografia

- AAPD. (2017). Policy on the Use of Lasers for Pediatric Dental Patients, *Reference Manual*, 39 (6), pp. 93-95.
- Akpinar, A. *et al.* (2016). Postoperative discomfort after Nd:YAG laser and conventional frenectomy: comparison of both genders, *Australian Dental Journal*, 61 (1), pp. 71-75.
- Aldelaimi, T., Mahmood, A. (2014). Laser-Assisted Frenectomy Using 980nm Diode Laser, *Journal of Dentistry, Oral Disorders & Therapy*, 2 (4), pp. 1-6.
- Almeida, R. *et al.* (2004). Diastema interinterincisivos centrais superiores: quando e como intervir), *Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial*, 9 (3), pp. 137-156.
- Amir, L., James, J., Donath, S. (2006). Reliability of the Hazelbaker Assessment Tool for Lingual Frenulum Function, *International Breastfeeding Journal*, 1 (3), pp.1-6.
- Arx, J. *et al.* (2009). Tabla de diagnóstico y tratamiento Multifunction System “MFS”, herramienta básica de la estimuloterapia programada, *Dentum*, 9 (3), pp. 119-125.
- Assembleia da República (2010), Lei nº 25/2010, de 30 de Agosto. *Diário da República n.º 168/2010, Série I*, pp. 3770-3782.
- Awooda, E., Osman, B., Yahia, N. (2007). Use of Diode Laser (810) nm In Frenectomy, *Sudan Journal of Medical Sciences*, 2 (1), pp. 45-47.
- Bagga, S. *et al.* (2006). Esthetic management of the upper labial frenum: a novel frenectomy technique, *Quintessence International*, 37 (10), pp. 819-823.
- Bhattad, M., Baliga, M., Kriplani, R. (2013). *Clinical Guidelines and Management of Ankyloglossia with 1 - Year Followup: Report of 3 cases. Case Reports in Dentistry*, Corporation Publishing Hindawi.
- Boj, J. *et al.* (2005). Pain Perception in Pediatric Patients Undergoing Laser Treatments, *The Journal of Oral Laser Applications*, 5 (2), pp. 85-89.
- Boj, J. (2005). The Future of Laser Pediatric Dentistry, *The Journal of Oral Laser Applications*, 5 (3), pp. 173-177.
- Brito, S. *et al.* (2008). Frênulo lingual: classificação e conduta segundo ótica fonoaudiológica, odontológica e otorrinolaringológica, *Revista CEFAC*, 10 (3), pp. 343-351.
- Buryk, M., Bloom, D., Shope, T. (2011). Efficacy of neonatal release of ankyloglossia: a randomized trial, *Pediatrics*, 128 (2), pp. 280-288.
- Caprioglio, C., Olivì, G., Genovese, M. (2017). Paediatric laser dentistry. Part 1: General introduction, *European Journal of Paediatric Dentistry*, 18 (1), pp. 80-82.

- Catão, M. (2004). Os Benefícios do Laser de Baixa Intensidade na Clínica Odontológica na Estomatologia, *Revista Brasileira de Patologia Oral*, 3 (4), pp. 214-218.
- Cavalcanti, T. *et al.* (2011). Conhecimento das propriedades físicas e da interação do laser com os tecidos biológicos na odontologia, *Anais Brasileiros de Dermatologia*, 86 (5), pp. 955-960.
- Chaubal, T., Dixit, M. (2011). Ankyloglossia and its management, *Journal of Indian Society of Periodontology*, 15 (3), pp. 270-272.
- Chiniforush, N. *et al.* (2013). Treatment of Ankyloglossia with Carbon Dioxide (CO₂) Laser in a Pediatric Patient, *Journal of Lasers in Medical Sciences*, 4 (1), pp. 53-55.
- Coluzzi, D. (2005). Lasers em Odontologia, *Compendium of Continuing Education in Dentistry*, 26 (6A), pp. 429-435.
- Concepción, D. *et al.* (2017). The application of diode laser in the treatment of oral soft tissues lesions. A literature review, *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 9 (7), pp. 925-928.
- Convissar, R. (2011). *Princípios e Práticas do Laser na Odontologia*. Rio de Janeiro, Elsevier.
- Cortázar, F., Molino, F. (2004). *Cirurgía Mucogingival*. 1ª edição. Espanha. Teams Work Media, pp. 311-322.
- Costa, S. (2013). *Freios Oraís – Complicações Clínicas e Tratamento Cirúrgico*. Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto.
- Dang, A., Rallan, N. (2013). Role of lasers in periodontology: A Review, *Annals of Dental Specialty*, 1 (1), pp. 8-12.
- Deana, N. *et al.* (2017). *Effectiveness of Low-Level Laser Therapy in Reducing Orthodontic Pain: A Systematic Review and Meta-Analysis*. Pain research and management, Hindawi Publishing Corporation.
- Delli, K. *et al.* (2013). Facts and myths regarding the maxillary midline frenum and its treatment: a systematic review of the literature, *Quintessence International*, 44 (2), pp. 177-187.
- Derikvand, N. *et al.* (2016). The Versatility of 980 nm Diode Laser in Dentistry: A Case Series, *Journal of Lasers in Medical Sciences*, 7 (3), pp. 205-208.
- Devishree, Gujjari, S., Shubhashini, P. (2012). Frenectomy: A Review with the Reports of Surgical Techniques, *Journal of Clinical & Diagnostic Research*, 6 (9), pp.1587-1592.
- Diáz-Pizán, M. (2014). Diastema medio interincisal y su relación com el frenillo labial superior: una revisión, *Revista Estomatológica Herediana*, 14 (1-2), pp. 95-100.

- Diáz-Pizán, M., Lagravère, M., Villena, R. (2006). Midline diastema and frenum morphology in the primary dentition, *Journal of Dentistry for Children*, 73 (1), pp. 11-14.
- Domingues, R. *et al.* (2010). Técnica inovadora para o manejo estético de freio labial superior hipertrófico: relato de caso, *Revista Dental Press de Periodontia e Implantologia*, 4 (1), pp. 101-110.
- Dostalova, T., Jelinkova, H. (2017). The Latest Laser Innovations in Dentistry, *Photomedicine and Laser Surgery*, 35 (12), pp. 647-648.
- Escoda, C., Aytés, L. (2004). *Tratado de Cirugía Bucal*. 2ª Edição. Ergon, pp. 557-574.
- Fantarella, D., Kotlow, L. (2014). The 9.3- μ m CO2 Dental Laser: Technical Development and Early Clinical Experiences, *Journal of Laser Dentistry*, 22 (1), pp. 10-27.
- Ferrés-Amat, E. *et al.* (2016). Multidisciplinary management of ankyloglossia in childhood. Treatment of 101 cases. A protocol, *Medicina Oral Patologia Oral y Cirugia Bucal*, 21 (1), pp. 39-47.
- Ferrés-Amat, E. *et al.* (2017). The prevalence of ankyloglossia in 302 newborns with breastfeeding problems and sucking difficulties in Barcelona: a descriptive study, *European Journal of Paediatric Dentistry*, 18 (4), pp. 319-325.
- Filho, O., Braz, J. (2004). Cirurgia a Laser e Anestesia, *Revista Brasileira de Anestesiologia*, 54 (1), pp. 99-107.
- Forlenza, G. *et al.* (2010). Ankyloglossia, Exclusive Breastfeeding, and Failure to Thrive, *Pediatrics*, 125 (6), pp. 1500-1504.
- Farias, B. *et al.* (2009). Cirúrgias Periodontais estéticas: revisão de literature, *International Journal of Dentistry*, 8 (3), pp. 160-166.
- Gargari, M. *et al.* (2012). Using the diode laser in the lower labial frenum removal, *Oral & Implantology*, 5 (2-3), pp. 54-57.
- Genovese, M., Olivi, G. (2008). Laser in paediatric dentistry: patient acceptance of hard and soft tissue therapy, *European Journal of Paediatric Dentistry*, 9 (1), pp. 13-17.
- Ghadimi, S. *et al.* (2012). Clinical Approach of Laser Application in Different Aspects of Pediatric Dentistry, *Journal of Lasers in Medical Sciences*, 3 (2), pp. 84-90.
- Gomes, A., Lopes, M., Ribeiro, C. (2010). Radiação laser: aplicações em cirurgia oral, *International Journal of Dentistry*, 6 (1), pp. 17-20.
- Gontijo, I. *et al.* (2005). The Applications of diode and Er:YAG Lasers in labial frenectomy in infant patients, *Journal of Dentistry for Children*, 72 (1), pp. 10-15.
- Gutknecht, N. *et al.* (2005). Lasers in Pediatric Dentistry – A Review, *The Journal of Oral Laser Applications*, 5 (4), pp. 207-218.

- Haytac, M., Ozcelik, O. (2006). Evaluation of patient perceptions after frenectomy operations: a comparison of carbon dioxide laser and scalpel techniques, *Journal of Periodontology*, 77 (11), pp. 1815-1819.
- Hong, P. *et al.* (2010). Defining ankyloglossia: a case series of anterior and posterior tongue ties, *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 74 (9), pp. 1003-1006.
- Jang, S. *et al.* (2011). Relationship between the lingual frenulum and craniofacial morphology in adults, *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 139 (4), pp. 361-367.
- Júnior, M. *et al.* (2013). Labial frenectomy with Nd:YAG laser and conventional surgery: a comparative study, *Lasers in Medical Sciences*, 30 (2), pp. 851-856.
- Junqueira, M. *et al.* (2014). Surgical techniques for the treatment of ankyloglossia in children: a case series, *Journal of Applied Oral Science: revista FOB*, 22 (3), pp. 241-248.
- Kara, C. (2008). Evaluation of patient perceptions of frenectomy: a comparison of Nd:YAG laser and conventional techniques, *Photomedicine and Laser Surgery*, 26 (2), pp. 147-152.
- Kaur, P. *et al.* (2014). Management Of The Upper Labial Frenum: A Comparison Of Conventional Surgical And Lasers On The Basis Of Visual Analogue Scale On Patients Perception, *Journal of Periodontal Medicine & Clinical Practice Medicine*, 1 (1), pp. 38-46.
- Khajuria, A. *et al.* (2016). LASERS in Orthodontics. *Journal of Dental & Oro-facial Research*, 12, pp. 20-24.
- Kiran, K., Muthy, M., Rathna, P. (2007). Spontaneous closure of midline diastema following frenectomy, *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*, 25 (1), pp. 23-26.
- Kravitz, N., Kusnoto, B. (2008). Soft-tissue lasers in orthodontics: an overview, *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 133 (4), pp. 110-114.
- Kotlow, L. (2004). Lasers in pediatric dentistry, *Dental Clinics of North America*, 48 (4), pp. 889-922.
- Kotlow, L. (2011). Diagnosis and treatment of ankyloglossia and tied maxillary fraenum in infants using Er:YAG and 1064 diode lasers, *European Archives of Paediatric Dentistry*, 12 (2), pp. 106-112.
- Kumar, G., Rehman, F., Chaturvedy, V. (2017). Soft Tissue Applications of Er,Cr:YSGG Laser in Pediatric Dentistry, *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 10 (2), pp. 188-192.

- Kumar, M., Kalke, E. (2012). Tongue-tie, breastfeeding difficulties and the role of frenotomy, *Acta Paediatrica*, 101 (7), pp. 687-689.
- Kupietzky, A., Botzer, E. (2005). Ankyloglossia in the infant and young child: clinical suggestions for diagnosis and management, *Pediatric Dentistry*, 27 (1), pp. 40-46.
- Lins, R. et al. (2010). Biostimulation effects of low-power laser in the repair process, *Anais Brasileiros de Dermatologia*, 85 (6), pp. 849-855.
- Matsumoto, K., Hossain, M. (2002). Frenectomy with the Nd:YAG laser: a clinical study, *The Journal of Oral Laser Applications*, 2, pp. 25-30.
- Menchaca, H., Silva, G. (2015). Lasers in Pediatric Dentistry, *Journal of Oral Health and Dental Management*, 14 (6), pp. 422-423.
- Messner, A., Lalakea, M. (2002). The effect of ankyloglossia on speech in children, *Official Journal of American Academy of Otolaryngology – Head and Neck Surgery*, 127 (6), pp. 539-545.
- Ministério da Economia (2002), Decreto-lei 163/2002, de 11 de Julho. *Diário da República n.º 158/2002, Série I-A*, pp. 5317-5322.
- Muldoon, K. et al. (2017). *Effect of frenotomy on breastfeeding variables in infants with ankyloglossia (tongue-tie): a prospective before and after cohort study*. BMC Pregnancy and Childbirth, BioMed Central.
- Nazemisalman, B., Farsadeghi, M., Sokhansanj, M. (2015). Types of Lasers and Their Applications in Pediatric Dentistry, *Journal of Lasers in Medical Sciences*, 6 (3), pp. 96-101.
- Neena, I. et al. (2015). *Lasers in pediatric dentistry: A review*. International Journal of Contemporary Dental and Medical Reviews, Incessant Nature Science Publishers.
- Neves, L. et al. (2005). A utilização do laser em ortodontia, *Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial*, 10 (5), pp. 149-156.
- Olivi, G. et al. (2010). Er,Cr:YSGG laser labial frenectomy: a clinical retrospective evaluation of 156 consecutive cases., *General Dentistry*, 58 (3), pp. 126-133.
- Olivi, G. et al. (2012). Lingual Frenectomy: functional evaluation and new therapeutical approach, *European Journal of Paediatric Dentistry*, 13 (2), pp.101-106.
- Olivi, G. et al. (2017). Paediatric laser dentistry. Part 4: Soft tissue laser applications, *European Journal of Paediatric Dentistry*, 18 (4), pp. 332-334.
- Opara, P., Gabriel-Job, N., Opara, K. (2012). *Neonates presenting with severe complications of frenotomy: a case series*. Journal of Medical Case Reports. BioMed Central.

- Paschoal, M. *et al.* (2014). Alternative approach to the management of postoperative pain after pediatric surgical procedures, *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 7 (2), pp. 125-129.
- Piccone, P. (2004). Segurança do laser odontológico, *Dental Clinical of North America*, 48 (4), pp. 795-807.
- Pié-Sánchez, J. *et al.* (2012). Comparative study of upper lip frenectomy with the CO2 laser versus the Er, Cr: YSGG laser, *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal*, 17 (2), pp. 228-232.
- Prockt, A., Takahashi, A., Pagnoncelli, R. (2008). Uso de Terapia com Laser de Baixa Intensidade na Cirurgia Bucomaxilofacial, *Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentária e Cirurgia Maxilofacial*, 49 (4), pp. 247-255.
- Reza, F. *et al.* (2011). Laser in Orthodontics. In: Naretto, S. (Ed.). *Principles in Contemporary Orthodontics*. InTech, pp. 129-180.
- Rowan-Legg, A. (2015). Ankyloglossia and breastfeeding., *Paediatrics & Child Health*, 20 (4), pp. 209-218.
- Sandhya, M. (2016). Lasers in Dentistry – Short Review, *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 8 (6), pp. 578-581.
- Santos, E. *et al.* (2007). Frenectomia a laser (Nd:Yap) em odontopediatria, *Revista Odonto*, 15 (29), pp. 107-113.
- Segal, L. *et al.* (2007). Prevalence, diagnosis, and treatment of ankyloglossia, *Canadian Family Physician*, 53 (6), pp.1027-1033.
- Shanthi, M. (2015). Laser Prescience in Pediatric Dentistry, *International Journal of Scientific Study*, 3 (2), pp. 197-203.
- Stroppa, S. *et al.* (2014). *Surgery Management of Rare Hypertrophic Frenum in an Infant*. Case reports in Dentistry, Hindawi Publishing Corporation.
- Suter, V., Bornstein, M. (2009). Ankyloglossia: facts and myths in diagnosis and treatment, *Journal of periodontology American Academy of Periodontology*, 80 (8), pp. 1204-1219.
- Tuli, A., Singh, A. (2010). Monopolar diathermy used for correction of ankyloglossia, *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*, 28 (2), pp. 130-133.
- Verma, S. *et al.* (2012). Laser in dentistry: An innovative tool in modern dental practice, *National Journal of Maxillofacial Surgery*, 3, pp. 124-132.

Anexos

Anexo 1 - Lei n.º 25/2010, de 30 de agosto, que regulamenta as normas de segurança no uso dos equipamentos laser em Portugal.

Diário da República, 1.ª série—N.º 168—30 de Agosto de 2010

3771

ultravioleta se divide em UVA (315 nm-400 nm), UVB (280 nm- nm) e UVC (100 nm-280 nm);

ii) «Radiação visível» a radiação óptica com comprimentos de onda entre 380 nm e 780 nm;

iii) «Radiação infravermelha» a radiação óptica com comprimentos de onda entre 780 nm e 1 mm, cuja região infravermelha se divide em IVA (780 nm-1400 nm), IVB (1400 nm-3000 nm) e IVC (3000 nm-1 mm);

iv) «Radiância (L)» o fluxo radiante ou a potência de saída por unidade de ângulo sólido por unidade de superfície, expresso em watts por metro quadrado por esterradiano ($W m^{-2} sr^{-1}$);

h) «Valores limite de exposição (VLE)» os limites de exposição, estabelecidos em função do resultado de estudos sobre saúde e em considerações biológicas existentes, que garantam aos trabalhadores expostos a radiações ópticas de fontes artificiais a protecção contra os efeitos nocivos conhecidos para a saúde e que não podem, em caso algum, ser ultrapassados.

Artigo 3.º

Valores limite de exposição

1 — Os valores limite de exposição a radiações não coerentes, com excepção das emitidas por fontes naturais de radiação óptica, constam do anexo I à presente lei, que dela faz parte integrante.

2 — Os valores limite de exposição para radiações laser constam do anexo II à presente lei que dela faz parte integrante.

Artigo 4.º

Princípios gerais da avaliação de riscos

1 — Em actividades susceptíveis de apresentar riscos de exposição a radiações ópticas de fontes artificiais, o empregador avalia e, se necessário, mede ou calcula os níveis de radiações ópticas a que os trabalhadores possam estar expostos e, sendo caso disso, identifica e aplica medidas que reduzam a exposição de modo a não exceder os limites aplicáveis.

2 — A avaliação, a medição e o cálculo dos níveis de radiações são efectuados de acordo com:

a) As normas da Comissão Electrotécnica Internacional (CEI) no que respeita às radiações laser;

b) As recomendações da Comissão Internacional da Iluminação (CIE) e do Comité Europeu de Normalização (CEN) no que respeita às radiações não coerentes.

3 — Em caso de exposição não abrangida pelas normas e recomendações referidas no número anterior, a avaliação, a medição e o cálculo são efectuados de acordo com directrizes nacionais ou internacionais disponíveis e cientificamente fundamentadas, até que sejam adoptadas normas ou recomendações da União Europeia.

4 — Nas situações referidas nos n.ºs 2 e 3, a avaliação, a medição ou o cálculo dos níveis de radiações pode ter em consideração as informações prestadas pelo fabricante do

equipamento, no caso de este estar abrangido por regulamentação comunitária.

5 — A medição e o cálculo referidos nos números anteriores são planeados e efectuados por entidade reconhecida pelo Instituto Português de Acreditação, I. P., com conhecimentos teóricos e práticos e experiência suficiente para realizar ensaios, incluindo a medição dos níveis de exposição a radiações ópticas de fontes artificiais.

6 — Constitui contra-ordenação muito grave a violação do disposto nos n.ºs 1 a 3 e constitui contra-ordenação grave a violação do disposto no número anterior.

Artigo 5.º

Avaliação de riscos

1 — Em actividades susceptíveis de apresentar riscos de exposição a radiações ópticas de fontes artificiais, o empregador avalia os riscos tendo em consideração, nomeadamente:

a) O nível, a gama de comprimentos de onda e a duração da exposição;

b) Os valores limite de exposição indicados nos anexos I e II à presente lei;

c) Os efeitos sobre a segurança e saúde de trabalhadores particularmente sensíveis aos riscos a que estão expostos;

d) Os eventuais efeitos sobre a segurança e saúde de trabalhadores resultantes de interacções no local de trabalho entre radiações ópticas e substâncias químicas fotosensibilizantes;

e) Os efeitos indirectos, nomeadamente cegueira temporária, explosão ou incêndio;

f) A existência de equipamentos de substituição concebidos para reduzir os níveis de exposição a radiações ópticas de fontes artificiais;

g) As informações adequadas resultantes da vigilância da saúde, incluindo informação publicada;

h) As fontes múltiplas de exposição a radiações ópticas artificiais;

i) A classificação atribuída ao laser, em conformidade com a norma CEI pertinente, ou qualquer classificação semelhante no caso de fonte artificial susceptível de causar danos similares aos de um laser de classe 3B ou 4;

j) As informações prestadas pelos fabricantes de fontes de radiações ópticas e de equipamento de trabalho associado, de acordo com a legislação aplicável.

2 — A avaliação de riscos deve ser registada em suporte de papel ou digital e, se a natureza e a dimensão dos riscos relacionados com as radiações ópticas de fontes artificiais não justificarem uma avaliação mais pormenorizada, conter uma justificação do empregador.

3 — A avaliação de riscos é actualizada sempre que haja alterações significativas que a possam desactualizar ou o resultado da vigilância da saúde justificar a necessidade de nova avaliação.

4 — Sem prejuízo do disposto no número anterior, sempre que sejam ultrapassados os valores limite de ex-

posição, a periodicidade mínima da avaliação de riscos é de um ano.

5 — Constitui contra-ordenação muito grave a violação do disposto no presente artigo.

Artigo 6.º

Redução da exposição

1 — O empregador utiliza todos os meios disponíveis para eliminar na origem ou reduzir ao mínimo os riscos de exposição dos trabalhadores a radiações ópticas de fontes artificiais, de acordo com os princípios gerais de prevenção legalmente estabelecidos.

2 — Se o resultado da avaliação dos riscos indicar que os valores limite de exposição foram ultrapassados, o empregador aplica medidas técnicas ou organizativas que reduzam ao mínimo a exposição dos trabalhadores e assegurem que aqueles valores não são ultrapassados.

3 — As medidas técnicas referidas no número anterior têm em consideração, nomeadamente, os seguintes aspectos:

- a) A utilização de métodos de trabalho alternativos que permitam reduzir a exposição;
- b) A escolha de equipamento em função do trabalho a realizar que emita menos radiações ópticas;
- c) A aplicação de medidas que reduzam as emissões de radiações ópticas, incluindo, se necessário, enclavamentos, blindagens ou mecanismos semelhantes de protecção da saúde;
- d) A aplicação de programas adequados de manutenção do equipamento, do local e dos postos de trabalho;
- e) A concepção e disposição dos locais e postos de trabalho;
- f) A organização do trabalho com limitação da duração e nível da exposição;
- g) A utilização de equipamentos de protecção individual adequados;
- h) As instruções do fabricante do equipamento, no caso de este estar abrangido por regulamentação comunitária.

4 — Os locais de trabalho onde os trabalhadores possam estar expostos a níveis de radiações ópticas de fontes artificiais superiores aos valores limite de exposição são sinalizados de acordo com a legislação aplicável à sinalização de segurança e saúde no trabalho, bem como delimitados e de acesso restrito sempre que tal seja tecnicamente possível.

5 — Constitui contra-ordenação muito grave a violação do disposto no presente artigo.

Artigo 7.º

Redução dos valores limite de exposição

1 — O empregador assegura que a exposição dos trabalhadores a radiações ópticas seja reduzida ao nível mais baixo possível e, em qualquer caso, não seja superior aos valores limite de exposição indicados no anexo I à presente lei.

2 — Nas situações em que sejam ultrapassados os valores limite de exposição a radiações ópticas de fontes artificiais, o empregador:

- a) Identifica as causas da ultrapassagem dos valores limite;
- b) Toma medidas imediatas que reduzam a exposição de modo a não exceder os valores limite;
- c) Adapta as medidas de protecção e prevenção de modo a evitar a ocorrência de situações idênticas.

3 — O empregador adapta as medidas referidas no número anterior a trabalhadores particularmente sensíveis aos riscos resultantes da exposição a radiações ópticas de fontes artificiais.

4 — Constitui contra-ordenação muito grave a violação do disposto no presente artigo.

Artigo 8.º

Informação, consulta e formação dos trabalhadores

1 — Sem prejuízo do disposto na legislação geral em matéria de informação e formação, o empregador assegura aos trabalhadores expostos aos riscos resultantes de radiações ópticas de fontes artificiais, assim como aos seus representantes para a segurança e saúde no trabalho, a informação e formação adequadas sobre:

- a) Riscos potenciais para a segurança e saúde derivados da exposição a radiações ópticas durante o trabalho;
- b) Valores limite de exposição e potenciais riscos associados;
- c) Resultados das avaliações e das medições e dos cálculos dos níveis de exposição a radiações efectuadas de acordo com os artigos 4.º e 5.º, acompanhados de uma explicação do seu significado e do risco potencial que representam;
- d) Utilidade e forma de detectar e notificar os efeitos negativos para a saúde resultantes da exposição;
- e) Situações em que os trabalhadores têm direito à vigilância da saúde, nos termos do artigo 10.º;
- f) Práticas de trabalho seguras que minimizem os riscos de exposição;
- g) Utilização correcta de equipamento de protecção individual adequado.

2 — A informação deve, tendo em conta o resultado da avaliação, ser prestada de forma adequada, oralmente ou por escrito, nomeadamente através de formação individual dos trabalhadores, e ser periodicamente actualizada de modo a incluir qualquer alteração verificada.

3 — O empregador assegura a informação e a consulta dos trabalhadores e dos seus representantes para a segurança e saúde no trabalho sobre a aplicação das disposições da presente lei, designadamente sobre a avaliação dos riscos e as medidas a tomar para reduzir a exposição.

4 — Constitui contra-ordenação muito grave a violação dos deveres de informação e consulta e constitui contra-ordenação grave a violação dos deveres de formação previstos no presente artigo.

Artigo 9.º

Vigilância da saúde

1 — Sem prejuízo das obrigações gerais em matéria de saúde no trabalho, o empregador assegura a vigilância adequada da saúde dos trabalhadores, com vista à prevenção de eventuais riscos para a saúde a longo prazo e de contração de doenças crónicas e ao diagnóstico precoce de qualquer efeito adverso para a saúde, resultantes da exposição a radiações ópticas artificiais.

2 — No caso de trabalhador que tenha estado exposto a radiações ópticas artificiais superiores aos valores limite de exposição ou cujo resultado da vigilância da saúde revelar que sofre de doença ou afecção resultante da exposição a radiações ópticas artificiais no local de trabalho, o empregador assegura a realização de exames médicos adequados as essas situações.

3 — Constitui contra-ordenação grave a violação do disposto no presente artigo.

Artigo 10.º

Resultado da vigilância da saúde

1 — Se a vigilância da saúde revelar efeitos adversos para a saúde do trabalhador, o médico do trabalho:

a) Informa o trabalhador do resultado e presta-lhe informações e recomendações sobre a vigilância da saúde a que deva submeter-se, terminada a exposição;

b) Comunica ao empregador o resultado da vigilância da saúde com interesse para a prevenção de riscos, sem prejuízo do sigilo profissional a que se encontra vinculado.

2 — O empregador, tendo em conta o referido na alínea b) do número anterior:

a) Repete a avaliação de riscos;

b) Revê as medidas adoptadas para eliminar ou reduzir os riscos;

c) Aplica as medidas necessárias, com base no parecer do médico do trabalho, para eliminar ou reduzir os riscos;

d) Promove a vigilância contínua da saúde e assegura o exame de saúde de qualquer outro trabalhador que tenha estado exposto de forma idêntica, nomeadamente a realização de exames médicos adequados.

3 — No caso de trabalhador exposto a radiações ópticas artificiais superiores aos valores limite de exposição, aplica-se o disposto nos números anteriores.

4 — O trabalhador tem acesso, a seu pedido, ao registo de saúde que lhe diga respeito.

5 — Constitui contra-ordenação grave a violação do disposto no presente artigo.

Artigo 11.º

Registo e arquivo de documentos

1 — Sem prejuízo das obrigações gerais dos serviços de segurança e saúde no trabalho em matéria de registos

de dados e conservação de documentos, o empregador organiza os registos de dados e mantém arquivos actualizados sobre:

a) Os resultados da avaliação de riscos bem como os critérios e procedimentos da avaliação;

b) A identificação dos trabalhadores expostos com a indicação, para cada trabalhador, do posto de trabalho ocupado, da natureza e, se possível, do grau de exposição a que esteve sujeito;

c) Os resultados da vigilância da saúde de cada trabalhador, com a referência ao posto de trabalho, aos exames de saúde e exames complementares realizados e a outros elementos considerados úteis pelo médico responsável, tendo em conta a confidencialidade dos referidos dados;

d) A identificação do médico responsável pela vigilância da saúde.

2 — Os registos e arquivos referidos no número anterior devem ser conservados de forma a permitir a sua consulta, nos termos previstos na legislação aplicável.

3 — Constitui contra-ordenação grave a violação do disposto no presente artigo.

Artigo 12.º

Regime da responsabilidade contra-ordenacional

1 — O regime geral da responsabilidade contra-ordenacional dos artigos 548.º a 566.º do Código do Trabalho aplica-se às infracções decorrentes da violação da presente lei, sem prejuízo das competências legais atribuídas nas Regiões Autónomas aos respectivos órgãos e serviços regionais.

2 — O processamento das contra-ordenações previstas na presente lei é regulado pelo regime processual aplicável às contra-ordenações laborais e de segurança social.

Artigo 13.º

Entrada em vigor

A presente lei entra em vigor 60 dias após a sua publicação.

Aprovada em 16 de Julho de 2010.

O Presidente da Assembleia da República, *Jaime Gama*.

Promulgada em 17 de Agosto de 2010.

Publique-se.

O Presidente da República, ANÍBAL CAVACO SILVA.

Referendada em 18 de Agosto de 2010.

O Primeiro-Ministro, *José Sócrates Carvalho Pinto de Sousa*.

ANEXO I

(a que se referem o n.º 1 do artigo 3.º e os artigos 5.º e 7.º)

Radiação óptica não coerente

Os valores de exposição à radiação óptica relevantes do ponto de vista biofísico são determinados utilizando as fórmulas a seguir mencionadas. As fórmulas a utilizar dependem da gama de radiação emitida pela fonte e os resultados devem ser comparados com os correspondentes valores limite de exposição (VLE) indicados no quadro 1.1. Para uma dada fonte de radiação óptica pode haver mais de um valor de exposição, e correspondente limite de exposição, relevante.

As alíneas a) a o) remetem para as linhas correspondentes do quadro 1.1:

- a)
$$H_{\text{eff}} = \int_0^t \int_{\lambda=180\text{nm}}^{\lambda=400\text{nm}} E_{\lambda}(\lambda, t) \cdot S(\lambda) \cdot d\lambda \cdot dt$$
 (H_{eff} só é aplicável na gama 180 nm a 400 nm)
- b)
$$H_{\text{UVA}} = \int_0^t \int_{\lambda=315\text{nm}}^{\lambda=400\text{nm}} E_{\lambda}(\lambda, t) \cdot d\lambda \cdot dt$$
 (H_{UVA} só é aplicável na gama 315 nm a 400 nm)
- c) e d)
$$L_B = \int_{\lambda=300\text{nm}}^{\lambda=700\text{nm}} L_{\lambda}(\lambda) \cdot B(\lambda) \cdot d\lambda$$
 (L_B só é aplicável na gama 300 nm a 700 nm)
- e) e f)
$$E_B = \int_{\lambda=300\text{nm}}^{\lambda=700\text{nm}} E_{\lambda}(\lambda) \cdot B(\lambda) \cdot d\lambda$$
 (E_B só é aplicável na gama 300 nm a 700 nm)
- g) a l)
$$L_R = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} L_{\lambda}(\lambda) \cdot R(\lambda) \cdot d\lambda$$
 (v. quadro n.º 1.1 para os valores adequados de λ_1 e λ_2)
- m) e n)
$$E_{\text{IV}} = \int_{\lambda=780\text{nm}}^{\lambda=3000\text{nm}} E_{\lambda}(\lambda) \cdot d\lambda$$
 (E_{IV} só é aplicável na gama 780 nm a 3 000 nm)
- o)
$$H_{\text{pele}} = \int_0^t \int_{\lambda=380\text{nm}}^{\lambda=3000\text{nm}} E_{\lambda}(\lambda, t) \cdot d\lambda \cdot dt$$
 (H_{pele} só é aplicável na gama 380 nm a 3 000 nm)

Para efeitos da presente lei, as fórmulas mencionadas podem ser substituídas pelas expressões seguintes e pelos valores discretos que figuram nos seguintes quadros:

- a)
$$E_{\text{eff}} = \sum_{\lambda=180\text{nm}}^{\lambda=400\text{nm}} E_{\lambda} \cdot S(\lambda) \cdot \Delta\lambda$$
 e $H_{\text{eff}} = E_{\text{eff}} \cdot \Delta t$
- b)
$$E_{\text{UVA}} = \sum_{\lambda=315\text{nm}}^{\lambda=400\text{nm}} E_{\lambda} \cdot \Delta\lambda$$
 e $H_{\text{UVA}} = E_{\text{UVA}} \cdot \Delta t$
- c) e d)
$$L_B = \sum_{\lambda=300\text{nm}}^{\lambda=700\text{nm}} L_{\lambda} \cdot B(\lambda) \cdot \Delta\lambda$$
- e) e f)
$$E_B = \sum_{\lambda=300\text{nm}}^{\lambda=700\text{nm}} E_{\lambda} \cdot B(\lambda) \cdot \Delta\lambda$$
- g) a l)
$$L_R = \sum_{\lambda_1}^{\lambda_2} L_{\lambda} \cdot R(\lambda) \cdot \Delta\lambda$$
 (v. quadro n.º 1.1 para os valores adequados de λ_1 e λ_2)
- m) e n)
$$E_{\text{IV}} = \sum_{\lambda=780\text{nm}}^{\lambda=3000\text{nm}} E_{\lambda} \cdot \Delta\lambda$$
- o)
$$E_{\text{pele}} = \sum_{\lambda=380\text{nm}}^{\lambda=3000\text{nm}} E_{\lambda} \cdot \Delta\lambda$$
 e $H_{\text{pele}} = E_{\text{pele}} \cdot \Delta t$

Notas

$E_{\lambda}(\lambda, t)$, E_{λ} *irradiância espectral ou densidade de potência espectral*: a potência radiante incidente por unidade de superfície, expressa em watts por metro quadrado por nanómetro [$\text{W m}^{-2} \text{nm}^{-1}$]; os valores de $E_{\lambda}(\lambda, t)$ e E_{λ} resultam de medições ou podem ser fornecidos pelo fabricante do equipamento;

E_{eff} *irradiância eficaz (gama UV)*: irradiância calculada para UV de comprimento de onda da gama de 180 nm a 400 nm ponderada espectralmente por $S(\lambda)$, expressa em watts por metro quadrado [W m^{-2}];

H *exposição radiante*: o integral da irradiância em ordem ao tempo, expresso em joules por metro quadrado [J m^{-2}];

H_{eff} *exposição radiante eficaz*: exposição radiante ponderada espectralmente por $S(\lambda)$, expressa em joules por metro quadrado [J m^{-2}];

E_{UVA} *irradiância total (UVA)*: irradiância calculada para UVA de comprimento de onda da gama de 315 nm a 400 nm, expressa em watts por metro quadrado [W m^{-2}];

H_{UVA} *exposição radiante*: o integral ou a soma da irradiância em ordem ao tempo e ao comprimento de onda para UVA de comprimento de onda da gama de 315 nm a 400 nm, expresso em joules por metro quadrado [J m^{-2}];

$S(\lambda)$ *ponderação espectral* tendo em conta a relação entre o comprimento de onda e os efeitos para a saúde da radiação UV sobre os olhos e a pele (quadro n.º 1.2) [sem dimensões];

$t, \Delta t$ *tempo, duração da exposição*, expresso em segundos [s];

λ *comprimento de onda*, expresso em nanómetros [nm];

$\Delta \lambda$ *largura de banda*, expressa em nanómetros [nm], dos intervalos de cálculo ou de medida;

$L\lambda(\lambda), L_{\lambda}$ *radiância espectral da fonte* expressa em watts por metro quadrado por esterradiano por nanómetro [$\text{W m}^{-2} \text{sr}^{-1} \text{nm}^{-1}$];

$R(\lambda)$ *ponderação espectral* tendo em conta a relação entre o comprimento de onda e a lesão térmica do olho causada por radiações visíveis e IVA (quadro n.º 1.3) [sem dimensões];

L_R *radiância eficaz (lesão térmica)*: radiância calculada ponderada espectralmente por $R(\lambda)$ expressa em watts por metro quadrado por esterradiano [$\text{W m}^{-2} \text{sr}^{-1}$];

$B(\lambda)$ *ponderação espectral* tendo em conta a relação entre o comprimento de onda e a lesão fotoquímica do olho causada por radiações de luz azul (quadro 1.3) [sem dimensões];

L_B *radiância eficaz (luz azul)*: radiância calculada ponderada espectralmente por $B(\lambda)$, expressa em watts por metro quadrado por esterradiano [$\text{W m}^{-2} \text{sr}^{-1}$];

E_B *irradiância eficaz (luz azul)*: irradiância calculada ponderada espectralmente por $B(\lambda)$ expressa em watts por metro quadrado [W m^{-2}];

E_{IV} *irradiância total (lesões térmicas)*: irradiância calculada na gama de comprimento de onda de 780 nm a 3000 nm (infravermelhos) expressa em watts por metro quadrado [W m^{-2}];

E_{pele} *irradiância total (visível, IVA e IVB)*: irradiância calculada na gama de comprimento de onda de 380 nm a 3000 nm (visível e infravermelhos), expressa em watts por metro quadrado [W m^{-2}];

H_{pele} *exposição radiante*: o integral ou a soma da irradiância em ordem ao tempo e ao comprimento de onda para a radiação visível e infravermelha de comprimento de onda da gama de 380 nm a 3000 nm, expresso em joules por metro quadrado [J m^{-2}];

A *posição angular*: o ângulo subtendido por uma fonte aparente, tal como vista num ponto do espaço, expresso em miliradianos (mrad). A fonte aparente é o objecto real ou virtual que forma a imagem retiniana mais pequena possível.

QUADRO N.º 1.1

Valores limite de exposição para radiação óptica não coerente

Índice	Comprimento de onda nm	Valores limite de exposição	Unidades	Observações	Parte do corpo	Risco
a	180-400 (UVA, UVB e UVC)	$H_{\text{eff}} = 30$ Valores diários 8 horas	[J m^{-2}]		Olho { córnea conjuntiva cristalino Pele	{ Fotoqueratite Conjuntivite Cataratogénese Eritema Elastose Cancro de pele

Índice	Comprimento de onda nm	Valores limite de exposição	Unidades	Observações	Parte do corpo	Risco
b	315-400 (UVA)	$H_{UVA} = 10^4$ Valores diários 8 horas	$[J m^{-2}]$		Olho cristalino	Cataratogénese
c	300-700 (Luz azul) <i>ver nota 1</i>	$L_B = \frac{10^6}{t}$ para $t \leq 10\ 000$ s	$L_B : [W m^{-2} sr^{-1}]$ t: [segundos]	para $\alpha \geq 11$ mrad	Olho retina	Foto-retinite
d	300-700 (Luz azul) <i>ver nota 1</i>	$L_B = 100$ para $t > 10\ 000$ s	$[W m^{-2} sr^{-1}]$			
e	300-700 (Luz azul) <i>ver nota 1</i>	$E_B = \frac{100}{t}$ para $t \leq 10\ 000$ s	$E_B : [W m^{-2}]$ t: [segundos]	para $\alpha < 11$ mrad <i>ver nota 2</i>		
f	300-700 (Luz azul) <i>ver nota 1</i>	$E_B = 0,01$ $t > 10\ 000$ s	$[W m^{-2}]$			
g	380-1 400 (Visível e IVA)	$L_R = \frac{2,8 \cdot 10^7}{C_\alpha}$ para $t > 10$ s	$[W m^{-2} sr^{-1}]$	$C_\alpha = 1,7$ para $\alpha \leq 1,7$ mrad	Olho retina	Queimadura da retina
h	380-1 400 (Visível e IVA)	$L_R = \frac{5 \cdot 10^7}{C_\alpha t^{0,25}}$ para $10 \mu s \leq t \leq 10$ s	$L_R : [W m^{-2} sr^{-1}]$ t: [segundos]	$C_\alpha = \alpha$ para $1,7 \leq \alpha \leq 100$ mrad $C_\alpha = 100$ para		
i	380-1 400 (Visível e IVA)	$L_R = \frac{8,89 \cdot 10^8}{C_\alpha}$ para $t < 10 \mu s$	$[W m^{-2} sr^{-1}]$	$\alpha > 100$ mrad $\lambda_1 = 380; \lambda_2 = 1\ 400$		
j	780-1 400 (IVA)	$L_R = \frac{6 \cdot 10^6}{C_\alpha}$ para $t > 10$ s	$[W m^{-2} sr^{-1}]$	$C_\alpha = 11$ para $\alpha \leq 11$ mrad $C_\alpha = \alpha$ para	Olho retina	Queimadura da retina
k	780-1 400 (IVA)	$L_R = \frac{5 \cdot 10^7}{C_\alpha t^{0,25}}$ para $10 \mu s \leq t \leq 10$ s	$L_R : [W m^{-2} sr^{-1}]$ t: [segundos]	$11 \leq \alpha \leq 100$ mrad $C_\alpha = 100$ para		
l	780-1 400 (IVA)	$L_R = \frac{8,89 \cdot 10^8}{C_\alpha}$ para $t < 10 \mu s$	$[W m^{-2} sr^{-1}]$	$\alpha > 100$ mrad (campo de visão da medição: 11 mrad) $\lambda_1 = 780; \lambda_2 = 1\ 400$		
m	780-3 000 (IVA e IVB)	$E_{IV} = 18000 t^{0,75}$ para $t \leq 1\ 000$ s	$E : [W m^{-2}]$ t: [segundos]		Olho córnea cristalino	Queimadura da córnea Cataratogénese
n	780-3 000 (IVA e IVB)	$E_{IV} = 100$ para $t > 1\ 000$ s	$[W m^{-2}]$			
o	380-3 000 (Visível, IVA E IVB)	$H_{pele} = 20\ 000 t^{0,25}$ para $t > 10$ s	$H : [J m^{-2}]$ t: [segundos]		Pele	Queimadura

Nota 1. — A gama de 300 nm a 700 nm abrange parte dos UVB, todos os UVA e a maior parte da radiação visível; o risco que lhe está associado é vulgarmente conhecido por risco de «luz azul».

A luz azul, em sentido restrito, abrange apenas a gama de aproximadamente 400 nm a 490 nm.

Nota 2. — Para uma fixação constante de fontes muito pequenas com uma posição angular < 11 mrad, L_B pode ser convertido em E_B . Em regra, isto aplica-se apenas a instrumentos oftalmológicos ou a um olho estabilizado durante uma anestesia. O tempo máximo de fixação do olhar é dado por: $t_{max} = 100 / E_B$, sendo E_B expresso em $W m^{-2}$. Dado o movimento dos olhos durante as funções normais da visão, tal não excede 100 s.

QUADRO N.º 1.2

S (Å) [sem dimensões], 180 nm a 400 nm

λ em nm	S (Å)	λ em nm	S (Å)	λ em nm	S (Å)	λ em nm	S (Å)	λ em nm	S (Å)
180	0,0120	228	0,1737	276	0,9434	324	0,000520	372	0,000086
181	0,0126	229	0,1819	277	0,9272	325	0,000500	373	0,000083
182	0,0132	230	0,1900	278	0,9112	326	0,000479	374	0,000080
183	0,0138	231	0,1995	279	0,8954	327	0,000459	375	0,000077
184	0,0144	232	0,2089	280	0,8800	328	0,000440	376	0,000074
185	0,0151	233	0,2188	281	0,8568	329	0,000425	377	0,000072
186	0,0158	234	0,2292	282	0,8342	330	0,000410	378	0,000069
187	0,0166	235	0,2400	283	0,8122	331	0,000396	379	0,000066
188	0,0173	236	0,2510	284	0,7908	332	0,000383	380	0,000064
189	0,0181	237	0,2624	285	0,7700	333	0,000370	381	0,000062
190	0,0190	238	0,2744	286	0,7420	334	0,000355	382	0,000059
191	0,0199	239	0,2869	287	0,7151	335	0,000340	383	0,000057
192	0,0208	240	0,3000	288	0,6891	336	0,000327	384	0,000055
193	0,0218	241	0,3111	289	0,6641	337	0,000315	385	0,000053
194	0,0228	242	0,3227	290	0,6400	338	0,000303	386	0,000051
195	0,0239	243	0,3347	291	0,6186	339	0,000291	387	0,000049
196	0,0250	244	0,3471	292	0,5980	340	0,000280	388	0,000047
197	0,0262	245	0,3600	293	0,5780	341	0,000271	389	0,000046
198	0,0274	246	0,3730	294	0,5587	342	0,000263	390	0,000044
199	0,0287	247	0,3865	295	0,5400	343	0,000255	391	0,000042
200	0,0300	248	0,4005	296	0,4984	344	0,000248	392	0,000041
201	0,0334	249	0,4150	297	0,4600	345	0,000240	393	0,000039
202	0,0371	250	0,4300	298	0,3989	346	0,000231	394	0,000037
203	0,0412	251	0,4465	299	0,3459	347	0,000223	395	0,000036
204	0,0459	252	0,4637	300	0,3000	348	0,000215	396	0,000035
205	0,0510	253	0,4815	301	0,2210	349	0,000207	397	0,000033
206	0,0551	254	0,5000	302	0,1629	350	0,000200	398	0,000032
207	0,0595	255	0,5200	303	0,1200	351	0,000191	399	0,000031
208	0,0643	256	0,5437	304	0,0849	352	0,000183	400	0,000030
209	0,0694	257	0,5685	305	0,0600	353	0,000175		
210	0,0750	258	0,5945	306	0,0454	354	0,000167		
211	0,0786	259	0,6216	307	0,0344	355	0,000160		
212	0,0824	260	0,6500	308	0,0260	356	0,000153		
213	0,0864	261	0,6792	309	0,0197	357	0,000147		
214	0,0906	262	0,7098	310	0,0150	358	0,000141		
215	0,0950	263	0,7417	311	0,0111	359	0,000136		
216	0,0995	264	0,7751	312	0,0081	360	0,000130		
217	0,1043	265	0,8100	313	0,0060	361	0,000126		
218	0,1093	266	0,8449	314	0,0042	362	0,000122		
219	0,1145	267	0,8812	315	0,0030	363	0,000118		
220	0,1200	268	0,9192	316	0,0024	364	0,000114		
221	0,1257	269	0,9587	317	0,0020	365	0,000110		
222	0,1316	270	1,0000	318	0,0016	366	0,000106		
223	0,1378	271	0,9919	319	0,0012	367	0,000103		
224	0,1444	272	0,9838	320	0,0010	368	0,000099		
225	0,1500	273	0,9758	321	0,000819	369	0,000096		
226	0,1583	274	0,9679	322	0,000670	370	0,000093		
227	0,1658	275	0,9600	323	0,000540	371	0,000090		

QUADRO N.º 1.3

B (Å), R (Å) [sem dimensões], 380 nm a 1400 nm

λ em nm	B (Å)	R (Å)
300 ≤ λ < 380	0,01	—
380	0,01	0,1
385	0,013	0,13
390	0,025	0,25
395	0,05	0,5

λ em nm	B (Å)	R (Å)
400	0,1	1
405	0,2	2
410	0,4	4
415	0,8	8
420	0,9	9
425	0,95	9,5
430	0,98	9,8
435	1	10
440	1	10

λ em nm	B (λ)	R (λ)
445	0,97	9,7
450	0,94	9,4
455	0,9	9
460	0,8	8
465	0,7	7
470	0,62	6,2
475	0,55	5,5
480	0,45	4,5
485	0,32	3,2

λ em nm	B (λ)	R (λ)
490	0,22	2,2
495	0,16	1,6
500	0,1	1
$500 < \lambda \leq 600$	$10^{0,02 \cdot (450-\lambda)}$	1
$600 < \lambda \leq 700$	0,001	1
$700 < \lambda \leq 1050$	—	$10^{0,002 \cdot (700-\lambda)}$
$1050 < \lambda \leq 1150$	—	0,2
$1150 < \lambda \leq 1200$	—	$0,2 \cdot 10^{0,02 \cdot (1150-\lambda)}$
$1200 < \lambda \leq 1400$	—	0,02

ANEXO II

(a que se referem o n.º 2 do artigo 3.º e o artigo 5.º)

Radiação óptica laser

Os valores de exposição à radiação óptica relevantes de um ponto de vista biofísico são determinados utilizando as fórmulas seguidamente mencionadas. As fórmulas a utilizar dependem do comprimento de onda e da duração das radiações emitidas pela fonte e os resultados devem ser comparados com os correspondentes valores limite de exposição (VLE) indicados nos quadros n.ºs 2.2-2.4. Para uma dada fonte de radiação óptica laser pode haver mais de um valor de exposição, e correspondente limite de exposição, relevante.

Os coeficientes utilizados como ferramentas de cálculo nos quadros n.ºs 2.2-2.4 constam do quadro n.º 2.5 e as correcções para a exposição repetitiva constam do quadro n.º 2.6.

$$E = \frac{dP}{dA} \text{ [W m}^{-2}\text{]}$$

$$H = \int_0^t E(t) \cdot dt \text{ [J m}^{-2}\text{]}$$

Notas

- dP *potência expressa em watts [W];*
- dA *área expressa em metros quadrados [m²];*
- E (t), E *irradiância ou densidade de potência: a potência radiante incidente por unidade de superfície, expressa em watts por metro quadrado [W m⁻²]; os valores de E(t) e E resultam de medições ou podem ser fornecidos pelo fabricante do equipamento;*
- H *exposição radiante: o integral da irradiância em ordem ao tempo, expresso em joules por metro quadrado [J m⁻²];*
- t *tempo, duração da exposição, expresso em segundos [s];*
- λ *comprimento de onda, expresso em nanómetros [nm];*
- γ *ângulo cónico máximo do campo de visão da medição expresso em miliradianos [mrad];*
- γ_m *campo de visão da medição expresso em miliradianos [mrad];*
- α *posição angular de uma fonte expressa em miliradianos [mrad];*
abertura máxima: a área circular sobre a qual são calculadas as médias da irradiância e da exposição radiante;
- G *radiância integrada: o integral da radiância para um dado tempo de exposição expresso como energia radiante por unidade de superfície de uma superfície radiante por unidade de ângulo sólido de emissão, em joules por metro quadrado por esterradiano [J m⁻² sr⁻¹].*

QUADRO N.º 2.1

Riscos das radiações

Comprimento de onda [nm] λ	Gama de radiações	Órgão afectado	Risco	Quadro do valor limite de exposição
180 a 400	UV	Olho	Lesão fotoquímica e lesão térmica	2.2, 2.3
180 a 400	UV	Pele	Eritema	2.4
400 a 700	Visível	Olho	Lesão da retina	2.2
400 a 600	Visível	Olho	Lesão fotoquímica	2.3
400 a 700	Visível	Pele	Lesão térmica	2.4
700 a 1400	IVA	Olho	Lesão térmica	2.2, 2.3
700 a 1400	IVA	Pele	Lesão térmica	2.4
1400 a 2600	IVB	Olho	Lesão térmica	2.2
2600 a 10 ⁶	IVC	Olho	Lesão térmica	2.2
1400 a 10 ⁶	IVB, IVC	Olho	Lesão térmica	2.3
1400 a 10 ⁶	IVB, IVC	Pele	Lesão térmica	2.4

QUADRO N.º 2.2

Valores limite de exposição para a exposição do olho ao laser — Exposição de curta duração < 10 s

Comprimento de onda λ [nm]	Abertura de temperatura	Duração [s]											
		10 ⁻¹³ - 10 ⁻¹¹	10 ⁻¹¹ - 10 ⁻⁹	10 ⁻⁹ - 10 ⁻⁷	10 ⁻⁷ - 1,8 · 10 ⁻⁵	1,8 · 10 ⁻⁵ - 5 · 10 ⁻⁵	5 · 10 ⁻⁵ - 10 ⁻³	10 ⁻³ - 10 ⁻¹					
UVC	180 - 280	$E = 3 \cdot 10^{10} \text{ [W m}^{-2}\text{]}$ Cf. nota ⁴											
UVB	280 - 302							H = 30 [J m ⁻²];					
	303							H = 40 [J m ⁻²]; se t < 2,6 · 10 ⁻⁸ então H = 5,6 · 10 ¹ t ^{0,25} [J m ⁻²] ver nota ⁴					
	304							H = 60 [J m ⁻²]; se t < 1,3 · 10 ⁻⁸ então H = 5,6 · 10 ¹ t ^{0,25} [J m ⁻²] ver nota ⁴					
	305							H = 100 [J m ⁻²]; se t < 1,0 · 10 ⁻⁸ então H = 5,6 · 10 ¹ t ^{0,25} [J m ⁻²] ver nota ⁴					
	306							H = 160 [J m ⁻²]; se t < 6,7 · 10 ⁻⁹ então H = 5,6 · 10 ¹ t ^{0,25} [J m ⁻²] ver nota ⁴					
	307							H = 250 [J m ⁻²]; se t < 4,0 · 10 ⁻⁹ então H = 5,6 · 10 ¹ t ^{0,25} [J m ⁻²] ver nota ⁴					
	308							H = 400 [J m ⁻²]; se t < 2,6 · 10 ⁻⁹ então H = 5,6 · 10 ¹ t ^{0,25} [J m ⁻²] ver nota ⁴					
	309							H = 630 [J m ⁻²]; se t < 1,6 · 10 ⁻⁹ então H = 5,6 · 10 ¹ t ^{0,25} [J m ⁻²] ver nota ⁴					
	310							H = 10 ³ [J m ⁻²]; se t < 1,0 · 10 ⁻⁹ então H = 5,6 · 10 ¹ t ^{0,25} [J m ⁻²] ver nota ⁴					
	311							H = 1,6 · 10 ³ [J m ⁻²]; se t < 6,7 · 10 ⁻⁹ então H = 5,6 · 10 ¹ t ^{0,25} [J m ⁻²] ver nota ⁴					
312	H = 2,5 · 10 ³ [J m ⁻²]; se t < 4,0 · 10 ⁻⁹ então H = 5,6 · 10 ¹ t ^{0,25} [J m ⁻²] ver nota ⁴												
313	H = 4,0 · 10 ³ [J m ⁻²]; se t < 2,6 · 10 ⁻⁹ então H = 5,6 · 10 ¹ t ^{0,25} [J m ⁻²] ver nota ⁴												
314	H = 6,3 · 10 ³ [J m ⁻²]; se t < 1,6 · 10 ⁻⁹ então H = 5,6 · 10 ¹ t ^{0,25} [J m ⁻²] ver nota ⁴												
UVA	315 - 400							H = 5,6 · 10 ³ t ^{0,25} [J m ⁻²]					
Visível & IVA	400 - 700	H = 1,5 · 10 ⁻⁴ C ^{0,75} [J m ⁻²]	H = 2,7 · 10 ⁻⁴ t ^{0,75} C ^{0,75} [J m ⁻²]	H = 5 · 10 ⁻³ C ^{0,75} [J m ⁻²]	H = 18 t ^{0,75} C ^{0,75} [J m ⁻²]								
	700 - 1050	H = 1,5 · 10 ⁻⁴ C ^{0,75} C _A C _C [J m ⁻²]	H = 2,7 · 10 ⁻⁴ t ^{0,75} C _A C _C [J m ⁻²]	H = 5 · 10 ⁻³ C _A C _C [J m ⁻²]	H = 18 t ^{0,75} C _A C _C [J m ⁻²]								
	1050 - 1400	H = 1,5 · 10 ⁻³ C _C C _C [J m ⁻²]	H = 2,7 · 10 ⁻³ t ^{0,75} C _C C _C [J m ⁻²]	H = 5 · 10 ⁻² C _C C _C [J m ⁻²]	H = 90 t ^{0,75} C _C C _C [J m ⁻²]								
IVB & IVC	1400 - 1500	E = 10 ¹¹ [W m ⁻²] Ver nota ⁴		H = 10 ³ [J m ⁻²]		H = 5,6 · 10 ³ t ^{0,25} [J m ⁻²]							
	1500 - 1800	E = 10 ¹¹ [W m ⁻²] Ver nota ⁴		H = 10 ³ [J m ⁻²]									
	1800 - 2600	E = 10 ¹² [W m ⁻²] Ver nota ⁴		H = 10 ³ [J m ⁻²]									
	2600 - 10 ⁶	E = 10 ¹¹ [W m ⁻²] Ver nota ⁴		H = 100 [J m ⁻²]		H = 5,6 · 10 ³ t ^{0,25} [J m ⁻²]							

A — Caso haja dois limites para o comprimento de onda do laser, aplica-se o mais restritivo.
 B — Se $1400 \leq \lambda < 10^5$ nm: diâmetro de abertura = 1 mm para $t \leq 0,3$ s e $1,5 \text{ t}^{0,375}$ mm para $0,3 < t < 10$ s; se $10^5 \leq \lambda < 10^6$ nm: diâmetro de abertura = 11 mm.
 C — Devido à falta de dados para estas condições de duração e comprimento de onda, a CIPRNI recomenda o emprego dos limites da irradiância para 1 ns.
 D — O quadro apresenta valores para um impulso de laser único. Em caso de impulsos de laser múltiplos, as durações dos impulsos de laser, se os impulsos ocorrerem num intervalo T_{min} (ver quadro n.º 2.6), devem ser adicionadas o valor temporal resultante deve corresponder a t na fórmula: $5,6 \cdot 10^3 \text{ t}^{0,25}$.

QUADRO N.º 2.3

Valores limite de exposição para a exposição do olho ao laser — Exposição de longa duração ≥ 10 s

Comprimento de onda λ [nm]		Abertura	Duração [s]		
			10 ¹ -10 ²	10 ² -10 ⁴	10 ⁴ -3·10 ⁵
UVC	180-280	7 mm	H = 30 [J m ⁻²]		
UVB	280-302	3,5 mm	H = 40 [J m ⁻²]		
	303		H = 60 [J m ⁻²]		
	304		H = 100 [J m ⁻²]		
	305		H = 160 [J m ⁻²]		
	306		H = 250 [J m ⁻²]		
	307		H = 400 [J m ⁻²]		
	308		H = 630 [J m ⁻²]		
	309		H = 1,0 · 10 ³ [J m ⁻²]		
	310		H = 1,6 · 10 ³ [J m ⁻²]		
	311		H = 2,5 · 10 ³ [J m ⁻²]		
	312		H = 4,0 · 10 ³ [J m ⁻²]		
313	H = 6,3 · 10 ³ [J m ⁻²]				
314	H = 10 ⁴ [J m ⁻²]				
UVA	315-400		H = 10 ⁴ [J m ⁻²]		
Visível 400-700	400-600 Lesão fotoquímica da retina ^a	7 mm	H = 100 C ₀ [J m ⁻²] (γ = 11 mrad) ^d	E = 1 C _B [W m ⁻²]; (γ = 1.1 t ^{0,5} mrad) ^d	E = 1 C _B [W m ⁻²] (γ = 110 mrad) ^d
	400-700 Lesão térmica da retina ^b		se α < 1,5 mrad então E = 10 [W m ⁻²] se α > 1,5 mrad e t ≤ T ₂ então H = 18 C ₀ t ^{0,75} [J m ⁻²] se α > 1,5 mrad e t > T ₂ então E = 18 C ₀ T ₂ ^{0,25} [W m ⁻²]		
IVA	700-1400		se α < 1,5 mrad então E = 10 C _A C _c [W m ⁻²] se α > 1,5 mrad e t ≤ T ₂ então H = 18 C _A C _c t ^{0,75} [J m ⁻²] se α > 1,5 mrad e t > T ₂ então E = 18 C _A C _c T ₂ ^{-0,25} [W m ⁻²] (não deve exceder 1000 W m ⁻²)		
IVB & IVC	1400-10 ⁶	Var	E = 1 000 [W m ⁻²]		

A — Caso haja dois limites para o comprimento de onda ou outra condição do laser, aplica-se o mais restritivo.
 B — Para pequenas fontes que subentendem um ângulo inferior ou igual a 1,5 mrad, o limite dual visível E de 400 nm a 600 nm reduz-se aos limites térmicos para 10 ≤ T₁ e aos limites fotoquímicos para durações mais longas. Os valores de T₁ e T₂ constam do quadro n.º 2.5. O limite do risco fotoquímico para a retina pode também ser expresso como a radiancia integrada em ordem ao tempo G = 10⁶ C_B [J m⁻² sr⁻¹] para t > 10 s até t = 10 000 s e L = 100 C_B [W m⁻² sr⁻¹] para t > 10 000 s. Para a medição de G e L deve utilizar-se γ_m como campo de visão médio. A fronteira oficial entre os raios visíveis e os infravermelhos é 780 nm segundo a definição da CIE. A coluna com os nomes das gamas de comprimentos de onda destina-se unicamente a dar uma melhor panorâmica ao utilizador. (A notação G é usada pelo CEN; a notação L, é usada pela CIE; a notação Lp é usada pela CEI e pelo CENELEC.)
 C — Para comprimentos de onda 1400-10⁵ nm : diâmetro da abertura = 3,5 mm: Para comprimentos de onda 10⁵ nm -10⁶ nm: diâmetro da abertura = 11 mm.
 D — Para a medição do valor de exposição a entrada de γ é definida do seguinte modo: se a (posição angular de uma fonte) > γ (ângulo cónico máximo, indicado entre parênteses rectos na coluna correspondente) então o campo de visão da medição γ_m deverá ser o valor dado de γ. (Se fosse usado um maior campo de visão da medição, então o risco seria sobreavaliado.)
 Se α < γ então o campo de visão da medição γ_m deve ser suficientemente grande para envolver completamente a fonte mas por outro lado não é limitado e pode ser maior que γ.

QUADRO N.º 2.4

Valores limite de exposição para a exposição da pele ao laser

Comprimento de onda λ [nm]		Abertura	Duração [s]					
			< 10 ⁻⁴	10 ⁶ -10 ⁷	10 ⁷ -10 ⁸	10 ⁸ -10 ⁹	10 ⁹ -3·10 ⁴	
UV (A, B, C)	180-400	3,5 mm	E = 3 · 10 ¹⁰ [W m ⁻²]	Idêntico aos limites de exposição para o olho				

Comprimento de onda λ [nm]		Abertura	Duração [s]				
			$< 10^{-9}$	$10^{-9} - 10^{-7}$	$10^{-7} - 10^{-5}$	$10^{-5} - 10^1$	$10^1 - 10^5$
Visível & IVA	400-700	3,5 mm	$E = 2 \cdot 10^{11} \text{ [W m}^{-2}\text{]}$	$H = 200 \text{ CA}$	$H = 1,1 \cdot 10^4 \text{ CA t}^{0,25} \text{ [J m}^{-2}\text{]}$	$E = 2 \cdot 10^3 \text{ CA [W m}^{-2}\text{]}$	
	700-1400		$E = 2 \cdot 10^{11} \text{ CA [W maternidade}^{-2}\text{]}$	$\text{[J m}^{-2}\text{]}$			
IVB & IVC	1400 - 1500		$E = 10^{12} \text{ [W m}^{-2}\text{]}$	Idêntico aos limites de exposição para o olho			
	1500 - 1800		$E = 10^{13} \text{ [W m}^{-2}\text{]}$				
	1800 - 2600	$E = 10^{12} \text{ [W m}^{-2}\text{]}$					
	$2600 - 10^6$	$E = 10^{11} \text{ [W m}^{-2}\text{]}$					

A — Caso haja dois limites para o comprimento de onda ou outra condição do laser, aplica-se o mais restritivo.

QUADRO N.º 2.5

Factores de correcção aplicados e outros parâmetros de cálculo

Parâmetro enumerado na lista CIPRNI	Gama do espectro válida (nm)	Valor
CA	$\lambda < 700$	$CA = 1,0$
	700- 1050	$CA = 10 \cdot 0,002(\lambda - 700)$
	1050- 1400	$CA = 5,0$
CB	400- 450	$CB = 1,0$
	450- 700	$CB = 10 \cdot 0,02(\lambda - 450)$
CC	700- 1150	$CC = 1,0$
	1150- 1200	$CC = 10 \cdot 0,018(\lambda - 1150)$
	1200- 1400	$CC = 8,0$
T1	$\lambda < 450$	$T_1 = 10 \text{ s}$
	450- 500	$T_1 = 10 \cdot [10 \cdot 0,02 (\lambda - 450)] \text{ s}$
	$\lambda > 500$	$T_1 = 100 \text{ s}$
Parâmetro enumerado na lista CIPRNI	Válido para efeitos biológicos	Valor
A _{min}	Todos os efeitos térmicos	$\alpha_{\text{min}} = 1,5 \text{ mrad}$
Parâmetro enumerado na lista CIPRNI	Intervalos angulares válidos (mrad)	Valor
CE	$\alpha < \alpha_{\text{min}}$	$CE = 1,0$
	$\alpha_{\text{min}} < \alpha < 100$	$CE = \alpha/\alpha_{\text{min}}$
	$\alpha > 100$	$CE = \alpha^2/(\alpha_{\text{min}} \cdot \alpha_{\text{max}}) \text{ mrad com } \alpha_{\text{max}} = 100 \text{ mrad}$
T2	$\alpha < 1,5$	$T_2 = 10 \text{ s}$
	$1,5 < \alpha < 100$	$T_2 = 10 \cdot [10 \cdot (\alpha - 1,5)^{98,5}] \text{ s}$
	$\alpha > 100$	$T_2 = 100 \text{ s}$
Parâmetro enumerado na lista CIPRNI	Intervalos de tempo de exposição válidos (s)	Valor
Γ	$t \leq 100$	$\gamma = 11 \text{ [mrad]}$
	$100 < t < 10^4$	$\gamma = 1,1 t^{0,5} \text{ [mrad]}$
	$t > 10^4$	$\gamma = 110 \text{ [mrad]}$

QUADRO N.º 2.6

Correcção para exposição repetitiva

Cada uma das três regras gerais seguintes deverá ser aplicada a todas as exposições repetitivas decorrentes de sistemas laser de impulsos repetitivos ou de varrimento.

1 — A exposição resultante de um impulso único de uma série de impulsos não deve exceder o valor limite de exposição de um impulso único com essa duração de impulso.

2 — A exposição resultante de um grupo de impulsos (ou subgrupo de impulsos numa série) emitidos no tempo t não deve exceder o valor limite de exposição para o tempo t.

3 — A exposição resultante de um impulso único num grupo de impulsos não deve exceder o valor limite de exposição de um impulso único multiplicado pelo factor de correcção térmica cumulativa $C_p = N^{-0,25}$, em que N é o número de impulsos. Esta regra aplica-se apenas a limites de exposição para protecção contra lesões térmicas, em que todos os impulsos emitidos em menos de T_{min} são tratados como um único impulso.

Parâmetro	Gama do espectro válida (nm)	Valor
T_{min}	315 < λ ≤ 400	$T_{min} = 10^{-9}$ s (= 1 ns)
	400 < λ ≤ 1050	$T_{min} = 18 \cdot 10^{-6}$ s (= 18 μ s)
	1050 < λ ≤ 1400	$T_{min} = 50 \cdot 10^{-6}$ s (= 50 μ s)
	1400 < λ ≤ 1500	$T_{min} = 10^{-3}$ s (= 1 ms)
	1500 < λ ≤ 1800	$T_{min} = 10$ s
	1800 < λ ≤ 2600	$T_{min} = 10^{-3}$ s (= 1 ms)
	2600 < λ ≤ 10^6	$T_{min} = 10^{-7}$ s (= 100 ns)

Lei n.º 26/2010

de 30 de Agosto

Décima nona alteração ao Código de Processo Penal

A Assembleia da República decreta, nos termos da alínea c) do artigo 161.º da Constituição, o seguinte:

Artigo 1.º

Alteração ao Código de Processo Penal

Os artigos 1.º, 68.º, 69.º, 86.º, 103.º, 194.º, 202.º, 203.º, 219.º, 247.º, 257.º, 276.º, 333.º, 334.º, 379.º, 382.º, 383.º, 384.º, 385.º, 386.º, 387.º, 388.º, 389.º, 390.º, 391.º, 391.º-A, 391.º-B, 391.º-D, 391.º-E, 391.º-F e 393.º do Código de Processo Penal, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 78/87, de 17 de Fevereiro, alterado pelos Decretos-Leis n.ºs 387-E/87, de 29 de Dezembro, 212/89, de 30 de Junho, e 17/91, de 10 de Janeiro, pela Lei n.º 57/91, de 13 de Agosto, pelos Decretos-Leis n.ºs 423/91, de 30 de Outubro, 343/93, de 1 de Outubro, e 317/95, de 28 de Novembro, pelas Leis n.ºs 59/98, de 25 de Agosto, 3/99, de 13 de Janeiro, e 7/2000, de 27 de Maio, pelo Decreto-Lei n.º 320-C/2000, de 15 de Dezembro, pelas Leis n.ºs 30-E/2000, de 20 de Dezembro, e 52/2003, de 22 de Agosto, pelo Decreto-Lei n.º 324/2003, de 27 de Dezembro, e pela Lei n.º 48/2007, de 29 de Agosto, pelo Decreto-Lei n.º 34/2008, de 26 de Fevereiro, pela Lei n.º 52/2008, de 28 de Agosto, e pela

Lei n.º 115/2009, de 12 de Outubro, passam a ter a seguinte redacção:

«Artigo 1.º

[...]

-
- a)
- b)
- c)
- d)
- e)
- f)
- g)
- h)
- i)
- j) 'Criminalidade violenta' as condutas que dolosamente se dirigirem contra a vida, a integridade física, a liberdade pessoal, a liberdade e autodeterminação sexual ou de substâncias psicotrópicas, corrupção, tráfico de influência, participação económica em negócio com pena de prisão de máximo igual ou superior a 5 anos;
- l)
- m) 'Criminalidade altamente organizada' as condutas que integrarem crimes de associação criminosa, tráfico de pessoas, tráfico de armas, tráfico de estupefacientes ou de substâncias psicotrópicas, corrupção, tráfico de influência, participação económica em negócio ou branqueamento.

Artigo 68.º

[...]

- 1 —
- a)
- b)
- c)
- d) No caso de o ofendido ser menor de 16 anos ou por outro motivo incapaz, o representante legal e, na sua falta, as pessoas indicadas na alínea anterior, segundo a ordem aí referida, ou, na ausência dos demais, a entidade ou instituição com responsabilidades de protecção, tutelares ou educativas, quando o mesmo tenha sido judicialmente confiado à sua responsabilidade ou guarda, salvo se alguma delas houver auxiliado ou participado no crime;
- e)
- 2 —
- 3 —
- 4 —
- 5 —

Artigo 69.º

[...]

- 1 —
- 2 —
- a) Intervir no inquérito e na instrução, oferecendo provas e requerendo as diligências que se afigurarem necessárias e conhecer os despachos que sobre tais iniciativas recaírem;
- b)
- c) Interpor recurso das decisões que os afectem, mesmo que o Ministério Público o não tenha feito, dispondo, para o efeito, de acesso aos elementos proces-

Laser em Odontopediatria - Frenectomia em Foco

Anexo 2: Tipos de laser usados em odontopediatria e respectivas aplicações (Adaptado AAPD, 2017).

Tipo Laser	Comprimento de onda (nm)	Aplicações
Diodo	450 - 655 nm	1. Laser de fluorescência - aplicações de diagnóstico, detecção de cárie oclusais, detecção de tártaro em bolsas periodontais, detecção de células displásicas durante o rastreio do cancro oral.
Diodo	810 - 980 nm	1. Ablação de tecido mole contorno gengivas para fins estéticos, frenectomia, gengivectomia, operculotomia; 2. Fotobiomodulação -proliferação de fibroblastos e aumento da cicatrização de lesões orais (mucosite) ou feridas cirúrgicas; 3. Procedimentos periodontais - redução bacteriana a laser, eliminação de tecido epitelial necrótico durante cirurgias periodontais regenerativas; 4. Branqueamento dentário.
Er, Cr: YSGG	2780 nm	1. Procedimentos de tecido duro - condicionamento do esmalte, remoção de lesões de cárie dentária e preparo de cavidades no esmalte e dentina; 2. Procedimentos do tecido ósseo - ablação óssea; 3. Ablação de tecido mole - contorno gengival para fins estéticos, frenectomia, gengivectomia, operculectomia; 4. Terapia endodôntica - capeamento pulpar, pulpotomia, pulpectomia, preparação do canal radicular; 5. Procedimentos periodontais - redução bacteriana a laser, eliminação de tecido epitelial necrótico durante cirurgias periodontais regenerativas; 6. Tratamento de lesões ulcerativas orais.
Er: YAG	2940 nm	1. Procedimentos de tecido duro - remoção de cárie e preparo cavitário em esmalte e dentina; 2. Terapia endodôntica - preparação do canal radicular.
CO2	9300 nm	1. Procedimentos de tecido duro - remoção de cárie e preparo cavitário em esmalte e dentina; 2. Procedimentos do tecido ósseo - ablação óssea; 3. Procedimentos de tecido mole - incisão, excisão, vaporização, coagulação e hemostasia.
CO2	10600 nm	1. Ablação de tecido mole - contorno gengival para fins estéticos, frenectomia, gengivectomia; 2. Tratamento de lesões ulcerativas orais; 3. Procedimentos periodontais - eliminação do tecido epitelial necrótico durante cirurgias periodontais regenerativas.

Anexo 3: Descrição das alterações e problemas funcionais relacionados com a anquiloglossia (Amir, James e Donath, 2006; Bhattad, Baliga e Kriplani, 2013; Buryk, Bloom e Shope, 2011; Chaubal e Dixit, 2011; Escoda e Aytés, 2004; Forlenza et al., 2010; Ghadimi et al., 2012; Kotlow, 2011; Kumar e Kalke, 2012; Kupietzky e Botzer, 2005; Olivi et al., 2012; Opara, Gabriel-Job e Opara, 2012; Segal et al., 2007; Suter e Bornstein, 2009; Tuli e Singh, 2010).

Alterações/Problemas Funcionais	Descrição
Dificuldades na amamentação	<ul style="list-style-type: none"> - Diminuição da mobilidade da língua; - Incapacidade do lactante em apertar o mamilo contra o arco superior e palato duro durante a sucção; - Pode levar à diminuição do peso do bebé e ao desmame precoce; - Desconforto e dor nos mamilos das mães.
Alterações na deglutição	<ul style="list-style-type: none"> - Incapacidade de desenvolver padrões normais de deglutição; - Persistência de deglutição atípica e da posição da língua entre os incisivos; - Poderá levar à vestibularização dos incisivos superiores e inferiores dando origem a uma mordida aberta.
Alterações na fonética	<ul style="list-style-type: none"> - Dificuldades no discurso especialmente com as consoantes dento-linguo-labiais (“t”, “d”, “l”); - Omissão e substituição do “r” e dos fonemas com as seguintes consoantes: “r”, “s” e “z”; - Após a remoção cirúrgica do freio, o paciente deve recorrer a um terapeuta da fala para corrigir os problemas fonéticos.
Alteração no formato lingual	<ul style="list-style-type: none"> - A língua adquire um formato bífido ou helicoidal; - Alguns autores referem como tendo o formato de coração.
Dificuldade de higienização	<ul style="list-style-type: none"> - Traumatismos repetitivos no freio durante a escovagem dentária.
Problemas ortodôntico-ortopédicos	<ul style="list-style-type: none"> - Possibilidade de uma mordida cruzada anterior e / ou posterior; - Posição baixa da língua leva a um aumento desproporcionado da mandíbula em relação ao maxilar superior, potenciando o desenvolvimento de más-oclusões do tipo III; - Existe a possibilidade de uma mordida aberta causada pela colocação da língua entre os dois arcos durante a deglutição e fala; - Quanto mais cedo for realizada a frenectomia e mais precocemente se ensinar a criança a colocar a língua de forma adequada, maior a probabilidade que a posição dos dentes e a forma do arco maxilar se corrija; - A correção cirúrgica e reeducação da linguagem em fases mais avançadas impedem que o tratamento ortodôntico fracasse.
Alterações na postura	<ul style="list-style-type: none"> - A anquiloglossia está geralmente associada a uma mais alta e avançada posição do osso hióide; - Resulta de uma hipertonia dos músculos supra-hióides e extrínsecos linguais com o consequente alongamento do músculo supra-hióide; - O paciente pode aparecer com uma postura corporal com inclinação anterior associada à projeção da cabeça e dos ombros para a frente.

Anexo 4 - Autorização referente à figura 1 – Absorção relativa da luz laser (adaptado de Olivi et al., 2010).

De: **Giovanni Olivi** olivi.g@tiscali.it
Assunto: Re: Master Dissertation
Data: 28 de junho de 2018, 09:10
Para: Margarida Estrela 29204@ufp.edu.pt



Yes you can, best wishes,
Giovanni Olivi

Il giorno 27 giu 2018, alle ore 18:52, Margarida Estrela <29204@ufp.edu.pt> ha scritto:

Dear Mr Olivi,

My name is Margarida Estrela and I'm in the last year of the Dental Medicine course in FCS- Universidade Fernando Pessoa, in Portugal.

I'm doing my masters dissertation on the application of lasers in pediatric dentistry.

I would like to know if you can send me your authorization to use the attached image about the relative absorption of LASER light in the tissues present in the article entitled "Er, Cr: YSGG laser labial frenectomy: a clinical retrospective evaluation of 156 consecutive cases" .

Waiting for your answer,

Thank you very much for your consideration ,

Best regards,

Yours sincerely,

Margarida Estrela

<image.png>

Anexo 5 - Autorização referente à figura 2 - Classificação para avaliar a mobilidade lingual, segundo Durán et al., (2007).

De: **Info OWI** info@orthodonticworld.com
Assunto: RV: RV: Master Dissertation
Data: 28 de junho de 2018, 16:35
Para: <29204@ufp.edu.pt> 29204@ufp.edu.pt
Cc: Jose Duran owi_urgente@yahoo.es



Apreciada Margarita:

Puedes utilizar mi iconografía. También la tienes en color en mi libro "Estimuloterapia en Ortodoncia"

Cuál es el título de tu trabajo?

Saludos,

Prof. José Durán von Arx

[Enviado desde Yahoo Mail para iPhone](#)

El jueves, junio 28, 2018, 4:23 p. m., Info OWI <info@orthodonticworld.com> escribió:

De: Margarida Estrela <29204@ufp.edu.pt>
Enviado el: Thursday, June 28, 2018 4:19 PM
Para: info@orthodonticworld.com
Asunto: Master Dissertation

Excelentissimo Doctor Jose Duran von,

Mi nombre es Margarida Estrela y soy estudiante del último año del curso de Maestría en Odontología de la FSC-Universidad Fernando Pessoa en Oporto, Portugal.

Vino por este medio pedirle autorización para el uso de una imagen (Figura 10. Codificación de la movilidad lingual) (en anexo), presente en su artículo titulado «Tabla de diagnóstico y tratamiento Multifunction System "MFS", herramienta básica de la estimuloterapia programada », a fin de poder utilizarla en mi disertación de maestría.

Muchas gracias por su atención y consideración,

Los mejores saludos,

Margarida Estrela

Anexo 6 - Autorização referente à figura 3 - Radiografia periapical onde é visível a fenda óssea em forma de “W” entre os incisivos centrais superiores e figura 4 - Freio labial superior hipertrófico de inserção anormal.

De: **Sofia Costa** sofiacosta90@gmail.com
Assunto: Re: Dissertação de mestrado
Data: 28 de junho de 2018, 15:59
Para: Margarida Estrela 29204@ufp.edu.pt



Olá boa tarde ;).

Autorizo a utilização das referidas imagens.

Cumprimentos

Margarida Estrela <29204@ufp.edu.pt> escreveu em qui, 28/06/2018 às 15:36 :

Exma. Dr^a Sofia Alexandra Lima da Costa,

O meu nome é Margarida Estrela e sou aluna do 5º ano do curso de Mestrado Integrado em Medicina Dentária. Vinha por este meio pedir a sua autorização para utilizar na minha dissertação de mestrado 2 imagens (Figura 1 - Fenda óssea em forma de W entre incisivos centrais superiores em radiografia periapical; Figura 2 - Freio Labial Superior hipertrófico de inserção anormal) presentes na sua tese.

Aguardo a sua resposta,

Os melhores cumprimentos,

Margarida Estrela