



III Encontro de Iniciação Científica e Tecnológica
III EnICT
ISSN: 2526-6772
IFSP – Câmpus Araraquara
19 e 20 de Setembro de 2018



RADIAÇÕES ELETROMAGNÉTICAS IONIZANTES E NÃO-IONIZANTES EM EQUIPAMENTOS ODONTOLÓGICOS

EDUARDO SOUZA SIMS¹, ALESSANDRO MÁRCIO HAKME DA SILVA², PATRÍCIA GARANI FERNANDES³, FERNANDA FLORIAN⁴

¹ Graduando em Engenharia Elétrica, UNIARA, eduardo.sims@hotmail.com

² Orientador docente do departamento de Engenharia Elétrica da UNIARA, amhakme@uniara.com.br

³ Doutora em Periodontia pela FORP-USP, patriciagarani@usp.br

⁴ Docente do Departamento de Morfologia – Anatomia na FOAr UNESP, fernanda.florian@unesp.br

Área de conhecimento (Tabela CNPq): Engenharia Elétrica – 3.04.00.00-7

RESUMO: O estudo dos níveis de radiação ionizante e não ionizante de alguns equipamentos odontológicos se faz necessário já que estes ao serem utilizados apresentam riscos biológicos aos operadores, pacientes e a todos os envolvidos. Dois equipamentos fontes de radiação eletromagnética utilizados na odontologia foram abordados por este estudo, sendo estes os Raios-X (Radiação Ionizante) e o Laser (Radiação Não-Ionizante). Três equipamentos de Raios-X pertencentes ao Núcleo de Odontologia da Universidade de Araraquara – UNIARA foram analisados através de laudos técnicos emitidos para o controle de radiação do local. Também foi analisado o equipamento de Laser utilizado no curso de pós graduação utilizando-se dos dados técnicos dispostos pelo fabricante. Foi possível comparar os valores obtidos dos equipamentos com os considerados seguros pela legislação brasileira permitindo-se caracterizar os dados avaliados como satisfatórios ou não.

PALAVRAS-CHAVE: biossegurança; radiações; odontologia.

INTRODUÇÃO

Radiação é uma forma de energia emitida por uma fonte, transmitida através do vácuo, do ar ou por outros meios materiais e que ao interagirem sobre a matéria podem produzir vários efeitos (OKUNO, 2013).

Estas radiações podem ser classificadas como de origem corpuscular – compreendendo a radioatividade natural ou radioisótopos como as radiações α (alpha), β (beta), catódicas e nêutrons; e a de origem eletromagnética (FREITAS, 2000).

As radiações eletromagnéticas podem ser classificadas como ionizantes e não-ionizantes. Segundo Okuno e Yoshimura (2010) “uma radiação é considerada ionizante se for capaz de arrancar um elétron de um átomo ou de uma molécula, ao qual ele está ligado por força elétrica, caso contrário é considerada não ionizante”.

Tais radiações estão presentes nos equipamentos odontológicos abordados por este estudo: nos equipamentos de Raios-X utilizados na aquisição de imagens de estruturas bucais sendo fonte de radiação ionizante e nos equipamentos de Laser utilizados em processos estéticos e terapêuticos sendo fontes de radiação não-ionizante. Os dois tipos de aparelhos propostos para estudo utilizam radiações eletromagnéticas, justificando a não abordagem das radiações corpusculares.

O emprego de ambas radiações na busca de benefícios pode trazer algum dano biológico aos envolvidos, sendo a ionizante a mais nociva. Exemplos de danos aos seres humanos incluem os de lesões na pele, câncer, leucemia, catarata e alteração do DNA ou a nível celular, podendo até tornar-se hereditário (FREITAS, 2000). Portanto é necessário atender diversas normas regulamentadas por órgãos nacionais e internacionais para se obter e operar equipamentos desta natureza afim de minimizar os malefícios.

Os equipamentos de Raios-X podem perder a calibração com o passar do tempo, resultando em alterações indevidas do nível de radiação emitida, tornando o ambiente de exposição inseguro por riscos ‘invisíveis’ que passam despercebidos tanto pelo operador do equipamento quanto pelo paciente.

Já nos equipamentos de Laser se faz necessário atenção aos padrões de comprimento de onda em que o equipamento opera e a potência, sob responsabilidade do operador.

Três equipamentos de Raios-X pertencentes ao Núcleo de Odontologia da Universidade de Araraquara – UNIARA foram analisados através de laudos técnicos emitidos para o controle de radiação do local. Também foi analisado o equipamento de Laser utilizado no curso de pós-graduação utilizando-se dos dados técnicos dispostos no manual do fabricante.

O objetivo do trabalho foi comparar os dados referentes aos equipamentos de Raios-X e ao equipamento Laser com os dados contidos na legislação nacional, permitindo-se caracterizar os dados avaliados como seguros ou inseguros.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Raios-X na Odontologia

No âmbito médico-odontológico a radiologia compreende os equipamentos de radiação. Para Mello Junior (2016) a radiologia integra-se como “a especialidade médica que consiste na utilização de imagens para o auxílio do diagnóstico clínico e terapêutico”. Os principais métodos de diagnóstico por imagem são: Radiologia Geral, Ultrassonografia, Tomografia computadorizada e Ressonância Magnética.

Na odontologia os aparelhos de Raios-X se caracterizam por terem construção mais simples a fim de torna-los portáteis ou, no mínimo, móveis. Segundo Alvares e Tavano (1998) estes aparelhos são “equipados com tubos do tipo Auto Retificador, os quais podem operar com alimentação de corrente alternada” o que possibilita sua construção mais compacta.

Laser na Odontologia

Os equipamentos de Laser são empregados para acelerar reparação tecidual, redução de processos inflamatórios, clareamento dental, alívio de dores pós-operatórias ou de hipersensibilidade dental e até mesmo no tratamento de doenças como herpes labial, afta, entre outras. O reparo tecidual atingido pela luz laser depende da constituição do laser, da potência, do comprimento de onda e do tempo de irradiação (PINHEIRO; BRUGNERA JUNIOR; ZANIN, 2010).

Um equipamento de Laser é fonte de radiação não-ionizante, que atua em foco concentrado, resultando diversos efeitos quando em contato com tecidos biológicos, como o efeito térmico e o fotoquímico. Pode ser considerado não-invasivo na grande maioria dos comprimentos de onda utilizados comercialmente em equipamentos com finalidade terapêutica e é uma radiação muito bem tolerada pelos tecidos, ou seja, não apresenta efeitos mutagênicos (PINHEIRO; BRUGNERA JUNIOR; ZANIN, 2010).

A potência de emissão da radiação do equipamento de Laser permite a classificação do mesmo, podendo ser de baixa, média e alta intensidade. O laser de baixa intensidade também pode ser chamado de laser-mole, “*soft-laser*” ou laser terapêutico, sendo os mais comuns os constituídos de Hélio-Neônio ou Arseniato de Gálio (PINHEIRO; BRUGNERA JUNIOR; ZANIN, 2010).

Radiação: Benefícios e Malefícios

A radiologia é a especialidade médica que utiliza-se dos efeitos da radiação artificial para aquisição e diagnóstico por imagem do corpo humano para controle e tratamento de doenças, sendo os principais métodos conhecidos por radiografia, ultrassonografia, tomografia e ressonância magnética (MELLO JÚNIOR, 2016). Tais métodos são vastamente empregados na medicina moderna.

Segundo BRASIL (1998) o uso das radiações representa um grande avanço na medicina, requerendo, entretanto, que as práticas que dão origem a exposições radiológicas na saúde sejam efetuadas em condições otimizadas de proteção ao operador do equipamento e ao paciente.

Outra fonte de radiação utilizada é a radioterapia, que consiste em um “método capaz de destruir células tumorais, empregando feixe de radiações ionizantes [...] com o menor dano possível às células normais circunvizinhas, à custa das quais se fará a regeneração da área irradiada” (BRASIL, 1993).

A radiação emitida pelos equipamentos de Laser terapêutico demonstra efeitos analgésicos, anti-inflamatórios e cicatrizantes, apesar do laser não ter efeito diretamente curativo, mas proporciona ao organismo uma melhor resposta à inflamações (LINS et al., 2010). O olho e a pele são os órgãos mais susceptíveis a danos por efeito térmico ou fotoquímico causados pela radiação não-ionizante, visível e infravermelha, emitida por equipamentos de Laser. Estes danos podem se dar por efeito térmico ou fotoquímico. Na pele os riscos se dão muito mais pelo efeito térmico, quando excedem 45° C, do que pela foto-sensibilização (ICNIRP, 2013).

Normatização brasileira da segurança da radiação no trabalho

A segurança e medicina no trabalho consiste em obrigações, direitos e deveres a serem cumpridos por empregadores e empregados, garantindo trabalho seguro e sadio, prevenindo a ocorrência de doenças e acidentes de trabalho. Tais medidas se dão por intermédio de normas regulamentadoras (BRASIL, 2015).

A Norma Regulamentadora Nº 15 (NR15) – Atividades e Operações Insalubres, aborda segurança exigida para exposição de radiações ionizantes (Anexo 5) e não-ionizantes (Anexo 7). No Anexo 5 podemos constatar que as medidas de segurança que devem ser adotadas são as presentes na Norma CNEN NN 3.01: "Diretrizes Básicas de Radioproteção", publicada em 1988 e com atualizações, ou daquela que venha a substituí-la (BRASIL, 2014a).

A norma CNEN NN 3.01 é uma norma elaborada pelo Conselho Nacional de Energia Nuclear, autarquia federal vinculada ao Ministério de Ciência e Tecnologia e que é responsável por “estabelecer os requisitos básicos de proteção radiológica das pessoas em relação à exposição a radiação ionizante” (COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR, 2014).

A Secretaria da Vigilância Sanitária, órgão do Ministério da Saúde, em sua Portaria 453 de 1998, estabelece as diretrizes básicas de proteção radiológica em radiodiagnóstico médico e odontológico (BRASIL, 1998). Esta portaria regulamenta o setor de radiodiagnóstico médico e odontológico em todo país.

A legislação brasileira para requisitos de segurança em laser, possui a norma NBR IEC 601.2.22 - Requisitos particulares para a segurança básica e o desempenho essencial de equipamento a laser para cirurgias, uso cosmético, terapêutico e diagnóstico. Esta norma brasileira é baseada na IEC 60825-1 da International Electrotechnical Commission (IEC), seguindo as atualizações da original.

METODOLOGIA

Foi realizada pesquisa descritiva e bibliográfica, o que possibilitou correlacionar conteúdos já publicados sobre um ou vários assuntos através de uma nova abordagem, criando conteúdo inovador que proporciona base auxiliar para futuras pesquisas (MARCONI; LAKATOS, 2010).

O Núcleo de Odontologia da Universidade de Araraquara – UNIARA, localizado na Unidade IV do campus da universidade em Araraquara-SP, foi utilizado como referencial de estudo. Foi possível avaliar três equipamentos de Raios-X por meio da coleta de dados em laudos técnicos emitidos por uma empresa terceirizada referentes ao controle de radiação do núcleo, possibilitando visualizar a real condição dos equipamentos de Raios-X. Para averiguação do equipamento de Laser utilizado pelo curso de pós-graduação, utilizaram-se as informações dispostas pelo fabricante do equipamento para coletar os dados necessários.

Todos os equipamentos de Raios-X estudados são do modelo Timex70 (Gnatus Equipamentos Médico-Odontológicos LTDA, Ribeirão Preto, SP, Brasil), diferenciados apenas pelo número de série que foram representados pelas siglas: RX1 - 4269447005, RX2 – 4266616014 e RX3 – 4269447004.

O equipamento de Laser analisado foi o Twin Flex Evolution (MMOptics Ltda, São Carlos, SP, Brasil), classificado como laser de baixa intensidade, possuindo duas canetas laser utilizadas em processos de reparação tecidual com ação anti-inflamatória, cicatrizante e analgésica.

Para entendimento das práticas seguras em ambientes expostos a radiação, foram analisadas as normas regulamentadoras vigentes no ano de 2018, sendo estas de caráter nacional ou internacional quando há ausência da outra.

Os dados foram dispostos e analisados por meio de estatística descritiva para melhor interpretação das informações. Feita a comparação dos dados coletados de todos os equipamentos envolvidos com os das normas de segurança, foi possível constatar se os equipamentos estão ou não em conformidade com os padrões de segurança exigidos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Equipamentos de Raios-X

TABELA 1 – Valores obtidos dos respectivos laudos dos raios-x.
Fonte: Confecção própria.

Equipamento	kVp	DFF*(cm)	Filtro Total (mm Al)	mGy/s	Filme	Tempo máx (s)	DEP (mGy/s)*Temp Max
RX1	66.5	22.0	3.81	3.77	E	0.9	3,39 mGy
RX2	64.5	22.0	3.81	3.07	E	1.1	3,37 mGy
RX3	67.5	22.0	3.81	3.63	E	1.0	3,63 mGy

* DFF – Distancia Foco Filme utilizada na confecção do laudo.

Segundo Brasil (1998), nas normas da ANVISA Portaria 453, em radiografias intra-orais a tensão no tubo de raios-x deve ser preferencialmente maior que 60 kVp e para radiografias extra-orais não devem possuir tensão inferior a 60kVp. Equipamentos com tensão de tubo ≤ 70 kVp devem possuir filtro total não inferior a 1,5 mm Al. A Dose de Entrada na Pele – DEP, na radiologia odontológica para paciente adulto típico, não deve ser superior a 3,5mGy para filtro tipo E.

Todos os equipamentos avaliados apresentaram valores de tensão no tubo de Raios-X (kVp) dentro das normas da ANVISA. DEP é definida como sendo a dose absorvida no centro do feixe incidente na superfície do paciente submetido a um procedimento radiológico. Somente o equipamento RX3 apresentou resultado para a dose de entrada na pele (DEP) ligeiramente acima do recomendado pelas normas, com acréscimo de 0,13 mGy, o que realça a importância de uma averiguação semestral ou anual do equipamento de Raios-X pela Instituição. Um novo laudo radiográfico com uma amplitude de campo menor, em tempos de exposição mais frequentes ao longo do ano, contestaria os resultados obtidos nos laudos para efeito comparativo com as normas.

Equipamento Laser

TABELA 2 – Valores obtidos do manual técnico do equipamento laser.
Fonte: Confecção própria.

Caneta Laser	Comprimento de Onda (nm)	Potência útil (mW)	Irradiância Máxima (mW/cm ²)
Laser Vermelho	660	40	1000
Laser Infravermelho	780	70	1750

Segundo o Padrão IEC 60825-1:2001 o equipamento de Laser analisado pode ser classificado como Classe 3B, pois opera com potência entre 5mW e 500mW em ambas canetas. Comparando a irradiância do equipamento com a ‘Máxima Exposição Permitida para pele’ (mW/cm²) da norma, constata-se que o equipamento apresenta irradiância dentro dos limites esperados na faixa de comprimento de onda das duas canetas, desde que siga os tempos máximos de exposição, determinado de acordo com a área de aplicação e objetivos de seu uso (IEC, 2001).

CONCLUSÕES

Com o objetivo de comparar os dados referentes aos equipamentos de Raios-X e ao equipamento de Laser com os dados contidos na legislação nacional, concluímos que os equipamentos de Raios-X estudados se enquadram dentro das exigências dos valores referenciais da norma, exceto a divergência da DEP do RX3 que apresenta risco ao operador e paciente principalmente a efeito de exposição prolongada.

Os dados analisados do equipamento de Laser estão em conformidade com os valores referenciais da norma. Por se tratar de um equipamento de Laser classe 3B, o feixe laser não deve ser observado sem proteção adequada aos olhos pois representa risco de lesões para o sistema ocular.

AGRADECIMENTOS

Reconheço e sou grato: à Deus, como força suprema e motora do universo que indiretamente ou diretamente me proporcionou a experiência da faculdade; à minha família que permitiu de várias formas a minha dedicação aos estudos; à minha namorada e outras pessoas próximas a mim que me incentivaram e me ajudaram a passar por momentos difíceis durante esta jornada de cinco anos; ao Núcleo de Odontologia da UNIARA que se permitiu como objeto de estudo, colaborando com o fornecimento de laudos e equipamentos; aos colegas de turma, professores, orientador e coordenador, que acreditaram e me incentivaram perante as dificuldades do ambiente acadêmico. Obrigado.

REFERÊNCIAS

ALVARES, L. C.; TAVANO, O. **Curso de Radiologia em Odontologia**. 4. ed. São Paulo: Santos Editora, 1998. 248 p.

BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Segurança e Saúde no Trabalho**. Brasília. 2015. Disponível em <<http://trabalho.gov.br/seguranca-e-saude-no-trabalho>>. Acessado em 8 de Setembro de 2018.

_____. MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **NR15 – Atividades e Operações Insalubres**. Brasília. 2014a. Disponível em <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR15/NR-15.pdf>>. Acessado em 8 de Setembro de 2018.

_____. MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **NR9 – Programa De Prevenção De Riscos Ambientais**. Brasília. 2014b. Disponível em <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR9.pdf>>. Acessado em 8 de Setembro de 2018.

_____. MINISTÉRIO DA SAÚDE. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Portaria 453/98 – Diretrizes de proteção radiológica em radiodiagnóstico médico e odontológico**. Brasília. 1998. Disponível em <http://www.anvisa.gov.br/anvisa/legis/portarias/453_98.htm>. Acessado em 8 de Setembro de 2018.

_____. MINISTÉRIO DA SAÚDE. INCA – INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER. **Controle do Câncer: uma proposta de integração ensino-serviço**. 2. ed. Pro Onco. Rio de Janeiro. 1993. 239 p.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. **CNEN NN 3.01 - Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica**. Brasil. 2014. Disponível em <<http://appasp.cnen.gov.br/seguranca/normas/pdf/Nrm301.pdf>>. Acessado em 8 de Setembro de 2018.

FREITAS, L. de. **Radiologia Bucal - Técnicas e Interpretação**. 2. ed. São Paulo: Editora Pancast, 2000. 391 p.

ICIRP – INTERNATIONAL COMMISSION ON NO-IONIZING RADIATION PROTECTION. **On Limits Of Exposure To Laser Radiation Of Wavelengths Between 180 nm And 1,000 nm**. [S.l.]: Health Physics 105(3):271-295, 2013. Disponível em <https://www.icnirp.org/cms/upload/publications/ICNIRPLaser180gdl_2013.pdf>. Acessado em 8 de Setembro de 2018.

IEC - INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. **IEC 60825 Safety of Laser Products**. Suíça. 2001. Disponível em <https://shop.textalk.se/shop/ws26/40626/files/full_size_-_for_start_page_banner/iec60825-1%7Bed1.2%7Den.pdf>. Acessado em 8 de Setembro de 2018.

LINS, R. D. A. U. et al. **Efeitos bioestimulantes do laser de baixa potência no processo de reparo**. Brasil. An Bras Dermatol. 2010;85(6):849-55. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/abd/v85n6/v85n6a11.pdf>>. Acessado em 8 de Setembro de 2018.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos da Metodologia Científica**. 7. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2008. 392 p.

MELLO JUNIOR, C. F. **Radiologia Básica**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Revinter, 2016. 249 p.

OKUNO, E. **Efeitos biológicos das radiações ionizantes. Acidente radiológico de Goiânia**. [S.l.]: Revista Científica Estudos Avançados 27 (77) - Universidade de São Paulo, 2013. Disponível em <<https://www.researchgate.net/publication/262437353>>. Acessado em 8 de Setembro de 2018.

OKUNO, E.; YOSHIMURA, E. **Física das Radiações**. 1. ed. São Paulo: Editora Oficina de Texto, 2010. 296 p.

PINHEIRO, A. L. B.; BRUGNERA JUNIOR, A.; ZANIN, F. A. A. **Aplicação do Laser na Odontologia**. 1. ed. [S.l.]: Editora Santos, 2010. 460 p.