

Universidade Federal de Minas Gerais
Escola de Enfermagem
Curso de Especialização em Saúde Coletiva
Área de Concentração

O Risco da Exposição do Trabalhador aos LASERS Estéticos

Nájla Aquino dos Santos

Belo Horizonte – MG

2012

Nájla Aquino dos Santos

O Risco da Exposição do Trabalhador aos LASERS Estéticos

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Saúde Coletiva – Área de Concentração Enfermagem do Trabalho da Escola de Enfermagem da UFMG como requisito parcial á obtenção do Título de Especialista.

Orientadora: Prof Adelaide de Mattia Rocha

Belo Horizonte –MG

2012

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS	4
2.1 Objetivo geral	4
3 METODOLOGIA	5
4 DESENVOLVIMENTO	6
4.1 Resultados	6
4.2 Discussão	7
4.3 Segurança no LASER	11
5 CONCLUSÃO	19
6 REFERÊNCIAS	21

1 INTRODUÇÃO

“LASER” é um acrônimo de “Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation”. Na prática, são dispositivos que produzem radiação eletromagnética (REM) por um processo denominado “emissão estimulada”. A luz LASER é coerente, monocromática e colimada o que a distingue das outras formas de REM e lhe dá potencialidades próprias. Estas características têm sido aproveitadas em numerosas áreas nomeadamente na medicina. (CAROTZE MG, 2009)

Em 1905, Albert Einstein, com o auxílio do trabalho de Max Planck, postulou que a luz é formada por pacotes discretos e bem determinados de energia (quanta, plural de quantum, em latim), mais tarde chamados de fótons.(BAGNATO , 2001)

Em 1913 o dinamarquês Niels Bohr apresentou seu modelo de átomo, onde os elétrons orbitam o núcleo em níveis bem determinados, sendo que só podem "saltar" de um nível para outro se receberem ou emitirem fótons com a quantidade de energia (que pode ser expressa pelo seu comprimento de onda) exata, exigida para o salto completo.(BAGNATO, 2001)

Erwin Schrödinger e Werner Heisenberg, em 1925 modificaram a forma de se interpretar o modelo de átomo de Bohr, postulando que os elétrons são partículas que apresentam propriedades de ondas, cujo comportamento pode ser totalmente explicado pelas funções de onda, desenvolvidas por Schrödinger, que preveem, inclusive, os diferentes níveis que o elétron pode assumir, no átomo, e as exatas energias associadas. Isso significa que cada tipo determinado de átomo pode ser excitado (ter a energia de seu último elétron aumentada, com um conseqüente salto desse elétron, para determinado nível superior) sempre em quantidades bem definidas, através da absorção de um tipo determinado de fóton, de comprimento de onda específico. (BAGNATO, 2001)

Charles Hard Townes, James P. Gordon e Herbert J. Zeiger (1953) produziam o primeiro maser (microwave amplification through stimulated emission of

radiation), um dispositivo similar ao LASER, que produz microondas, em vez de luz visível. O maser de Townes não tinha capacidade de emitir as ondas de forma contínua. Nikolai Basov e Aleksander Prokhorov, da União Soviética, ganhadores do Prêmio Nobel em 1964, trabalharam de forma independente, em um oscilador quantum e resolveram o problema da emissão contínua, utilizando duas fontes de energia, com níveis diferentes. Mais tarde, o maser foi adaptado para emitir luz visível, então nomeado de LASER. (BAGNATO, 2001)

Em 1964 foi inventado por Patel, o LASER de CO₂ que continua a ser usado como LASER cirúrgico. Assim como o LASER Erbium:YAG, o LASER de CO₂ também é usado no rejuvenescimento cutâneo tanto no modo normal, em que a pele é atingida de forma uniforme pelo feixe LASER, como no modo fracionado, em que o feixe LASER emite radiação como se fosse um chuveiro. Mais recentemente surgiram LASERS de rejuvenescimento cutâneo que atuam na derme com atingimento mínimo da epiderme. São os chamados sistemas não ablativos. Em 1983, o conceito de fototermólise seletiva postula que uma substância pode ser atingida seletivamente se o comprimento de onda da emissão LASER for idêntico ao dessa mesma substância. Este conceito deu origem ao aparecimento de LASERS que atuam de forma específica em certos tecidos ou pigmentos como a hemoglobina, pigmentos externos das tatuagens e melanina da pele e dos pêlos. A luz intensa pulsada não é um LASER mas é usada de acordo com os mesmos princípios e permite seleccionar comprimentos de onda com utilidade no fotorrejuvenescimento e epilação. (CAROTZE, 2009)

Por suas propriedades especiais, o LASER é hoje utilizado nas mais diversas aplicações: médicas, na Fisioterapia como anti-inflamatório, regenerador e analgésico, industriais, pesquisa científica, comerciais, no campo bélico, em nossas casas e principalmente no campo da estética.

Muitas pessoas que procuram o bem estar físico e estético tem buscado os novos aparelhos disponibilizados pelo mercado, e devido a essa grande demanda observou-se um aumento de clínicas com varias opções de tratamento a LASERS sendo operado por vários tipos de profissionais, estes que nem sempre, utilizam equipamentos de proteção individual –EPI adequado, ficando mais expostos aos riscos.

Os procedimentos de segurança no uso do LASER em medicina estética são, muitas vezes, desconhecidos ou negligenciados. As várias normas de segurança propostas por fabricantes e entidades de pesquisas e de trabalho em todo o mundo visam, em última análise, a proteção dos olhos, da pele, riscos de queimaduras, exposição á radiação e riscos de incêndio devem estar presentes em todos os lugares e em todas as situações em que se utilize o LASER .(GUIMARÃES, 2010)

O LASER transfere para os tecidos uma potência muitas vezes superior a qualquer outra fonte de luz, inclusive os raios solares. Esta potência aumenta ainda mais nos picos emitidos com o LASER pulsado. O mecanismo pelo qual a radiação se transmite aos tecidos envolvem processos fotoquímicos e fotomecânicos. Esta interação depende de fatores como coeficientes de absorção de tecido, comprimento de onda, tempo de exposição, diâmetro do " SPOT", potência e densidade de potência do LASER . (CAROTZE MG. 2009)

Buscando aprofundar mais nos riscos causados pela exposição a LASERS estéticos propõe-se um estudo seguindo as etapas de levantamento bibliográfico, coleta de informações sobre os riscos exposto aos LASER de diodo, Co2 e Luz pulsada citado por diferentes autores.

Espera-se que este estudo possa ser útil para alertar aos profissionais da medicina estética aos riscos associados a exposição ao LASER, enfatizando na importância do uso de EPIs e possíveis danos que possam ser causados a saúde.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Analisar os riscos para o trabalhador que opera os aparelhos de LASER estéticos.

2.2 Objetivo Especifico:

- Identificar os possíveis danos que podem ser causados através do LASER de diodo, CO2 Fracionado e luz intensa pulsada.
- Identificar as precauções utilizadas para amenizar os riscos de exposição.

3 METODOLOGIA

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa bibliográfica na modalidade revisão integrativa da literatura e incluídas as pesquisas realizadas pelos fabricantes dos aparelhos de emissão de LASER estético e cirurgico. O critério de inclusão do tema e as questões de pesquisa objetivam a identificar os riscos do trabalhador que opera os LASER estéticos.

Para tal, realizamos uma pesquisa bibliográfica via internet, na Biblioteca Baeta Viana da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) – Belo Horizonte. A partir do site BVS (Biblioteca Virtual de Saúde) com o auxílio do link Decs (Descritores em Ciência da Saúde), localizamos os descritores indicados para o tema que foram “light”, “luz visível”, “radiação visível”, “fotorradiação”, “LASER dermatologia”, “exposição ocupacional”, “LASER de gás”, “diodo”. Definimos que o começo de publicação seria a partir de 2000 até o ano de 2012, com o intuito de abranger o maior número de artigos localizados através das seguintes bases de dados: LILACS, Bireme, Scielo.

Os critérios de inclusão dos artigos foram todos aqueles que mencionavam, em seus títulos e/ou resumos, as palavras: LASER, Luz intensa Pulsada- IPL , CO2, segurança no LASER, equipamento eletromédico, LASER de diodo, Quantum, depilação a LASER. Foram incluídos os artigos em idiomas inglês e espanhol, e excluídos aqueles que não atendiam aos critérios do tema estudado.

Foram selecionados 6 artigos que atenderam aos critérios de inclusão, 8 sites relacionados ao tema e uma dissertação de mestrado. Após o levantamento bibliográfico, realizamos recorrentes leituras como forma de organizar os diferentes dados para que pudessem ser analisados. Foram observados os dados relativos a função do LASER, mecanismo de ação e indicação dos LASERS de Diodo, CO2 e luz intensa pulsada, tipos de luzes, comprimento de onda, riscos a exposição as luzes, equipamentos de proteção individual disponíveis e medidas de segurança.

4 DESENVOLVIMENTO

4.1 Resultados

Tabela 1: Análise dos artigos estudados

AUTOR	ANO	PROFISSÃO	TIPO DE LUZ	COMPRIMENTO DE ONDA	INDICAÇÃO	RISCOS	EPI DISPONÍVEL
LUMENS INC.	2003	Manual do Aparelho	Diodo Light Sheer	800 nm	Remoção de pêlos	Lesão ocular e Incendio	Óculos de LASER Sinalização e cuidados com o ambiente.
PATRIOTA R.C.R	2007	Dermatologista	Luz Intensa Pulsada CO2 Pulsado Fracionado	500 a 1.200 nm 10.600 nm	Fotoenvelhecimento Facial e remoção de pêlos Fotoenvelhecimento intenso, tratamento de cicatrizes e lesões pigmentadas	Lesões Oculares Inalação por vírus do HPV, HIV e partículas de células mortas Riscos Elétricos	Oculos e protetores ocular Aspiradores de fumaça e máscara com filtros especiais Redes específicas com estabilizadores de voltagem.
DRUMMOND A.M.C.	2007	Engenheira Eletrônica	Luz Intensa Pulsada	515 a 1.200 nm	Remoção de pêlos e tratamentos vasculares	Queimadura e cegueira ocular	Manuseio do aparelho dentro das normas regulamentadoras.
CATORZE M.G.	2009	Dermatologista	Intensa Pulsada CO2 Fracionado Diodo Light Sheer	570 a 650 nm 10.600 nm 630 a 950 nm	Remoção de manchas e pêlos, rejuvenescimento facial. Rejuvenescimento facial Remoção de pêlos	Lesões Oculares Inalação por vírus do HPV, HIV e partículas de células mortas	Proteção ocular Organização do ambientes (espelhos) Uso de aspirador com filtro, exaustor exterior de fumos nos aparelhos de CO2. Luvas e máscara adequada. Cabo do aspirador acoplado à peça de mão nos aparelho de CO2.

CAMPOS VB, GONTIJO G	2010	Dermatologistas	CO2 Fracionado	10.600 nm	Rejuvenicimen to cutâneo	-	-
SOUZA F.H.M, RIBEIRO C.F.,et. Al.	2010	Médicos Residentes em Dermatologia	Diodo Light Sheer Luz Intensa Pulsada	810 nm 695 nm	Remoção de pêlos	-	-
PATRIOTA R.C.R; et. Al.	2012	Médicos Dermatologistas	Luz Intensa Pulsada	420 a 1100 nm	Tratamento de Fotoenvelhaci mento	-	-

4.2 Discussão

Através do levantamento dos artigos selecionados observamos que se trata de um tema ainda em estudo devido a dificuldade de encontra-los nas fontes de pesquisa, foram publicados entre do ano de 2003 a 2012 . Na análise de sete artigos, cinco foram publicados por dermatologistas, um por uma Engenheira Eletrônica e um manual do aparelho de LASER de Diodo. Dentre estes, o número de artigos e os riscos citados foram: quatro estudos destacaram risco a lesão ocular, dois citam inalação por virus do HPV, HIV e particulas de células mortas, um de risco a incêndios, um risco elétrico, um risco de queimaduras.

Os EPI's mais citados foram o óculos de proteção, aspiradores de fumaça e máscara com filtros especiais, rede especifica e estabilizadores de voltagem para conexão do aparelho a LASER, organização do ambiente e manuseio do aparelho dentro das normas regulamentadoras. Observa-se que dos 7 artigos analisados, 03 não citam os riscos de exposição aos LASERS e o uso de EPI's

Quase meio século após a descrição da Teoria Quântica, Maiman (1960), utilizando um cristal de rubi, desenvolveu a primeira fonte de LASER. Esta luz gerada deverá passar por um meio sólido (p. ex: rubi e alexandrita) ou gasoso (p. ex: CO₂) para que possa adquirir as três principais características dos

LASERS que são: raios colimados: todos os raios de luz caminham na mesma direção, permitindo que uma grande quantidade de energia seja transmitida a um alvo preciso; luz monocromática: a luz do LASER, ao contrário das luzes naturais, tem uma única cor, que corresponde a um comprimento de onda do espectro eletromagnético. Dessa forma, tem-se diferentes tipos de aparelho de LASER, dependendo do comprimento de onda emitido; raios coerentes: todos os raios da luz do LASER caminham paralelos no tempo e no espaço. (CATORZE MG, 2009)

O primeiro relato do uso de LASER em dermatologia foi feito em 1963 por Leon Goldman, que utilizou o LASER de rubi em várias doenças da pele. A partir daí, durante vinte anos, o LASER de argônio e de CO₂ foram o foco de pesquisa para o LASER na dermatologia. O LASER de argônio (488-514nm) e de CO₂ (10600nm) eram utilizados respectivamente para má formações vasculares congênitas (manchas vinho do porto e hemangiomas) e lesões epidérmicas e dérmicas. Porém estes dois LASERS deixavam cicatrizes inestéticas desagradáveis. (PATRIOTA RCR, 2007)

A teoria da fototermólise seletiva desenvolvida por Anderson Parrish em 1980 revolucionou a cirurgia cutânea a LASER. O princípio desta teoria é a destruição seletiva e específica de um alvo na pele, com o mínimo de dano térmico a outros componentes teciduais adjacentes. Para conseguir a fototermólise seletiva deve-se escolher o comprimento de onda apropriado, que será absorvido principalmente pelo tecido ou cromóforo que se quer atingir. Para que não haja dano tecidual adjacente, a energia térmica fornecida à pele deve ser controlada. Este controle é possível através do tempo de exposição do tecido à luz. É a chamada duração do pulso. (PATRIOTA RCR, 2007)

O tempo de relaxamento térmico é definido como o tempo necessário para que o tecido esfrie a metade da temperatura atingida imediatamente após a irradiação do LASER. Para se conseguir a fototermólise seletiva, a densidade de energia ou fluência (medida em joules/cm²) deve ser suficiente para atingir o tecido alvo e ao mesmo tempo controlada pela duração do pulso. Assim, baseado nesses princípios, os parâmetros do LASER (comprimento de onda, fluência e duração do pulso) podem ser ajustados para aplicações cutâneas

específicas, como a destruição do tecido alvo e o mínimo de dano térmico colateral. (PATRIOTA RCR, 2007)

Em meados dos anos 90 surgiu um novo sistema denominado luz intensa pulsada (IPL) que não é um LASER mas rege-se pelos mesmos princípios. Os sistemas de IPL são fontes pulsadas de alta intensidade que emitem luz policromática num espectro largo de comprimentos de onda que vai dos 515 aos 1.200 nm. À semelhança do LASER, o mecanismo de ação é a fototermólise seletiva mas ao contrário deste, os intervalos e a duração de pulso podem ser seleccionados com a ajuda de filtros. (DRUMMOND AMC, 2007)

Aparelho de luz pulsada intensa, cujos raios luminosos passam pela pele, sem traumatizá-la, atingindo os pigmentos melanina da pele e a hemoglobina dos vasinhos, eliminando os mesmos. (CATORZE MG, 2009)

Esta tecnologia apresenta um avanço nos tratamentos existentes para correção de uma variedade de condições benignas da pele, tais como imperfeições, sinais de envelhecimento, marcas de nascença, pequenos vasos sanguíneos e outras manchas. Ela também oferece uma solução segura e não invasiva que pode ser programada para as suas próprias condições e tipo de pele, obtendo resultados estéticos por meio do Fotorejuvenescimento.

O LASER díodo é o LASER mais utilizado na tecnologia de mercado actual. A depilação a LASER é um método de fotoepilação utilizada para reduzir permanentemente os pêlos. Isso ocorre através da emissão de raios LASER que emitem uma energia sobre forma de calor que é transmitida ao folículo piloso, que acaba sendo destruído. O princípio da ação do LASER é a Fototermólise seletiva, que significa que algumas estruturas do corpo captam mais calor e energia do que outros quando submetidas a exposição da luz. (LUMENIS, 2003)

No caso da depilação, a melanina presente no pêlo, recebe a maior parte da energia enquanto a pele recebe menos . O pêlo e sua base possuem grandes quantidades de melanina, a captação da energia através do pêlo é transmitida ao folículo piloso, que acaba sendo destruído, e assim eliminando a possibilidade de geração de um novo pêlo. (LUMENIS,2003)

O raio LASER emitido através da passagem pelo gás carbônico é utilizado em medicina há mais de vinte anos. No início, devido a grande concentração de energia (o LASER tem tropismo pela água dos tecidos), o grau de destruição celular era muito grande e o uso em medicina estética era restrito. Nessa época sua utilização se concentrava na obtenção de um corte perfeito com pequeno sangramento, por isso os médicos cirurgiões o transformavam em um bisturi sofisticado. Hoje, com a evolução tecnológica foi possível desenvolver um sistema de emissão fracionada e randomizada , ou seja, o LASER é emitido sobre a pele em frações, com o diâmetro de um fio de cabelo, com disparos aleatórios, não sequenciais, permitindo um mínimo dano térmico e promovendo uma penetração maior e direcionada a camada de pele em que se quer estimular. (CAMPOS; GONTIJO, 2010)

O Co₂ emite raios com comprimento de onda de 10.600nm, que são fortemente absorvidos pela água tecidual . (CAMPOS; GONTIJO, 2010)

A penetração depende do conteúdo de água e independe da melanina e da hemoglobina. Em média, com a duração de pulso inferior a um milissegundo, a luz do LASER de CO₂ penetra de 20 a 30µ no tecido. (CAMPOS; GONTIJO, 2010)

Seu mecanismo de ação é a produção de calor. Pequenas elevações de temperatura produzem bioestimulação tecidual; temperaturas entre 600C e 850C provocam coagulação; temperaturas acima de 850C resultam em carbonização, enquanto temperaturas próximas aos 1000C levam à vaporização. (CAMPOS; GONTIJO 2010)

No caso do LASER de CO₂ a vaporização ocorre quando o LASER atinge a pele. Esse fenômeno resulta do aquecimento super-rápido, ebulição e vaporização da água, gerando-se a ablação, responsável pelo resurfacing ablativo. Essa transferência de calor é provavelmente responsável pela desnaturação do colágeno. (CAMPOS; GONTIJO 2010)

A desnaturação é processo que se dá em moléculas biológicas, principalmente proteínas, expostas a condições diferentes daquelas em que foram produzidas, como as variações de temperatura, entre outras. A proteína perde sua estrutura tridimensional e, portanto, suas propriedades. Por outro lado, essa reação é

exotérmica, liberando calor. Esse calor se dissipa pelas células adjacentes e causa o chamado efeito térmico residual, que também atua como estímulo à produção de colágeno.(CAMPOS; GONTIJO, 2010)

A desnaturação do colágeno contribui para a contração do tecido visível a olho nu durante o procedimento e para a melhora das rugas e flacidez que ocorre após o procedimento. Além disso, esse fenômeno também induz uma reação tecidual que gera neocolagênese durante seis meses após o procedimento. O LASER de CO₂ produz rejuvenescimento da pele através da contração de colágeno, ablação (remoção) da pele fotolesada, lesão térmica periférica e neocolagênese.(CAMPOS; GONTIJO, 2010)

4.3 Segurança no LASER

LASERS moderada e alta potência são extremamente perigosas porque podem queimar a retina do olho incidiosa ao longo dos anos ou mesmo a pele. Para controlar o risco de lesões relacionadas ao LASERS foram elaboradas normas de segurança pelo American National Standards Institute baseadas nas recomendações de que permitem o cálculo Exposições Máximas Admissíveis: MPE (Maximum Permissible Exposure) emitidas pela ICNIRP – International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. (OSHA,1999)

A norma IEC 60825 define MPE como o nível de radiação do LASER ao qual, em circunstâncias normais, qualquer indivíduo pode estar exposto sem sofrer efeitos adversos. Os níveis MPE representam o máximo nível a que a pele ou os olhos podem ser expostos sem, em consequência de tal, sofrerem qualquer dano quer imediatamente após a exposição, quer a longo prazo. Estes regulamentos também prescrever medidas de segurança necessárias, como a rotulagem LASER. (OSHA,1999)

No Brasil, os equipamentos a LASER necessitam de um registro da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) para que possam ser lançados no mercado. Este registro da ANVISA tem como requisito uma prévia certificação de conformidade a normas que se apliquem ao produto, que é emitida por Organismos de Certificação de Produtos (OCP) acreditados pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Inmetro). Todos

os equipamentos eletromédicos (EEM) devem estar em conformidade com a Norma Geral NBR IEC 601-1 (Prescrições gerais para segurança), além de possíveis normas colaterais e particulares. No caso dos equipamentos eletromédicos a LASER, a norma particular é a NBR IEC 601-2-22 (Prescrições particulares para a segurança de equipamento terapêutico e de diagnóstico a LASER). Já no caso dos EEM a Luz Intensa Pulsada (IPL), apesar de amplamente utilizado em clínicas dermatológicas atualmente, ainda não há norma particular específica que atenda a este equipamento. (DRUMMOND A.M.C.)

Em diversas jurisdições, organismos de normalização, legislação e regulamentos governamentais definir classes de LASER de acordo com os riscos associados com eles, e definir medidas de segurança necessárias para as pessoas que podem estar expostos a esses LASERS com avisos específicos e o uso de óculos de segurança .(GUIMARÃES,2010)

A classificação de um LASER baseia-se no conceito de limites de emissão acessíveis (AEL) que são definidas para cada classe de LASER. Isto é normalmente uma potência máxima (em W) ou energia (em J) que pode ser emitido num intervalo de comprimento de onda e tempo de exposição, que passa através de um diafragma de abertura e distância .(GUIMARÃES,2010)

Classe I = Não apresentam nenhum perigo mesmo com exposições prolongadas, ou seja, o limite de exposição nunca será alcançado.

Classe II = Emitem radiação visível e pode-se proteger os olhos dos mesmos apenas com o reflexo de piscar. Sua potência é limitada ao LEA (limite de emissão acessível) da classe I por um período máximo de exposição de 0,2 segundos.

Classe IIIa = Estes já apresentam perigo para o meio ambiente e são pouco perigosos se emitirem radiação com um comprimento de ondas por volta de 470 nm. A potência de emissão contínua é limitada a 5 mW e o reflexo de piscar, limitando o tempo de exposição a 0,2 s protege os olhos.

Classe IIIb = Estes já são considerados perigosos quando atingem diretamente a visão, mas não se refletidos pôr difusão de um feixe desfocado, desde que

mantida a distância mínima de 13 cm e um tempo de exposição máximo de 10 s.

Classe IV = São perigosos até pôr reflexão difundida, causando danos aos olhos, pele e podendo provocar incêndios. É preciso ter em mente que diferentes tipos de LASER concentram diferentes quantidades de energia. Assim, enquanto 90% da energia de um raio LASER de CO₂ é absorvida dentro de uma profundidade de 0,2 mm, esta profundidade aumenta para 0,4 mm com um LASER de argônio e para 2,0 mm com o LASER de Nd: YAG. (HERNANDEZ, 2008)

Os equipamentos a LASER classe 2 ou maior devem apresentar certificação de conformidade com as normas técnicas gerais e particulares pertinentes da série IEC 60601 para obter um registro ANVISA autorizando sua entrada no mercado . Para o caso dos equipamentos a LASER, as normas pertinentes consistem na norma geral NBR IEC 601-1, na norma colateral NBR IEC 60601-1-1 e na norma particular NBR IEC 601-2-22. Quanto aos equipamentos a LASER que utilizam a tecnologia de Luz Intensa Pulsada (IPL), apesar de tal instrumentação óptica vir sendo utilizada desde 1994 , não possui norma particular específica. (DRUMMOND A.M.C.)

Ainda em função das diferenças entre os diversos tipos de LASER, os equipamentos de segurança também devem diferir para cada um deles. Devemos atentar para os cuidados com o meio ambiente e com o profissional.

LASERS podem causar danos em tecidos biológicos, tanto para o olho e para a pele, devido a vários mecanismos. O dano térmico, ocorre quando os tecidos são aquecidos até ao ponto em que ocorre a desnaturação das proteínas. Um outro mecanismo é lesão fotoquímica, onde a luz desencadeia reações químicas no tecido. Lesão fotoquímica ocorre principalmente com luz de comprimento de onda curto (azul) e ultra-violeta e pode ser acumulada ao longo de horas. (DIOPTIKA,2004)

Pulsos de LASER mais curtos do que cerca de 1 ms podem causar um aumento rápido da temperatura, resultando em ebulição explosivo da água. A onda de choque da explosão pode, posteriormente, causam danos

relativamente longe do ponto de impacto. Pulsos ultracurtos pode também exibem auto-focagem nas partes transparentes do olho, levando a um aumento do potencial de danos em comparação com pulsos mais longos com a mesma energia. (OSHA,1999)

O olho foca a luz visível e do infravermelho próximo, sobre a retina. Um feixe LASER pode ser focalizado para uma intensidade sobre a retina, que pode ser de até 200.000 vezes mais elevados do que no ponto em que o feixe de LASER penetra no olho. A maior parte da luz é absorvida por pigmentos de melanina no epitélio de pigmento logo atrás dos fotorreceptores, e provoca queimaduras na retina. (OSHA,1999)

A luz ultravioleta com comprimentos de onda mais curtos do que 400 nm, tende a ser absorvido na córnea e do cristalino, em que ele pode produzir lesões em potências relativamente baixos devido à lesão fotoquímica. A luz infravermelha principalmente provoca danos térmicos à retina em comprimentos de onda do infravermelho próximo e para partes mais frontais do olho em comprimentos de onda mais longos. (OSHA,1999)

Os Óculos de protecção, sob a forma de óculos ou óculos com filtragem óptica adequada pode proteger os olhos da luz de LASER refletida ou dispersa, com um feixe de energia perigosos, assim como contra a exposição direta a um feixe de LASER. Óculos devem ser seleccionados para o tipo específico de LASER, para bloquear ou atenuar na gama de comprimento de onda apropriado. Por exemplo, óculos de absorção de 532 nm, tem tipicamente uma aparência laranja, transmitindo comprimentos de onda maiores que 550 nm. Óculos tal seria inútil como protecção contra um LASER emitindo em 800 nm. Além disso, alguns LASERS emitem mais do que um comprimento de onda de luz, e isto pode ser um problema particular com alguns LASERS menos caros frequência dobrados, tais como 532 nm "ponteiros LASER verde", que são geralmente bombeados por diodos de LASER 808 nm de infravermelhos, e também gerar um feixe de LASER intermédia 1064 nm, que é usado para produzir a saída final de 532 nm. (OSHA,1999)

As especificações de protecção (comprimentos de onda e as densidades ópticas) são normalmente impressos nos óculos, geralmente perto da parte

superior da unidade. Na Comunidade Europeia, os fabricantes são obrigados por norma europeia EN 207 para especificar a potência máxima em vez da densidade óptica. (OSHA,1999)

Diferentemente dos óculos de proteção para equipamentos LASER, há apenas um tipo de óculos protetores para equipamentos IPL, uma vez que se trata de uma banda de comprimentos de onda, e não um único comprimento de onda. (DRUMMOND,2007)

É de responsabilidade do fabricante para fornecer a classificação correta de um LASER, e equipar a LASER com etiquetas de advertência adequadas e medidas de segurança como prescrito pelos regulamentos. (GUIMARÃES, 2010)

A Food and Drug Administration EUA (FDA) exige toda a classe IIIb e LASERS classe IV oferecidos no comércio em nos EUA a ter cinco características de segurança padrão: um interruptor de chave, um dongle de segurança de intertravamento, um indicador de poder, um obturador de abertura e uma emissão atraso (normalmente dois a três segundos). (GUIMARÃES,2010)

Intertravamentos e shutdown/interlocks automáticas são circuitos que param o feixe de LASER se alguma condição não for cumprida, como se a cobertura LASER ou uma porta da sala está aberta. LASERS de classe 3B e 4 normalmente fornecem uma conexão para um circuito de segurança externa. LASERS que são de classe 1 apenas porque a luz está contida dentro de um gabinete quase sempre um encravamento que desativa o LASER se que caixa seja aberta. (GUIMARÃES,2010)

Alguns aparelhos tem sistemas eletrônicos que desliga automaticamente o LASER sob outras condições. Por exemplo, alguns sistemas de fibra óptica de comunicação têm circuitos que desligam automaticamente a transmissão se uma fibra está desligado ou quebrado.(GUIMARÃES,2010)

A energia produzida pelo sistema de LASER de Diodo LightSheer e o CO₂ fracionado são classificados como um LASERS de classe IV de acordo com o Centro para Dispositivos e Saúde Radiológica. Classe IV representa os LASERS de potência mais elevados, caso ocorra algum tipo de acidente por

esse tipo de luz a vítima pode vir sofrer alteração fotoquímica de catarata (opacificação da lente do olho) e queimadura da retina.

No caso do CO₂ além dos danos oculares que podem ser ocasionados, a fumaça causada pela vaporização do tecido durante o procedimento, principalmente no LASER de CO₂, pode conter gases e/ou vapores tóxicos como o benzeno, formaldeído e cianeto de hidrogênio, bioaerossóis, vapor e restos celulares vivos ou mortos (incluindo restos de sangue e vírus HPV e HIV) que podem ser inaladas pelo operador.(PATRIOTA RCR, 2007)

Segundo CATORZE 2009, foi descrito o caso de um médico que utilizou o LASER Nd:YAG para tratar condilomas perianais que desenvolveu uma papilomatose laríngea. Para além do vírus HPV também foram encontradas partículas virais do vírus HIV e do vírus da hepatite C no fumo provocado pela vaporização por LASER CO₂, pelo que não se recomenda o tratamento de doentes sofrendo destas infecções por este processo.

Apesar do trabalho citado não ser voltado para tratamentos de condiloma, observa-se que se tratar do mesmo tipo de luz e mesmo comprimento de onda, visto que existem várias doenças no aparelho respiratório, derme e ocular que ao ser exposto ao CO₂ também pode ser disseminado no ambiente.

Um equipamento importante é aspirador acoplado na ponteira do aparelho, quando o LASER vaporiza os tecidos forma-se uma fumaça que pode conter partículas viáveis de DNA ou de vírus, estas partículas podem depositar nas vias respiratórias, máscaras com filtros especiais também são necessários para diminuir o risco de aspiração destes materiais. (CATORZE,2009)

O LASER de CO₂, atua na faixa do infravermelho, com uma potência de saída de centenas de watts. Para evitar acidentes, o LASER é alinhado com um raio de LASER He-Ne de baixa potência que serve de "mira" e como marcador para o raio invisível. Mesmo o LASER de baixa potência representa perigo quando atinge diretamente os olhos por tempo prolongado. Assim como podem causar danos ao ambiente, os LASER provocam lesões as pessoas expostas ao seu contato. (OSHA,1999)

Lesões de córnea, retina, pele, etc. são potenciais em ambiente onde se emprega o LASER. Deve haver um supervisor de proteção LASER indicado pelo responsável pelo equipamento, que assumirá o controle do uso adequado e seguro deste, mantendo registro do profissional autorizado a usar o aparelho. Todas as pessoas no local do procedimento, incluindo o paciente, deve usar os óculos adequados ao LASER que estiver sendo utilizado, salvo o operador quando empregar equipamento que prescindam do uso de óculos. Pares de óculos extras devem estar disponíveis a entrada da sala de procedimento para serem usados pôr pessoas que entrem nesta sala. (GUIMARÃES,2010)

A pele é geralmente muito menos sensível à luz do LASER do que os olhos, mas a exposição excessiva à luz ultravioleta a partir de qualquer fonte (LASER ou não-LASER) pode causar a curto e longo prazo, efeitos semelhantes a queimaduras solares , enquanto que comprimentos de onda visíveis e de infravermelhos são principalmente nocivo devido a danos térmicos.

Por esta razão, o aplicador deve tomar precauções para evitar a exposição involuntária de energia de LASER para o olho e pele tanto de raios LASER, diretas ou difusa refletida. O comprimento de onda da luz emitida pelo diodo LightSheer é aproximadamente de 800 nm, na parte de infravermelho próximo do espectro eletromagnético. Este LASER a luz não é facilmente absorvido pela água ou vidro, e pode passar através janelas. Também pode ser refletida de suaves superfícies metálicas.(DIOPTIKA,2004)

As áreas nas quais o LASER está sendo usado devem permanecer livres de materiais inflamáveis ou reflexivos. Não se deve usar tecidos para recobrir superfícies refletoras pôr causa do risco de incêndio. Todos os equipamentos que não serão utilizados no procedimento devem ser retirados do local antes do início do mesmo. Deve-se manter um extintor de incêndio de CO₂ no local em que o LASER é usado. É de responsabilidade do operador certificar-se de que o aparelho esteja ligado corretamente, atentando para o detalhe do direcionamento do LASER em relação a portas ou janelas. Deve ainda se preocupar com o posicionamento do aparelho de modo a conseguir a leitura fácil do controle e ter acesso imediato aos controles, bem como checar os cabos e conexões. Riscos elétricos também podem ocorrer, os aparelhos

devem ser ligados sem extensões, em redes específicas utilizando estabilizadores de voltagem.(GUIMARÃES,2010)

O uso de sinais de advertência nas áreas onde o LASER é empregado é de fundamental importância. Deve haver uma zona controlada e de acesso restrito aos profissionais devidamente familiarizado com o uso do LASER e com os procedimentos de segurança. Existem símbolos internacionais que devem ser empregados, sinais luminosos "LASER em uso não entre "devem ser colocados nos acessos. (GUIMARÃES,2010)

5 CONCLUSÃO

Muitas pessoas em busca do bem estar físico e estético tem procurado novos aparelhos disponibilizados pelo mercado, e devido a essa grande demanda observou-se um aumento de clínicas com varias opções de tratamento a LASERS sendo operado por vários tipos de profissionais, observamos que existe uma preocupação entre os estudiosos voltado para ação, eficácia e efeitos colaterais dos aparelhos a LASER, mas consideramos escasso trabalhos voltados para os possíveis danos que essas máquinas podem causar ao operador do aparelho.

No presente estudo, destacamos três tipos de aparelhos muito utilizados para tratamentos de pele: o LASER de diodo light Sheer indicado para remoção de pêlos, seu principal mecanismo de ação é o tropismo da luz pela melanina do pêlo, apresenta o comprimento de onda de 800 nm, considerado o melhor aparelho de depilação até o momento; a luz intensa pulsada indicada para rejuvenecimento facial e remoção de vasos e manchas pigmentadas, não é considerada como um LASER, mas rege nos mesmos principios de ação de fotodermolise seletiva; e o CO2 Fracionado, que emite raios com comprimento de onda de 10.600nm, que são fortemente absorvidos pela água tecidual, indicado para rejuvenecimento facial, remoção de cicatrizes e linhas de expressão.

Os procedimentos de segurança no uso do LASER em medicina estética são, muitas vezes, desconhecidos ou negligenciados. Os resultados deste estudo aponta que os principais riscos do operador ao manipular os aparelhos a LASERS são lesão ocular citado pela maioria dos autores, inalação por virus, bactérias e restos celulares causados pela fumaça do CO2, incendios, queimaduras, riscos elétricos também são citados quando não armazenado e operado de maneira correta.

As várias normas de segurança propostas pôr fabricantes e entidades de pesquisas e de trabalho em todo o mundo visam, em última análise, a proteção dos olhos, da pele, riscos de queimaduras, exposição á radiação e riscos de incêndio devem estar presentes em todos os lugares e em todas as situações em que se utilize o LASER.

No momento, estão disponíveis no mercado alguns EPIs como óculos de proteção a LASER, específico de acordo com o comprimento de onda, máscaras e aspiradores fixados em aparelhos, precauções como controle do ambiente de trabalho, dispositivos de emergência acoplados nos aparelhos e capacitação do profissional no manuseio da máquina.

Apesar de ser citado por alguns autores e explicados em alguns manuais, ainda há dúvidas com relação a eficácia desses equipamentos de proteção individual, é o caso da luz intensa pulsada que emite vários comprimentos de onda e é fornecido somente um tipo de óculos de proteção. No caso do aparelho de CO₂ fracionado, estudos comprovam a eliminação de vírus e restor celulares eliminados na fumaça durante o procedimento, indica o uso de máscara de proteção mas não especifica o tipo de máscara e qual filtro mais adequado para a proteção do operador. Além do surgimento de clínicas de estética sem estrutura adequada, colocando em risco todas as pessoas envolvidas durante o procedimento.

Considerou-se pelos resultados obtidos por esse trabalho, a dificuldade em capacitação de profissionais para a realização de procedimentos com segurança devido a escassez de estudos que definam regras internacionais de segurança para o operador para cada tipo desses aparelhos. Há que se considerar que o operador do aparelho é tecnicamente o responsável pela segurança durante o procedimento.

Portanto, observamos que ainda falta estudos que comprovem a eficácia e a garantia de segurança do trabalhador no uso dos EPIs durante a operação destes aparelhos, para garantir essa proteção serão necessários estudos minuciosos voltados para os EPIs de proteção aos LASERS.

6 REFERÊNCIAS

1. CAROTZE MG. **LASER: fundamentos e indicações em dermatologia.** Rev. Med Cutan Iber Lat Am 2009; 37(1):5-27
2. PATRIOTA RCR. **LASER um aliado na dermatologia.** Rev Med (São Paulo). 2007 abr.-jun. ;86(2):64-70.
3. DRUMMOND AMC. **Confiabilidade Metrológica de Equipamentos Eletromédicos a LASER e a Luz Intensa Pulsada.** [Dissertação de Mestrado]. Rio de Janeiro: Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), 2007.
4. LUMENIS Inc. **A Prectical Guide for Success.** Condensa Street, Santa Clara, CA 95051 USA, 2002-2003.
5. PARIOTA RCR, RODRIGUES CJ, CUCÉ LC. **Luz intensa pulsada no fotoenvelhecimento: avaliação clínica, histopatológica e imuno-histoquímica.** An Bras Dermatol. 2011;86(6):1129-33.
6. CAMPOS VB, GONTIJO G. **Fractional CO2 LASER: a personal experience.** Surg Cosmet Dermatol. 2010;2(4):326-32.
7. BAGNATO VS. **Os fundamentos da Luz LASER.** Física na Escola (São Carlos-SP) , v. 2, n. 2, 2001.
8. SOUZA FHM, RIBEIRO CF, et. Al. **Estudo comparativo de uso de LASER de diodo (810nm) versus luz intensa pulsada (filtro 695nm) em epilação axilar.** Surg Cosmet Dermatol. 2010;2(3):185-90.
9. DIBURGA HC. **Láser en Dermatologia.** Dermatología Peru. 12(2):142-148, 2002.

10. KAMINSKY SK. **Aparelhos de LASER e equipamentos correlatos.**
RBM rev. bras. med;66(6,n.esp):20-32, jun. 2009.
11. HERNANDEZ DIAZ, Adel; ORELLANA MOLINA, Alina; GONZALEZ MENDEZ, Bianca M. **La terapia láser de baja potencia en la medicina cubana.** Rev Cubana Med Gen Integr, Ciudad de La Habana, v. 24, n. 2, jun. 2008 .
12. GUIMARÃES P. **Segurança no Manuseio do LASER.** Disponível em: <
<http://www.cursosmedicos.com.br/textos-e-artigos/106-seguranca-no-manuseio-do-LASER.html>> Acesso em 23/11/2012.
13. VEHS .Vanderbilt Environ Health e Safety. Vancouver Hospital e Health Sciences Centre and University of British Columbia, Vancouver, BC.
Disponível em: <<http://www.safety.vanderbilt.edu/links/LASER-safety.php>>
> Acesso em 01/11/2012.
14. THE UNIVERSITY OF CHICAGO ENVIRONMENTAL HEALTH E SAFETY. Disponível em: <
http://safety.uchicago.edu/tools/faqs/LASER_safety.shtml > Acesso em 27/09/2012.
15. LASER INSTITUTE OF AMERICA - LIA. Disponível em: <
<http://www.lia.org> > Acesso em 27/09/2012.
16. GUIDELINES ON LASER SAFETY. Disponível em: <
<http://faculty.virginia.edu/camos/lasersafety/lasersafetyform.pdf> > Acesso em 27/09/2012.
17. CALIFORNIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY. **LASER Safety Manual.**
Disponível em: < http://www.safety.caltech.edu/documents/64-LASER_safety_manual.pdf> Acesso em 27/09/12.

18. DIOPTIKA. Normas de Segurança a LASER Norte-americano- 2004.
Disponível em: <http://www.laserglasses.com.au/US-FDA-LASER-Safety-Standards.html&usg=ALkJrh_JWvbyNxz-0c70K_1KTiS36cMCA>
> Acesso: 27/09/2012
19. OSHA. **Occupational Safety Health Administration, technical manual/ 1999.** United States Department of labor. Disponível em: <http://www.osha.gov/dts/osta/otm/otm_iii/otm_iii_6.html> Acesso: 16/10/2012