

Fisioter Bras 2018;19(4):436-43

ARTIGO ORIGINAL

Avaliação da interferência do plástico filme sobre a luminosidade de laser terapêutico de baixa potência

Evaluation of the interference of plastic film on the luminosity of low-power therapeutic laser

Gabriel Dalenogare Colpo, Ft.*, Iago Balbinot, Ft.*, Lucas Rosinski da Silva, Ft.*, Wagner Jesus da Silva Garcia, Ft.**, Antônio Marcos Vargas da Silva, Ft. D.Sc.***, Luis Ulisses Signori, Ft. D.Sc.***

Grupo de Pesquisa em Fisioterapia e Reabilitação da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria/RS, **Doutorando do Curso de Pós-Graduação em Física da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria/RS, *Professor do Programa de Mestrado em Ciências da Reabilitação da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria/RS*

Recebido em 27 de dezembro de 2016; aceito em 9 de maio de 2018.

Endereço para correspondência: Luis Ulisses Signori, Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências da Saúde, Departamento de Fisioterapia e Reabilitação, Av. Roraima, 1000, Cidade Universitária, Bairro Camobi 97105-900 Santa Maria RS, E-mail: l.signori@hotmail.com; Gabriel Dalenogare Colpo: gabrielcolpo@hotmail.com; Iago Balbinot: iagobalbinot@hotmail.com; Lucas Rosinski da Silva: lucasrosinski@yahoo.com.br; Wagner Jesus da Silva Garcia: wagnerjgarcia@hotmail.com, Antônio Marcos Vargas da Silva: antonio.77@terra.com.br

Resumo

Objetivos: Avaliar a interferência do policloreto de vinil (plástico filme) sobre a luminosidade emitida pelos LASERS Hélio-Neônio e Arseneto-Gálio. **Métodos:** Estudo experimental desenvolvido em ambiente laboratorial controlado. A coleta de dados foi realizada por meio de fotosensor (DET36A). A luminosidade dos LASERS foi avaliada nas situações: controle, policloreto de vinil em contato direto com a caneta e policloreto de vinil a 1cm de distância da caneta. Em cada situação foram realizadas 30 emissões (1, 4 e 8 J/cm²). **Resultados:** O contato direto reduziu em 19% a luminosidade do Hélio-Neônio e a 1 cm de distância esta redução foi de 17% (p < 0,001). No Arseneto-Gálio esta redução foi de 8 e 21% (p < 0,001), respectivamente. **Conclusão:** O policloreto de vinil (plástico filme) reduz a luminosidade em aproximadamente 15% das diferentes canetas dos LASERS terapêuticos de baixa potência.

Palavras-chave: modalidades de fisioterapia, lasers, terapia a laser, terapia com luz de baixa intensidade, ferimentos e lesões.

Abstract

Objectives: To evaluate the interference of polyvinyl chloride (plastic film) on the light emitted by LASER Helium-Neon and Gallium-Arsenide. **Methods:** This experimental study was developed in a controlled laboratory environment. Data collection was collected using a photodetector (DET36A). The luminosity of the LASERS was evaluated in the situations: control, polyvinyl chloride in direct contact with the pen and polyvinyl chloride at 1 cm away from the pen. Luminosity of the LASERS was evaluated in the situations: control, polyvinyl chloride in contact with the skin and pen and polyvinyl chloride with 1 cm distance between the skin and pen. In each situation, 30 emissions (1, 4 and 8 J/cm²) were performed. **Results:** Direct contact reduced by 19% the luminosity of the Helium-Neon and 1 cm from this reduction was 17% (p < 0.001). In Gallium-Arsenide the reductions were 8% and 21% (p < 0.001), respectively. **Conclusion:** The results indicated that the Polyvinyl chloride (plastic film) reduces the luminous emission by about 15% of the different pens of low-power therapeutic LASERS.

Key-words: physical therapy modalities, lasers, laser therapy, low-level light therapy, wounds and injuries.

Introdução

Úlceras cutâneas são afecções que geram muitos gastos ao sistema público de saúde, uma vez que envolvem uma equipe interprofissional para seu tratamento e requerem cuidados diários para minimizar o risco de suas complicações [1,2], que incluem as infecções, as amputações, a septicemia e o óbito dos pacientes [3,4]. Dentre estas, destacam-se as úlceras por pressão [2], as úlceras oriundas das complicações vasculares do diabetes mellitus tipo II (DM2) [3,5] e as queimaduras [6]. As úlceras diabéticas merecem uma atenção especial, pois sua prevalência mundial vem aumentando [7,8]. Em 2015, existiam 415 milhões de pessoas com diabetes [7] e, para o ano de 2040, são estimados 642 milhões de pacientes [7]. Salienta-se que entre 15 e 25% desses pacientes desenvolverão as úlceras diabéticas, e 12% irão sofrer alguma amputação em decorrência dessas úlceras ao longo da vida [4]. Esses dados epidemiológicos demonstram a importância clínica da prevenção e do tratamento das úlceras cutâneas, em especial através de terapias de baixo custo que atenuem as complicações [8].

Neste contexto, diversos meios físicos são utilizados, e dentre os quais o LASER terapêutico de baixa potência [10-15]. Esse recurso fototerápico é amplamente utilizado no tratamento de distúrbios musculoesqueléticos [12,13,16], mas também vem ganhando destaque no tratamento físico de úlceras cutâneas de diversas etiologias [9,15], pois atua na diminuição do processo inflamatório, no aumento do metabolismo celular e no aumento da microcirculação nos tecidos lesados [17-20].

Para a utilização do LASER no tratamento de úlceras cutâneas abertas são necessários cuidados assépticos e proteção dos tecidos do risco da pressão mecânica que podem ocorrer pelo contato da caneta LASER com o tecido lesado, os quais impactarão na cicatrização. Neste sentido, na prática clínica vem sendo sugerido a utilização de policloreto de vinil (plástico filme) [21], porém são escassas as respostas dessa interação, em especial o impacto desta sobre a dosimetria do LASER [22].

Os resultados ao se utilizar o policloreto de vinil durante emissão de energia LASER são divergentes [21,22]. A hipótese da presente pesquisa é que a luz emitida pelo LASER sofra refração pelo policloreto de vinil e isso resulte na diminuição da sua efetividade terapêutica. Assim, este estudo buscou avaliar a interferência do policloreto de vinil sobre a quantidade de luminosidade emitida pelo LASER Hélio-Neônio (He-Ne, 660 nm) e pelo LASER Arseneto-Gálio (Ga-As, 830 nm).

Material e métodos

A presente pesquisa é um estudo experimental laboratorial controlado. O estudo foi cadastrado no Gabinete de Apoio a Projetos (nº: 041783) do Centro de Ciências da Saúde (CCS) e consultado o Comitê de Ética em Pesquisa na Área da Saúde (of. 08/2016) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). A coleta dos dados foi realizada no Laboratório de Magnetismo e Materiais Magnéticos da UFSM e ocorreram nos meses de janeiro e fevereiro de 2016.

Equipamentos

Para a realização do estudo foi utilizado o aparelho Laserpulse (Ibramed, Amparo, SP, Brasil) devidamente calibrado previamente as coletas de dados. As canetas com comprimento de onda de 660 nm Hélio-Neônio (He-Ne), no espectro infravermelho, e a caneta de 830 nm Arseneto-Gálio (As-Ga), espectro de luz vermelha. As intensidades de luz em 1, 4 e 8 J/cm² foram utilizadas. O policloreto de vinil (plástico filme) sobreposto à emissão laser utilizado foi da marca Rolo Fácil® (Displafilm do Brasil LTDA, Guarulhos/SP).

Protocolo experimental

A coleta dos dados da intensidade da luz emitida pelo LASER foi verificada em três momentos distintos (Controle, Contato Direto da Caneta com o plástico filme e plástico filme posicionado a 1 cm de distância da Caneta). Para cada experimento foram coletadas 30 curvas para as posteriores análises estatísticas.

Na avaliação Controle foi realizada a emissão do feixe de luz diretamente ao sensor, assim esta aplicação serviu como parâmetro comparativo para as medidas subsequentes (Figura 1A).

Para a coleta com o plástico filme em contato direto com a caneta de emissão foram mantidas constantes as demais variáveis. O plástico filme foi posicionado na caneta de emissão manualmente, teve-se o cuidado para não movimentar a caneta e assim permitir que ela permanecesse na posição padrão para emissão do feixe de luz, em ângulo reto ao fotosensor (Figura 1B).

Na coleta com o plástico filme de policloreto de vinil foi utilizado um suporte mecânico para o posicionamento adequado. O plástico filme foi posicionado a um centímetro de distância da caneta LASER, sendo mantida a incidência de luz em um ângulo reto de 90° entre plástico filme e a caneta de emissão. Esta inclinação foi aferida por um inclinômetro.

Aquisição do sinal

O sistema de detecção foi por meio do fotosensor DET36A, da Thorlabs (Sparta, New Jersey, USA) (Figura 1C). O detector de silício com área ativa de 13 mm², operando com comprimentos de ondas de 350 até 1100 nm. As avaliações com as canetas de 660 nm e 830 nm foram realizadas nesta sequência e seguidamente realizou-se a análise dos dados. As médias das capturas de energia pelo fotosensor a cada aplicação foram normalizadas para as análises estatísticas posteriores. Os dados brutos da energia coletada pelo fotosensor foram subtraídos pelos valores base do período sem emissão do raio LASER (Dados Normalizados: Dados Brutos – Dados Basais) e estes dados são expressos em V/cm². Desta forma, a análise dos dados realizou apenas os valores que representavam a energia emitida pelo LASER no momento da emissão do feixe de luz. Nas diferentes formas de onda dos LASERs os dados foram relativizados pelas medidas controle de cada dose em forma de percentual (100%).

Análise estatística

Os dados brutos estão apresentados em seus valores absolutos em forma de média e desvio padrão (DP). O teste de Kolmogorov-Smirnov (K-S) foi utilizado para verificar a normalidade dos dados. Para comparar as diferentes formas de onda dos LASERs os dados foram relativizados pelas medidas controle de cada dose em forma de percentual (100%). As variáveis apresentaram distribuição Gaussiana e foram comparadas pela ANOVA de uma e duas vias (Interação, Tempo e Grupo) para medidas repetidas quando adequadas, seguidas de post hoc de Bonferroni. As magnitudes dos efeitos foram expressas pelos percentuais das diferenças entre as médias (DEM) e seus respectivos intervalos de confiança de 95% (IC 95%). O nível de significância adotado foi de 5% ($p < 0,05$).

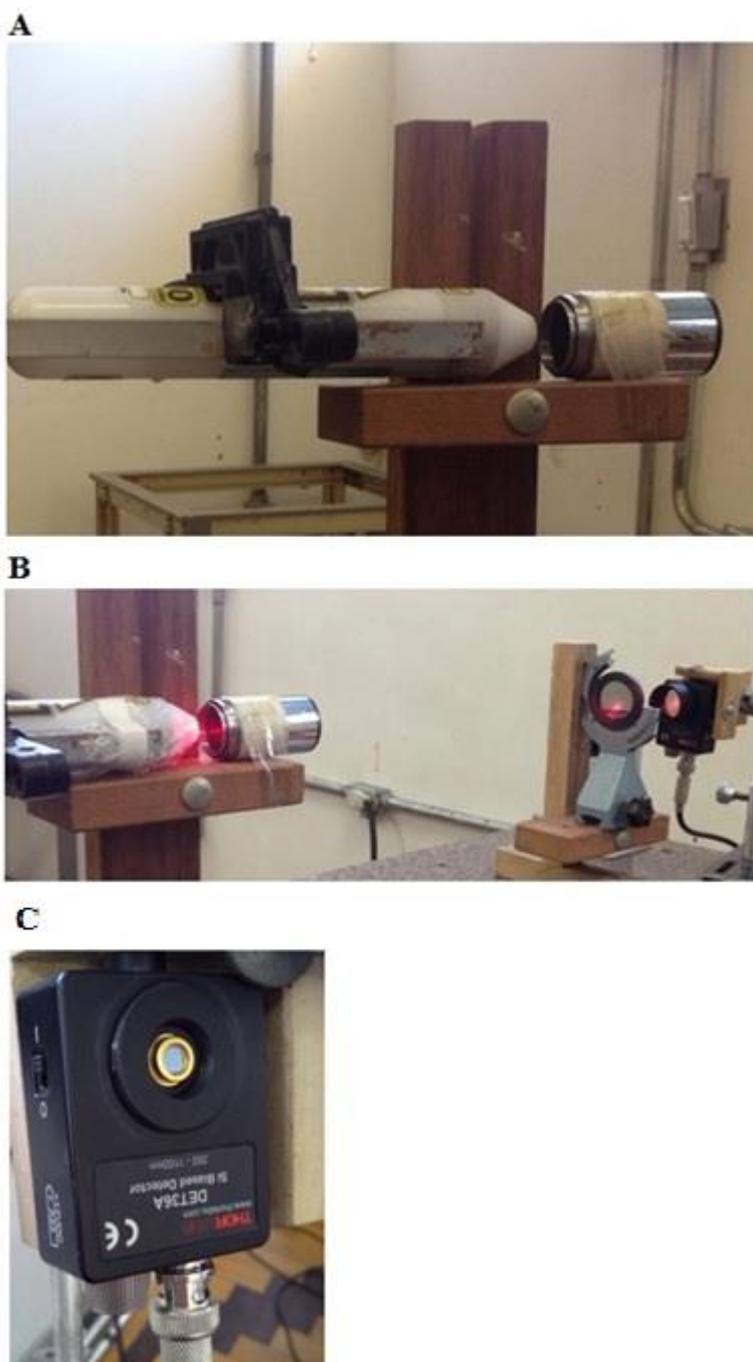


Figura 1 - 1A Aplicação Controle; 1B Policloreto de Vinil em contato com a caneta de emissão; 1C Fotosensor DET36A, da Thorlabs® (Sparta, New Jersey, USA).

Resultados

A Tabela I apresenta os resultados das diferentes intensidades da caneta de He-Ne. Em relação ao Controle (caneta sem policloreto de vinil) a intensidade de 1 J/cm^2 o Contato Direto do plástico filme com a caneta reduziu $-0,2084 \text{ V/cm}^2$ ($p < 0,001$) e, em relação ao policloreto de vinil posicionado a 1 cm de distância esta redução foi de $-0,07865 \text{ V/cm}^2$ ($p < 0,001$). Observa-se também que houve redução entre o policloreto de vinil posicionado junto a caneta e a 1 cm^2 de distância, o que correspondeu a uma diminuição de $-0,1297 \text{ V/cm}^2$ ($p < 0,001$). Na intensidade de 4 J/cm^2 o policloreto de vinil em contato com a caneta reduziu $-0,1649 \text{ V/cm}^2$ ($p < 0,001$) e este posicionado a 1 cm da caneta reduziu $-0,1065 \text{ V/cm}^2$ ($p < 0,001$) em relação ao controle. Entre as diferentes posições do policloreto de vinil (Contato Direto e Distância de 1 cm) observou-se uma diminuição de $-0,05840 \text{ V/cm}^2$ ($p < 0,001$). A

aplicação na intensidade de 8 J/cm² com o policloreto de vinil em contato com a caneta reduziu -0,1649 V/cm² (p < 0,001) em relação ao Controle, e quando comparada a aplicação com o plástico filme a 1 cm de distância reduziu -0,1065 V/cm² (p < 0,001) em relação ao controle. A comparação das duas aplicações experimentais demonstrou uma diminuição de -0,05840 V/cm² (p < 0,001).

Tabela I - Análise dos dados brutos da caneta de He-Ne 660 nm.

Intensidade	Controle	Contato Direto	Distância de 1 cm	p
1 J/cm ²	1,19042 ± 0,03987	0,98206 ± 0,046935*	1,11176 ± 0,03854*†	< 0,001
4 J/cm ²	1,41300 ± 0,04788	1,24805 ± 0,04777 *	1,30646 ± 0,07387*†	< 0,001
8 J/cm ²	1,41131 ± 0,01850	1,26467 ± 0,02634 *	1,11597 ± 0,13192*†	< 0,001

*vs Controle; †vs Contato Direto.

A Tabela II apresenta os dados das coletas da caneta de Ar-Ga. Na intensidade de 1 J/cm² ao comparar com a aplicação Controle, o policloreto de vinil em contato direto reduziu -0,00147 V/cm² (p < 0,001), a redução também ocorreu a 1 cm de distância -0,001431 V/cm² (p < 0,001). A aplicação com o plástico filme em contato com a caneta e a 1 cm de distância não apresentou diferença (p = 0,489). A intensidade de 4 J/cm² no plástico filme em contato com a caneta diminuiu em -0,00089 V/cm² (p < 0,001), e a 1 cm de distância a intensidade foi reduzida em -0,00097 V/cm² (p < 0,001). A comparação entre as diferentes posições do plástico filme apresentou uma redução de -0,00008 V/cm² (p < 0,001) para o posicionamento a 1 cm de distância. Nas análises da intensidade de 8 J/cm² na aplicação com o plástico filme em contato com a caneta houve diminuição em -0,00068 V/cm² (p < 0,001), a 1 cm de distância da caneta de -0,00057 V/cm² (p < 0,001) em relação a aplicação controle. A comparação das diferentes posições nesta intensidade observou-se uma diminuição de -0,00011 V/cm² (p < 0,001).

Tabela II - Análise dos dados brutos da caneta de Ar-Ga 830 nm.

Intensidade	Controle	Contato Direto	Distância de 1 cm	p
1 J/cm ²	0,00694 ± 0,00025	0,00546 ± 0,00022*	0,00550 ± 0,00023*	< 0,001
4 J/cm ²	0,00701 ± 5,49E-05	0,00611 ± 0,00014*	0,00603 ± 0,00014*†	< 0,001
8 J/cm ²	0,00708 ± 9,32E-05	0,00640 ± 0,00020*	0,00651 ± 0,00011*†	< 0,001

*vs Controle; † vs Contato Direto.

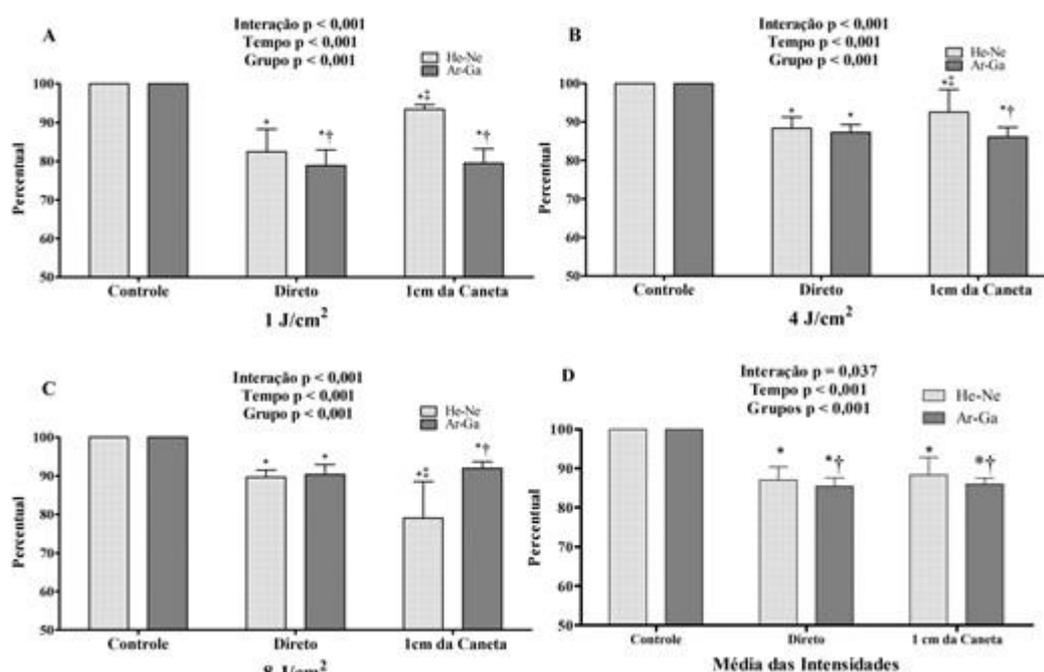
Os resultados das análises dos dados em percentual das diferentes formas de posicionamento do plástico filme para as canetas de He-Ne (660 nm) e Ar-Ga (830 nm) na intensidade de 1 J/cm² estão representados no Gráfico 1A. A aplicação do LASER He-Ne com o plástico filme em contato direto com a caneta apresentou uma diminuição da intensidade entre as canetas de -17,5% (IC 95% -4,5 a -8,6%; p < 0,001) e o Ar-Ga apresentou uma diminuição de -21,1% (IC 95% -19,1 a -23,2%; p < 0,001). Esta redução se repetiu para a aplicação com a caneta a 1 cm de distância, onde 660 nm -6,6% (IC 95% -4,5 a -8,7%; p < 0,001) e a 830 nm -20,5% (IC 95% -18,5 a -22,6%; p < 0,001). A comparação entre os diferentes tipos de onda demonstraram que a redução com o 830 nm foi -3,3% (IC 95% -1,5 a -5,7%; p < 0,001) que a 660 nm para o contato direto foi de 13,9% (IC 95% -11,8 a -16%; p < 0,001). O plástico filme posicionado 1 cm de distância demonstrou um aumento 10,9% (IC 95% 8,7 a 10,1%; p < 0,001) na luminosidade medida em relação ao contato direto deste apenas para o LASER He-Ne.

As análises dos resultados relativizados em percentual da intensidade de 4 J/cm² das canetas de He-Ne e Ar-Ga encontram-se no Gráfico 1B. O contato direto do plástico filme com a caneta de He-Ne reduziu -11,6% (IC 95% -9,8 a -13,4%; p < 0,001) e para a caneta de Ar-Ga -12,7% (IC 95% -10,7 a -14,5%; p < 0,001). O plástico filme posicionado a 1 cm da caneta de He-Ne diminuiu em -7,5% (IC 95% -5,7 a -9,2%; p < 0,001) e para a caneta Ar-Ga esta redução foi de -13,9% (IC 95% -12,1 a -15,7%; p < 0,001). O plástico filme posicionado 1 cm de distância apresentou um aumento 4,1% (IC 95% 2,3 a 6,1%; p < 0,001) na luminosidade medida em relação ao contato direto deste apenas para o LASER He-Ne.

O Gráfico 1C apresenta os resultados corrigidos pelo controle das aplicações na intensidade de 8 J/cm², em percentual. O plástico filme em contato direto com a caneta de emissão de He-Ne reduziu em 11,6% (IC 95% -9,6 a -13,4%; p < 0,001) e para a caneta Ar-Ga esta diminuição foi de 12,7% (IC 95% -10,9 a -14,5%; p < 0,001). A 1 cm de distância esta diminuição foi de 7,4% (IC 95% -5,7 a -9,2%; p < 0,001) para a caneta de He-Ne e, para a

caneta de Ar-Ga 13,9% (IC 95% -12,1 a -15,62%; $p < 0,001$). E as aplicações com o plástico filme a 1 cm de distância apresentou diferença da diminuição da intensidade em -12,7% (IC 95% -10,9 a -15,5%; $p < 0,001$). A comparação entre as canetas demonstrou uma redução de 12,8% (IC 95% -10,31 a -15,45; $p < 0,001$) apenas na colocação do plástico filme a 1 cm. O plástico filme posicionado 1 cm de distância reduziu em 10,5% (IC 95% -7,7 a 13,4%; $p < 0,001$) na luminosidade medida em relação ao contato direto deste apenas com o LASER He-Ne.

O Gráfico 1D apresenta os resultados das médias das três intensidades das diferentes formas de onda. O contato direto do plástico filme reduziu em média 12,9% (IC 95% -11,1 a -14,7%; $p < 0,001$) para o LASER He-Ne e, para o LASER Ar-Ga esta redução foi de 14,5% (IC 95% -12,7 a -16,3%; $p < 0,001$). O mesmo efeito foi observado com o plástico filme posicionado a 1 cm de distância 11,6% (IC 95% -9,9 a -13,4%; $p < 0,001$) e 14% (IC 95% -12,3 a -15,8%; $p < 0,001$). Os diferentes posicionamentos não apresentaram diferenças nos diferentes tipos de LASERs. A comparação entre os tipos de LASERs demonstraram que o contato direto da caneta com o plástico filme reduziu em 1,6% (IC 95% -0,14 a -3,3%; $p < 0,001$) para a caneta He-Ne e para a Ar-Ga esta redução foi de 2,4% (IC 95% -0,6 a -4,1%; $p < 0,001$).



*vs Controle; † vs He-Ne; ‡ vs Contato Direto; ANOVA de duas vias para medidas repetidas.

Gráfico 1 - Comparação dos dados relativizados em percentual nas diferentes intensidades de aplicação e tipos de canetas de emissão.

Discussão

Os resultados do presente estudo demonstram que ocorre uma diminuição da intensidade de energia emitida pelo LASER através do policloreto de vinil posicionado diretamente na caneta emissora e a 1 cm de distância. Esta diminuição é constante e independente das diferentes intensidades. Na colocação do policloreto de vinil posicionado diretamente junto à caneta esta redução é menor que quando esse é posicionado a 1 cm de distância da caneta do LASER.

Durante a aplicação do LASER, qualquer intensidade de energia refletida no campo terapêutico não é absorvida pelos tecidos e conseqüentemente não proporciona os efeitos desejados nos tecidos biológicos reduzindo a eficiência da terapêutica [23]. As principais propriedades físicas necessárias ao material utilizado como auxiliar para na terapia compreendem a pouca reflexão, o baixo espalhamento e pequena absorção da energia LASER [20]. Essas propriedades do policloreto de vinil interferem na luminosidade do LASER absorvida pelos tecidos interferindo na dosimetria desejada. Além disto, existem diferentes combinações na composição desses materiais e, conseqüentemente, diferentes interações com a luminosidade emitida pelos LASERs poderiam ocorrer.

Casaroto *et al.* [20] avaliaram a transmissão da energia dos LASERs As-Ga-Al (Diodo de Arsenato de Gálio-Alumínio) e He-Ne através de duas marcas distintas de policloreto de vinil (marcas Majipack e Filmitto) demonstrando uma diminuição de 1,3% durante a transmissão da luminosidade através desta interface, sugerindo que a mesma não interfere na intensidade recebida pelo tecido. Entretanto, os resultados desse estudo demonstram uma redução aproximada de 15%, sugerindo que esta interação reduz a luminosidade e que pode interferir nos resultados clínicos. Corroborando os resultados do presente estudo, Chen *et al.* [21] estudaram os LASERs de 720 a 800 nm e identificaram uma redução de 7,5% da luminosidade transmitida através do policloreto de vinil. Acredita-se que os diferentes resultados se devem aos diferentes posicionamentos do policloreto de vinil, aos diferentes compostos contidos nestes (tipos marcas). Nossos achados demonstram que a colocação desse material junto à caneta apresenta-se aproximadamente 2% mais eficiente que a colocação do mesmo sobre o tecido biológico alvo da terapia. Possivelmente, isso se deve a distensão do policloreto de vinil e a diminuição das irregularidades na sua superfície, o que diminuiria a refração, o espalhamento e a absorção deste.

Clinicamente, o policloreto de vinil pode ser utilizado como um auxiliar durante a terapêutica de feridas cutâneas [20,21], e assim deve propiciar condições de que a transmissão da energia não seja alterada e os efeitos terapêuticos sejam alcançados. A manutenção da dosimetria do LASER sobre o tecido biológico a ser tratado, é independente da forma de aplicação e do aparelho utilizado [22]. Os resultados deste estudo demonstram que existe diminuição na transmissão da luminosidade do LASER que podem comprometer a sua eficiência terapêutica. A correção da intensidade em 15% para compensar a perda da luminosidade através da passagem da luz pelo policloreto de vinil é uma medida racional para manter os efeitos terapêuticos e a eficiência clínica.

Os resultados do presente estudo se limitam em avaliar apenas uma marca de policloreto de vinil, pois diferentes marcas podem diferir na sua espessura e composição de materiais. Dentre outros fatores físicos que devem ser melhores investigados destacam-se a ausência de aplicação da energia LASER em diferentes ângulos entre a caneta de emissão e o policloreto de vinil. Acrescenta-se, ainda, a necessidade de avaliar diferentes marcas de equipamentos e formas de LASER.

Conclusão

O policloreto de vinil reduz a luminosidade em aproximadamente 15% das diferentes canetas LASER Hélio-Neônio (He-Ne, 660 nm) e Arsenato-Gálio (Ga-As 830 nm). Esta interferência deve ser levada em consideração durante a eleição da dosimetria dos aparelhos, e durante o tratamento de úlceras abertas, que recomendam a utilização do policloreto de vinil, esta redução pode ser compensada pela elevação da intensidade do equipamento durante aplicação do LASER.

Agradecimentos

Ao Laboratório de Magnetismo e Materiais Magnéticos (LMMM) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) e aos colaboradores do Grupo de Pesquisa em Fisiopatologia e Reabilitação da UFSM.

Referências

1. Qaseem A, Humphrey LL, Forciea MA, Starkey M, Denberg TD. Treatment of pressure ulcers: A clinical practice guideline from the American College of Physicians. *Ann Intern Med* 2015;162(5):370-9.
2. Qaddumi J, Khawaldeh A. Pressure ulcer prevention knowledge among Jordanian nurses: a cross-sectional study. *BMC Nurs* [Internet]. *BMC Nursing* 2014;13(1):6.
3. Sun P-C, Kuo C-D, Chi L-Y, Lin H-D, Wei S-H, Chen C-S. Microcirculatory vasomotor changes are associated with severity of peripheral neuropathy in patients with type 2 diabetes. *Diabetes Vasc Dis Res* 2013;10(3):270-6.
<http://dvr.sagepub.com/cgi/doi/10.1177/1479164112465443>

4. Greer N, Foman N, Dorrian J, Fitzgerald P, Roderick M, Rutks I et al. Evidence-based Synthesis Program Advanced Wound Care Therapies for Non-Healing Diabetic, Venous, and Arterial Ulcers: A Systematic Review. *Washingt Dep Veterans Aff* 2012;
5. Game FL, Apelqvist WJ, Attinger C, Hartemann A, Hinchliffe RJ, Löndahl M et al. Effectiveness of interventions to enhance healing of chronic ulcers of the foot in diabetes: a systematic review. *Diabetes Metab Res Rev* 2014;32(30):13–23.
6. Andrade AG, Albuquerque AKB. Efeitos do laser terapêutico no processo de cicatrização das queimaduras: uma revisão bibliográfica. *Rev Bras Queimaduras* 2010;9(1):21-30.
7. Ogurtsova K, da Rocha Fernandes JD, Huang Y, Linnenkamp U, Guariguata L, Cho NH, et al. IDF Diabetes Atlas: Global estimates for the prevalence of diabetes for 2015 and 2040. *Diabetes Res Clin Pract* 2017;128:40-50. <http://dx.doi.org/10.1016/j.diabres.2017.03.024>
8. Whiting DR, Guariguata L, Weil C, Shaw J. IDF diabetes atlas: global estimates of the prevalence of diabetes for 2011 and 2030. *Diabetes Res Clin Pract* 2011;94(3):311-21.
9. Smith B, Totten A, Hickam DH, Fu R, Wasson N, Rahman B et al. Pressure ulcer treatment strategies - A systematic comparative effectiveness review. *Ann Intern Med* 2013;159(1):39-50.
10. Yim E, Kirsner RS, Gailey RS, Mandel DW, Chen SC, Tomic-Canic M. Effect of physical therapy on wound healing and quality of life in patients with venous leg ulcers: a systematic review. *JAMA dermatology* 2015;151(3):320-7.
11. Feitosa MCP, Carvalho AFM, Feitosa VC, Coelho IM, Oliveira DE et al. Effects of the Low-Level Laser Therapy (LLLT) in the process of healing diabetic foot. *Acta Cirúrgica Bras* 2015;30(12):852-7.
12. Chang Y-P, Chiang H, Shih K-S, Ma H-L, Lin L-C, Hsu W-L et al. Effects of physical agents on achilles tendon microcirculation. *J Orthop Sport Phys Ther* 2015;45(7):563-9. <http://bjsm.bmj.com/cgi/doi/10.1136/bjsports-2014-094114.106>
13. Garcia CR, Martin RL, Wukich DK. Achilles pain, stiffness, and muscle power deficits: achilles tendinitis. *J Orthop Sport Phys Ther* 2010;40(9):A1-26. <http://www.jospt.org/doi/10.2519/jospt.2010.0305>
14. Taradaj J, Halski T, Kucharzewski M, Urbanek T, Halska U, Kucio C. Effect of laser irradiation at different wavelengths (940, 808, and 658 nm) on pressure ulcer healing: Results from a clinical study. *Evidence-based Complement Altern Med* 2013;2013. <http://dx.doi.org/10.1155/2013/960240>
15. Ebid AA, El-Kafy EMA, Alayat MSM. Effect of pulsed Nd:YAG laser in the treatment of neuropathic foot ulcers in children with spina bifida: a randomized controlled study. *Photomed Laser Surg* 2013;31(12):565-70.
16. Stergioulas A, Stergioula M, Aarskog R, Lopes-Martins RAB, Bjordal JM. Effects of low-level laser therapy and eccentric exercises in the treatment of recreational athletes with chronic achilles tendinopathy. *Am J Sports Med* 2008;36(5):881-7.
17. Maltese G, Karalliedde J, Rapley H, Amor T, Lakhani A, Gnudi L. A pilot study to evaluate the efficacy of class IV lasers on nonhealing neuroischemic diabetic foot ulcers in patients with type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2015;38(10):e152–3.
18. Haslerud S, Magnussen LH, Joensen J, Lopes-Martins RAB, Bjordal JM. The efficacy of Low Level Laser Therapy as an adjunct therapy in shoulder tendinopathy: a systematic review and meta-analysis. *Physiotherapy [Internet]. The Chartered Society of Physiotherapy* 2015;101:eS427–632.
19. Desmeules F, Boudreault J, Roy JS, Dionne C, Frémont P, MacDermid JC. The efficacy of therapeutic ultrasound for rotator cuff tendinopathy: A systematic review and meta-analysis. *Phys Ther Sport* 2015;16(3):276-84.
20. Loreti EH, Pascoal VLW, Nogueira BV, Silva IV, Pedrosa DF. Use of Laser Therapy in the Healing Process: A Literature Review. *Photomed Laser Surg* 2015;33(2):104–16. <http://online.liebertpub.com/doi/abs/10.1089/pho.2014.3772>
21. Casarotto RA, Park S, Riberiro MS, Anaruma CA. Transmissão do laser de baixa potência através de filmes plásticos de PVC. *Fisioter Pesqui* 2006;3(3):38-43.
22. Chen C, Diven DG, Lockhart S, Bell B. Laser transmission through transparent membranes used in cutaneous laser treatment. *J Am Acad Dermatol* 2001;45(6):919-23.
23. Fukuda TY, Jesus JF, Santos MG, Junior CC, Tanji MM, Plapler H. Calibration of low-level laser therapy equipment. *Rev Bras Fisioter* 2010;14(4):303-8.