

# Prevalência de fadiga referida por fisioterapeutas que operam equipamentos de diatermia por micro-ondas

*Prevalence of fatigue reported by physiotherapists operating diathermy equipment for microwave*

Maria das Graças Anguera<sup>I</sup>, Reinaldo José Gianini<sup>II</sup>

**RESUMO:** *Objetivo:* Analisar a associação entre a prevalência de fadiga referida por fisioterapeutas e a exposição desses profissionais à radiação emitida por equipamentos terapêuticos de diatermia por micro-ondas. *Metodologia:* Foi realizado estudo de corte transversal com 193 fisioterapeutas de quatro municípios da região Oeste do Estado do Paraná, Brasil. Foi aplicado, via eletrônica, questionário estruturado especialmente para a coleta de dados sobre a exposição ocupacional à radiação emitida por equipamentos de diatermia por micro-ondas e potenciais fatores de confusão, acrescido do questionário de Avaliação Multidimensional de Fadiga. A análise estatística incluiu regressão logística e teste *t* de Student. *Resultados:* A prevalência de fadiga na categoria expostos a micro-ondas foi maior (15,0%) do que em não expostos (2,9%). Na regressão logística multivariada foi observada associação independente significativa entre a exposição ocupacional de fisioterapeutas à radiação de diatermia por micro-ondas e a prevalência de fadiga (*odds ratio* 4,93; intervalo de confiança de 95% 1,04 – 23,25; *p* = 0,04). O teste *t* de Student mostrou diferença significativa entre o número total de horas de exposição à radiação de diatermia por micro-ondas, sendo de 3.891,1 entre os fisioterapeutas que referiram fadiga e de 497,6 entre os que não referiram (*p* = 0,004). *Conclusão:* Os resultados demonstraram associação significativa entre a exposição ocupacional de fisioterapeutas à radiação emitida por equipamentos de diatermia por micro-ondas e fadiga, portanto, são sugeridas orientações de segurança ocupacional, dirigidas a esses profissionais, como medida preventiva de possíveis efeitos adversos, e a replicação deste estudo.

**Palavras-chave:** Fisioterapeutas. Fadiga. Exposição ocupacional. Diatermia. Micro-ondas. Epidemiologia.

<sup>I</sup>Programa de Pós-Graduação em Medicina Preventiva da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo; Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Marechal Cândido Rondon (PR), Brasil.

<sup>II</sup>Programa de Pós-Graduação em Medicina Preventiva da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo; Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – São Paulo (SP), Brasil.

**Autor correspondente:** Maria das Graças Anguera. Rua Dom João VI, 1065, Centro, CEP: 85960-000, Marechal Cândido Rondon, PR, Brasil. E-mail: graca.anguera@bol.com.br

**Conflito de interesses:** nada a declarar – **Fonte de financiamento:** Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Processo nº 143557/2009-2.

**ABSTRACT:** *Objective:* To Analyze the association between prevalence of fatigue referred by physical therapists and their occupational exposure to radiation emitted by therapeutic microwave diathermy equipment. *Methods:* A Cross-sectional study conducted in 193 physical therapists from four cities of the west of Paraná State, Brazil. A specified structured web questionnaire was applied for collecting data about microwave diathermy exposition and potential confounders, plus the Multidimensional Assessment of Fatigue (MAF). Statistical analysis included logistic regression and Student's *t*-test. *Results:* The prevalence of fatigue in the category exposed to microwave diathermy was higher (15.0%) than in non-exposed (2.9%). On multivariate logistic regression, a significant independent association between exposure to microwave diathermy and prevalence of fatigue was observed (odds ratio 4.93; 95% confidence interval 1.04 – 23.25;  $p = 0.04$ ). The Student's *t*-test showed significant difference between the number of hours exposed to diathermy microwave, being 3,839.1 within physical therapists who referred fatigue and 497.6 within others ( $p = 0.004$ ). *Conclusion:* The results demonstrate a significant and independent association between occupational exposure of physical therapists to radiation of microwave diathermy and prevalence of fatigue. Therefore, occupational safety guidelines aimed at these professionals as a prevention of possible adverse effects, as well as the replication of this study are suggested.

**Keywords:** Physical therapists. Fatigue. Occupational exposure. Diathermy. Microwaves. Epidemiology.

## INTRODUÇÃO

O fisioterapeuta se utiliza de vários equipamentos eletro-eletrônicos que emitem radiação eletromagnética para fins terapêuticos. Entre esses, o equipamento de diatermia por micro-ondas (DMO), usado na fisioterapia para obtenção dos efeitos característicos da terapia através do calor, tais como efeito analgésico, anti-inflamatório e antiespasmódico<sup>1</sup>. O equipamento de DMO emite radiação não ionizante de alta frequência, sendo essa de 2,45 GHz<sup>2</sup>.

A radiação do equipamento de DMO é emitida através de um aplicador direcionado para a região do corpo a ser tratada e mantido a uma distância de 2,5 a 50 cm durante um tempo de 5 a 10 minutos, de acordo com a finalidade terapêutica proposta, delimitada pelo fisioterapeuta.

Nesse procedimento terapêutico é possível ter perdas variáveis, por reflexão e por dispersão, da energia irradiada desde o aplicador até a área a ser tratada<sup>1</sup>.

O profissional que opera o equipamento de DMO é exposto diariamente às radiações emitidas por esses equipamentos e essa exposição ocupacional pode ocorrer durante muitos anos. Observa-se que o fisioterapeuta, de modo geral, tem raras atitudes de proteção ocupacional durante as aplicações terapêuticas de DMO, como se afastar imediatamente após o início da aplicação e se manter afastado do aplicador a uma distância segura de permanência de um metro, conforme sugere estudo realizado por Anguera<sup>3</sup>, até o seu término, visto que a intensidade do campo elétrico diminui à medida que aumenta a distância da fonte geradora<sup>4</sup>.

Em geral, a exposição a um campo eletromagnético (CEM) uniforme, ou seja, de intensidade constante<sup>4</sup>, resulta em uma deposição e distribuição de energia altamente não uniforme dentro do corpo<sup>5</sup>, e a consequência é a produção de focos de calor no interior do material biológico. A existência desses focos, particularmente nas regiões com mecanismos menos eficientes de transferência de calor, pode levar a alterações específicas do tecido, mesmo que a temperatura do corpo, como um todo, não aumente significativamente<sup>6</sup>. Sob circunstâncias normais de aumento de calor localizado, os vasos sanguíneos se dilatam e o aquecimento é removido pela corrente sanguínea. Portanto, o risco principal de dano térmico se concentra nas áreas de baixa vascularização, a exemplo dos olhos<sup>7</sup>.

Os estudos de laboratório sugerem que os efeitos biológicos adversos podem ser causados por aumento de temperatura acima de 1°C<sup>8</sup>.

Os resultados da absorção dos CEM por diferentes tipos de tecidos humanos são bem conhecidos e servem como base para limitar os níveis de absorção de energia referidos nas normas de Proteção da Radiação Não Ionizante preconizadas pela *International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP)*<sup>5</sup>. Essas normas são reconhecidas oficialmente pela Organização Mundial da Saúde (OMS)<sup>9</sup> e essas diretrizes são baseadas em efeitos na saúde de caráter imediato, a curto prazo, tais como estimulação dos nervos periféricos e músculos, choques e queimaduras causadas por tocar em objetos condutores e elevação de temperatura nos tecidos, resultante da absorção de energia durante exposição ao CEM, pois até o momento, entende-se que os relatos indicando potenciais efeitos não térmicos não constituem evidência consistente o suficiente para se estabelecer limites relacionados a esses<sup>5</sup>.

Segundo Vecchia, em prefácio do livro *Medidas do Campo Elétrico Gerado por Equipamentos de Micro-ondas de Uso Terapêutico Durante Aplicação Clínica*<sup>3</sup>, as diretrizes da ICNIRP servem como referência para mais de 30 países em todo o mundo, incluindo o Brasil, que aprovou a Lei Nacional nº 11.934, de 05 de maio de 2009, a qual trata sobre a proteção contra os CEM, reconhecendo a importância da existência de padrões de referência para a exposição de radiação não ionizante. Conforme descrito no artigo 1º, parágrafo único da referida lei, estão sujeitos às obrigações estabelecidas por essa lei as prestadoras de serviços que se utilizam de estações transmissoras de radiocomunicação, os fornecedores de terminais de usuário comercializados no país e as concessionárias, permissionárias e autorizadas de serviços de energia elétrica.

Observa-se que efeitos adversos associados à exposição ocupacional de fisioterapeutas à radiação não ionizante, em especial na frequência de micro-ondas, têm sido timidamente investigados por meio de estudos.

Quatro estudos epidemiológicos que envolveram fisioterapeutas e exposição às micro-ondas apresentaram resultados relacionados com a reprodução e sugerem associações com infertilidade<sup>10</sup>, aborto espontâneo<sup>11</sup> e defeitos de nascimento<sup>12</sup>.

Em uma pesquisa dos EUA realizada via postal com fisioterapeutas expostos à radiação de micro-ondas e ondas curtas, incluindo tempo de serviço, foi relatada prevalência significativamente maior de doença cardíaca, com *odds ratio* (OR) de 2 – 3<sup>13</sup>.

Os principais resultados da saúde ocupacional envolvendo atividades profissionais de várias áreas e exposição à radiofrequência/micro-ondas (RF/MO) publicados foram as neoplasias, câncer de cérebro, de mama, de testículos e de pulmão, melanomas oculares e leucemia; e outros resultados da saúde, como doenças oculares, doenças cardiovasculares e reprodutivas. Até o momento, o balanço desses estudos epidemiológicos sugere maiores riscos ocupacionais de câncer, decorrentes da exposição crônica às maiores densidades de potência de RF/MO, para diversos grupos, tais como operadores de radar, técnicos de instalação de telecomunicações, técnicos de manutenção, entre outros. Nenhum efeito consistente foi demonstrado, mas esses efeitos não podem ser ainda refutados, devido à baixa qualidade e à curta duração dos estudos de coortes e de caso-controle realizados até agora<sup>14</sup>.

Sintomas como mal-estar, dor de cabeça, fadiga, náuseas, entre outros, também têm sido investigados em estudos epidemiológicos. Segundo a Comissão de Especialistas Latino-Americanos em Campos Eletromagnéticos de Alta Frequência e Saúde Humana, a maioria desses estudos que procurou estudar efeitos agudos da exposição não encontrou associação com os sintomas durante ou logo após a exposição<sup>14</sup>.

Em particular, RF/MO podem interferir em dispositivos médicos implantados, como o marca-passo cardíaco<sup>15</sup>, mas, nesse caso, os efeitos na saúde seriam consequência da intervenção da RF e MO no dispositivo, logo, não decorrentes de um efeito direto sobre o corpo, e, portanto, são efeitos não discutidos neste estudo.

A OMS declarou oficialmente que todas as opiniões de especialistas sobre os efeitos na saúde da exposição a campos de RF chegaram à mesma conclusão: não há consequências adversas à saúde estabelecidas a partir de exposição a campos de RF em níveis abaixo das diretrizes internacionais sobre limites de exposição, publicado pela ICNIRP em 1998<sup>16</sup>.

Porém, atualmente, existe uma grande preocupação mundial com o público ocupacional exposto a CEM, considerando que não raramente fica exposto em ambientes com níveis de absorção de energia eletromagnética acima dos limites sugeridos. Essa preocupação pode ser evidenciada no último Workshop da ICNIRP, realizado de 9 a 11 de maio de 2012, em Edimburgo, onde a maioria das apresentações deu ênfase aos efeitos das fontes de alta frequência e para atividades onde os níveis de referência para a absorção de energia são ultrapassados, como no processo da solda e no diagnóstico por imagem com ressonância magnética, entre outras. Exposições ocupacionais às radiações não ionizantes acima dos limites sugeridos podem ocorrer em qualquer atividade profissional que se utiliza de CEM, assim como em ambientes controlados ou não controlados, ou seja, com e sem conhecimento, respectivamente, por parte dos profissionais expostos, dos níveis de radiação, dos riscos atribuídos e de medidas de segurança.

Com a finalidade de contribuir na elucidação de indicadores que despertem o interesse das autoridades relacionadas com a vigilância e legislação em saúde no que se refere à tomada de atitudes dirigidas à segurança de profissionais envolvidos direta ou indiretamente com a terapia de DMO, justificado pela possibilidade de ocorrer efeitos adversos à saúde dos indivíduos expostos ocupacionalmente, elegeu-se fadiga para a análise de associação com a exposição à radiação de DMO.

Fadiga é entendida como um sintoma subjetivo de baixa vitalidade, e que pode ter origem em fatores ambientais, entre outros, cujos efeitos são cumulativos<sup>17</sup>. Atualmente, fadiga está entre os efeitos adversos investigados em estudos que envolvem exposição à radiação não ionizante<sup>15</sup>.

Assim, foi investigada uma amostra populacional composta por fisioterapeutas, com o objetivo de analisar a associação entre a prevalência de fadiga referida por esses profissionais e a exposição ocupacional à radiação não ionizante emitida por equipamentos de DMO.

## **METODOLOGIA**

### **CARACTERIZAÇÃO DA POPULAÇÃO REFERÊNCIA DO ESTUDO**

A população referência deste estudo foi composta por 821 profissionais fisioterapeutas com registros no Conselho Regional de Fisioterapia e Terapia Ocupacional da 8ª Região (CREFITO-8) em 2010 e que atuavam nos municípios de Cascavel, Foz do Iguaçu, Marechal Cândido Rondon ou Toledo<sup>18</sup>, localizados na região Oeste do Estado do Paraná.

### **CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA**

Trata-se de amostra de conveniência, com esforço de coleta de 193 fisioterapeutas, o que garantiu um poder de 0,80, considerados os seguintes parâmetros: nível de significância de 0,05, proporção estimada de fisioterapeutas expostos a DMO de 10,0%, erro de 5,5% (*Stata*, cálculo de amostra e estimativa de poder estatístico para estudos transversais).

### **DESENHO DO ESTUDO**

Para atender ao objetivo deste trabalho, propôs-se um método observacional, de corte transversal com coleta de dados. A taxa de prevalência como indicador da medida da frequência de fadiga foi obtida mediante a relação do número de fisioterapeutas com fadiga x 100 dividido pelo número de indivíduos pesquisados na população, no momento. A medida de associação utilizada foi a OR.

### **VARIÁVEIS DE ESTUDO**

Foram adotadas como variáveis independentes estar ou não exposto ocupacionalmente à radiação de DMO, e foram considerados expostos somente os fisioterapeutas que afirmaram operar o equipamento. A variável dependente foi determinada pela prevalência de fadiga nos

fisioterapeutas. A fadiga foi conferida através do questionário de Avaliação Multidimensional de Fadiga (MAF, do inglês, *Multidimensional Assessment of Fatigue*)<sup>19</sup>. Tal questionário consiste em 16 itens que avaliam aspectos subjetivos da fadiga, tais como quantidade, intensidade, exaustão, impacto e duração. As subescalas são combinadas para criar um índice global de fadiga, que varia de 1 (sem fadiga) até 50 (fadiga extrema). Neste estudo, considerou-se fadiga quando esse índice foi  $\geq 50$ .

As seguintes variáveis também foram obtidas: idade, sexo, cor, residir nas proximidades de torres de telefonia móvel e de linhas de transmissão de energia de alta voltagem, utilização diária de celular, hábitos diários (caféina, cigarro e álcool), jornada de trabalho, exposição ocupacional à radiação de diatermia por ondas curtas (DOC) e informações de exposição ocupacional a DMO, que possibilitou criar um índice quantificando em horas de exposição total do profissional até o momento do estudo. O índice ficou assim estabelecido:

$$et = nhde \times ndme \times nme$$

onde:

et: exposição total;

nhde: número de horas diárias de exposição;

ndme: número de dias mensais de exposição;

nme: número de meses de exposição.

## PROCEDIMENTO PARA A COLETA DE DADOS

Foi utilizado o formato eletrônico para realizar o contato inicial com os sujeitos da pesquisa, com o objetivo de apresentar a intenção da mesma e motivá-los a participarem efetivamente. A emissão e a recepção do questionário seguiram a mesma via de comunicação com todos os participantes, e, junto desse, o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para participar da pesquisa. Aqueles que não aderiram a esse procedimento foram contatados via postal e posteriormente via telefone.

## ANÁLISE ESTATÍSTICA

Inicialmente, foi analisada a distribuição das variáveis e do escore de fadiga com finalidade descritiva. Em seguida, procedeu-se a análise de associação entre fadiga e exposição ocupacional à radiação de DMO. Foi realizada a análise de regressão logística múltipla para estudo do efeito independente da exposição ocupacional à radiação de DMO. O teste *t* de Student também foi aplicado.

Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, Protocolo de Pesquisa nº 060/10.

## RESULTADOS

A maior proporção de fisioterapeutas participantes deste estudo tem  $\leq 29$  anos de idade (52,85%). Em relação ao tempo de exercício profissional, 53,88% tem  $\leq 5$  anos. A fisioterapia é a única profissão exercida para 74,09%. Na amostra, há predomínio de mulheres (72,20%), o mesmo ocorrendo para a cor branca (84,53%).

A menor proporção de fisioterapeutas da amostra (22,28%) trabalha em locais (clínicas e/ou hospitais) que têm como recurso terapêutico o equipamento de DMO. Desses fisioterapeutas que trabalham em ambientes com DMO, 47,62% operam o equipamento. O tempo médio dessa modalidade de aplicação terapêutica para 42,85% é  $\geq 15$  minutos e a média diária prevalente de aplicações está entre 2 e 5 (32,14%). A maior proporção dos fisioterapeutas (43,75%) expõe-se de 5 a 8 horas por dia a esse tipo de radiação e apenas 22,58% realizam algum tipo de medida de segurança ocupacional.

Dentre todos os fisioterapeutas investigados, apenas 11,40% referem não sentir nenhum grau de fadiga. A maior proporção (88,61%) sente algum grau de fadiga, ficando assim distribuídos: 84,46% com escores entre 2 – 49,9 e 4,15% com escores  $\geq 50$ .

Na análise univariada para a relação com fadiga (Tabela 1) não se observa associação significativa com sexo, cor, residir próximo a torres de telefonia móvel e linhas de transmissão de energia de alta voltagem e utilização diária de celular. As variáveis idade ( $p = 0,09$ ), exposição ocupacional à radiação DOC ( $p = 0,06$ ) e hábitos diários ( $p = 0,05$ ), apesar de não apresentarem associação significativa com fadiga, apresentam  $p < 0,20$ , e verifica-se associação significativa ( $p = 0,03$ ) de fadiga com a exposição à radiação ocupacional de DMO, com OR de 5,89 (IC95% 1,29 – 26,84).

Comparando-se a análise univariada com o modelo inicial da análise multivariada (Tabela 2), observa-se que as variáveis hábitos diários ( $p = 0,09$ ) e exposição à radiação de DOC ( $p = 0,90$ ) perdem importância quando ajustadas por exposição à radiação de DMO ( $p = 0,13$ ) e idade ( $p = 0,08$ ).

Observa-se no modelo final da análise multivariada (Tabela 3), após a retirada das variáveis hábitos diários e exposição ocupacional à radiação de DOC, que a associação entre fadiga e exposição à radiação ocupacional de DMO, ajustada por idade, apresenta significância ( $p = 0,04$ ) com OR de 4,93 (IC95% 1,04 – 23,25).

Para afastar confundimento com horas diárias de trabalho, foi analisada a associação com fadiga e exposição ocupacional à radiação de DMO. A média de horas diárias de trabalho entre os fisioterapeutas expostos e não expostos ocupacionalmente à radiação de DMO é de 7,05 e 7,68, respectivamente, e não houve associação significativa entre fadiga e jornada diária de trabalho ( $p = 0,35$ ).

A diferença da média de horas total de exposição ocupacional à radiação de DMO é significativamente maior entre os fisioterapeutas que referiram fadiga (3.839,1 horas) com relação aos que não referiram (497,6 horas). Na análise do teste *t* de Student, verificou-se que o resultado relacionado à exposição ocupacional à radiação de DMO e fadiga ( $p = 0,004$ ) apresentou-se consistente com os resultados obtidos nas análises univariada e multivariada para esse desfecho.

Tabela 1. Análise univariada da associação entre determinadas variáveis pesquisadas e fadiga entre fisioterapeutas. Região Oeste do Estado do Paraná, Brasil, 2010 – 2011.

Variáveis	n	n1	%	$\chi^2$	Valor p	OR	IC95%
<b>Sexo</b>							
Masculino	44	2	4,55	0,02	1,00	1,00	
Feminino	149	6	4,03			0,88	0,17 – 4,53
<b>Idade</b>							
≤ 29 anos	102	2	1,96	4,83	0,09	1,00	
30 – 39 anos	65	3	4,62			2,42	0,39 – 14,89
≥ 40 anos	26	3	11,54			6,52	1,03 – 41,30
<b>Cor</b>							
Branca	153	7	4,58	0,05	1,00	1,00	
Outras	28	1	3,57			0,77	0,91 – 6,53
<b>Hábitos diários</b>							
Não	135	3	2,22	4,18	0,05	1,00	
Sim	58	5	8,62			4,15	0,96 – 17,99
<b>Exposição DOC</b>							
Não	111	2	1,80	4,84	0,06	1,00	
Sim/não opera	28	3	10,71			6,54	1,04 – 41,23
Sim/opera	54	3	5,56			3,20	0,52 – 19,78
<b>Reside próximo à torre de telefonia celular</b>							
Não	90	4	4,44	0,34	0,47	1,00	
Sim	12	1	8,33			1,95	0,20 – 19,10
<b>Reside próximo à alta voltagem</b>							
Não	92	4	4,35	0,03	1,00	1,00	
Sim	19	1	5,26			1,22	0,13 – 11,59
<b>Utilização diária de celular</b>							
< 10 Min	98	3	3,06	2,79	0,26	1,00	
10 Min – 1 h	78	3	3,85			1,27	0,25 – 6,46
> 1 H	17	2	11,76			4,22	0,65 – 27,40
<b>Exposição DMO</b>							
Não	172	5	2,91	6,56	0,03	1,00	
Sim	20	3	15,00			5,89	1,29 – 26,84

n1: número de acometidos por fadiga; %: porcentagem de acometidos por fadiga; OR: *odds ratio*; IC95%: intervalo de confiança de 95%; DOC: diatermia por ondas curtas; DMO: diatermia por micro-ondas.

Tabela 2. Modelo inicial da análise multivariada de regressão logística\* entre variáveis de risco escolhidas para fadiga entre fisioterapeutas expostos ocupacionalmente à radiação emitida por equipamento terapêutico de diatermia por micro-ondas (n = 192). Região Oeste do Estado do Paraná, 2010 – 2011.

	OR ajust	DP	Z	Valor p	ICI	ICS
Exposição DMO	4,77	4,99	1,49	0,13	0,61	37,13
Idade	2,43	1,26	1,71	0,08	0,87	6,75
Hábitos diários	3,64	2,80	1,68	0,09	0,80	16,50
Exposição DOC	0,93	0,51	0,12	0,90	0,31	2,76

\*modelo ajustado por exposição à radiação ocupacional de diatermia por micro-ondas (DMO), idade, hábitos diários e exposição à radiação ocupacional de diatermia por ondas curtas; OR ajust: *odds ratio* ajustada; DP: desvio padrão; Z: distribuição normal padrão; ICI: intervalo de confiança inferior; ICS: intervalo de confiança superior; DMO: diatermia por micro-ondas; DOC: diatermia por ondas curtas.

Tabela 3. Modelo final da análise multivariada de regressão logística\* entre variáveis de risco escolhidas para fadiga entre fisioterapeutas expostos ocupacionalmente à radiação emitida por equipamento terapêutico de diatermia por micro-ondas (n = 192). Região Oeste do Estado do Paraná, 2010 – 2011.

Variáveis	OR ajust	DP	Z	Valor p	ICI	ICS
Exposição DMO	4,93	3,90	2,02	0,04	1,04	23,25
Idade	2,37	1,16	1,76	0,07	0,90	6,19

\*modelo ajustado por exposição ocupacional à radiação de diatermia por micro-ondas e idade; OR ajust: *odds ratio* ajustada; DP: desvio padrão; Z: distribuição normal padrão; ICI: intervalo de confiança inferior; ICS: intervalo de confiança superior; DMO: diatermia por micro-ondas.

## DISCUSSÃO

A evolução tecnológica também ocorreu na área da saúde e o benefício dessa evolução em prol do público em geral é evidente e não é contestada por este estudo. No entanto, observa-se que poucas pesquisas foram realizadas envolvendo as tecnologias disponíveis na área da saúde que utilizam de CEM, especificamente para tratamento com DMO, e efeitos adversos à saúde dos profissionais expostos a essa radiação, o que poderia justificar a carência de práticas de medidas de segurança ocupacional, por parte do fisioterapeuta, observadas em ambientes clínicos durante a terapia por DMO.

Com a finalidade de contribuir com informações relacionadas ao tema, foi realizado este estudo, que permitiu analisar associações entre fisioterapeutas expostos ocupacionalmente à radiação de diatermia por micro-ondas e fadiga referida pelos mesmos.

A metodologia utilizada foi um questionário desenvolvido especialmente para esta proposta de investigação, acrescido da MAF. O mesmo foi aplicado, via eletrônica, em uma amostra populacional compreendida por fisioterapeutas de quatro municípios da região Oeste do Estado do Paraná, nos anos 2010 e 2011.

Na amostra deste estudo prevaleceu o sexo feminino, o grupo de idade  $\leq 29$  anos e o tempo de exercício profissional  $\leq 5$  anos.

Os resultados encontrados neste estudo apresentaram associação significativa entre exposição ocupacional de fisioterapeutas à radiação de diatermia por micro-ondas e fadiga.

A falta de mecanismo biológico estabelecido que explique a interação entre a tríade organismo biológico, CEM e fadiga não deve ser motivo para se considerar ao acaso os resultados obtidos no presente estudo. Segundo declaração da ICNIRP<sup>15</sup>, apesar da plausibilidade dos vários mecanismos de interação biológica propostos ser baixa, é impossível negar a sua existência. Ainda assim, para que se considere ao acaso os resultados apresentados por este estudo, é necessária a sua replicação.

## CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo demonstraram associação significativa entre a exposição ocupacional de fisioterapeutas à radiação emitida por equipamentos de DMO e fadiga. Porém, devido à dificuldade de isolar a referida exposição ocupacional de outras prováveis exposições na rotina profissional, bem como a possibilidade da presença de outros fatores ambientais não verificados neste estudo e que poderiam contribuir com a presença de fadiga, somados às incertezas que circundam o tema mundialmente, sugere-se que novas pesquisas a respeito sejam realizadas.

A investigação de fadiga em fisioterapeutas expostos à radiação emitida por equipamentos de DMO, como foi realizada no presente estudo, contribuiu com indicadores para que os principais envolvidos na questão, ou seja, aqueles que têm o maior interesse ou que podem ter maior atuação com relação ao assunto, podendo citar a comunidade científica, a indústria, o governo e o fisioterapeuta, atentem para a área de tratamento que utiliza de equipamentos eletromédicos de radiofrequência, especificamente na frequência de micro-ondas. A partir do papel desempenhado por cada um dos envolvidos, sendo eles: pela comunidade científica, o de prover informação técnica e ajudar a entender os benefícios e riscos da terapia por micro-ondas, o de ajudar a avaliar as opções de gerenciamento de riscos, e o de explicar a informação científica disponível; pela indústria, o da informação dos benefícios da tecnologia que coloca no mercado, bem como o seu risco real; pelo governo, o da regulamentação; e, finalmente, pelo fisioterapeuta, o papel de tomar conhecimento sobre o gerenciamento das inovações tecnológicas disponíveis para tratamento e efetivamente colocar em prática as medidas preventivas regulamentadas, acredita-se amenizar os possíveis riscos ocupacional e ambiental ligados à terapia por DMO.

## REFERÊNCIAS

1. Kottke FJ, Stillwell GK, Lehmann, JF. Krusen: Tratado de Medicina Física e Reabilitação. 3 ed. São Paulo: Manole; 1986.
2. Goats GC. Physiotherapy treatment modalities: microwave diathermy. *Br J Sports Med* 1990; 24: 212-8.
3. Anguera MG. Medidas do Campo Elétrico Gerado por Equipamentos de Micro-ondas de uso Terapêutico Durante Aplicação Clínica. Maringá: Gráfica Clichetec; 2010.
4. Vorst AV, Rosen A, Kotsuka Y. RF/Microwave Interaction With Biological Tissues. New Jersey: Wiley-IEEE Press; 2006.
5. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. Guidelines for limiting exposure to time – varying electric magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz). *Health Physics* 1998; 74: 494-520.
6. Lamparelli CC, Hernandez JG, Alessio Filho A. Radiações de microondas e radiofrequência: efeitos biológicos. *Rev CETESB de Tecnologia* 1988; 2(1): 23-8.
7. Salles AA. Biological effects of microwave and F, Proceedings of the SBMO/IEEE MTT-S IMOC 99. Rio de Janeiro; 1999. p. 51-6.
8. Goldstein LS, Kheifets L, van Deventer E, Repacholi M. Comments on “Long-term exposure of *Emicro-Pim1* transgenic mice to 898.4 MHz microwaves does not increase lymphoma incidence” by Utteridge et al. *Radiat Res* 2003; 159: 275-6.
9. Organização Mundial de Saúde (OMS). Estabelecendo um diálogo sobre riscos de campos eletromagnéticos. Traduzido por Hortêncio A. Borges. Organização Mundial de Saúde; 2002. p. 51.
10. Larsen AI, Olsen J, Svane O. Gender-specific reproductive outcome and exposure to high-frequency electromagnetic radiation among physiotherapists. *Scand J Work Environ Health* 1991; 17(5): 324-9.
11. Ouellet-Hellstrom R, Stewart WF. Miscarriages among female physical therapists who report using radio- and microwave-frequency electromagnetic radiation. *Am J Epidemiol* 1993; 138(10): 775-86.
12. Larsen AI. Congenital malformations and exposure to high-frequency electromagnetic radiation among Danish physiotherapists. *Scand J Work Environ Health* 1991; 17(5): 318-23.
13. Hamburger S, Logue JN, Silverman PM. Occupational exposure to non-ionizing radiation and an association with heart disease: an exploratory study. *J Chronic Dis* 1983; 36(11): 791-802.
14. Instituto Edumed para Educação em Medicina e Saúde. Revisão científica sobre radiação eletromagnética no espectro de radiofrequência e seus efeitos na saúde humana: Estudos Epidemiológicos. 2010. Disponível em: <http://www.wireless-health.org.br> (Acessado em 04 de julho de 2012).
15. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP). Exposure to high frequency electromagnetic fields, biological effects and health consequences (100 kHz-300 GHz) 2009. Disponível em: <http://www.icnirp.de/PubEMF.htm>. (Acessado em: 01 de agosto de 2010).
16. Organização Mundial de Saúde (OMS). Electromagnetic fields (EMF). Children and mobile phones: clarification statement. (segundo parágrafo) 2005. Disponível em: [http://www.who.int/peh-emf/meetings/ottawa\\_june05/en/index4.html](http://www.who.int/peh-emf/meetings/ottawa_june05/en/index4.html) (Acessado em 16 de julho de 2012).
17. Martins GC, Barreto SMG. Vivências de ginástica laboral e melhoria da qualidade de vida do trabalhador: resultados apresentados por funcionários administrativos do Instituto de Física da Universidade de São Paulo (Campus São Carlos). *Motriz, Rio Claro* 2007; 13(3): 214-24.
18. Conselho Regional de Fisioterapia e Terapia Ocupacional da 8ª Região (CREFITO/8). Departamento de Ética. Informação. ([etica@crefito8.org.br](mailto:etica@crefito8.org.br)) [mensagem pessoal] [citado 15/12/2010]. E-mail para Maria das Graças Anguera ([graça.anguera@bol.com.br](mailto:graça.anguera@bol.com.br)).
19. Lee KA, Hicks G, Nino-Murcia G. Validity and reliability of a scale to assess fatigue. *Psychiat Res* 1991; 36(3): 291-8.

Recebido em: 09/09/2012

Versão final apresentada em: 12/10/2013

Aceito em: 10/03/2014