

Campos magnéticos de frequência extremamente baixa e efeitos na saúde: revisão da literatura

Extremely low-frequency magnetic fields and health effects: literature review

Resumo

A partir da publicação, em 1979, dos resultados de um estudo que apontava para o aumento do risco de leucemia em crianças associado à exposição a campos magnéticos, o interesse pelo tema vem aumentando, e diversos estudos foram publicados. O objetivo desta revisão é apresentar os diferentes métodos utilizados na avaliação da exposição aos campos magnéticos de frequência extremamente baixa, bem como as dificuldades enfrentadas na quantificação dessa exposição, além de relatar os resultados de estudos epidemiológicos publicados nos últimos 10 anos. A falta de um modelo fisiopatológico que explique uma possível influência dos campos magnéticos na saúde e a dificuldade para quantificar a exposição têm sido os maiores obstáculos da pesquisa na área. Leucemia e tumores do sistema nervoso central têm sido os efeitos mais estudados. Leucemia em crianças é o desfecho mais consistentemente associado à exposição a campos magnéticos. Estudos mais recentes apontam a associação entre esclerose lateral amiotrófica e campos magnéticos.

Palavras-chave: Campos magnéticos. Revisão de literatura. Leucemia. Doenças neurodegenerativas.

Izabel Marcilio*

Mateus Habermann

Nelson Gouveia

Departamento de Medicina Preventiva da Faculdade de Medicina, USP

Este estudo foi financiado pela ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica.

Colaboradores: I. M. e M. H. realizaram a busca bibliográfica e revisão da literatura, escreveram e revisaram o manuscrito. N. G. coordenou o trabalho e revisou o manuscrito.

Correspondência: Izabel Marcilio. Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. Av. Dr. Arnaldo, 455 - São Paulo, SP - CEP 01246-903. E-mail: imarcilio@yahoo.com

Abstract

Since an epidemiologic report, in 1979, showed an association between childhood leukemia and exposure to magnetic fields, concerns over the subject have grown, and several other studies have been published. The main goal of this literature review is to present the methods of exposure assessment and the main difficulties in measuring exposure, and also to report the results of epidemiological studies published along the past ten years. The lack of biophysical mechanisms explaining the interaction between magnetic fields and health, and the difficulties regarding exposure assessment have been the main obstacles of research in this area. Leukemia and brain tumors are the most evaluated outcomes. Childhood leukemia has been the most consistently outcome associated with magnetic field exposure. Recent studies have also shown an association between magnetic fields and amyotrophic lateral sclerosis.

Keywords: Magnetic fields. Literature review. Leukemia. Neurodegenerative diseases.

Introdução

Os efeitos da exposição a campos magnéticos na saúde têm sido alvo de preocupação e suscitado a produção de estudos sobre o tema. O primeiro trabalho nesse sentido foi publicado na década de 1960 e focava a exposição ocupacional¹. Em 1979, o estudo de Wertheimer e Leeper² colocou o assunto definitivamente em evidência ao apontar uma relação entre o risco para leucemia em crianças e a exposição a campos eletromagnéticos. Desde então, observa-se uma vasta produção de trabalhos avaliando o possível risco à saúde advindo da exposição a campos magnéticos (CM) e eletromagnéticos (CEM).

Campos magnéticos e campos elétricos estão ambos associados à presença da passagem de corrente elétrica e, portanto, é comum o uso do termo CEM para se referir às suas presenças. A avaliação de efeitos na saúde, no entanto, se refere mais frequentemente aos CM, uma vez que os materiais comuns de construção civil não bloqueiam a sua passagem, o que não ocorre com os campos elétricos³. CM são radiações geradas por diferentes fontes, naturais e produzidas pelo homem. Por volta dos últimos cem anos, o homem passou a ser exposto artificialmente aos CM oriundos da transmissão de energia elétrica e esses campos constituem parte fundamental das sociedades industrializadas^{3,4}.

Os campos elétricos são gerados a partir de diferenças de voltagem, sendo tanto maiores quanto maior for a voltagem, e sua intensidade diminui com a distância da fonte. Os campos magnéticos acontecem quando há fluxo de corrente elétrica, e sua força é diretamente proporcional à grandeza da corrente⁵. Entre as fontes naturais de CM estão a radiação solar e a luz ultravioleta. São exemplos de CM gerados pelo homem as ondas de rádio e a energia elétrica.

Os CM variam em relação à frequência, medida em Hertz (Hz), e ao tamanho das ondas. O extremo inferior do espectro de frequência (0 Hz) é representado pela corrente direta ou campos estáticos. O extremo

superior, com frequência acima de 10^{16} Hz, compreende as radiações ionizantes – raios-X, raios Gama e luz ultravioleta⁶.

Os campos de baixa frequência ocupam a faixa de 3 a 3.000 Hz, com um longo comprimento de onda. As redes de geração e transmissão de energia elétrica são campos de frequência extremamente baixa, compreendendo as faixas de 50 a 60 Hz.

A intensidade do CM é medida em Amperes por metro (A/m). Para fins de pesquisa e comunicação de risco, no entanto, tem-se usado a unidade de medida da indução magnética, descrita em Gauss (G) e, mais comumente, em Tesla (T) ou micro-Tesla (μ T).

Mecanismos Biológicos

A interação conhecida entre os CM de frequência extremamente baixa e o corpo humano é a indução de correntes elétricas fracas. Esses campos não são capazes de quebrar ligações químicas e são conhecidos como “radiações não ionizantes”^{3,7}.

A despeito das muitas pesquisas realizadas, até o momento não existe concordância sobre efeitos adversos à saúde gerados por campos de frequência extremamente baixa, já que estes parecem possuir energia insuficiente para romper ligações entre as cadeias de DNA e desencadear um processo de carcinogênese^{8,9}, com exceção das exposições agudas iguais ou superiores a 100μ T¹⁰. A tendência atual, portanto, é de se considerar os CM de frequência extremamente baixa como um fator de promoção tumoral ou de cocarcinogênese^{11,12}.

Evidências experimentais sugerem que os CM podem influenciar algumas funções celulares, como a proliferação das células e a comunicação intercelular¹¹⁻¹³. A exposição a níveis elevados de CM pode levar à promoção tumoral ou outros tipos de danos celulares através da produção de radicais livres endógenos, ou através da interferência nos canais de cálcio^{11,13-15}.

Uma outra hipótese para explicar a associação de leucemia e câncer de mama com os CM é a influência destes no sistema de

melatonina¹⁵⁻¹⁷. A melatonina é produzida principalmente pela glândula pineal. Sua secreção está diretamente relacionada ao ciclo circadiano, influenciada pela percepção de ausência da luz por células sensíveis no olho. Alguns trabalhos demonstraram que os CM reduzem diferentes parâmetros da produção de melatonina na glândula pineal de mamíferos¹⁷. Da revisão de literatura relacionada ao tema conclui-se que, apesar dos resultados obtidos em alguns experimentos com animais, não há evidências suficientes de alterações na fisiologia da melatonina em seres humanos em relação à exposição a CM de frequência extremamente baixa¹⁸⁻²⁰.

O sistema nervoso funciona através da estimulação elétrica e é considerado particularmente vulnerável aos efeitos dos CM e às correntes elétricas por eles induzidas¹⁵. Embora os CM de frequência extremamente baixa provoquem correntes menores do que aquelas fisiologicamente presentes e capazes de estimular o tecido nervoso periférico, evidências sugerem que os mesmos podem modular a atividade elétrica funcional no sistema nervoso central (SNC)^{13,15}.

Os estudos experimentais avaliando os efeitos dos CM na saúde apresentam algumas limitações. Grande parte deles utiliza exposições muito acima dos níveis que em geral estão presentes no ambiente domiciliar^{16,21}. É o caso do estudo de Iorio et al.²², que encontrou aumento na mobilidade de espermatozoides expostos a campos a partir da intensidade mínima de 2,5 mT, e do estudo de Tokalov e Gutzeit²³, que encontrou diferenças na expressão de proteínas de estresse com a estimulação das células por CM de 10 a 140μ T.

A não identificação de um órgão-alvo (ou mecanismo alvo) dos CM representa um desafio para as pesquisas experimentais acerca de seus efeitos na saúde²³. A falta de replicação independente também é frequente nesses estudos, o que dificulta o estabelecimento de uma associação causal entre a exposição aos CM e seus efeitos na saúde¹⁶.

Assim, os estudos experimentais até o momento não foram capazes de estabele-

cer um mecanismo biofísico que justifique uma resposta biológica induzida pelos CM. Ressalta-se, no entanto, que, uma vez que os estudos epidemiológicos demonstram que a exposição a CM pode trazer danos à saúde, um mecanismo de interação deve existir, ainda que no momento esse mecanismo não possa ser demonstrado, ou mesmo parecer implausível¹⁵.

Objetivo

O objetivo desta revisão é apresentar os diferentes métodos utilizados na avaliação da exposição aos CM de frequência extremamente baixa, bem como as dificuldades enfrentadas na quantificação dessa exposição, além de relatar os resultados de estudos epidemiológicos publicados nos últimos 10 anos.

Método

Foi realizada uma busca da literatura na base de dados do PubMed e do Scielo utilizando os termos *electromagnetic, electric* ou *magnetic fields (emf) + health effects* e campo eletromagnético, campo magnético, efeitos na saúde. Os termos *health effects* e efeitos na saúde foram também substituídos por: *cancer, leukemia* e *neurodegenerative disorders*, e câncer, leucemia e doenças neurodegenerativas.

Todos os artigos encontrados foram incluídos na análise dos métodos utilizados para quantificar a exposição. Entretanto, a descrição dos resultados encontrados na avaliação do risco à saúde se limitou aos últimos 10 anos (1998 a junho de 2008).

Resultados

Avaliação da exposição

Um dos principais problemas enfrentados na investigação dos efeitos dos CM na saúde é a avaliação e quantificação da exposição^{9,12,15}. Essa dificuldade passa pela prevalência e ubiquidade da exposição. Há, ainda, a complexidade para se caracterizar e

somar o efeito das diversas fontes de CM¹⁵.

A falta de um modelo dose-resposta ou de um mecanismo de ação, além da dificuldade em se definir o período necessário para a indução de efeitos nocivos, é um obstáculo para o estabelecimento de parâmetros relevantes a serem quantificados para a avaliação do risco^{9,15}.

A despeito da dificuldade para se caracterizar a exposição aos CM, não parece haver uma tendência viciada de erros. Presume-se que há a mesma probabilidade de erro na classificação dos sujeitos em expostos e não expostos¹⁰. Esse fato acarretaria no chamado “erro de classificação não diferencial”, e as dificuldades encontradas não resultariam num falso risco à saúde; ao contrário, elas tenderiam a subestimar um risco real existente²⁴.

Exposição residencial

A avaliação da exposição residencial a CM tem sido feita, na maioria das vezes, através de modelos de aproximação da exposição. O primeiro estudo publicado utilizou uma classificação desenvolvida pelos próprios autores, o sistema *wire code*². Estudos subsequentes utilizaram, além desse sistema, diversas combinações de índices de exposição, tais como:

- Sistema *wire code*: Mais comumente usado nos EUA, o sistema *wire code*, classifica a exposição a partir da inspeção visual das linhas e equipamentos de transmissão próximos às casas, levando em consideração características como a provável carga nas linhas de transmissão (LT), a espessura dos fios, a localização de transformadores, além da proximidade das casas às linhas. A primeira classificação categorizava as residências como *high current configurations* (HCC) ou *low current configurations* (LCC)². Posteriormente, a categorização foi refinada, e foram criadas 5 faixas de exposição^{25,26}.

O sistema *wire code* tem a vantagem de se manter relativamente estável ao longo dos anos, além de dispensar a participação

dos sujeitos nos estudos, diminuindo a chance de viés por recusa em participação, ou mesmo viés de memória¹⁵. Por outro lado, não são levadas em conta outras fontes de exposição, como os equipamentos elétricos presentes nos domicílios;

- Cálculo da distância entre as residências e os equipamentos de transmissão de energia: Coleman et al.²⁷ consideraram a distância da residência para a LT, dividindo os sujeitos nos grupos: 0-24 m, 25-49 m, 50-99 m e ≥ 100 m (grupo referência). Depois desse, diversos outros estudos utilizaram a distância entre as residências e as LT para avaliar a exposição aos CM²⁸⁻³³. O uso da distância para avaliação da exposição tem se tornado mais comum com o advento dos sistemas de informações georeferenciadas^{29,34};
- Cálculo histórico dos CM a partir de informações cedidas pelas companhias de energia elétrica sobre a estrutura da distribuição de energia³⁰⁻³⁵: O campo em cada casa é calculado com base nas informações sobre a distância entre a casa e a LT, o tipo, carga, e fluxo de corrente nas LT, altura das torres, distância entre as torres, distância e ordenamento das fases, fluxo de corrente e data de construção das LT.

Assim como a classificação em *wire codes*, a avaliação de acordo com o cálculo da distância das residências em relação às LT e de acordo com o cálculo histórico dos campos apresenta as vantagens de ser relativamente estável ao longo do tempo e de não depender diretamente da participação do sujeito no estudo. Além das vantagens, esses dois métodos de avaliação apresentam as mesmas limitações que a classificação no sistema *wire code*;

- Medições focais nas residências do sujeito: A medição focal dos CM próxima à porta das residências e nos quartos dos pais e das crianças foi utilizada por Savitz et al.³⁶, juntamente com a aplicação de questionários e a classificação das casas segundo o sistema *wire code*. Outros autores utilizaram o CM medido nas

residências, escolas e creches como indicador, isoladamente ou associado a outros indicadores³⁷⁻⁴⁰;

- Medições pessoais por dosímetros portados pelos sujeitos do estudo, durante períodos específicos^{41,42}.

Se, por um lado, as medições focais e a medição pessoal representam modelos aparentemente mais precisos na quantificação da exposição, ao medir a influência de diferentes fontes de exposição, por outro eles podem ser influenciados por mudanças de comportamento e consumo ao longo do tempo e depende da participação do sujeito no estudo. Além disso, a avaliação da exposição através da medição pessoal em estudos do tipo caso-controle pode ser influenciada por fatores ligados a mudanças de comportamento determinadas pelo estado de adoecimento ou saúde¹⁵.

Exposição Ocupacional

Na avaliação da exposição ocupacional, dificuldades semelhantes àquelas presentes no estudo da exposição residencial são descritas na literatura, como a raridade dos desfechos e o desconhecimento do período relevante para a exposição. Acrescem-se a essas algumas peculiaridades do ambiente de trabalho. A intensidade dos CM em certas ocupações, por exemplo, atinge níveis bem mais elevados do que na exposição residencial. Além disso, a exposição ocupacional se caracteriza pela grande variação da intensidade dos campos, tanto no espaço como no tempo. Um exemplo caricato dessa variação foi descrito na revisão da ICNIRP⁹, supondo-se a situação de um operário que durante o trabalho de reparo de linhas está exposto a campos que ultrapassam 100 μ T e durante o deslocamento entre um local e outro pode estar exposto a campos nulos.

A exposição ocupacional vem sendo estimada a partir de indicadores, tais como a divisão de níveis de exposição por categoria de emprego ou a formulação de matrizes mais complexas de exposição. Outra forma é a avaliação detalhada de uma amostra de

trabalhadores através de dosímetros pessoais, extrapolando-se os resultados para um grupo de interesse maior⁹.

A classificação da exposição de acordo com a categoria de emprego foi utilizada primeiramente por Milham, em 1982⁹, e constitui o primeiro modelo de avaliação da exposição ocupacional a CM^{9,15}. Possui as vantagens de se basear em informações relativamente fáceis de obter, sendo possível o uso de dados secundários, além de representar uma forma simples para comunicação dos riscos e resultados dos estudos. Por outro lado, apresenta uma importante desvantagem: a classificação baseada apenas na categoria de emprego pode apresentar uma desconexão com a real exposição. É o caso de engenheiros de linhas que trabalham a maior parte do tempo em escritórios, longe de instalações elétricas¹⁵.

Visando aprimorar a quantificação da exposição ocupacional, diversos pesquisadores investiram no desenvolvimento de matrizes de exposição. Essas matrizes se constituem em algoritmos, de maior ou menor complexidade, que podem levar em conta o título do emprego, o local de trabalho, a descrição das atividades desenvolvidas, a utilização de equipamentos elétricos, e mesmo o CM medido por dosímetros pessoais em uma amostra de trabalhadores nas diversas categorias da matriz^{9,43-50}.

Os estudos que utilizam dosímetros para a construção da matriz ocupacional apresentam a vantagem de serem mais facilmente replicados, além de poderem ser comparados a outros estudos, inclusive estudos que avaliaram a exposição residencial⁹.

Efeitos dos CM na saúde

A busca bibliográfica de estudos epidemiológicos investigando os efeitos dos CM na saúde, publicados entre 1998 e junho de 2008, resultou em 82 artigos. A maioria desses avaliou a ocorrência de leucemias (25 artigos) e cânceres de variados tipos, principalmente tumores no cérebro (17 artigos). Há também estudos sobre doenças

cardiovasculares⁴³⁻⁴⁵, aborto e malformação congênita^{33,42,46,47}, doenças neurodegenerativas⁴⁸⁻⁵¹ e distúrbios psíquicos^{49,52}.

Dentre os estudos encontrados, 47 eram do tipo caso-controle e 19 eram coortes. Os outros artigos encontrados foram 8 estudos de revisão, 3 metanálises, 2 análises agrupadas, um estudo de caso-coorte, um estudo ecológico e um estudo de cluster.

Os artigos publicados foram realizados principalmente nos EUA (25 artigos) e na Europa (30 artigos). Dentre a produção europeia, ressalta-se a importância dos países escandinavos, com 20 publicações. Foram encontrados apenas 4 estudos realizados na América Latina, sendo 3 no Brasil e um no México.

Leucemia em crianças

Wertheimer e Leeper² realizaram o estudo pioneiro para avaliar a exposição residencial a CM e a ocorrência de leucemia em crianças. O estudo, do tipo caso-controle populacional, avaliou a exposição de acordo com o sistema *wire code*. Foi encontrado um *odds ratio* (OR) de 2,3 (1,8 - 5,0) entre as crianças que moravam em casas de HCC.

A partir desse, diversos novos estudos foram publicados em diferentes países e utilizando diferentes formas para quantificar a exposição a CM. A maioria deles apontou um aumento do risco associado à exposição a CM, embora, em geral, os Intervalos de 95% de Confiança tenham incluído o risco nulo^{41,53-57}.

Em 2000, foram realizados dois estudos de análise agrupada dos resultados publicados. Ahlbom et al.⁵⁸ analisaram nove estudos que investigaram a relação entre leucemia em crianças de 0 a 14 anos e exposição residencial. Foram incluídos todos os estudos que fossem de base populacional e incluíssem o cálculo do CM ou a medição do campo na casa da criança. Para crianças expostas a níveis de CM entre 0,2 e 0,4 μ T, calculou-se um risco próximo ao valor nulo (OR: 1,1; IC 95%: 0,8 - 1,5). Para crianças expostas a CM \geq 0,4 μ T, encontrou-se um OR de 2,0 (IC 95%: 1,3 - 3,1).

Outra análise agregada, com critérios de inclusão menos restritivos, foi publicada por Greenland et al.⁵⁹. A análise dos dados dos 15 estudos incluídos resultou num *OR* de 1,7 (IC 95%: 1,2 - 2,3) para crianças expostas a CM > 0,3 μ T, em comparação com aquelas expostas a $\leq 0,1$ μ T.

Também foram publicados alguns estudos explorando o risco de leucemia em crianças de acordo com a exposição ocupacional de seus pais. Uma coorte desenvolvida na Suécia encontrou um *RR* de 2,0 (IC 95%: 1,1 - 3,5) entre crianças cujos pais estiveram expostos a CM $\geq 0,3$ μ T, em relação àquelas cujos pais tiveram exposição $\leq 0,12$ μ T⁶⁰.

Em 2002, a partir da revisão e análise desses estudos, a Agência Internacional de Pesquisa em Câncer (IARC) classificou os CM de frequência extremamente baixa como possivelmente carcinogênicos para humanos (Grupo 2B)¹⁸.

Após a publicação da IARC¹⁸, outros dois estudos, com resultados que não alteraram de forma importante o que já fora estabelecido, foram publicados:

Draper et al.²⁹ conduziram um estudo do tipo caso-controle na Grã Bretanha, avaliando o risco de leucemia em crianças de acordo com a distância entre as residências e a LT mais próxima. Foi encontrado um risco aumentado entre as crianças que moravam a até 200 m das LT (*OR*: 1,7; IC 95%: 1,1 - 2,5).

O recente estudo de Kabuto et al.⁴⁰ encontrou uma associação estatisticamente significativa entre exposição a CM $\geq 0,4$ μ T e incidência de leucemia, com *OR* de 2,6 (IC 95%: 0,8 - 8,6) quando comparado ao grupo referência (CM < 0,1 μ T). A intensidade do CM foi considerada a partir da média semanal medida por dosímetro no quarto de cada criança.

Dois estudos do tipo caso-controle, realizados no Canadá e Inglaterra, também encontraram aumento do risco para leucemia entre crianças cujos pais tinham maior exposição ocupacional a CM (*OR*: 2,5; IC 95%: 1,2 - 5,0 e *OR*: 1,4; IC 95%: 1,1 - 1,8; respectivamente)^{61,62}.

O estudo de Mejia-Arangure et al.³⁹ avaliou o risco de leucemia exclusivamente entre crianças com Síndrome de Down. Os autores relataram um *OR* de 3,7 (IC 95%: 1,1 - 13,1) para as crianças com maior exposição residencial.

A Tabela 1 apresenta um resumo dos estudos epidemiológicos avaliando a ocorrência de leucemia em crianças em relação à exposição a CM publicados após a monografia da IARC¹⁸.

Leucemia em adultos

A maioria dos estudos abordando o risco de leucemia em adultos associado aos CM avaliou a exposição ocupacional.

Dois estudos de caso-controle populacional avaliando a exposição residencial foram realizados após a publicação da IARC, em 2002¹⁸. Os estudos de Tynes e Haldorsen⁶³ e Lowenthal et al.⁶⁴ encontraram um aumento do risco entre as pessoas com maiores exposições a CM. O primeiro analisou a exposição a partir do cálculo da indução magnética em cada domicílio, e encontrou o *OR* para a exposição a CM > 0,2 μ T, de 1,3 (IC 95%: 0,7 - 2,5). O segundo avaliou a distância dos domicílios para a LT mais próxima e evidenciou um risco aumentado entre as pessoas que moravam a uma distância de até 50 m das LT, em comparação com aquelas que sempre moraram a mais de 300 m (*OR*: 2,1; IC 95%: 0,9 - 4,9). O risco também esteve aumentado para aqueles que já moraram na faixa de distância de 50 a 300 m (*OR*: 1,3; IC 95%: 0,9 - 1,9).

Os estudos avaliando a exposição ocupacional não encontraram resultados tão consistentes. Um estudo de caso-controle conduzido na Nova Zelândia⁶⁵ utilizou uma matriz de exposição ocupacional, encontrando um aumento do risco, com *OR* de 1,9 (IC 95%: 1,0 - 3,8) entre os trabalhadores expostos.

Uma coorte entre trabalhadores do setor de energia elétrica na Dinamarca, por outro lado, não demonstrou aumento do risco para a ocorrência de leucemias, nem

Tabela 1 - Estudos avaliando a associação entre leucemia em crianças e exposição a campos magnéticos, publicados após a monografia da IARC (2002)¹⁸.

Table 1 - Studies assessing association between childhood leukemia and magnetic fields published after the IARC (2002)¹⁸ risk assessment

Autor (ano)	Tipo de Estudo	População	Definição da exposição	OR (IC 95%)
Infante-Rivard et al. (2003) ⁶¹	Caso-controle	491 casos/491 controles	Exposição da mãe durante a gestação de acordo com matriz de exposição ocupacional.	2,5 (1,2-5,0)
Draper et al. (2005)	Caso-controle	6.605 casos/6.605 controles	Distância da residência para a LT mais próxima	1,7 (1,1-2,5)
Kabuto et al. (2006) ⁴⁰	Caso-controle	312 casos/603 controles	Medição focal no quarto da criança	2,6 (0,8-8,6)
Pearce et al. (2007) ⁶²	Caso-controle	4.723 casos/ 100 controles por caso	Exposição dos pais de acordo com matriz de exposição ocupacional.	1,4 (1,1-1,8)
Mejia-Arangure et al. (2007) ³⁹	Caso-controle	42 casos/124 controles (casos e controles eram crianças com Síndrome de Down)	Medições focais à porta da casa da residência	3,7 (1,1-13,1)

quando os subgrupos “aguda”, “linfocítica crônica”, “mieloblástica crônica” e “outros tipos não especificados” foram analisados em separado^{66, 67}.

Hakansson et al.⁶⁸ publicaram os resultados de um estudo de coorte avaliando a incidência de diversos tipos de cânceres entre trabalhadores. Entre os homens com maior exposição não houve aumento do risco para leucemia, nem quando todos os tipos de leucemia foram analisados conjuntamente, nem quando se avaliou separadamente os 22 casos de LLA (OR: 0,7; IC 95%: 0,1 – 3,6). Entre as mulheres foram incluídos 41 casos de leucemias, sendo que apenas 2 estavam na categoria de maior exposição. Para este grupo, encontrou-se um aumento do risco, com OR de 1,8 (IC 95%: 0,4 - 8,5).

Da mesma forma, o estudo de caso controle conduzido por Willet et al.⁶⁹ e o de caso-coorte conduzido por Savitz et al.⁷⁰ não apontaram para um aumento do risco de leucemia entre trabalhadores com maior exposição ocupacional a CM.

A Tabela 2 apresenta um resumo dos estudos epidemiológicos, avaliando a ocor-

rência de leucemia em adultos de acordo com a exposição a CM.

Neoplasias do SNC em crianças

O histórico trabalho de Wertheimer e Leeper², de 1979, utilizou o sistema *wire code* para avaliar a ocorrência de câncer de SNC em crianças e exposição residencial a CM, um risco relativo (RR) aumentado entre as crianças com maior exposição.

Estudos posteriores, no entanto, não encontraram riscos ou acharam riscos mínimos e com intervalos de confiança abrangendo o risco nulo^{37,60}. Em 2002, a monografia publicada pela IARC afirma que as evidências àquela época eram inadequadas para apontar uma associação entre CM e risco de câncer de cérebro¹⁸.

Após a publicação da IARC¹⁸, um estudo do tipo caso-controle foi realizado na Grã Bretanha²⁹. Os autores não encontraram risco aumentado para câncer do SNC entre as crianças que moravam mais próximas às LT.

A Tabela 3 apresenta um resumo dos estudos epidemiológicos, avaliando a ocor-

Tabela 2 - Estudos avaliando a associação entre leucemia em adultos e exposição a campos magnéticos.Table 2: *Studies assessing association between adult leukemia and exposure to magnetic fields*

Autor (ano)	Tipo de Estudo	População	Definição da exposição	OR (IC 95%)
Johansen e Olsen (1998) ⁶⁶	Coorte	32.006 trabalhadores/60 casos entre homens e 3 casos entre mulheres	Matriz de exposição ocupacional	Homens: 0,9 (0,7-1,2) Mulheres: 1,5 (0,1-1,5)
Johansen e Olsen (2007) ⁶⁷	Coorte (2º seguimento)	28.224 trabalhadores/70 casos entre homens	Matriz de exposição ocupacional	Homens: 1,0 (0,5-2,1)
Savitz et al. (2000) ⁷⁰	Caso-coorte	164 casos/800 controles	Matriz de exposição ocupacional	1,4 (0,5-3,9)
Bethwaite et al. (2001) ⁶⁵	Caso-controle	110 casos/ 199 controles	Matriz de exposição ocupacional	1,9 (1,0-3,8)
Hankansson et al. (2002) ⁶⁸	Coorte	646.694 trabalhadores/26 casos de homens e 2 casos de mulheres na categoria de maior exposição	Matriz de exposição ocupacional	Homens: 0,9 (0,6-1,5) Mulheres: 1,8 (0,4-8,5)
Tynes e Haldorsen (2003) ⁶³	Caso-controle	1.068 casos/2.136 controles	Cálculo da indução magnética nas residências	1,3 (0,7-2,5)
Willet et al. (2003) ⁶⁹	Caso-controle	764 casos/1510 controles	Matriz de exposição ocupacional	0,7 (0,5-1,1)
Lowenthal et al. (2007) ⁶⁴	Caso-controle	854 casos/854 controles	Distância da residência para a LT mais próxima	2,1 (0,9-4,9)

Tabela 3 - Estudos avaliando a associação entre neoplasias do SNC em crianças e exposição a campos magnéticos.**Table 3** - *Summary of studies evaluating the association between childhood brain tumors and magnetic fields.*

Autor (ano)	Tipo de Estudo	População	Definição da exposição	OR (IC 95%)
UKCCSI (1999) ³⁷	Caso-Controle	359 casos/371 controles	Matriz de exposição incluindo: medições focais na casa e escola da criança, medida da distância da casa para a linha de transmissão mais próxima e aplicação de questionário sobre uso de equipamentos elétricos.	0,5(0,1-1,9)
Feychting et al. (2000) ²⁰	Coorte	235.635 crianças	Exposição dos pais de acordo com matriz de exposição ocupacional.	0,5 (0,3-1,0)
Draper et al. (2005) ²⁹	Caso-Controle	6605 casos/6605 controles	Distância da casa para a LT mais próxima	0,4 [‡]

[‡] IC 95% não informado / 95% CI not informed

rência de neoplasias do SNC em crianças expostas a CM.

Neoplasias do SNC em adultos

As primeiras investigações envolvendo os CM como possível fator de risco para

tumores do SNC em adultos avaliaram a exposição ocupacional, e ainda hoje esse enfoque compõe a maioria dos estudos sobre o tema.

Um exemplo é a coorte conduzida por Johansen e Olsen^{66,67}, descrita acima. Não se encontrou um excesso de mortalidade por

neoplasia do SNC entre os trabalhadores do sexo masculino do setor elétrico, em comparação com a taxa de mortalidade específica esperada no país. Para as mulheres, observou-se o aumento do risco, embora um número muito pequeno de casos tenha ocorrido durante a coorte. Também não houve aumento do risco entre os trabalhadores do sexo masculino com maior exposição ocupacional na coorte realizada por Hakansson et al., na Suécia⁶⁸, ou entre os trabalhadores do setor elétrico da Inglaterra e País de Gales, avaliados na coorte conduzida por Sorahan et al.⁷¹

Um estudo de caso-coorte avaliou a exposição a CM entre trabalhadores de companhias de energia elétrica dos EUA, baseando-se numa matriz de exposição ocupacional⁷¹. Verificou-se o aumento do risco entre os trabalhadores mais expostos, com um RR de 2,5 (IC 95%: 1,0 - 6,3) na análise da exposição cumulativa.

Um estudo utilizando dados do sistema canadense de vigilância de câncer (Canadian National Enhanced Cancer Surveillance System - NECSS) comparou níveis de exposição ocupacional entre casos e controles. Foi encontrado um aumento do OR para câncer de SNC entre os homens que tiveram ocupações com exposição a campos magnéticos $> 0,6 \mu\text{T}$, em relação ao grupo exposto a CM $< 0,3 \mu\text{T}$ ⁷².

Mais recentemente, Karipidis et al.⁷³ publicaram os resultados de um estudo do tipo caso-controle populacional investigando o risco para gliomas em relação à exposição ocupacional. Observou-se o aumento do risco para ocorrência de gliomas entre os trabalhadores com exposições mais altas.

Wrench et al.⁷⁴ avaliaram o risco de glioma em relação à exposição residencial. A exposição foi avaliada de acordo com o sistema *wire code* e a partir de medições focais na porta da casa do sujeito. Não se encontrou aumento do risco entre os indivíduos com maior exposição segundo o sistema *wire code* (OR: 0,9; IC 95%: 0,7 - 1,3). De acordo com as medições focais, foi encontrado um aumento do risco para a categoria mais exposta, embora não esta-

tisticamente significante (OR: 1,7; IC 95%: 0,8 - 3,6).

Num estudo de caso-controle aninhado conduzido na Noruega, avaliou-se o risco tanto da exposição residencial como da ocupacional³⁴. Foi encontrado aumento do risco para as categorias de maior exposição residencial, mas o mesmo não ocorreu para a exposição ocupacional.

Kleinerman et al.⁷⁵ investigaram o risco de neoplasia do SNC em relação ao uso de 14 equipamentos elétricos comumente utilizados próximos à cabeça. O uso de secadores de cabelo (pelo menos 3 vezes ao longo da vida) foi associado a um aumento do OR para glioma entre mulheres e homens (OR: 1,7; IC 95%: 1,1 - 2,5) e entre homens apenas (OR: 1,7; IC 95%: 1,1 - 2,7).

A Tabela 4 apresenta um resumo dos estudos epidemiológicos avaliando a ocorrência de neoplasias do SNC em adultos expostos a CM.

A análise dos estudos publicados não demonstrou resultados consistentes para apoiar uma associação entre exposição a CM e ocorrência de neoplasias de SNC em adultos ou crianças. A revisão desses estudos revela a dificuldade em se avaliar o risco devido à própria raridade da doença. Em geral, a definição do risco é baseada em um número muito pequeno de casos, resultando em IC 95% bastante amplos.

Câncer de mama

A hipótese da influência dos CM no sistema de melatonina colocou o câncer de mama como um desfecho possivelmente associado à exposição a CM⁹. A partir dela, diversos estudos foram publicados avaliando essa associação.

Algumas publicações avaliaram o risco da doença associado à exposição a CM gerados por cobertores elétricos e outros equipamentos domésticos. Os resultados encontrados não sugerem um aumento do risco entre as mulheres que usam esses equipamentos⁷⁶⁻⁷⁹. Um estudo com metodologia semelhante, mas que avaliou o risco apenas entre mulheres afro-americanas,

Tabela 4 - Estudos avaliando a associação entre neoplasias do SNC em adultos e exposição a campos magnéticos.**Table 4** - Summary of studies evaluating the association between adult brain tumors and magnetic fields.

Autor (ano)	Tipo de Estudo	População	Definição da exposição	OR (IC 95%)
Johansen e Olsen (1998) ⁶⁶	Coorte	32.006 trabalhadores/57 casos entre homens e 15 casos entre mulheres	Matriz de exposição ocupacional	Homens: 0,8 (0,6-1,0) Mulheres: 1,3 (0,7-2,2)
Johansen e Olsen (2007) ⁶⁷	Coorte (2° seguimento)	28.224 trabalhadores/24 casos entre homens e 20 casos entre mulheres	Matriz de exposição ocupacional	Homens: 0,7 (0,4-1,3) Mulheres: 1,4 (0,5-3,7)
Wrensch et al. (1999) ⁷⁴	Caso-controle	492 casos de glioma/462 controles	Medição focal à porta da residência + classificação segundo o <i>wire code</i>	<i>Medição focal</i> : 1,7 (0,8-3,6) <i>Wire code</i> : 0,9 (0,7-1,3)
Savitz et al. (2000) ⁷⁰	Caso-coorte	145 casos/800 controles	Matriz de exposição ocupacional	2,5 (1,0-6,3)
Sorahan et al. (2001) ⁷¹	Coorte	83.997/158 casos	Matriz de exposição ocupacional	1,1 (0,9-1,3)*
Hankansson et al. (2002) ⁶⁸	Coorte	646.694 trabalhadores/47 casos de homens e 9 casos de mulheres na categoria de maior exposição	Matriz de exposição ocupacional	Homens: 0,8 (0,5-1,1) Mulheres: 1,9 (0,9-3,9)
Villeneuve et al. (2002) ⁷²	Caso-controle	543 casos/543 controles	Matriz de exposição ocupacional	1,3 (0,8-2,4)
Klaeboe et al. (2005) ³⁴	Caso-controle	454 casos/908 controles	Matriz de exposição ocupacional + distância das casas para a LT mais próxima	<i>Exposição ocupacional</i> : 0,6 (0,3-0,9) <i>Exposição residencial</i> : 1,3 (0,7-2,3)
Kleinerman et al. (2005) ⁷⁵	Caso-controle	410 casos de glioma, 178 casos de meningioma, 90 casos de neuroma do acústico/686 controles	Uso de equipamentos elétricos	<i>Uso de secador de cabelo e glioma</i> : 1,7 (1,1-2,5) <i>Microondas e meningioma</i> : 1,5 (0,5-4,7); <i>Gliomae microondas</i> : 2,0 (0,9-4,8)
Karipidis et al. (2007) ⁷³	Caso-controle	414 casos de glioma/421 controles	Matriz de exposição ocupacional	1,4 (0,9-2,3)

* RMP (razão de mortalidade padronizada) / (*standardized mortality ratio*)

encontrou um aumento do risco entre aquelas que utilizavam cobertores elétricos (OR: 1,4; IC 95%: 0,9 – 2,2)⁶⁰. O risco foi tanto maior quanto maior fosse o período de uso desse equipamento.

Os estudos investigando o risco de câncer de mama associado à exposição residencial utilizaram diversos indicadores de exposição, tais como a aplicação de questionários, a medição do CM nas casas dos sujeitos, o uso do sistema *wire code* e a distância da casa para a LT mais próxima. Não foi encontrado aumento do risco entre as mulheres mais expostas^{38,81-83}.

O risco da exposição ocupacional também foi avaliado. Uma coorte conduzida na Noruega encontrou um RR de 1,1 (IC 95%: 1,0 – 1,2) entre as mulheres com exposição cumulativa maior que 3,0 μ T-anos, comparadas àquelas com exposição igual ou menor a 0,8 μ T-anos⁸⁴.

Outro estudo, avaliando o risco de câncer de mama entre as mulheres pós-menopausadas associado à exposição ocupacional, encontrou um aumento do OR para exposições substanciais a CM (por mais de 5 anos) ocorridas antes dos 35 anos de idade⁸⁵.

Dois estudos de caso-controle populacional, utilizando metodologias semelhantes, não encontraram risco aumentado em nenhuma das categorias de exposição estudadas. O primeiro avaliou mulheres ocupacionalmente expostas nos EUA, o segundo, na Suécia^{86,87}.

Um estudo de caso-controle aninhado avaliou tanto a exposição residencial, quanto a ocupacional. A exposição residencial foi considerada a partir do cálculo do CM em cada domicílio. Para a exposição ocupacional foi utilizada uma matriz de exposição. Encontrou-se um aumento do risco para as mulheres na maior categoria de exposição residencial ($\geq 0,2 \mu\text{T}$), com OR de 1,4 (IC 95%: 1,0 – 1,8). O risco também esteve ligeiramente aumentado entre o grupo de maior exposição ocupacional (OR: 1,1; IC 95%: 0,9 – 1,4)³⁵.

Mais recentemente, foram publicados os resultados de um estudo de caso-controle populacional conduzido nos EUA⁸⁸. Para as mulheres com alta exposição a CM, foi encontrado um OR de 1,2 (IC 95%: 0,9 – 1,5).

Outros cânceres

Alguns estudos avaliaram o efeito da exposição a CM em relação à ocorrência de câncer de outros tipos e localizações, em crianças e adultos. Linfomas e mieloma foram os desfechos mais estudados^{63,69,89,90}. Outras localizações foram câncer do endométrio⁹¹, melanoma⁶³, testículo^{92,93}, neuroma do acústico⁹⁴ e próstata⁹⁵. Até o momento, esses estudos não formam um conjunto de informações suficientes para se suspeitar de um risco associado à exposição a CM.

Doenças neurodegenerativas

Diversos estudos epidemiológicos avaliaram o risco de ocorrência de doenças neurodegenerativas, como Mal de Parkinson, Mal de Alzheimer e Esclerose Lateral Amiotrófica (ELA), associado à exposição a CM. Embora essas condições tenham localização e patogênese distintas, elas foram avaliadas em geral de forma agrupada, uma

vez que todas envolvem a morte de um grupo específico de neurônios. Dentre essas, ELA foi o diagnóstico mais estudado.

Os neurônios são diretamente ativados pela estimulação por correntes elétricas. Evidências sugerem que a exposição a CM de frequência extremamente baixa pode modular a atividade elétrica funcional no SNC. Embora esses efeitos aparentemente não causem danos ao tecido nervoso, é possível que a exposição prolongada possa interferir em neurônios de maior sensibilidade aos campos, possivelmente alterando a fisiologia dos canais de cálcio. Argumenta-se, ainda, que pequenos efeitos causados pelos campos de baixa frequência podem exacerbar uma condição patológica de neurônios já comprometidos¹⁵.

Esclerose lateral amiotrófica

Até o presente, todos os estudos epidemiológicos analisando o risco de ELA em relação aos CM foram de base ocupacional. O primeiro deles foi publicado na Alemanha, em 1964. A partir desses, novos estudos foram realizados, alguns encontrando um aumento do risco de ELA entre pessoas com maior exposição ocupacional a CM^{50,96,97}. A Tabela 5 apresenta, resumidamente, os estudos epidemiológicos avaliando a associação entre ELA e exposição a CM.

Mal de Alzheimer

Os estudos investigando o risco para Mal de Alzheimer e CM avaliaram a exposição ocupacional e, em geral, encontraram um aumento do risco entre os trabalhadores com maior nível de exposição. Em 1998, o estudo de caso-controle conduzido por Savitz et al.⁹⁶ encontrou o OR de 1,2 (IC 95%: 1,0 – 1,4) entre trabalhadores do setor elétrico.

Mais recentemente, os resultados de três coortes demonstraram um aumento do risco para os trabalhadores com maior nível de exposição⁴⁹⁻⁵¹. Em duas delas^{49,51}, o risco só esteve aumentado quando a análise foi restrita aos homens, com RR de 2,3 (IC 95%: 1,6 – 3,3) e 2,4 (IC 95%: 1,1 – 5,2), respectiva-

Tabela 5 - Estudos avaliando a associação entre ELA e exposição a campos magnéticos.**Table 5** - Summary of studies assessing association between ALS and magnetic fields.

Autor (ano)	Tipo de Estudo	População	Definição da exposição	RR (IC 95%)
Savitz, Loomis, Tse (1998) ⁹⁶	Caso-Controle	114 casos 1614 controles	Ocupação de acordo com a declaração de óbito	1,3 (1,1-1,6)
Johansen, Olsen (1998) ⁹⁷	Coorte	21.236 indivíduos/14 casos de ELA	Matriz de exposição ocupacional	2,0 (1,1-3,4)**
Feychting <i>et al</i> (2003) ⁴⁹	Coorte	4.812.646 indivíduos/1965 casos de ELA	Matriz de exposição ocupacional	0,8 (0,6-1,0) em homens 0,8 (0,4-1,4)***
Hakanson <i>et al</i> (2003) ⁵⁰	Coorte	646.696 indivíduos/97 casos de ELA	Matriz de exposição ocupacional	2,2 (1,0-4,7)

[‡] *apud* WHO, 2007¹⁵

* IC 95% não informado / 95% CI not informed

** RMP (razão de mortalidade padronizada) / (standardized mortality ratio)

*** para categoria de maior exposição / for category of higher exposure

mente. Na terceira delas, foi encontrado um risco aumentado entre homens e mulheres, com RR de 4,0 (IC 95%: 1,4 - 11,7) para a categoria de maior exposição (> 0,53 μ T)⁵⁰.

Uma metanálise publicada recentemente incluiu resultados de 14 estudos que avaliaram o risco da doença em relação à exposição ocupacional, e encontrou aumento do risco entre os trabalhadores com maior exposição, tanto quando analisaram apenas estudos do tipo caso-controle (OR: 2,0; IC 95%: 1,4 - 3,0) quanto quando estudaram os estudos de coorte (OR: 1,6; IC 95%: 1,2 - 2,3)⁹⁸.

Mal de Parkinson

No estudo de caso-controle descrito acima, Savitz *et al.*⁹⁶ encontraram um pequeno aumento do OR entre os trabalhadores do setor elétrico (OR: 1,1; IC 95%: 0,9 - 1,2). Estudos posteriores, no entanto, não repetiram esse resultado.

Dois coortes, uma realizada na Dinamarca⁹⁷ e outra na Suécia⁵⁰, não encontraram aumento do risco para Mal de Parkinson entre os trabalhadores com maior exposição ocupacional. Na coorte conduzida por Feychting *et al.*⁴⁹, encontrou-se um pequeno aumento do risco, não estatisticamente significativo, entre os homens nas categorias mais expostas. Quando a análise foi realizada entre as mulheres, não houve aumento do RR.

Suicídio e depressão

Os estudos realizados até o momento para avaliar o risco de suicídio e depressão associados à exposição a CM não produziram resultados consistentes. Todos eles avaliaram o risco associado à exposição ocupacional.

Os estudos de coorte conduzidos por Johansen e Olsen⁹⁷ e Jarvholm e Stenberg⁹⁹ não demonstraram aumento do risco entre os trabalhadores expostos a maiores níveis de CM. Por outro lado, dois estudos de caso-controle encontraram aumento do risco para suicídio entre a população com maior exposição^{100,101}. Esses estudos estão apresentados, resumidamente, na Tabela 6.

Doenças do aparelho cardiovascular

As suspeitas sobre possíveis riscos de doenças cardiovasculares (DCV) associados a CM surgiram a partir de relatos de sintomas adversos ocorridos entre trabalhadores com exposição ocupacional a níveis elevados de CM na Rússia, na década de 60^{9,15}.

Corroborando essa hipótese, alguns estudos experimentais com humanos mostraram uma diminuição na variação da frequência cardíaca após a exposição a CM⁴³. Essa redução da variação na frequência foi considerada um fator de risco para DCV em estudos observacionais^{9,43}.

Todos os estudos realizados até o mo-

Tabela 6 - Estudos avaliando a associação entre suicídio e exposição a campos eletromagnéticos.**Table 6** - Studies assessing association between suicide and exposure to magnetic fields.

Autor (ano)	Tipo de Estudo	População	Definição da exposição	RR (IC 95%)
Johansen e Olsen (1998) ⁹⁷	Coorte	21.236 indivíduos/133 casos de suicídio	Matriz de exposição ocupacional	0,9* [‡]
van Wijngaarden et al. (2000) ¹⁰⁰	Caso-Controle	536 casos 5348 controles	Categoria de emprego e exposição cumulativa baseada em medições	1,5 (1,0-2,3)** 2,2 (1,3-3,8)***
Jarvholm e Stenberg (2002) ⁹⁹	Coorte	33719 eletricitários	Matriz de exposição ocupacional	0,6* (0,5-0,7)
van Wijngaarden (2003) ¹⁰¹	Caso-Controle	11707 casos 132771 controles	Título da ocupação na declaração de óbito	1,3 (1,2-1,4)

* RMP (razão de mortalidade padronizada) / (standardized mortality ratio)

[‡] IC 95% não informado / 95% CI not informed

** exposição > 0,36 µT nos últimos 5 anos / exposure > 0.36 µT in the past 5 years

*** entre eletricitários / among electric utility workers

mento para avaliação do risco de DCV associado a CM avaliaram a exposição ocupacional. Em três coortes que acompanharam trabalhadores do setor elétrico, uma na Dinamarca, uma nos EUA e outra na Grã-Bretanha, não houve aumento do risco entre os trabalhadores sob maior exposição^{44,97,102}. Da mesma forma, um estudo de caso-controle analisando o risco de infarto agudo do miocárdio não encontrou aumento do risco associado a maior exposição a CM⁴⁵. Por outro lado, Savitz et al.⁴³ encontraram um aumento do risco para mortes por arritmias (RR: 1,5; IC 95%: 1,0 – 2,2) e doença isquêmica do coração (RR: 1,4; IC 95%: 1,3 – 1,6) entre trabalhadores com maior permanência em ocupações sob alta exposição (≥ 20 anos).

Efeitos reprodutivos

Desde o início da década de 80, os efeitos na saúde reprodutiva associados à exposição a CM têm sido investigados em estudos epidemiológicos e também em estudos em laboratórios^{9,15}. Diferentes efeitos foram investigados, tais como diminuição da fertilidade, aborto espontâneo, parto prematuro, baixo peso ao nascer e malformações congênitas.

Shaw et al.⁴⁶ e Lee et al.¹⁰³ realizaram estudos avaliando o risco relacionado ao uso de cobertores elétricos pelas gestantes. O primeiro deles avaliou o risco para a

ocorrência de malformações congênitas, e o segundo para aborto espontâneo. Não houve aumento do risco entre as mulheres que relataram uso mais frequente, ou de maior duração, de cobertores elétricos.

Blaasaas et al.³³ investigaram o risco para malformações congênitas em relação à exposição aos CM, avaliada de acordo com a distância das casas para a LT mais próxima. A análise para o total de anomalias não demonstrou aumento do risco. Quando os defeitos foram divididos de acordo com sua localização anatômica, houve aumento do risco para defeitos esofágicos (OR: 2,5; IC 95%: 1,0 – 5,9).

De-Kun et al.⁴² realizaram um estudo de coorte investigando o risco para aborto espontâneo. A exposição foi avaliada a partir de medições pessoais com dosímetros, além de medições focais na residência de cada participante. Houve um aumento do risco para aborto entre as mulheres expostas a CM ≥ 1,6 µT, com RR de 1,8 (IC 95%: 1,2 – 2,7), em comparação com aquelas menos expostas.

Estudos brasileiros

No Brasil, constata-se uma escassez de trabalhos relacionados ao tema. Uma revisão de literatura nas bases de dados Medline e Lilacs, visando estudos epidemiológicos realizados exclusivamente no Brasil nos últimos 10 anos, encontrou apenas três artigos publicados, incluindo um de revisão^{5,104,105}.

Em 1996, Mattos e Koifman¹⁰⁴ compararam a mortalidade específica por alguns cânceres entre eletricitários de uma companhia de energia elétrica do Estado de São Paulo com relação à população do Município de São Paulo. Foram incluídos no estudo os 695 óbitos por câncer entre trabalhadores da companhia, ocorridos entre 1975 e 1985. A exposição foi determinada de acordo com a ocupação de cada sujeito. Encontrou-se uma razão de mortalidade padronizada (RMP), aumentada para óbitos por doenças do aparelho circulatório (RMP: 1,1; IC 95%: 1,0 – 1,3), entre os trabalhadores mais expostos. Para todos os cânceres, encontrou-se o RMP de 1,1 (IC 95%: 0,9 – 1,4).

Koifman et al.¹⁰⁵ investigaram a ocorrência de um *cluster* de câncer ocorrido em 1992 entre índios de uma tribo da Amazônia situada próxima a duas LT de 500 kV, construídas 10 anos antes. O estudo descreve a comparação entre a incidência de câncer observada na aldeia com a incidência observada em outras cidades brasileiras. Além disso, reporta os resultados de medições focais e por um período de 24 horas, em diferentes locais da aldeia, durante as atividades cotidianas. O *cluster* foi definido pelo diagnóstico de 3 casos de câncer entre 306 moradores da aldeia (leiomioma numa mulher de 22 anos de idade, LLA num homem de 20 anos e um câncer de colo de útero numa mulher de 55 anos). A análise se limitou aos dois primeiros casos. A probabilidade de ocorrência ao acaso do agru-

pamento de casos observado na aldeia foi considerada remota ($p < 0,03$, distribuição de Poisson). A exposição pessoal cumulativa foi considerada baixa ($< 0,01 \mu\text{T}$) em 62% das medições, e média (0,1 – 0,2 μT) em 33% (7 pessoas, todas elas adultas).

Considerações finais

A revisão da literatura aponta uma considerável produção bibliográfica sobre o tema, mas observa uma escassez de estudos no Brasil e demais países da América do Sul.

A despeito do grande número de publicações, os resultados acerca dos riscos à saúde associados à exposição a CM têm sido controversos. Os principais desfechos estudados foram leucemia, tumor de SNC, câncer de mama e doenças neurodegenerativas. Desses, leucemias em crianças aparecem mais consistentemente associados à exposição a CM. Leucemia em adultos e tumor de SNC também parecem estar associados à exposição aos campos, mas existe um menor número de estudos fazendo essa avaliação. O câncer de mama, ao contrário, não parece ter o risco aumentado em decorrência de exposição a CM.

A quantificação da exposição e a falta de um mecanismo biológico que explique a interação entre os CM de frequência extremamente baixa e os efeitos na saúde constituem o maior empecilho na investigação dos riscos à saúde associados a CM.

Referências

1. Kheifets LI. *EMF and Cancer: Epidemiologic Evidence to Date*. 2002. Disponível em http://www.who.int/peh-emf/meetings/southkorea/en/Leeka_Kheifets.pdf [Acessado em 9 de junho de 2008].
2. Wertheimer N, Leeper E. Electrical wiring Configurations and Childhood Cancer. *Am J Epidemiol* 1979; 109(3): 273-84.
3. WHO - World Health Organization, 2006. *What are electromagnetic fields?* Disponível em <http://www.who.int/peh-emf/about/WhatisEMF/en/> [Acessado em 9 de junho de 2008].
4. Jeffers D. Power Frequency Transmission and Installations in the UK. *Radiat Prot Dosimetry* 1997; 72(3-4): 259-69.
5. Anselmo CWSE, Bion FM, Catanho MTJA, Medeiros MC. Possíveis efeitos adversos dos campos eletromagnéticos (50/60Hz) em humanos e em animais. *Ciênc Saúde Colet* 2005; 10(S): 71-82.
6. CEA - Canadian Electricity Association. *Electric and Magnetic Fields Perspectives - Facts on EMF* Fevereiro de 2006. Disponível em http://www.canelect.ca/EMF/Pdf/2999_PerspectiveEN_Electric_MagneticFields.pdf [Acessado em 9 de junho de 2008].

7. Ahlbom A, Feychting M. Electromagnetic Radiation. *Br Med Bull* 2003; 68: 157-65.
8. Poole C, Ozonoff D. Magnetic fields and childhood cancers. *IEEE Eng Med Bio* 1996; 15(4): 41-49.
9. ICNIRP - International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection Standing Committee on Epidemiology: Ahlbom A, Cardis E, Green A, Linet M, Savitz D, Swerdlow A. Review of the Epidemiology Literature on EMF and Health. *Env Health Perspect* 2001; 109(S): 911-33.
10. Kheifets L, Sahl JD, Shimkhada R, Repacholi MH. Developing Policy in the Face of Scientific Uncertainty: Interpreting 0.3 μ T or 0.4 μ T cut points from EMF Epidemiologic Studies. *Risk Analysis* 2005; 25(4): 927-35.
11. Gurney JG, van Wijngaarden E. Extremely low frequency electromagnetic fields (EMF) and brain cancer in adults and children: Review and comment. *Neuro Oncol* 1999; 1(3): 212-20.
12. Feychting M, Ahlbom A, Kheifets L. EMF and Health. *Annu Rev Public Health* 2005; 26: 165-89.
13. Saunders RD, Jefferys JG. Neurobiological basis for ELF guidelines. *Health Phys* 2007; 92(6): 596-603.
14. Kheifets LI, Greenberg RS, Neutra RR, Hester GL, Poole CL, Rall DP, et al. Electric and Magnetic Fields and Cancer: Case Study. *Am J Epidemiol* 2001; 154(S12): 50-9.
15. WHO - World Health Organization, 2007. *Extremely Low Frequency Fields. Environmental Health Criteria* 238. 2007. Disponível em http://www.who.int/pehemf/publications/elf_ehc/en/index.html [Acessado em 9 de junho de 2008].
16. Crumpton MJ, Collins AR. Are environmental electromagnetic fields genotoxic? *DNA Repair* 2004; 3(10): 1385-7.
17. Henshaw DL, Reiter RJ. Do Magnetic Fields Cause Increased Risk of Childhood Leukemia via Melatonin Disruption? *Bioelectromagnetics* 2005; S7: 86-97.
18. IARC. Non-Ionizing Radiation. Vol. 80, Part 1: *Static and Extremely low-Frequency (ELF) Electric and Magnetic Fields*. Lyon: IARC; 2002.
19. Bernhardt JH, Matthes R, McKinlay A, Vecchia P, Veyret B. (eds). *Exposure to static and low frequency electromagnetic fields, biological effects and health consequences (0 - 100 kHz)*. Oberschleissheim, International Commission on Non-ionizing Radiation Protection; 2003.
20. SCENIHR - Scientific committee on emerging and newly identified health risks. *European Commission Health & Consumer Protection Directorate. Preliminary Opinion on Possible effects of Electromagnetic Fields (EMF) on Human Health*. Julho de 2006. Disponível em http://ec.europa.eu/health/ph_risk/committees/04_scenihr/docs/scenihr_o_006.pdf [Acessado em 3 de agosto de 2008].
21. Brain JD, Kavet R, McCormick DL, Poole C, Silverman LB, Smith TJ, et al. Childhood Leukemia: Electric and Magnetic Fields as Possible Risk Factors. *Environ Health Perspect* 2003; 111(7): 962-70.
22. Iorio R, Scrimaglio R, Rantucci E, Delle Monache S, Di Gaetano A, Finetti N, et al. A Preliminary Study of Oscillating Electromagnetic Field Effects on Human Spermatozoon Motility. *Bioelectromagnetics* 2006. Brief Communication 1-4.
23. Tokalov SV, Gutzeit HO. Weak electromagnetic fields (50 Hz) elicit a stress response in human cells. *Env Res* 2004; 94(2): 145-51.
24. Copeland KT, Checkoway H, McMichael AJ, Holbrook RH. Bias due to misclassification in the estimation of relative risk. *Am J Epidemiol* 1977; 105(5): 488-95.
25. Wertheimer N, Leeper E. Adult cancer related to electrical wires near the home. *Int J Epidemiol* 1982; 11(4): 345-55.
26. Savitz DA, Kaune WT. Childhood cancer in relation to a modified residential wire code. *Environ Health Perspect* 1993; 101(1): 76-80.
27. Coleman MP, Bell, CMJ, Taylor HL, Primic-Zakelj. Leukemia and residence near electricity transmission equipment: a case-control study. *Br J Cancer* 1989; 60(5): 793-8.
28. Myers A, Clayden AD, Cartwright RA, Cartwright SC. Childhood cancer and overhead power lines: a case-control study. *Br J Cancer* 1990; 62(6): 1008-14.
29. Draper G, Vincent T, Kroll ME, Swanson J. Childhood cancer in relation to distance from high voltage power lines in England and Wales: a case-control study. *BMJ* 2005; 330(7503): 1290-5.
30. Olsen JH, Nielsen A, Schulgen G. Residence near high voltage facilities and risk of cancer in children. *BMJ* 1993; 307(6909): 891-5.
31. Verkasalo PK, Pukkala E, Hongisto MY, Valjus JE, Jarvinen PJ, Heikkila KV, et al. Risk of cancer in Finnish children living close to power lines. *BMJ* 1993; 307(6909): 895-9.
32. Tynes T, Haldorsen T. Electromagnetic Fields and Cancer in Children Residing Near Norwegian High-Voltage Power Lines. *Am J Epidemiol* 1997; 145(3): 219-26.
33. Blaasaas KG, Tynes T, Lie RT. Residence Near Power Lines and the Risk of Birth Defects. *Epidemiology* 2003. 14(1): 95-8.
34. Klæboe L, Blaasaas KG, Haldorsen T, Tynes T. Residential and occupational exposure to 50-Hz magnetic fields and brain tumors in Norway: A population-based study. *Int J Cancer* 2005; 115(1): 137-41.

35. Kliukiene J, Tynes T, Andersen A. Residential and Occupational Exposures to 50-Hz Magnetic Fields and Breast Cancer in Women: A Population-based Study. *Am J Epidemiol* 2004; 159(9): 852-61.
36. Savitz DA, Wachtel H, Barnes FA, John EM, Tvrdik JG. Case-Control Study of Childhood Cancer and Exposure to 60 Hz Magnetic Fields. *Am J Epidemiol* 1988; 128(1): 21-38.
37. UKCCSI. Exposure to power-frequency magnetic fields and the risk of childhood cancer. *Lancet* 1999; 354(4): 1925-31.
38. London SJ, Pogoda JM, Hwang KL, Langholz B, Monroe KR, Kolonel LN, et al. Residential Magnetic Field Exposure and Breast Cancer Risk: A Nested Case-Control Study from a Multiethnic Cohort in Los Angeles County, California. *Am J Epidemiol* 2003; 158(10): 969-80.
39. Mejia-Arangure JM, Fajardo-Gutierrez AF, Perez-Saldivar ML, Gorodezky C, Martinez-Avalos A, Romero-Guzman L, et al. Magnetic Fields and Acute Leukemia in Children With Down Syndrome. *Epidemiology* 2007; 18(1): 158-61.
40. Kabuto M, Nitta H, Yamamoto S, Yamaguchi N, Akiba S, Honda Y, et al. Childhood leukemia and magnetic fields in Japan: A case-control study of childhood leukemia and residential power-frequency magnetic fields in Japan. *Int J Cancer* 2006; 119(3): 643-50.
41. McBride ML, Gallagher RP, Theriault G, Armstrong BG, Tamaro S, Spinelli JJ, et al. Power-Frequency Electric and Magnetic Fields and Risk of Childhood Leukemia in Canada. *Am J Epidemiol* 1999; 149(9): 831-42.
42. De-Kun L, Odouli R, Wi S, Janevic T, Golditch I, Braken TD, et al. A Population-Based Prospective Cohort Study of Personal Exposure to Magnetic Fields during Pregnancy and the Risk of Miscarriage. *Epidemiology* 2002; 13(1): 9-20.
43. Savitz DA, Liao D, Sastre A, Kleckner RC, Kavet R. Magnetic Fields Exposure and Cardiovascular Disease Mortality Among Electric Utility Workers. *Am J Epidemiol* 1999; 149(2): 135-42.
44. Sahl J, Mezei G, Kavet R, McMillan A, Silvers A, Sastre A, et al. Occupational Magnetic Field Exposure and Cardiovascular Mortality in a Cohort of Electric Utility Workers. *Am J Epidemiol* 2002; 156(10): 913-8.
45. Ahlbom A, Feychting M, Gustavsson A, Halkvist J, Johansen C, Kheifets L, et al. Occupational Magnetic Field Exposure and Myocardial Infarction Incidence. *Epidemiology* 2004; 15(4): 403-8.
46. Shaw GM, Nelson V, Todoroff K, Wasserman CR, Neutra RR. Maternal Periconceptional Use of Electric Bed-Heating Devices and Risk for Neural Tube Defects and Orofacial Clefts. *Teratology* 1999; 60(3): 124-9.
47. De Roos AJ, Teschke K, Savitz DA, Poole C, Grufferman S, Pollock BH, et al. Parental Occupational Exposures to Electromagnetic Fields and Radiation and the Incidence of Neuroblastoma in Offspring. *Epidemiology* 2001; 12(5): 508-17.
48. Johansen C. Exposure to Electromagnetic Fields and Risk of Central Nervous System Disease in Utility Workers. *Epidemiology* 2000; 11(5): 539-43.
49. Feychting M, Jonsson F, Pedersen NL, Ahlbom A. Occupational Magnetic Field Exposure and Neurodegenerative Disease. *Epidemiology* 2003; 14(4): 413-9.
50. Hakansson N, Gustavsson P, Johansen C, Floderus B. Neurodegenerative Diseases in Welders and Other Workers Exposed to High Levels of Magnetic Fields. *Epidemiology* 2003; 14(4): 420-6.
51. Qiu C, Fratiglioni L, Karp A, Winbland B, Bellander T. Occupational Exposure to Electromagnetic Fields and Risk of Alzheimer's Disease. *Epidemiology* 2004; 15(6): 687-94.
52. Ahlbom A. Neurodegenerative Diseases, Suicide and Depressive Symptoms in Relation to EMF. *Bioelectromagnetics* 2001; S5: 132-43.
53. Schuz J, Grigat JP, Brinkmann K, Michaelis J. Residential Magnetic Field as a Risk Factor for Childhood Acute Leukemia: Results from a German Population-Based Case-Control Study. *Int J Cancer* 2001; 91(5): 728-35.
54. Li CY, Lee WC, Lin RS. Risk of leukemia in children living near high-voltage transmission lines. *J Occup Environ Med* 1998; 40(2): 144-7.
55. Green LM, Miller AB, Agnew DA, Greenberg ML, Li J, Villeneuve PJ, et al. Childhood leukemia and personal monitoring of residential exposures to electric and magnetic fields in Ontario, Canada. *Cancer Causes Control* 1999; 10(3): 233-43.
56. Michaelis J, Schuz J, Meinert R, Zemann E, Grigat JP, Kaatsch P, et al. Combined risk estimates for two German population-based case-control studies on residential magnetic fields and childhood acute leukemia. *Epidemiol* 1998; 9(1): 92-4.
57. Wartenberg D. Residential magnetic fields and childhood leukemia: a meta-analysis. *Am J Public Health* 1998; 88(12): 1787-94.
58. Ahlbom A, Day N, Feychting M, Roman E, Skinner J, Dockerty J, et al. A pooled analysis of magnetic fields and childhood leukemia. *Br J Cancer* 2000. 83(5): 692-8.
59. Greenland S, Sheppard AR, Kaune WT, Poole C, Kelsh MA. A Pooled Analysis of Magnetic Field, Wire Codes and Childhood Leukemia. *Epidemiology* 2000; 11(6): 624-34.
60. Feychting M, Floderus D, Ahlbom A. Parental Occupational Exposure to magnetic fields and cancer (Sweden). *Cancer Causes Control* 2000; 11(2): 151-6.
61. Infante-Rivard C, Deadman JE. Maternal Occupational Exposure to Extremely Low Frequency Magnetic Fields During Pregnancy and Childhood Leukemia. *Epidemiology* 2003; 14(4): 437-41.

62. Pearce MS, Hammal DM, Dorak MT, McNally RJ, Parker L. Paternal Occupational Exposure to Electro-Magnetic Fields as a Risk Factor for Cancer in Children and Young Adults: A Case-Control Study From the North of England. *Pediatr Blood Cancer* 2007; 49(3): 280-6.
63. Tynes T, Haldorsen T. Residential and Occupational exposure to 50 Hz magnetic fields and hematological cancers in Norway. *Cancer Causes Control* 2003; 14(8): 715-20.
64. Lowenthal RM, Tuck DM, Bray IC. Residential exposure to electric power transmission lines and risk of lymphoproliferative and myeloproliferative disorders: a case-control study. *Intern Med J* 2007; 37(9): 614-9.
65. Bethwaite P, Cook A, Kennedy J, Pearce N. Acute leukemia in electrical workers: a New Zealand case-control study. *Cancer Causes Control* 2001; 12(8): 683-9.
66. Johansen C, Olsen JH. Risk of cancer among Danish utility workers: a nationwide cohort study. *Am J Epidemiol* 1998; 147(6): 548-55.
67. Johansen C, Nielsen OR, Olsen JH, Schuz J. Risk for leukaemia and brain and breast cancer among Danish utility workers: a second follow-up. *Occup and Environ Med* 2007; 64: 782-4.
68. Hakansson N, Floderus B, Gustavsson P, Johansen C, Olsen JH. Cancer incidence and magnetic field exposure in industries using resistance welding in Sweden. *Occup Environ Med* 2002; 59(7): 481-6.
69. Willett EV, McKinney PA, Fear NT, Cartwright RA, Roman E. Occupational exposure to electromagnetic fields and acute leukaemia: analysis of a case-control study. *Occup Environ Med* 2003; 60(8): 577-83.
70. Savitz DA, Cai J, Wijngaarden E, Loomis D, Mihlan G, Dufort V, et al. Case-Cohort Analysis of Brain Cancer and Leukemia in Electric Utility Workers Using a Refined Magnetic Field Job-Exposure Matrix. *Am J Ind Medicine* 2000; 38(4): 417-25.
71. Sorahan T, Nichols L, vanTongeren M, Harrington J. Occupational exposure to magnetic fields relative to mortality from brain tumours: updated and revised findings from a study of United Kingdom electricity generation and transmission workers, 1973-97. *Occup Environ Med* 2001; 58(10): 626-30.
72. Villeneuve PJ, Agnew DA, Johnson KC, Mao Y, Canadian Cancer Registries Epidemiology Research Group. Brain cancer and occupational exposure to magnetic fields among men: results from a Canadian population-based case-control study. *Int Journal Epidemiol* 2002; 31(1): 210-7.
73. Karipidis KK, Benke G, Sim MR, Yost M, Giles G. Occupational exposure to low frequency magnetic fields and the risk of low grade and high grade glioma. *Cancer Causes Control* 2007; 18(3): 305-13.
74. Wensch M, Yost M, Miike R, Lee G, Touchstone J. Adult glioma in relation to residential power frequency electromagnetic field exposures in the San Francisco Bay area. *Epidemiol* 1999; 10(5): 523-7.
75. Kleinerman RA, Linet MS, Hatch EE, Tarone RE, Black PM, Selker RG, et al. Self-reported Electrical Appliance Use and Risk of Adult Brain Tumors. *Am Journal Epidemiol* 2005; 161(2): 136-46.
76. Gammon MD, Schoenberg JB, Britton JA, Kelsey JL, Stanford JL, Malone KE, et al. Electric Blanket Use and Breast Cancer Risk among Younger Women. *Am J Epidemiol* 1998; 148(6):556-63.
77. Zheng T, Holford TR, Mayne ST, Owens PH, Zhang B, Boyle P, et al. Exposure to Magnetic Fields from Use of Electric Blanket and Other In-Home Electrical Appliances and Breast Cancer Risk. *Am J Epidemiol* 2000; 151(11): 1103-11.
78. McElroy JA, Newcomb PA, Remington PL, Egan KM, Titus-Ernstoff L, Trentham-Dietz A, et al. Electric Blanket or Mattress Cover Use and Breast Cancer Incidence in Women 50-79 Years of Age. *Epidemiology* 2001; 12(6): 613-7.
79. Kabat GC, O'Leary ES, Schoenfeld ER, Greene JM, Grimson R, Henderson K, et al. Electric Blanket Use and Breast Cancer on Long Island. *Epidemiology* 2003; 14(5): 514-20.
80. Zhu K, Hunter S, Payne-Wilks K, Roland CL, Forbes DS. Use of electric bedding devices and risk of breast cancer in African-American women. *Am J Epidemiol* 2003; 158(8): 798-806.
81. Feychting M, Forssén U, Rutqvist LE, Ahlbom A. Magnetic fields and breast cancer in Swedish adults residing near high-voltage power lines. *Epidemiology* 1998; 9(4): 392-7.
82. Davis S, Mirick DK, Stevens RG. Residential Magnetic Fields and the Risk of Breast Cancer. *Am J Epidemiol* 2002; 155(5): 446-54.
83. Schoenfeld ER, O'Leary ES, Henderson K, Grimson R, Kabat GC, Ahnn S, et al. Electromagnetic Fields and Breast Cancer in Long Island: a Case-Control Study. *Am J Epidemiol* 2003; 158(1): 47-58.
84. Kliukiene J, Tynes T, Martinsen JI, Blaasaas KG, Andersen A. Incidence of Breast Cancer in a Norwegian Cohort of Women With Potential Workplace Exposure to 50 Hz Magnetic Fields. *Am J Ind Med* 1999; 36: 147-54.
85. Labrèche F, Goldberg MS, Valois MF, Nadon L, Richardson L, Lakhani R, et al. Occupational Exposures to Extremely Low Frequency Magnetic Fields and Postmenopausal Breast Cancer. *Am J Ind Med* 2003; 44(6): 643-52.
86. Van Wijngaarden E, Nylander-French LA, Millikan RC, Savitz DA, Loomis D. Population-Based Case-Control Study of Occupational Exposure to Electromagnetic Fields and Breast Cancer. *Ann Epidemiol* 2001; 11(5): 297-303.

87. Forssén UM, Rutqvist LE, Ahlbom A, Feychting M. Occupational Magnetic Fields and Female Breast Cancer: A Case-Control Study using Swedish Population Registers and New Exposure Data. *Am J Epidemiol* 2005; 161(3): 250-9.
88. McElroy JA, Egan KM, Titus-Ernstoff L, Anderson HA, Trentham-Dietz A, Hampton JM, et al. Occupational exposure to electromagnetic field and breast cancer risk in a large, population-based, case-control study in the United States. *J Occup Environ Med* 2007; 49(3): 266-74.
89. Cano MI, Pollan M. Non-Hodgkin's lymphomas and occupation in Sweden. *Int Arch Occup Environ Health* 2001; 74(6): 443-9.
90. Karipidis K, Benke G, Sim M, Fritschi L, Yost M, Armstrong B, et al. Occupational exposure to power frequency magnetic fields and risk of non-Hodgkin lymphoma. *Occup Environ Med* 2007; 64(1): 25-9.
91. McElroy JA, Newcomb PA, Trentham-Dietz A, Hampton JM, Kanarek MS, Remington PL. Endometrial Cancer Incidence in Relation to Electric Blanket Use. *Am J Epidemiol* 2002; 156(3): 262-7.
92. Baumgardt-Elms C, Ahrens W, Bromen K, Boikat U, Stang A, Jahn I et al. Testicular cancer and electromagnetic fields (EMF) in the workplace: results of a population-based case-control study in Germany. *Cancer Causes Control* 2002; 13(10): 895-902.
93. Baumgardt-Elms C, Schumann M, Ahrens W, Bromen K, Stang A, Jahn I, et al. Residential exposure to overhead high-voltage lines and the risk of testicular cancer: results of a population-based case-control study in Hamburg (Germany). *Int Arch Occup Environ Health* 2005; 78(1): 20-6.
94. Forssén UM, Lonn S, Ahlbom A, Savitz DA, Feychting M. Occupational magnetic field exposure and the risk of acoustic neuroma. *Am J Ind Med* 2006; 49(2): 112-8.
95. Zhu K, Weiss NS, Stanford JL, Daling JR, Stergachis A, McKnight B, et al. Prostate cancer in relation to the use of electric blanket or heated water bed. *Epidemiol* 1999; 10(1): 83-5.
96. Savitz DA, Loomis DP, Tse CKJ. Electrical occupations and neurodegenerative disease: analysis of U.S. mortality data. *Arch Environ Health* 1998; 53(1): 71-4.
97. Johansen C, Olsen JH. Mortality from Amyotrophic Lateral Sclerosis, Other Chronic Disorders, and Electric Shocks among Utility Workers. *Am J Epidemiol* 1998; 148(4): 362-8.
98. Garcia AM, Sisternas A, Hoyos SP. Occupational exposure to extremely low-frequency electric and magnetic fields and Alzheimer disease: a meta-analysis. *Int J Epidemiol* 2008; 37(2): 329-40.
99. Jarvholm B, Stenberg A. Suicide mortality among electricians in the Swedish construction industry. *Occup Environ Med* 2002; 59(3): 199-200.
100. van Wijngaarden E, Savitz DA, Kleckner RC, Cai J, Loomis D. Exposure to electromagnetic fields and suicide among electric utility workers: a nested case-control study. *West J Med* 2000; 173(2): 94-100.
101. van Wijngaarden E. An exploratory investigation of suicide and occupational exposure. *J Occup Environ Med* 2003; 45(1): 96-101.
102. Sorahan T, Nichols L. Mortality from cardiovascular disease in relation to magnetic field exposure: findings from a study of UK electricity generation and transmission workers, 1973-1997. *Am J Ind Med* 2004; 45(1): 93-102.
103. Lee GM, Neutra RR, Hristova L, Yost M, Hiatt RA. The use of electric bed heaters and the risk of clinically recognized spontaneous abortion. *Epidemiology* 2000; 11(4): 406-15.
104. Mattos IE, Koifman S. Cancer mortality among electricity utility workers in a the state of São Paulo, Brazil. *Rev Saúde Púb* 1996; 30(6): 564-75.
105. Koifman S, Ferraz I, Viana TS, Silveira CL, Carneiro MT, Koifman RJ, et al. Cancer cluster among young Indian adults living near power transmission lines in Bom Jesus do Tocantins, Pará, Brazil. *Cad Saúde Púb* 1998; 14(S3): 161-72.

Recebido em: 12/11/08
 Versão final reapresentada em: 09/04/09
 Aprovado em: 04/05/09