

Exposição a Campos Eletromagnéticos e Leucemias na Infância: Análise Exploratória de sua Associação no Município de São Paulo

S. Koifman, FIOCRUZ; M. G. P Land, UFRJ; R. F. Moreno, CTEEP; I. E. Mattos, FIOCRUZ;
R. J. Koifman, FIOCRUZ;

Palavras-chave: campos eletromagnéticos, leucemia, risco, incidência, mortalidade

Resumo – A associação entre leucemias na infância subsequente à exposição a campos eletromagnéticos tem sido relatada na literatura. Foi realizado um estudo epidemiológico descritivo da mortalidade (1993-2002) e da incidência de leucemias na infância (1997-2003) no Município de São Paulo, comparando-se a distribuição espacial de óbitos e casos de leucemias em menores de 15 anos em relação ao traçado das linhas de transmissão de alta tensão elétrica na área. Não foi constatada associação entre ambas distribuições espaciais. Deve-se ressaltar a importância dos resultados obtidos para a discussão sobre o tema, num momento em que o setor elétrico e toda a sociedade civil buscam esclarecimentos, assim como desenvolvem esforços, visando a adoção de normas regulamentadoras sobre a exposição de seres humanos aos CEM, fornecendo com isso perspectivas adicionais a serem incorporadas aos vários fóruns de discussão.

Esta investigação foi apoiada pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) que aportou os fundos para a realização do estudo. Sergio Koifman é membro do quadro de pesquisadores senior do Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Científico (CNPq), o qual contribuiu parcialmente para o referido projeto. Correspondência: koifman@ensp.fiocruz.br

Apresentação

A associação entre a exposição aos campos eletromagnéticos e a ocorrência de câncer, particularmente leucemias, tumores de cérebro e de mama, vem despertando o interesse e a preocupação da comunidade científica e, também, da sociedade em geral, em diversos países, há cerca de vinte e cinco anos [1]. Embora diversas investigações epidemiológicas e no campo da pesquisa básica tenham sido realizadas, a controvérsia sobre a natureza causal dessa possível associação permanece [2-4]. Surgido inicialmente em relação às fontes de exposição originadas pela transmissão da energia elétrica, esse debate tem ganho alento na última década, com a expansão da telefonia celular e a conseqüente exposição de grandes contingentes populacionais, em diferentes países, aos campos magnéticos na faixa da radiofrequência [5].

O presente estudo teve como objetivo explorar a associação entre a exposição aos campos eletromagnéticos originados nas linhas de transmissão de alta tensão elétrica localizadas no Município de São Paulo e a distribuição epidemiológica (mortalidade e incidência) de leucemias na infância, na mesma localidade. Este grupo de neoplasias tem sido descrito

na literatura, de forma mais consistente, como possivelmente associado parcialmente a níveis elevados de exposição aos campos eletromagnéticos [6-11].

Frente a disponibilidade do mais antigo Registro de Câncer de Base Populacional existente no país, bem como de um eficiente sistema de registro da mortalidade no conjunto da população, além de uma ampla rede de linhas de transmissão de eletricidade de alta tensão no interior de seus limites geográficos, o município de São Paulo constituía-se, dessa forma, num centro urbano que reunia as condições mais favoráveis para a realização de uma investigação exploratória da referida associação.

Metodologia

Foi realizado um estudo epidemiológico descritivo com delineamento ecológico para determinar-se a associação entre a distribuição das linhas de transmissão de alta tensão elétrica no Município de São Paulo e a distribuição da mortalidade e da incidência de leucemias na infância na mesma região durante a década de noventa e anos recentes.

A população analisada nesta investigação foi a população geral na faixa etária de 0-14 anos residente no Município de São Paulo. Inicialmente procedeu-se a determinação das taxas de mortalidade por leucemias (CID 10 90.0-95.9), registradas naquela faixa etária e área geográfica, durante o período de 1992-2002. Os dados necessários para essa determinação foram obtidos junto ao Programa de Mortalidade da Prefeitura do Município de São Paulo (PROAIM), incluindo-se o sexo, idade, causas de morte na Declaração de Óbito, data do óbito e endereço domiciliar dos óbitos, com os respectivos bairros.

Posteriormente, foi obtida, junto ao Registro de Câncer de Base Populacional do Município de São Paulo (Universidade de São Paulo), a casuística de casos novos de leucemias no Município de São Paulo na mesma faixa etária durante o período de 1997-2003, incluindo-se as variáveis sexo, idade e data de diagnóstico (endereço domiciliar não disponível).

Foram considerados para participação na investigação os óbitos ou casos incidentes (casos novos) de leucemias (CID 10 90.0-95.9) em residentes no Município de São Paulo menores de 15 anos durante o período 1992-2002 (óbitos) e 1997-2003 (casos novos).

Tomando-se em consideração a mortalidade por leucemias, segundo sexo e faixa etária, ocorrida na população geral menor de 15 anos no Município de São Paulo, durante o período de 1992-2002, foi, inicialmente, estimado o número de óbitos por estas neoplasias que se esperava que ocorressem nos bairros incluídos no percurso das linhas de transmissão (*área exposta*). A estimativa de óbitos esperados tomou em consideração a mortalidade por leucemias na população geral, durante o ano de 1996, correspondente à metade do período de análise, segundo os dados do Sistema de Informações de Mortalidade [12]. Posteriormente, obteve-se a razão entre os óbitos esperados e os óbitos observados na faixa etária de 0-14 anos, e subseqüentemente, a razão de óbitos observados versus esperados, com o respectivo intervalo de confiança de 95%, em menores de 15 anos, durante o período de tempo em questão, para o conjunto da área atravessada pelas linhas de transmissão (tabela 1).

Procedimento similar foi adotado no conjunto de bairros não incluídos no percurso das linhas de transmissão (*área não exposta*), obtendo-se a respectiva razão de óbitos observados versus

esperados para a área não exposta (tabela 1)

Em seguida, procedeu-se à determinação da razão de riscos da ocorrência da mortalidade por leucemias em menores de 15 anos da área exposta versus a área não exposta, que foi apresentada conjuntamente com o intervalo de confiança de 95% de sua distribuição.

Tendo em vista o fato de que a linha de transmissão (LT) Guarulhos-Anhanguera encontra-se inativada desde 1992, e que a LT Ramal Peri, lindeira a anterior, permanece em atividade, foram delineados dois cenários de análise de dados: o primeiro, considerando-se que toda a rede esteve em atividade (cenário denominado Risco I); o segundo, no qual parcela da rede de linhas de transmissão esteve desativada (cenário denominado Risco II).

Os domicílios dos óbitos por leucemias da infância na série levantada junto ao PROAIM foram visitados por uma equipe técnica da CTEEP, que procedeu a determinação dos campos magnéticos em pontos padronizados no exterior dos domicílios, bem como a identificação de suas potenciais fontes de emissão, identificadas através da inspeção visual (estações e sub-estações elétricas, linhas de transmissão, transformadores e estações rádio-base). Estas medições foram incluídas em uma ficha padronizada para cada domicílio, mencionando-se a distância das mesmas em relação ao domicílio respectivo, além de outras fontes de exposição a agentes químicos ou físicos de interesse potencial para o estudo de leucemias (indústrias, postos de gasolina, entre outras).

As distribuições de frequência (médias e desvios-padrão) dos campos magnéticos aferidos nos domicílios dos óbitos por leucemias na infância (1992-2002) são apresentadas, comparando-se tais características com informações similares presentes na literatura

internacional, referentes a padrões de exposição a campos magnéticos na população geral de diferentes países.

Foi realizada uma análise espacial na qual a unidade geográfica básica utilizada foi constituída pelos bairros da cidade de São Paulo, que são em número de 96. Esta unidade foi escolhida por ser a menor para a qual as informações de saúde utilizadas estavam disponíveis, ou aquela para a qual o número de perda de casos de morte era menor, durante os procedimentos de georreferenciamento utilizados. Além disso, diversas informações sócio-econômicas, distribuição etária da população e outros variáveis de interesse estão oficialmente disponíveis para os bairros da cidade.

Para este estudo foram selecionadas 14 variáveis sócio-econômicas, a saber: percentual da população envolvida em atividade industrial, percentual da população envolvida em atividades agrícolas, percentual de analfabetos, média de anos de estudo, número de leitos disponíveis, número de unidades básicas de saúde, a taxa de mortalidade infantil, o percentual de óbito infantil, número de equipes do programa de Saúde da Família, número médio de moradores por residência, percentual de cobertura do sistema de esgoto, percentual da população vivendo em favelas, percentual da população que ganha até 5 salários mínimos, renda média familiar, e o IDH. Como havia um alto nível de correlação entre estas variáveis, foi realizada uma análise fatorial que selecionou três variáveis mutuamente independentes, a saber: percentual da população envolvida em atividade industrial, renda média familiar, percentual da população envolvida em atividades agrícolas.

A partir da distribuição da mortalidade por leucemias na infância em menores de 15 anos nos bairros do Município de São Paulo, foi realizada

uma modelização espacial da mesma através do software BayesX [13], com ajustamento espacial da mortalidade em cada bairro, a partir da distribuição observada nos bairros circunvizinhos. O padrão da distribuição ajustada da mortalidade assim obtido foi comparado entre bairros da área exposta (incluindo o percurso das linhas de transmissão de alta tensão elétrica) e da área não exposta (bairros sem trajeto de linhas de transmissão).

Em base a este processo de modelização, foram determinadas as razões entre os bairros apresentando os riscos mais elevados de mortalidade por leucemias na infância e aqueles apresentando os mais reduzidos, tanto na área exposta como na área não exposta.

A partir da casuística de casos novos de leucemias, segundo sexo e faixa etária (0-4, 5-10-14 anos), ocorrida na população geral no Município de São Paulo, durante o período de 1997--2003, foi determinado o número de casos novos de leucemia esperados de virem a ocorrer nos bairros incluídos no percurso das linhas de transmissão (*área exposta*). Para tal, considerou-se a incidência na população geral de mesma idade e sexo, no ano de 2000, segundo o Registro de Câncer de Base Populacional do Município de São Paulo. Em seguida, foi determinada a razão entre casos esperados de leucemias e casos observados na faixa etária de 0-14 anos, e subsequentemente, a razão de incidência padronizada por idade (*standardized incidence ratio, SIR*), através da razão entre o somatório de casos esperados e o somatório de casos observados, com o respectivo intervalo de confiança de 95%, em menores de 15 anos, durante o mesmo período de tempo no conjunto da área atravessada pelas linhas de transmissão.

Procedimento similar foi adotado para o conjunto de bairros não incluídos

no percurso das linhas de transmissão (área não exposta), obtendo-se a respectiva razão de óbitos observados versus esperados para a área não exposta (tabela1)

Em seguida, procedeu-se a determinação da razão de riscos da ocorrência da mortalidade por leucemia em menores de 15 anos na área exposta versus a área não exposta, sendo apresentada com o intervalo de confiança de 95% em sua distribuição.

Esta foi realizada adotando os mesmos procedimentos anteriormente descritos, em relação à análise da distribuição espacial da mortalidade, comparando-se os bairros com riscos mais elevados de incidência de leucemias na infância com aqueles que apresentavam riscos mais reduzidos, procedimento este adotado tanto para a área exposta, como para a área não exposta.

No período de 1997 a 2003, foram registrados 994 casos de leucemia aguda pelo Registro de Base Populacional de Câncer da cidade de São Paulo. Destes casos, havia registro do bairro de moradia em 886 casos. O restante foi classificado como oriundo da cidade de São Paulo, mas sem especificação do bairro, ou do Estado de São Paulo.

A população de referência utilizada para o cálculo dos casos esperados de leucemias agudas nos diversos bairros da cidade foi a obtida no censo populacional de 2000.

Resultados

A tabela 1 apresenta as razões entre óbitos observados versus óbitos esperados, tanto na área exposta às linhas de transmissão, como na área não exposta, incluindo ambas áreas de risco (I e II). Pode-se observar, em todas as situações analisadas, uma razão de óbitos observados versus esperados próxima à unidade. Na comparação

entre a mortalidade por bairros de maior e menor risco de morte por leucemia na infância em São Paulo (tabela 2), observa-se uma razão de riscos da ordem de 1,9, quando comparados sem ajustamento, que se reduz para 1,6 quando ajustada segundo nível de industrialização, renda e atividade agrícola nos mesmos.

A tabela 3 apresenta as razões de risco de incidência de leucemias segundo faixa etária em menores de 15 anos no Município de São Paulo, incluindo as razões padronizadas de incidência (SIR). Observa-se que na área exposta às linhas de transmissão, a razão entre casos novos observados e esperados, em todas as faixas etárias, foi menor que a unidade, conduzindo a uma SIR para leucemias de 0,90 (IC 95% 0,80-0,95) no conjunto dos menores de 15 anos na área de risco I (SIR 0,87, IC 95% 0,80-0,95 na área de risco II).

As mesmas estimativas realizadas na área não exposta às linhas de transmissão apresentaram resultados distintos, com um excesso de casos observados de leucemias da ordem de 22% ou mais, em relação aos casos esperados, sendo este excesso estatisticamente significativo ou com significância limítrofe em todas as faixas etárias analisadas na área de risco I (tabela 3). A SIR de leucemias em menores de 15 anos na área de risco I foi de 1,23 (IC 95% 1,10-1,37), e de 1,24 (IC 95% 1,03-1,24).

A partir destes resultados, foi obtida a razão de risco de incidência de leucemias na infância (0-14 anos) entre a área exposta e a área não exposta às linhas de transmissão, que foi da ordem de 0,75 (IC 95% 0,64-0,84) na área de risco I, e de 0,70 (IC 95% 0,61-0,80) na área de risco II.

As tabelas 4 a 7 apresentam as razões entre riscos de leucemia ajustados pela modelagem bayesiana de distribuição espacial e variáveis sócio-

demográficas selecionadas, comparando-se o(s) bairro(s) de maior risco(s) com o(s) de menor risco de incidência.

Na faixa etária de 10-14 anos, foi encontrada a mais reduzida destas razões (3,5) que, quando ajustada por renda, atividades industriais e agrícolas, foi da ordem de 1,2 (tabela 6). Nas faixas etárias de 0-4 e 5-9 anos, entretanto (respectivamente, tabelas 4 e 5), estas razões foram muito elevadas e, mesmo após ajustamento pelas variáveis mencionadas, mantiveram-se na ordem de 5,6 na faixa de 0-4 anos e de 15,4 na faixa de 5-9 anos.

Na análise de todas as faixas (0-14 anos), a razão entre os riscos mais e menos elevados foi de 19,7, sem ajustamento por variáveis sócio-demográficas, 18,3 após ajustamento por atividades industriais, 14,9 após ajustamento por renda, 19,0 após ajustamento por atividades agrícolas e 15,4, ao se proceder o ajustamento por todas estas.

A variável renda foi aquela que apresentou, isoladamente, o maior impacto na magnitude da redução de risco após ajustamento.

A análise das características ambientais no entorno dos 187 domicílios dos óbitos por leucemias na infância, cujos endereços puderam ser determinados, revelou um padrão de distâncias das linhas de transmissão bem caracterizado, com reduzido número de domicílios em suas proximidades, como observado no gráfico 1. As medições pontuais realizadas de forma padronizada nas áreas externas destes domicílios são apresentadas no gráfico 2.

A localização domiciliar em relação a outras potenciais fontes de exposição a fatores de risco ambientais diversos revelou a presença de 10 (5,3%) domicílios próximos a estações rádio-base, 6 (3,2%) a indústrias diversas, 6

(3,2%) a ferrovias, 7(3,7) a linhas de metrô e 17 (9,1%) a antenas.

Gráfico 1 – Distribuição das distâncias entre linhas de transmissão de eletricidade de alta tensão e domicílios de óbitos por leucemias em menores de 15 anos, Município de São Paulo, 1993-2002.

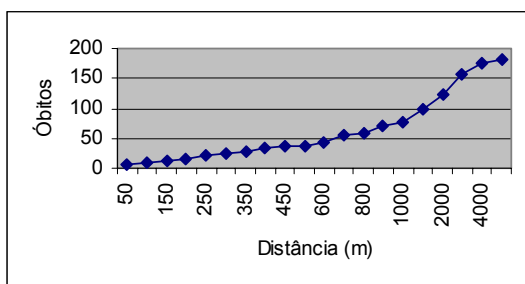
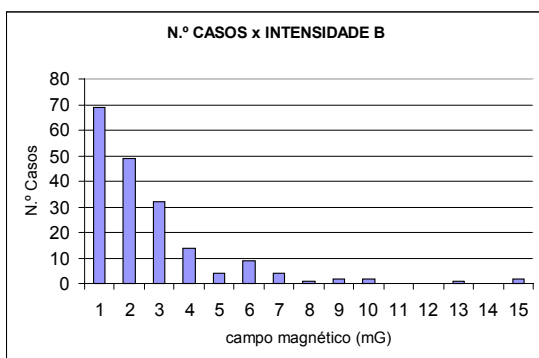


Gráfico 2 – Intensidade de campo magnético aferido nos domicílios de óbitos por leucemias, 0-14 anos (1993-2002), Município de São Paulo, agosto-novembro 2004



Discussão

A presente investigação consiste, salvo engano involuntário, no primeiro estudo epidemiológico brasileiro de base populacional a analisar a associação entre a exposição a campos eletromagnéticos de baixa frequência originados em linhas de transmissão da energia elétrica (60 Hz) e a ocorrência de leucemias na infância. Neste sentido, foi analisada a distribuição da mortalidade e incidência de leucemias em menores de quinze anos no

Município de São Paulo correlacionada à distribuição das linhas de transmissão de alta tensão elétrica.

Do ponto de vista epidemiológico, a adoção do desenho proposto de estudo ecológico apresenta a vantagem de possibilitar a geração de hipóteses sobre a natureza da associação estudada, permitindo formular perguntas de pesquisa em intervalo de tempo relativamente reduzido. Por outro lado, apresenta como limitação o fato de que as exposições individuais necessárias ao estabelecimento de uma associação de natureza causal num estudo epidemiológico não são aqui possíveis. Para atenuar esta limitação, foram realizadas visitas aos domicílios dos óbitos infantis por leucemias e efetuados um levantamento exploratório das exposições pontuais a campos magnéticos nos mesmos, bem como a identificação de possíveis fontes de emissão, através de inspeção visual.

A análise da mortalidade, tanto na área exposta às linhas de transmissão como na área não exposta, revelou riscos muito próximos à unidade, variando de 1,01 a 1,03 (tabela 1), o que identifica uma similaridade entre os óbitos esperados por leucemias na infância e aqueles de fato ocorridos nos bairros cortados por linhas de transmissão. Assim, pode-se concluir que a presença das linhas de transmissão de alta tensão elétrica não parece ter acrescentado um risco elevado de mortalidade por leucemias em crianças no Município de São Paulo

Após o ajustamento da modelagem bayesiana, foi possível observar uma variabilidade relativamente reduzida na distribuição espacial da mortalidade entre os bairros de São Paulo (tabela 2), e que, após controle de variáveis sócio-demográficas selecionadas (renda, atividades industriais e atividades agrícolas), reduziu-se a 1,6, ou seja, identificando um risco de óbito de, no

máximo, 60% entre o bairro de maior mortalidade e aquele com a mais reduzida. Neste processo, a renda comportou-se como a variável preditora mais importante para mortalidade por leucemia, o que corrobora resultados disponíveis na literatura científica [17]. Como a renda é uma variável altamente correlacionada à escolaridade, e esta última poderia influenciar o padrão de acesso precoce aos serviços de saúde, a mortalidade por leucemia na infância em São Paulo poderia estar sendo determinada, principalmente, pelo diagnóstico precoce e pela instituição de medidas terapêuticas na atenção, em função dos diferenciais de renda/escolaridade na população.

Na análise da distribuição da incidência de leucemias, ou seja, dos fatores associados ao “surgimento” ou “produção” da doença, alguns padrões distintos foram observados, em relação ao quadro da mortalidade descrito.

Em relação ao surgimento de casos novos de leucemia na infância, a análise da distribuição da incidência revela que, independentemente da categorização de área de risco adotada, em termos da localização das residências em bairros incluídos no trajeto das linhas de transmissão (área de risco I ou II), a área exposta (bairros contendo o percurso das linhas de transmissão) apresentou, de forma consistente, uma redução do risco de morte por leucemia em todas as faixas etárias, variando de 0,86 a 0,91 (tabela 3). Em outras palavras, o adoecimento por leucemia na infância, nos bairros entrecortados pelas linhas de transmissão, foi de 9 a 14% menor que o que seria esperado, caso a população dos mesmos apresentasse a mesma experiência de adoecimento por leucemias ocorrido em todo o Município de São Paulo.

Por outro lado, e de forma distinta, os bairros incluídos na área não exposta (sem linhas de transmissão) apresentaram riscos de adoecimento por

leucemias na infância cerca de, pelo menos, 22% mais elevados que o esperado, em base ao ocorrido na população geral infantil. Assim, a razão de riscos de adoecimento por leucemia entre 0-14 anos observada entre a área exposta e a área não exposta variou de 0,70 (IC 95% 0,61-0,80) na área de risco II a 0,73 (IC 95% 0,64-0,84) na área de risco I. Em outras palavras, o risco de adoecimento por esta neoplasia em crianças, foi mais reduzido, em cerca de 27 a 30%, nos bairros entrecortados por linhas de transmissão de alta tensão elétrica em relação aos bairros sem esse tipo de exposição.

Na análise das características ambientais do entorno das residências dos óbitos, 3,17% estavam situadas a distâncias inferiores a 50 metros das linhas de alta tensão e cerca de 95% dos domicílios dos óbitos situavam-se a distâncias superiores a 100 metros. Em relação a estas últimas, os valores de campos magnéticos resultantes da operação das linhas de transmissão são, na grande maioria, de baixa magnitude, face à sua intensa atenuação com o aumento da distância em relação a fonte emissora.

Diversos estudos na literatura têm mencionado a possível associação entre a exposição a estes campos e a ocorrência de leucemias na infância, na vigência de exposições contínuas, ao longo do tempo, consideradas elevadas.

Neste sentido, a cifra de 3,0 mG (ou seu equivalente 0,3 micro-T) tem sido apontada como um ponto de corte frequentemente empregado para a definição da condição de exposição elevada aos campos magnéticos [14], embora tal limiar tenha sido empregado tanto com níveis mais reduzidos (por exemplo, 2,0 mG), como mais elevados como 4,0 mG, quando o risco relativo para a ocorrência de leucemias na infância duplicaria [15]. Para se avaliar a reduzida proporção da população exposta a tais níveis de campos

magnéticos, estima-se que menos de 1,5% da população, na Alemanha, esteja exposta a níveis acima de 2,0 mG (Schuz et al., 2001).

Em nosso estudo, a distribuição destes campos revela que cerca de 24% destas residências dos óbitos por leucemia na infância apresentaram níveis médios de exposição iguais ou maiores que 3,0 mG, e 15% maiores ou iguais a 4,0 mG (tabela 9). Mesmo quando se analisam os níveis mais reduzidos, aferidos entre os diversos pontos padronizados para medições destes campos, em todas as residências visitadas, observa-se que, em 12% destas, foram observados campos de 3,0 mG ou mais. Por outro lado, se analisamos os resultados de medições mais elevadas em cada residência, cerca de 32% apresentavam campos maiores que 3,0 mG, e 23% tão elevados ou maiores que 4,0 mG.

Embora o presente trabalho não tenha realizado medições em uma amostra de domicílios na população geral sem casos de câncer, vale a pena destacar o fato de que 37% dos domicílios com óbitos infantis por leucemias em São Paulo apresentaram exposições médias com níveis mais elevados que 2,0 mG, enquanto a estimativa relatada na Alemanha, para a população geral, considerando esse mesmo ponto de corte é de 1,5% [16].

Conclusões

A análise da distribuição da mortalidade e incidência de leucemias em crianças de 0-14 anos no Município de São Paulo não revela um padrão de associação com a proximidade dos domicílios à rede de linhas de transmissão de alta tensão elétrica.

A base de dados gerada pelos levantamentos realizados durante a pesquisa permitirá a continuidade de estudos e pesquisa complementares, avaliando-se a existência de eventuais

associações entre a malha de transmissão instalada e demais patologias referidas em estudos internacionais como associados à exposição a campos eletromagnéticos de frequência industrial.

Agradecimentos

Os autores são particularmente agradecidos a A. P. Mirra, coordenador do Registro de Câncer de Base Populacional do Município de São Paulo, Universidade de São Paulo e a K. Shibao, Programa de Mortalidade da Prefeitura do Município de São Paulo (PROAIM), que possibilitaram o acesso aos registros, respectivamente, de incidência e mortalidade no Município de São Paulo, viabilizando a realização desta investigação. Agradecem também a Adinan de Souza da FDTE pelo apoio administrativo durante a realização desta investigação. Por fim, gostariam de manifestar seu reconhecimento à Diretoria da CTEEP por sua sensibilidade, estímulo e colaboração em todas as etapas desta investigação, não medindo esforços e apoio para que a mesma pudesse ser realizada.

Referências bibliográficas

- [1] WERTHEIMER N. & LEEPER E. Electrical wiring configurations and childhood cancer. *American Journal of Epidemiology*, 109(3):273-84, 1979.
- [2] HCN (Health Council of the Netherlands). *Electromagnetic fields. Annual Update. The Netherlands*, 2001.
- [3] NIEHS (National Institute of Environmental Health Sciences of the National Institutes of Health). *Assessment of health effects from exposure to power-line frequency electric and magnetic fields. NIEHS Working Group Report* PORTIER, C.J. & WOLFE, M.S. (ed). NIH Publication n° 3981. USA, 1998.
- [4] NRPB (National Radiological Protection Board). *ELF electromagnetic fields and the risk*

of cancer. Report of an Advisory Group on Non-ionising radiation. Documents of the NRPB, volume 12, n° 1. UK, 2001.

[5] WHO/EMF Project. Extremely low frequency fields and public health. WHO International EMF Project, 2004. <http://www.who.int/peh-emf.htm>. Acesso em 12/11/2004.

[6] MCBRIDE, M.L.; GALLAGHER, R.P.; THÉRIAULT, G. Power frequency electric and magnetic fields and risk of childhood leukemia. American Journal of Epidemiology, 149:831-842, 1999.

[7] MICHAELIS, J.; SCHUZ, H.; MEINERT, R.; MENGER, M.; GRIGAT, J.P.; KAATSCH, P.; KALETSCH, U.; MIESNER, A.; STAMM, A.; BRINKMANN, K.; KARNER, H. Childhood leukemia and electromagnetic fields: results of a population based case-control study in Germany. Cancer Causes and Control, 8:167-174, 1997.

[8] MICHAELIS, J.; SCHUZ, H.; MEINER, R.; ZEMANN, E.; GRIGAT, J.P.; KAATSCH, P.; KALETSCH, U.; MIESNER, A.; BRINKMANN, K.; KALKNER, W.; KARNER, H. Combined risk estimates for two German population based case-control studies on residential magnetic fields and childhood acute leukemia. Epidemiology, 9:92-94, 1998.

[9] TYNES, T. & HALDORSEN, T. Electromagnetic fields and cancer in children residing near Norwegian high-voltage power lines. American Journal of Epidemiology, 145:219-226, 1997.

[10] UKCCS. Childhood cancer and residential proximity to power lines. British Journal of Cancer, 83:1573-1580, 2000.

[11] UKCCS. Exposure to power frequency electric fields and the risk of childhood cancer in the UK. British Journal of Cancer, 87:1257-1266, 2002.

[12] Ministério da Saúde, 2004. www.datasus.gov.br.

[13] BayesX Software for Bayesian Inference, 2004. www.stat.uni-muenchen.de/~lang/bayesx/bayesx.html

[14] AHLBOM, A.; FEYCCTING M; GUSTAVSSON H; HALQVIST J; JOHANSEN L; KHEIFETS L; OLSEN JH. Occupational magnetic field exposure and myocardial

infarction incidence. Epidemiology 15(4):403-8, 2004.

[15] TOUITOU Y. Evaluation of the effects of electric and magnetic field in humans. Ann Pharm Fr 62(4): 219-32, 2004

[16] SCHUZ J; GRIGET J P; BRINKMANN K; MICHAELS J. Residential magnetic fields as a risk factor for childhood acute leukemia: results for a case-control study . Int J Cancer 91(5): 728-35, 2001

[17] RAASCHOU-NIELSEN O; OBEL J, Dalton S; TJONNELAND A; HANSEN J. Socioeconomic status and risk of childhood leukemia in Denmark. Scand J. P. Health 32(4):279-86, 2004.

Tabela 1 – Razão de riscos de mortalidade por leucemias ajustados por idade, 0-14 anos, bairros do município de São Paulo, 1992-2002

Exposição LTs	Ob. Observados (O)	Ób Esperados (E)	Razão O/E(95% IC)
Risco I *			
Área exposta (E)	295	286	1.03 (0.92-1.15)
Área não exposta(NE)	116	125	0.93 (0.77-1.05)
Risco II **			
Área exposta (E)	268	267	1.01 (0.89 – 1.13)
Área não exposta(NE)	143	145	0.99 (0.83-1.15)

* Razão de riscos E/NE (risco I): $1.03 / 0.93 = 1.11$ (0.90-1.36)

** Razão de riscos E/NE (risco II): $1.01 / 0.99 = 1.02$ (0.83-1.25)

Tabela 2 – Razão de riscos de mortalidade por leucemias ajustadas por variáveis selecionadas, 0-14 anos, bairros do município de São Paulo, 1992-2002

Ajustamento	Bairros maior risco	Bairros menor risco	Razão de riscos
s/ ajustamento	1.41	0.75	1.9
ativid.	1.44	0.78	1.8
industriais	1.34	0.80	1.7
renda	1.36	0.80	1.7
ativid. agrícolas	1.26	0.80	1.6
todas acima			

Tabela 3 – Razão de riscos de incidência de leucemias segundo idade, 0-14 anos, segundo bairros de residência expostos a linhas de transmissão de alta tensão elétrica, município de São Paulo, 1997-2003

Idade (anos)	Casos Observ. (O)	Casos Esperados (E)	Razão O/E(95% IC)
Risco I *			
Área exposta LTs(E)			
0-4	218	241	0.91 (0.79 – 1.03)
5-9	171	194	0.88 (0.75 – 1.02)
10-14	167	185	0.90 (0.77 - 1.04)
Todas (0-14)	556	620	0.90 (0.82 – 0.97)
Área não exposta LTs (NE)			
0-4	124	101	1.22 (1.02 – 1.45)
5-9	107	84	1.27 (1.04 – 1.52)
10-14	98	80	1.22 (0.99 – 1.47)
10-14	329	266	1.23 (1.10 - 1.37)
Todas (0-14)			
Risco II **			
Área exposta LTs(E)			
0-4	194	224	0.87 (0.75 – 0.99)
5-9	155	181	0.86 (0.73 - 1.00)
10-14	153	172	0.89 (0.75 – 1.04)
10-14	502	577	0.87 (0.80 - 0.95)
Todas (0-14)			
Área não exposta (NE)			
0-4	148	118	1.25 (0.98 – 1.32)
5-9	123	97	1.27 (0.95 - 1.32)
10-14	112	93	1.21 (0.94 – 1.32)
10-14	383	308	1.24 (1.03-1.24)
Todas (0-14)			

* Razão de riscos E/NE (risco I): $0.90 / 1.23 = 0.73$ (0.64-0.84)

** Razão de riscos E/NE (risco II): $0.87 / 1.24 = 0.70$ (0.61-0.80)

Tabela 4 – Razão de riscos de incidência de leucemias ajustadas por variáveis selecionadas, 0-4 anos, bairros do município de São Paulo, 1997-2003

Ajustamento	Bairros maior risco	Bairros menor risco	Razão de riscos
s/ ajustamento	2.12	0.30	7.1
ativid.	2.23	0.29	7.7
industriais	2.25	0.43	5.2
renda	2.24	0.27	8.3
ativid. agrícolas	2.24	0.40	5.6
todas acima			

Tabela 5 – Razão de riscos de incidência de leucemias ajustadas por variáveis selecionadas, 5-9 anos, bairros do município de São Paulo, 1997-2003

Ajustamento	Bairros maior risco	Bairros menor risco	Razão de riscos
s/ ajustamento	4.73	0.24	19.7
ativid.	4.39	0.24	18.3
industriais	4.02	0.27	14.9
renda	4.76	0.25	19.0
ativid. agrícolas	4.16	0.27	15.4
todas acima			

Tabela 6 – Razão de riscos de incidência de leucemias ajustadas por variáveis selecionadas, 10-14 anos, bairros do município de São Paulo, 1997-2003

Ajustamento	Bairros maior risco	Bairros menor risco	Razão de riscos
s/ ajustamento	3.5

ativid.	1.68	0.48	3.5
industriais	1.13	0.85	1.3
renda	1.59	0.47	3.4
ativid. agrícolas	1.10	0.89	1.2
todas acima			

Tabela 7 – Razão de riscos de incidência de leucemias ajustadas por variáveis selecionadas, 0-14 anos, bairros do município de São Paulo, 1997-2003

Ajustamento	Bairros maior risco	Bairros menor risco	Razão de riscos
s/ ajustamento	4.73	0.19	24.9
ativid.	4.01	0.21	19.0
industriais	4.08	0.25	16.3
renda	4.76	0.18	26.4
ativid. agrícolas	4.09	0.22	18.6
todas acima			

Tabela 8 - Exposição pontual a campos magnéticos em domicílios de óbitos por leucemias na infância em 1993-2002, Município de São Paulo, agosto-novembro 2004

Exposição a Campos Magnéticos *	mG
Exposições médias	
Média	2.2
Desvio padrão	2.1
Percentil 25	0.8
Percentil 50	1.5
Percentil 75	2.9
Exposições máximas	
Média	3.0
Desvio padrão	3.1
Percentil 25	1.0
Percentil 50	1.9
Percentil 75	3.5
Exposições mínimas	
Média	1.4
Desvio padrão	1.4
Percentil 25	0.5
Percentil 50	1.0
Percentil 75	2.0

- * Medições aferidas em localizações padronizadas no exterior dos domicílios

Tabela 9 – Distribuição de frequências de exposições elevadas a campos magnéticos, domicílios de óbitos por leucemias na infância em 1993-2002, Município de São Paulo, agosto-novembro de 2004.

Magnitude da exposição (mG)	Domicílios (%)
Ponto A*	
Maior ou igual a 3.0	21.5
Maior ou igual a 4.0	15.1
Ponto B *	
Maior ou igual a 3.0	23.0
Maior ou igual a 4.0	16.0
Ponto C *	
Maior ou igual a 3.0	22.4
Maior ou igual a 4.0	13.7
Ponto D *	
Maior ou igual a 3.0	22.1
Maior ou igual a 4.0	14.4
Exposições médias	
Maior ou igual a 3.0	24.1
Maior ou igual a 4.0	15.0
Exposições mínimas	
Maior ou igual a 3.0	12.3
Maior ou igual a 4.0	5.3
Exposições máximas	
Maior ou igual a 3.0	32.1
Maior ou igual a 4.0	23.0

- * Medições aferidas em localizações padronizadas no exterior dos domicílios