

EXPOSIÇÃO A CAMPOS
ELETROMAGNÉTICOS E SAÚDE:
UM ESTUDO BRASILEIRO

PROJETO EMF-SP:
APRESENTAÇÃO E RESULTADOS
DAS PESQUISAS EFETUADAS
(EMF – ELECTROMAGNETIC FIELDS)

CONSELHO EDITORIAL
Victor Wünsch Filho
Mario Leite Pereira Filho
Nelson Gouveia
Ricardo Cordeiro
Marilda Emmanuel Novaes Lipp

ORGANIZADORA: Marilda Emmanuel Novaes Lipp

COORDENADOR DO PROJETO: Flávio Eitor Barbieri

REVISOR TÉCNICO: Julio César Ramos Lopes
REVISOR JURÍDICO: Luiz Carlos Sciascio

EXPOSIÇÃO A CAMPOS
ELETROMAGNÉTICOS E SAÚDE:
UM ESTUDO BRASILEIRO

PROJETO EMF-SP:
APRESENTAÇÃO E RESULTADOS
DAS PESQUISAS EFETUADAS
(EMF – ELECTROMAGNETIC FIELDS)



P A P I R U S E D I T O R A

Capa: Domenica Lorena Clementi
Produção: Papirus Editora
Diagramação: DPG Editora
Copidesque: Aurea Guedes de Tullio Vasconcelos
Revisão: Ana Carolina Freitas,
Elisângela S. Freitas e Isabel Petronilha Costa

Reservados todos os direitos de publicação em língua portuguesa à
Associação Brasileira de Compatibilidade Eletromagnética – Abricem
Alameda dos Guatás, 477 – 04053-041 – Planalto Paulista
São Paulo, SP. Brasil – Telefone: (11) 50714433 – www.abricem.com.br

Proibida a reprodução total ou parcial
da obra de acordo com a lei 9.610/98.
Editora afiliada à Associação Brasileira
dos Direitos Reprográficos (ABDR).

DIREITOS RESERVADOS PARA A LÍNGUA PORTUGUESA:
© M.R. Cornacchia Livraria e Editora Ltda. – Papirus Editora
R. Dr. Gabriel Pentead, 253 – CEP 13041-305 – Vila João Jorge
Fone/fax: (19) 3272-4500 – Campinas – São Paulo – Brasil
E-mail: editora@papirus.com.br – www.papirus.com.br

SOBRE OS AUTORES

FLÁVIO EITOR BARBIERI

Engenheiro de Eletrônica, com especialização em Telecomunicações, mestrados em Filosofia da Ciência e em Qualidade, doutorado em Educação, exerce atualmente atividades de gerência técnica e de pesquisa.

Experiência profissional: pesquisa e desenvolvimento, planejamento, prospecção tecnológica, empacotamento eletrônico, interferência eletromagnética, tecnologia da informação, gerência de projetos, sistemas e serviços de telecomunicações, estratégia de negócios, tecnologia da qualidade.

Formação acadêmica: doutorado em Educação (1998) e mestrado em Qualidade (1995), ambos pela Unicamp; mestrado em Filosofia da Ciência pela PUC-Campinas (1985) e cursos de especialização em Telecomunicações, Gerência e Qualidade pela Escola Politécnica, USP (1973). Graduação em Engenharia de Eletrônica pelo ITA, em São José dos Campos/SP (1964).

JOSÉ ROBERTO CARDOSO

O professor Cardoso coordenou mais de 20 projetos de transferência de tecnologia para o setor produtivo, publicou cerca de 60 artigos científicos em revistas indexadas, apresentou mais de 200 trabalhos em congressos nacionais e internacionais, além de ter registrado cinco *softwares* e três patentes. Já orientou 40 estudantes de pós-graduação em mestrado e doutorado. É membro do “Steering Committee” dos principais eventos nacionais e internacionais, e atua como revisor técnico dos mais importantes periódicos do setor elétrico.

Na administração universitária, atuou em todos os níveis acadêmicos, nos quais participou como coordenador de todas as comissões centrais da Escola Politécnica da USP. Foi chefe do departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas por duas gestões e exerceu a vice-diretoria da mesma escola até março de 2010, quando assumiu a Diretoria. É ainda coordenador do Conselho Tecnológico do Sindicato dos Engenheiros no Estado de São Paulo e assessor da Fapesp, do CNPq e da Capes.

LEEKA KHEIFETS

Professor of Epidemiology in Residence, UCLA, School of Public Health.

Education/Training: University of Yerevan, USSR B.S.E. – Mathematics (1971-1975); University of California, Berkeley M.A. – Statistics (1976-1977) and University of California, Berkeley Ph.D. – Epidemiology (1984-1986).

Positions and Employment (only since 2000): Area Mgr, EMF Effects Assessment & Management; Product Line Leader, Occupational Health (1995-2001); Technical Executive (1997-2001); Positions reflecting a steady progression of increasing responsibility, Electric Power Research Institute (1988-2001); Head of Radiation Program, World Health Organization (2001-2003), and Professor of Epidemiology in Residence, UCLA, School of Public Health, since 2003 to present.

Other Experience and Professional Memberships (only since 2000): International Agency for Research on Cancer (IARC) Monograph on the Evaluation of Carcinogenic Risk to Humans, working group

member; Programme Committee Member for International Conference on Occupational Protection: Protecting Workers Against Exposure to Ionizing Radiation (ILO); Board of Directors Bioelectromagnetics Society (BEMS); Radiation Standards Safety Committee (RASSC), International Atomic Energy Agency (IAEA). And until present: International Committee on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP), Member of the Standing Committee on Epidemiology; Independent Scientific Advisory Group to Swedish Radiation Protection Authority (SSI); Adviser, Radiation Programme, World Health Organization (WHO).

É ainda coautora do livro *Establishing a Dialogue on Risks from Electromagnetic Fields* (2002), além de diversos capítulos de livros e artigos em revistas especializadas.

MARILDA EMMANUEL NOVAES LIPP

É professora titular da PUC-Campinas. Possui Ph.D. em Psicologia pela George Washington University e pós-doutorado em Stress Social pelo National Institute of Health. É uma autoridade internacional na área do *stress*, tendo sido incluída no livro *2000 Outstanding Scientists of the 20th Century*, publicado pelo International Biographical Centre, de Cambridge, Inglaterra, pela sua contribuição no campo de pesquisa e tratamento do *stress*.

É diretora fundadora do Centro Psicológico de Controle do Stress, foi presidente da Associação Brasileira de Stress e membro do Conselho Científico da Associação Brasileira de Qualidade de Vida (ABQV). É presidente da Associação Brasileira de Editores Científicos de Psicologia (ABECIP). Tem vasta experiência na área de qualidade de vida e do *stress* e suas implicações, tanto aqui como nos Estados Unidos e na Europa. Orientou, até o momento, 60 teses de mestrado e de doutorado sobre o *stress*, e é autora de mais de 100 artigos científicos sobre esse tópico. É autora ou coautora de 17 livros sobre *stress*, pioneiros no Brasil. É ainda pesquisadora com bolsa de produtividade do CNPq, membro da Academia Paulista de Psicologia e editora executiva da revista *Estudos de Psicologia* (Qualis A2).

MARIO LEITE PEREIRA FILHO

É engenheiro eletricitista graduado pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (1980), concluiu o mestrado e o doutorado em Engenharia Elétrica na mesma escola, em 1999 e 2005 respectivamente. Atualmente, é responsável pelo Laboratório de Equipamentos Elétricos e Ópticos do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo e supervisor técnico da área de Compatibilidade Eletromagnética.

Coordenou diversos projetos de transferência de tecnologia para o setor produtivo, tem publicados mais de 100 relatórios técnicos, cinco artigos científicos em revistas indexadas e dois livros. Apresentou mais de 20 trabalhos em congressos nacionais e internacionais. Participa do “Steering Committee” do MOMAG – Congresso Brasileiro de Micro-Ondas e Eletromagnetismo e do Electromagnetic Fields, Health and Environment (EHE). É sócio da Sociedade Brasileira de Eletromagnetismo (SBMag) e do Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE).

Suas áreas de competência são simulação computacional e medição de campos eletromagnéticos, compatibilidade eletromagnética, sistemas de aterramento e de proteção contra descargas atmosféricas.

NELSON GOUVEIA

É médico formado pela Escola Paulista de Medicina, Universidade Federal de São Paulo (Unifesp), com mestrado (MSc) em Epidemiologia (1993) e doutorado (Ph.D.) em Saúde Pública (1998), ambos pela London School of Hygiene and Tropical Medicine, da University of London.

Atualmente é professor associado do Departamento de Medicina Preventiva da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, onde exerce atividades na graduação em medicina e na pós-graduação. É também orientador pleno credenciado no Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental (Procam) da USP. Sua área de interesse é a Epidemiologia Ambiental, com foco nas inter-relações entre saúde e meio ambiente. Tem desenvolvido pesquisas sobre diversas questões ambientais e suas consequências para a saúde humana, como, por exemplo, os efeitos da poluição atmosférica urbana e a poluição eletromagnética gerada por linhas de transmissão de energia elétrica.

RICARDO CORDEIRO

Possui graduação em Medicina pela Universidade de São Paulo (1983), mestrado em Medicina com concentração em Saúde Coletiva (1991) e doutorado em Saúde Coletiva, ambos pela Universidade Estadual de Campinas (1995). Realizou seu pós-doutorado em Epidemiologia na University of Califórnia, em Los Angeles (1999-2000), a livre-docência em Epidemiologia na Universidade Estadual Paulista (2001) e o pós-doutorado em Geografia na University of Kansas, em Lawrence (2010).

É professor associado da Universidade Estadual de Campinas. Tem experiência em Epidemiologia, com ênfase em métodos quantitativos, atuando principalmente nos seguintes temas: análise espacial de dados, acidente do trabalho, saúde do trabalhador, vigilância em saúde. Atualmente coordena o Laboratório de Análise Espacial de Dados Epidemiológicos (epiGeo) da Unicamp e o Projeto Temático Estimabilidade de Medidas de Associação e de Risco em Estudos Caso-Controlle Espaciais, financiado pela Fapesp.

VICTOR WÜNSCH FILHO

Médico especialista em Saúde Pública, mestre em Medicina Preventiva, doutor em Saúde Pública e livre-docente em Epidemiologia, atualmente é professor titular de Epidemiologia da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo (USP).

É também membro da coordenação da área da saúde da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp), editor da área de investigação clínica do *Brazilian Journal of Medical and Biological Research* e membro dos conselhos editoriais das seguintes publicações científicas: *Cadernos de Saúde Pública* e *Revista Brasileira de Saúde Ocupacional*. Atua ainda como revisor *ad hoc* de artigos científicos para revistas nacionais e internacionais. Foi pesquisador visitante (*Visiting Fellow*) da Unidade de Epidemiologia do Câncer Ambiental, da Agência Internacional de Pesquisa sobre Câncer da Organização Mundial da Saúde (IARC/WHO), em Lyon, na França (1995-1996).

AGRADECIMENTOS

Às concessionárias de energia elétrica participantes da pesquisa: AES Eletropaulo, Bandeirante Energia, Companhia Paulista de Força e Luz e Companhia Piratininga de Força e Luz (CPFL), Elektro, Companhia de Transmissão de Energia Elétrica Paulista (CTEEP) e Furnas Centrais Elétricas.

SUMÁRIO

SIGLAS	15
PREFÁCIO	17
<i>José Thomaz Senise</i>	
PALAVRAS DA ABRICEM	21
<i>Leonel Sant'Anna</i>	
VISÃO INTERNACIONAL	23
<i>Leeka Kheifets</i>	
PALAVRAS DO COORDENADOR	29
<i>Flávio Eitor Barbieri</i>	
CAPÍTULO 1	
CAMPO MAGNÉTICO NO AMBIENTE URBANO – LPH	55
<i>Mario Leite Pereira Filho e José Roberto Cardoso</i>	
CAPÍTULO 2	
CAMPOS MAGNÉTICOS NA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO – POPULAÇÕES EXPOSTAS E RISCO À SAÚDE	77
<i>Nelson Gouveia</i>	

CAPÍTULO 3

UM MÉTODO QUALITATIVO PARA AVALIAR A EXPOSIÇÃO
OCUPACIONAL A CAMPOS ELETROMAGNÉTICOS GERADOS POR
REDES DE DISTRIBUIÇÃO E LINHAS DE TRANSMISSÃO ELÉTRICAS 93

Ricardo Cordeiro

CAPÍTULO 4

CAMPOS MAGNÉTICOS DE BAIXA FREQUÊNCIA E
LEUCEMIA EM CRIANÇAS NO ESTADO DE SÃO PAULO 123

Victor Wünsch Filho

CAPÍTULO 5

PERCEPÇÃO DE RISCO DE CAMPOS ELÉTRICOS E
MAGNÉTICOS: EFEITOS DO *STRESS* E DE OUTRAS VARIÁVEIS 163

Marilda Emmanuel Novaes Lipp

SIGLAS

μT	MicroTesla
Abricem	Associação Brasileira de Compatibilidade Eletromagnética
Anatel	Agência Nacional de Telecomunicações
Aneel	Agência Nacional de Energia Elétrica
CEM	Campo eletromagnético
CID	Codificação Internacional de Doenças
CM	Campo magnético
CPCS	Centro Psicológico de Controle do Stress
CTEEP	Companhia de Transmissão de Energia Elétrica Paulista
DP	Desvio padrão
ELA	Esclerose lateral amiotrófica
ELF	Extremely low frequency (campo de frequência extremamente baixa)
EMF	Eletromagnetic fields (campos eletromagnéticos)
ESRI	Environmental Systems Research Institute
FFT	Fast Fourier Transform
G	Gauss

PREFÁCIO

José Thomaz Senise

Os seres humanos estão expostos há milênios ao campo magnético natural da Terra. Com o avanço da civilização, o homem passou a produzir campos magnéticos pela passagem de corrente elétrica em condutores.

Hoje em dia, onde quer que nos encontremos, dificilmente estamos livres de nos expormos a campos magnéticos produzidos por correntes elétricas que ativam eletrodomésticos, acendem lâmpadas, acionam motores elétricos e uma infinidade de outros dispositivos, além de distribuir e transportar energia elétrica em redes locais e em longas linhas de transmissão. A intensidade do campo magnético diminui com a distância dos condutores em que flui a corrente elétrica, mas, nas proximidades deles, pode atingir valores comparáveis ou superiores ao campo magnético terrestre.

Surge a dúvida: o campo magnético terrestre, praticamente estático, com pequena e lenta variação diária, não nos afeta (teríamos sido condicionados a ele e selecionados ao longo de muitas gerações?), mas o que dizer dos campos artificiais, estáticos ou rapidamente variáveis no tempo? Que efeitos provocam no corpo humano?

Perguntas como essas e outras relativas aos possíveis efeitos biológicos dos campos elétricos e magnéticos tornaram-se particularmente insistentes a partir da segunda metade do século XX, provocando um número exponencialmente crescente de trabalhos de pesquisa por pesquisadores individuais, órgãos nacionais de pesquisa governamentais e independentes e organizações internacionais.

Com base no exame crítico do grande volume de trabalhos publicados, foram elaboradas recomendações e normas legais que visam proteger a população contra os possíveis efeitos nocivos dos campos em questão.

Na época da fundação da Associação Brasileira de Compatibilidade Eletromagnética (Abricem) não havia norma brasileira para a proteção da população em geral às radiações não ionizantes. Formou-se um Grupo de Trabalho para estudar as normas de segurança em vigor em outros países e sugerir aos órgãos competentes a adoção de uma norma brasileira com critérios de proteção ocupacional e ambiental.

A publicação em 1998 das recomendações da International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP), referendadas pela Organização Mundial da Saúde (OMS), foi um marco decisivo para que a Abricem decidisse sugerir à Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel) a adoção dessas recomendações.

Restava uma lacuna, já que as recomendações adotadas pela Anatel referem-se a campos elétricos e magnéticos variáveis, com frequências de 9 kHz a 300 GHz, não abrangendo campos de frequência extremamente baixa (extremely low frequency – ELF), tais como os de 50 ou 60 Hz.

Nas últimas três décadas avolumaram-se resultados de pesquisas visando detectar uma relação entre a exposição a campos de ELF de baixa intensidade e algumas doenças, particularmente alguns tipos raros de câncer em crianças. As pesquisas concentraram-se na busca de comprovação dos efeitos do campo magnético, principalmente após a International Agency for Research on Cancer (IARC) ter incluído os campos magnéticos de ELF entre os agentes “possivelmente carcinogênicos”, tais como o café, os vegetais enlatados e os gases de escapamento dos carros a gasolina.

Estudos epidemiológicos envolvendo grande número de pessoas foram realizados em muitos países. Algumas iniciativas limitadas foram tomadas no Brasil, mas ainda faltava um estudo mais abrangente.

Mais uma vez coube à Abricem liderar a realização de um estudo que pudesse fornecer à população brasileira informações seguras, com fundamento científico, sobre os possíveis riscos da exposição a campos de ELF.

O Projeto EMF-SP, coordenado pela Abricem, contou com o apoio da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) e de outros órgãos governamentais, com a intensa participação de pesquisadores de vários institutos de ensino e pesquisa do estado de São Paulo e com a assessoria de conhecidos especialistas internacionais.

Os capítulos deste livro testemunham o trabalho sério, em profundidade, realizado por toda a equipe do projeto.

Parabéns à equipe e parabéns em especial à Abricem que, com muito esforço e dedicação de seus dirigentes e colaboradores, pôde alcançar mais um dos objetivos visados desde a sua fundação.

Observação:

Cabe aqui um parêntese. No tocante ao corpo humano e ao campo magnético (e elétrico), há muita confusão entre o que se entende por efeito, perigo e risco. Efeito é uma reação a uma causa, ou, no caso em pauta, à exposição a um campo magnético. Efeito biológico é uma reação (resposta) fisiológica, perceptível ou não. Esse efeito apresenta perigo se ficar demonstrado que é potencialmente nocivo à saúde. Por sua vez, risco é a probabilidade de consequências, afetando a saúde, decorrentes de um efeito que apresente perigo.

PALAVRAS DA ABRICEM

Leonel Sant'Anna

É com muita satisfação que a Associação Brasileira de Compatibilidade Eletromagnética (Abricem) apresenta esta obra de cunho científico, para a qual foram reunidos pesquisadores internacionalmente reconhecidos. Trabalhamos juntos durante seis anos, dos quais quatro foram dedicados exclusivamente às pesquisas, cujos resultados são apresentados nesta publicação.

A Abricem foi constituída em 1989, tendo um grupo de empresas da área eletroeletrônica como associadas. No decorrer dos primeiros cinco anos da sua constituição, a Abricem optou por trilhar o caminho da tecnologia diferenciada, sobretudo aquele voltado às medições dos campos eletromagnéticos e seus desdobramentos.

Foram firmados convênios com universidades e órgãos governamentais, criando-se uma capacitação técnica e científica, com a finalidade de propor regulamentações na área de eletromagnetismo.

Por ocasião da regulamentação 303 da Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel), a Abricem teve participação marcante, sendo consultada por essa agência para opinar sobre quais diretrizes deveriam ser adotadas quanto à exposição humana a campos eletromagnéticos de alta frequência.

Agora, também, com os resultados do Projeto EMF-SP, fortalecem-se ainda mais as posturas profissionais sempre adotadas pela Abricem. Podemos hoje afirmar que o Projeto EMF-SP foi o maior estudo realizado sobre esse tema na América do Sul, servindo também como contribuição da comunidade científica ao governo, que finalmente regulamentou esse polêmico assunto, por meio da lei 11.934.

Aproveitamos a oportunidade para prestar nossos agradecimentos:

- A todos os participantes diretos e indiretos do Projeto EMF-SP.
- Às concessionárias de energia que, por meio de seus representantes, nos forneceram os dados necessários para os trabalhos de pesquisas.
- Particularmente ao Laboratório de Integração e Testes do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE-LIT), que, mediante o convênio mantido, indicou a Abricem para conduzir esse importante projeto.

Assim, nossas expectativas são que esta obra possa trazer contribuições à comunidade em geral, cujo interesse focalize a questão da exposição humana a campos elétricos e magnéticos de baixa frequência.

VISÃO INTERNACIONAL

BUILDING NATIONAL CAPACITY WHILE
CONTRIBUTING TO THE INTERNATIONAL DATABASE

Leeka Kheifets

I. Introduction

Given the ubiquitous nature of electromagnetic fields (EMF), there is concern regarding their potential effect on health. Numerous health effects have been studied including cancer, reproductive disorders, as well as neurodegenerative and cardiovascular diseases. Cancer has received the most attention. The International Agency for Research on Cancer (IARC) classified magnetic fields as a “possible human carcinogen” based on the consistent epidemiologic studies and negative animal studies.

Overall, with over two decades of investigation on the relation of EMF to the risk of various diseases scientific community has resolved important scientific questions and narrowed the focus of future research. However there remain a number of uncertainties making it difficult to develop consistent

public health policies. Utilities all over the world have had difficulties in sitting new facilities. The value of safe, reliable and economic electricity for the society is undisputed. Thus research is needed to resolve remaining uncertainties and to develop policies that are protective of human health.

Development of the national programs to conduct such research is challenging, as it requires extensive knowledge of past and ongoing studies worldwide. Furthermore, national studies are limited by the availability and quality of data as well as national capacity and expertise. Such national programs should balance several goals, including obtaining unique regional exposure and disease data, especially data relevant to the development of policy; building national expertise and contributing to the large and complex international database. To be able to be most informative in the international context, these studies should focus on remaining scientific uncertainty while employing methods that minimize bias, incorporate state-of-the-art exposure assessment and have sufficient power to provide meaningful results.

II. Project EMF-SP

The project EMF-SP involved several epidemiologic and exposure assessment studies in the State of São Paulo. These studies were designed to evaluate possible effects of low frequency electric and magnetic fields on general populations and in the occupational setting. The Project involved leading institutions and scientists in the State of São Paulo and was managed by Abricem (other institutions include Escola Politécnica, Faculdade de Saúde Pública/USP, Faculdade de Medicina, Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE).

Special attention was given to designing best possible studies, including a plan and strategy for the completion of each study and publication of the results. Three studies are of particular importance and described in detail here: a case-control study of childhood leukemia, and GIS study of adult leukemia, brain cancer and ALS, and risk perception and communication study.

1. Case-control study of childhood leukemia

The disease for which the evidence of a link with EMFs is strongest, and also the disease which has been most investigated, is childhood leukemia. With over twenty studies reported, it is clear that yet another study of childhood leukemia of similar design couldn't provide new insights on the possible association between magnetic fields and childhood leukemia. However, given Brazilian expertise and data availability, case-control study of childhood leukemia study had the potential to be most methodologically rigorous. To enhance the study the project was supplemented with measurements to enhance its informativeness and to obtain information on prevalence of high exposure in Brazil.

The study encountered several problems, some typical for studies of this type, others more specific or acute for Brazil. Small numbers of highly exposed cases, and potential selection bias in studies requiring participation is common. In addition, lack of childhood cancer tumor registry presented additional challenge. Birth certificates, a source of control selection, were available only for the more recent years – 2000+), thus further reducing number of cases and limiting the age range to those less than 8 years of age. Most importantly, it is common in Brazil to move close to the treating hospital and subjects who moved post diagnosis were not included as it was impossible to conduct measurements in the homes where they lived prior to diagnosis. Participation between cases and controls was highly differential, due in part to use of birth certificates as a source of controls and the difficulty of tracing individuals. As a result, 94.2% of controls in the Brazilian study have lived in a single residence, compared to 54.0% of cases. Engaging female interviewers overcame additional difficulty of gaining access to residencies due to security reasons.

2. GIS study of adult leukemia, brain cancer and ALS

Data on health risks to adults and residential exposure to ELF-MF are sparse, with most studies of adults focusing on occupational exposures.

Residential studies of adult leukemia and brain cancer have not consistently found elevated risks, though with isolated findings of risks in some studies or for specific subtypes. For ALS data is even more problematic.

Recent publications renewed interest in assessing potential health risks for subject's who live close to transmission lines. As well, recent developments in Geographic Information Systems (GIS) have allowed a greater precision in estimating population exposure in such studies. To evaluate the association between distance of home address at the date of death to the nearest overhead transmission line a death certificate based case-control study of the adult mortality from leukemia, brain tumours and ALS in the Metropolitan Region of São Paulo – Brazil (MRSP) was undertaken.

Study of childhood leukemia would be preferable, however, as indicated earlier there is no tumor registry, and as the survival for childhood leukemia is better than 70% a mortality study of childhood leukemia would not be informative. The outcomes for this study (adult leukemia, brain cancer and ALS) were selected based on previous literature and because of a relatively complete reporting of these outcomes on the death certificates and because mortality for them, while not ideal, was considered to be an acceptable approximation of disease incidence.

While there is no obvious source of bias in the selection of cases and controls, cases were more likely to be white, better educated and more likely to be single. Using mortality instead of morbidity might introduce some bias. More important limitation is the assessment of exposure based on a single address at death, which could well lead to an information bias. While distance has the advantage of being relatively stable over the years and usually being less sensitive to changes (as is exposure from other sources such as availability and usage of electrical appliances), proximity to transmission lines is a poor predictor of magnetic fields. Furthermore, for adults occupational exposure might be more important than residential one. Finally, only limited adjustment for confounding is possible in a record based study.

3. Psychological aspects of risk perception of electric and magnetic fields

Concerns aroused by modern technology can be unreasonable. Risk perception is a complex question and for most people it is subjective and qualitative. The invisible and largely involuntary nature of EMF exposure, its production by infrastructure which may be unwelcome for other reasons, its presence within the sanctity of the home, association with radiation, at least in name, and the putative health outcome of cancer among children have all heightened public anxiety. Consequently, media coverage has sometimes been intense and the issue has been brought to a wide public awareness. Another important factor is the poor understanding that most people have about electricity and added apprehension due to the fact that it is not perceptible. The degree of trust that a person has in the risk regulators also seems to be a very important factor in determining risk perception. Thus any measures attempting to deal with ELF risk perception should consider local culture and the levels of stress in the population

To investigate the risk perception related to electric and magnetic fields in the Brazilian population as a function of a) living in a large city or small town, b) respondents' stress levels, c) level of trust in the risk regulators, and d) the level of control that respondents feel should be exercised a survey was initiated.

The questionnaire was tested. There were some difficulties in with data collection. One location presented a particular difficulty with recruitment and required change in methods and data collection by a local psychologist.

III. Discussion

Prior to the Project EMF-SP the Brazilian population and federal, state and municipal public agencies did not have access to rigorous studies on electric and magnetic fields exposure and their possible effects on human health, particularly based in Brazil. This Project was developed to fill this gap.

The majority of previous studies have been conducted in countries similar in terms of electrical practice and socioeconomic development: in

Europe and in North America. Such evidence as there is from other parts of the world (e.g. from Japan) is supportive, but there is no reliable evidence from developing countries and no information from South America. Thus the project provides unique data about EMF exposures in the Brazilian population and in developing countries not previously available.

In addition to providing relevant epidemiologic information on the potential health effects of EMF on human health, data from the childhood leukemia case-control study was included in the International pooling effort of the new studies of childhood leukemia. Novel information has also been collected on whether Brazilians perceive risk differently and what are important parameters that determine this perception and how this knowledge can contribute to the improved risk communication in Brazil.

Due in part to this project, Brazilian scientist participated and/or presented in several international meetings, including those of WHO, ISEE, International Workshops on Biological Effects of Electromagnetic Fields and EEL. Additional link with WHO was established, including web link from WHO web site to the project web site. Several workshops were also held in Brazil, these workshops included several government ministries as well as other stakeholders.

Additionally, national capacity was enhanced: Brazilian specialists participated in a multi-disciplinary studies and developed practical expertise in studies of on low-frequency electric and magnetic fields. In addition, several young scientists have been trained in environmental epidemiology and exposure assessment.

In conclusion, Project EMF-SP has accomplished its objectives: it provided important information on exposures in Brazil, it completed studies on potential health effects of EMF on human health, it contributed to the international pooling efforts, it provided input for risk assessment and policy development, and build national capacity and expertise.

PALAVRAS DO COORDENADOR

PROJETO EMF-SP: UM PROJETO DE P&D DA
ANEEL SOBRE EFEITOS DE 60 HZ DAS LINHAS
DE TRANSMISSÃO NA SAÚDE HUMANA

Flávio Eitor Barbieri

I. Introdução

Os efeitos da exposição a campos eletromagnéticos (CEMs) de 60 hertz (frequência classificada como extremely low frequency – ELF), gerados por instalações de energia elétrica, há muito têm sido colocados em questão pela sociedade, e centenas de pesquisas têm sido realizadas para avaliar sua associação a riscos para a saúde das pessoas.

A Organização Mundial da Saúde (OMS) considera que, para efeitos de longo prazo e níveis baixos de exposição a CEMs de ELF, não há evidências ainda conclusivas, embora recomende o aprofundamento de pesquisas e providências preventivas de baixo custo por parte das concessionárias.

Em função disso e da inexistência de pesquisas de peso sobre o assunto na América do Sul, foi aprovado pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) o Projeto EMF-SP, com o objetivo de realizar no estado de São Paulo pesquisas epidemiológicas e também pesquisas de avaliação de exposição e de percepção de risco que possam aclarar essa questão, bem como servir de referência para o Brasil e países vizinhos, e ainda para a OMS, como resultados de pesquisas em ambiente de países em desenvolvimento.

Assim, os objetivos gerais do Projeto EMF-SP foram:

- realizar estudos epidemiológicos sobre efeitos da exposição pública e ocupacional a CEMs de 60 Hz (linhas de transmissão e subestações);
- promover estudos de percepção de risco a EMF;
- fornecer informações sobre o nível de exposição a EMF em São Paulo e no Brasil;
- desenvolver capacitação de pesquisa nessa área;
- contribuir para o banco de dados internacional (OMS).

II. Organização do projeto

A organização do projeto foi a seguinte:



O projeto foi coordenado pela Abricem com a participação das principais instituições de pesquisa do estado de São Paulo (USP, Unicamp, PUC-Campinas, IPT, Politécnica, dentre outras), bem como com a colaboração das principais concessionárias de energia desse estado (Eletropaulo, CPFL, Bandeirante, Elektro e CTEEP). Seu desenvolvimento foi feito por meio de segmentos de pesquisa, denominados linhas de projeto (LPs), abordando a exposição a ELF e sua relação com: 1. leucemia infantil (LPC); 2. doenças em adultos (LPD); 3. acidentes do trabalho (LPE); 4. percepção de risco (LPF); e 5. perfis de exposição (LPH). Além disso, o projeto contou com a participação efetiva de uma assessora de epidemiologia reconhecida internacionalmente, a doutora Leeka Kheifets da Universidade da Califórnia, Los Angeles, EUA (UCLA/EUA).

III. Abordagem adotada

Os princípios metodológicos adotados foram os seguintes:

- Metodologia de pesquisa rigorosa:
 - Minimização de viés (*bias*, no inglês).
 - Potência de pesquisa adequada.
 - Qualidade da avaliação de exposição.
- Contribuição para o banco de dados internacional.
- Relevância para políticas de EMF no Brasil.
- Abertura à participação de todos os segmentos da sociedade brasileira.
- Independência dos resultados:
 - Condução do projeto isenta pela Abricem.
 - Organização aberta a questionamentos da comunidade científica.
- Participações estratégicas:
 - Ministério da Saúde.
 - Ministério de Minas e Energia.
- Projeto de P&D (Aneel): retratando o interesse da sociedade nas pesquisas.

- Protocolos adotados pela OMS: pareamento possível entre o Projeto EMF-SP e o projeto internacional da OMS (Internacional EMF Project).

IV. Pesquisas realizadas

As pesquisas realizadas pelo projeto foram as seguintes:

1. LPC (leucemia infantil):

1.1 Contexto da pesquisa

A International Agency for Research on Cancer (IARC) da OMS classificou os CMs de baixa frequência como “possivelmente cancerígenos para os humanos”, com base em estudos epidemiológicos que mostraram resultados indicativos, porém não conclusivos, dos efeitos dos campos magnéticos sobre leucemia em crianças. Tais estudos foram realizados em países da Europa e da América do Norte. Não há estudos na América do Sul. Assim, justifica-se a realização deste estudo no Brasil, considerando-se que o tema ainda é polêmico e, também, para que se possa conhecer essa situação na realidade brasileira.

1.2 Objetivos da pesquisa

- Avaliação da prevalência da exposição a CMs na população do estado de São Paulo. Essa informação é original, pois até o momento não há informações disponíveis sobre a exposição da população brasileira a diferentes níveis de CMs.
- Avaliação do risco de ocorrência de leucemia em crianças residentes a uma distância inferior a 50 m de linhas de transmissão de energia, distância apontada como de risco para leucemia em alguns estudos.
- Avaliação do risco de ocorrência de leucemia em crianças expostas em níveis iguais ou superiores a 0,3 microTesla (μT), nível apontado como de risco para leucemia em alguns estudos.

1.3 Metodologia

Para cumprir esses objetivos, foi estruturado um estudo epidemiológico do tipo caso-controle de base populacional no estado de São Paulo. Basicamente, nos estudos de casos-controles são recrutados casos da doença de interesse (aqui, leucemia linfocítica aguda – LLA) e, concomitantemente, são rastreados controles (crianças sem a doença de interesse). Posteriormente, os dois grupos são comparados em relação aos níveis de exposição de interesse (aqui, campos magnéticos).

Crianças com leucemia foram selecionadas em cinco hospitais da cidade de São Paulo e três hospitais no interior do estado. Os médicos entrevistaram a mãe da criança por meio de questionário e o enviaram via internet para a Faculdade de Saúde Pública da USP. Para cada criança doente foram rastreadas crianças-controles nas bases de nascidos vivos da Fundação SEADE. O objetivo era conseguir quatro crianças por caso para o estudo. As crianças-controles selecionadas deviam ter nascido na mesma época e na mesma cidade do caso, bem como ser do mesmo sexo do caso.

Visitaram-se os domicílios das crianças (casos e controles) e realizaram-se medições pontuais (três minutos) com dosímetro no exterior (na porta de entrada do domicílio) e em cada cômodo da casa; finalmente, foi realizada medição de 24 horas com o dosímetro colocado embaixo do local onde a criança dormia.

2. LPD (doenças em adultos)

2.1 Contexto da pesquisa

A possível relação entre exposição a CMs e efeitos nocivos à saúde tem suscitado uma preocupação sobre o tema e estimulado a produção de estudos para investigar essa hipótese. Diante da importância do assunto para a saúde pública e das incertezas existentes na avaliação do risco associado à exposição aos CMs, e levando-se em conta a escassez de estudos sobre esse tema no Brasil,

este trabalho buscou estimar a prevalência de exposição residencial a CM e avaliar a associação entre exposição a CM e mortalidade por leucemia, neoplasia do sistema nervoso central (SNC) e esclerose lateral amiotrófica (ELA) em alguns municípios do estado de São Paulo.

2.2 Objetivos da pesquisa

- Estimar a prevalência de exposição residencial a ELF.
- Avaliar a associação entre exposição a ELF e mortalidade por leucemia, neoplasia do SNC e ELA em alguns municípios do estado de São Paulo.

2.3 Metodologia

Para cumprir esses objetivos, informações sobre linhas de transmissão (LTs) foram fornecidas pelas concessionárias de energia e mapeadas por meio de um programa de sistema de informação geográfica (SIG).

Corredores com CM $\geq 0,3\mu\text{T}$ foram calculados pela LPH e demarcados ao longo das LTs. Sua largura variou conforme tensão da linha (em kV). Dados demográficos e socioeconômicos foram obtidos por meio do censo 2000 e incluídos no SIG em outra camada, para o estudo de prevalência.

O risco para mortalidade por leucemia, neoplasia do SNC e ELA foi avaliado em um estudo do tipo caso-controle. O grupo de casos foi constituído a partir do total de óbitos pelas causas especificadas acima, ocorridos na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), no período de 2000 a 2005. O grupo controle foi selecionado a partir de uma amostra de óbitos ocorridos por outras causas, no mesmo período. O risco foi avaliado a partir da comparação das distâncias das residências para as LTs e da indução magnética calculada para cada caso e controle.

3. LPE (acidentes de trabalho)

3.1 Contexto da pesquisa

Existem dúvidas de que a exposição a CEMs de baixa frequência, juntamente com outras agressões, pode causar agravos à saúde humana, tais como leucemias e outros tipos de cânceres, doenças neurológicas degenerativas e depressão.

Os eletricitários constituem uma parcela da população particularmente exposta a CEMs, pois, além da exposição comum a que estão submetidos em suas casas, nas ruas e demais ambientes em geral, também estão sob a influência de CEMs ao desenvolverem suas atividades profissionais diariamente.

Devido à grande diversidade das atividades profissionais dos eletricitários, bem como à diversidade dos postos de trabalho em que atuam, quantificar e acompanhar ao longo do tempo a exposição a que cada um está submetido é tarefa bastante complexa e onerosa.

3.2 Objetivos da pesquisa

- Estimar a exposição ocupacional a ELF dos eletricitários de concessionárias de São Paulo.
- Avaliar a associação entre exposição a ELF e riscos de acidentes.

3.3 Metodologia

Para cumprir esses objetivos, esta linha de pesquisa desenvolveu um instrumento qualitativo que visa identificar o volume de exposição ocupacional a CEMs a que cada um dos eletricitários das concessionárias paulistas está submetido em suas atividades profissionais diárias. Com base na experiência de técnicos familiarizados com as diferentes configurações de trabalho em empresas distribuidoras de energia elétrica, foi elaborado um método qualitativo, que, a partir de informações sobre tensão e intensidade de corrente dos inúmeros circuitos elétricos envolvidos nas tarefas laborais, bem como a distância, a frequência e o tempo de exposição a eles, constituiu um protocolo capaz de estimar, em termos relativos, a exposição ocupacional a CEMs decorrente do trabalho em redes de distribuição e linhas de transmissão elétricas.

Além disso, esta linha de pesquisa acompanhou, por mais de um ano, um grupo de 1.600 eletricitários paulistas, aplicando esse método de estimação de exposição e monitorando alguns indicadores a fim de estudar a possibilidade de associação entre exposição a CEMs e a ocorrência de acidentes do trabalho.

4. LPF (percepção de risco):

4.1 Contexto da pesquisa

Questão central: Desde seu surgimento, os efeitos da exposição a CEMs de 60 Hz (ELF), gerados por LTs de energia elétrica, têm amedrontado o público leigo. Poucas pesquisas existem no Brasil tentando avaliar a congruência entre riscos reais e a percepção de risco do público.

Referencial: A modernidade trouxe consigo uma demanda muito grande dos serviços que a tecnologia atual permite oferecer. Tal demanda incentiva e exige novas descobertas e uma disponibilidade cada vez maior de serviços tornados possíveis pelas especializações. Devido à possibilidade de riscos, a OMS recomenda a adoção dos limites de segurança de exposição a ELF estabelecidos pela International Commission for Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) e recomenda medidas preventivas por parte das concessionárias. É importante também evitar receios infundados e excessivos por parte da população que poderiam retardar o progresso e desencadear crises sociais desproporcionais ao risco verdadeiro.

Conceitos: Existem pesquisas internacionais que mostram como o povo de vários países percebem o risco de exposição a ELF e que servem de base social para a implantação de campanhas de esclarecimento quanto aos riscos reais. É importante que o público tenha conhecimento sobre o risco real a fim de que possa fiscalizar e exigir o respeito aos parâmetros mundialmente aceitos, mas a percepção errônea ou exagerada pode também ser um elemento cerceador do progresso e bem-estar da sociedade.

Desafio: Devido à escassez de dados sobre como o povo brasileiro percebe os riscos de exposição, torna-se importante verificar qual o nível dessa percepção com o intuito de que os resultados possam servir de referência para

ações de esclarecimento para o Brasil e outros países em desenvolvimento. Sendo assim, o presente estudo teve como objetivo investigar a percepção de risco relacionada a CEMs de baixa frequência na população brasileira.

Organização: O projeto é parte de uma pesquisa mais ampla conduzida pela Abricem, no período de 2005 a 2009, com recursos isentos de P&D alocados pela Aneel, com a colaboração das principais concessionárias de São Paulo. Contou com a participação de cinco psicólogas do Centro Psicológico de Controle do Stress (CPCS) que utilizaram uma metodologia científica a fim de garantir a representatividade dos resultados.

4.2 Objetivos da pesquisa

- Investigar a percepção de risco relacionada a CEMs de baixa frequência na população brasileira.
- Dar subsídios sobre formas efetivas de comunicação de risco.

4.3 Metodologia

Para cumprir esses objetivos, 600 adultos de dez cidades diferentes, sendo metade de grande porte e metade de porte menor em termos populacionais, foram entrevistados e testados. O objetivo foi verificar qual a percepção de risco que eles tinham quanto a CEMs de baixa frequência e se essa percepção era afetada pelo tamanho da cidade em que viviam, seu nível de *stress* emocional e outros fatores, tais como idade, sexo, estado civil e nível educacional. Critérios metodológicos foram seguidos e testes validados foram utilizados assegurando a fidedignidade dos dados coletados.

5. LPH (perfis de exposição)

5.1 Contexto da pesquisa

A quantificação dos valores de exposição humana a CM proveniente de LTs de alta tensão é um desafio no ambiente urbano, dada a quantidade de linhas, a variação dos regimes de tensão e de carga e a grande área de cobertura

envolvida. Diante da necessidade de efetuar essa quantificação para estudos epidemiológicos e de prevalência da exposição, a proposta é construir um sistema de informações georreferenciado (SIG) com as informações técnicas e trajetos de cada linha e, com o uso de uma ferramenta computacional dedicada, calcular o valor do CM em um dado local de interesse, considerando a contribuição de todas as linhas do entorno, bem como a distância desse ponto à LT mais próxima.

5.2 Objetivos da pesquisa

- Construir um SIG com as informações técnicas e trajetos de cada linha; e, com o uso de uma ferramenta computacional dedicada.
- Calcular o valor do CM em um dado local de interesse, considerando a contribuição de todas as linhas do entorno, bem como a distância desse ponto à LT mais próxima.

5.3 Metodologia

Para atingir esses objetivos, empregou-se a seguinte metodologia:

- Investigação dos parâmetros técnicos necessários para cálculo do campo;
- Projeto de um SIG que contemple as informações necessárias;
- Obtenção e validação dos dados técnicos e de trajeto das LTs de alta tensão;
- Desenvolvimento de uma ferramenta de cálculo de CM a partir das informações do SIG e das coordenadas do local para o cálculo;
- Execução de um projeto piloto juntamente com a LPD para validar o georreferenciamento e a ferramenta de cálculo, incluindo sensibilidade quanto a questões de incerteza no georreferenciamento, catenária da linha e topografia do local;
- Construir o SIG com dados de todas as concessionárias envolvidas;
- Calcular os campos e distâncias nos locais de interesse da LPC e LP.

V. Principais resultados

Foram alcançados diversos resultados compatíveis com as atuais pesquisas mundiais nas áreas de: avaliação de riscos de ELF quanto a doenças mais prováveis, avaliação da percepção de risco da população a ELF, associação entre ELF e acidentes do trabalho e prevalência de exposição a ELF em São Paulo.

Uma síntese dos resultados por LP é apresentada a seguir:

1. LPC (leucemia infantil)

- A população de crianças do estado de São Paulo exposta a níveis de CMs iguais ou superiores a 3,0 mG no interior das residências (avaliações por 24 horas) é de 6,0%. A prevalência de exposições a esse nível de CMs é maior nos municípios que compõem a RMSP (7,7%) e bem menor entre a população residente no conjunto dos demais municípios do estado (1,4%);
- A prevalência de exposição a CMs em níveis iguais ou superiores a 3,0 mG é maior no exterior que no interior das residências, possivelmente como decorrência dos CMs gerados pelas linhas de distribuição de energia elétrica, comuns no meio urbano;
- Crianças que residiam de 100 a 199 m de LTs de energia na RMSP apresentaram associação discretamente mais elevada, não estatisticamente significativa, com LLA quando comparadas com aquelas que residiam a 600 m ou mais de alguma LT de energia;
- Crianças do estado de São Paulo expostas a níveis de CMs iguais ou superiores a 3,0 mG apresentaram discreta associação, não estatisticamente significativa, com LLA em relação àquelas expostas a níveis menores que 1,0 mG;
- Tanto na análise da exposição pela distância das residências em relação a LTs de energia quanto na avaliação por meio das medições com dosímetro no interior das residências não se observaram efeitos dose-resposta com a incidência de LLA, ou seja, não se observou

tendência de aumento do risco de LLA nos estratos com níveis crescentes de exposição a CMs;

- Os resultados obtidos neste estudo, com riscos relativos tênues e não significativos estatisticamente, e ausência de efeito dose-resposta, não permitem aceitar a relação entre exposição a CMs e incidência LLA em crianças como causal.

2. LPD (doenças em adultos)

Os resultados encontrados sugerem um aumento do risco para leucemia entre os sujeitos mais expostos a ELF, e esse resultado está de acordo com a literatura sobre o tema. A associação encontrada aparece com consistência ao longo das pesquisas realizadas e não foi identificada na literatura uma explicação alternativa para esse resultado, como erros sistemáticos ou fatores de confusão.

Se, por um lado, a falta de um modelo biológico para explicar essa associação é um questionamento frequente na interpretação dos resultados, por outro, para se compreender ou refutar o papel do acaso como explicação para a associação encontrada, são necessárias novas pesquisas sobre o tema.

Este estudo representou a aplicação de uma metodologia robusta para a investigação dos efeitos à saúde provocados pela exposição residencial a ELF, o que permite a comparação dos dados observados com resultados de outros estudos. Além disso, a realização do estudo numa grande metrópole como São Paulo permitiu a inclusão de um número grande de casos, garantindo maior poder estatístico ao trabalho.

3. LPE (acidentes de trabalho)

Como principal resultado deste trabalho, pode-se citar a proposição de uma metodologia que permite classificar a “exposição ocupacional” em cinco “graus” possíveis em ordem crescente de intervalos de intensidades e densidades de campos “elétricos e magnéticos” e decorrentes especificamente

das atividades executadas diretamente nas redes e linhas de distribuição de 60 Hz, ou ainda nas suas proximidades. Dessa forma, uma matriz de exposição ocupacional (MEO) foi desenvolvida como um instrumento para estimar o grau de exposição ocupacional dos trabalhadores frente aos campos elétrico e magnético de baixa frequência (60 Hz).

A partir da realização deste trabalho, pode-se propor a elaboração de novos estudos comparativos em relação à aplicação das teorias e dos procedimentos adotados na MEO, resultados qualitativos ou quantitativos reconhecidos, na aplicação em outros segmentos e também, na busca de alternativas que sejam práticas, consistentes tecnicamente, compatíveis com os parâmetros estabelecidos e viáveis no sentido de sua aplicação e abrangência.

4. LPF (percepção de risco):

A análise global dos resultados desperta preocupação quanto ao modo como o povo brasileiro possa estar percebendo a exposição aos CEMs: a maioria dos participantes desta pesquisa não confia no governo para implantar e fiscalizar medidas protetoras quanto ao risco; aproximadamente um quarto deles não confia nas empresas responsáveis pela regulação dos riscos; um número grande pensa nisso com frequência e sente que não há necessidade de tantas instalações de LTs; e alguns acham que tal instalação deveria ser parada completamente. Embora um consenso na sociedade não seja possível, ou mesmo desejável, os resultados indicam a necessidade de implantar um programa de educação quanto ao risco de exposição às LTs e indicam que a atual percepção de risco e os sentimentos de desconforto emocional diante dele devem ser levados em consideração antes da instalação de novas linhas. A comunicação sobre o risco deve dar atenção às cognições do povo, uma vez que um grande número de participantes da amostra se preocupa com o assunto, o que pode gerar conflitos sociais em razão da ubiquidade dos CEMs na sociedade atual.

5. LPH (perfis de exposição)

O trabalho atingiu plenamente os objetivos almejados, preparando o SIG que integrou o trajeto e os dados técnicos das concessionárias envolvidas, incorporando dados da Eletropaulo, Bandeirante, Furnas, CTEEP, CPFL e Elektro.

Desenvolveu-se uma metodologia formalizada e validada para o cálculo da indução magnética proveniente de toda a rede de LTs, e não apenas de uma LT individual.

O cálculo de distância à LT mais próxima dos casos-controles e o valor da indução magnética na posição dos casos-controles foram realizados para o município de São Paulo (MSP) e a RMGSP.

Os corredores (*buffers*) em redor das LTs onde o valor da indução é maior que $0,3 \mu\text{T}$ foram calculados para o MSP e para a RMGSP.

VI. Comentários finais

1. LPC (leucemia infantil):

A população de crianças do estado de São Paulo exposta a níveis de CMs iguais ou superiores a $3,0 \text{ mG}$ no interior das residências (avaliações por 24 horas) é de $6,0\%$. A prevalência de exposições a esse nível de CMs é maior nos municípios que compõem a RMSP ($7,7\%$) e bem menor entre a população residente no conjunto dos demais municípios do estado ($1,4\%$).

- A prevalência de exposição a CMs em níveis iguais ou superiores a $3,0 \text{ mG}$ é maior no exterior que no interior das residências, possivelmente como decorrência dos CMs gerados pelas linhas de distribuição de energia elétrica, comuns no meio urbano.
- Crianças que residiam de 100 a 199 m de LTs de energia na RMSP apresentaram associação discretamente mais elevada, não

estatisticamente significativa, com LLA, quando comparadas com aquelas que residiam a 600 m ou mais de alguma LT de energia.

- Crianças do estado de São Paulo expostas a níveis de CMs iguais ou superiores a 3,0 mG apresentaram discreta associação, não estatisticamente significativa, com LLA em relação àquelas expostas a níveis menores que 1,0 mG.
- Tanto na análise da exposição pela distância das residências em relação a LTs de energia quanto na avaliação por meio das medições com dosímetro no interior das residências não se observaram efeitos dose-resposta com a incidência de LLA, ou seja, não se observou tendência de aumento do risco de LLA nos estratos com níveis crescentes de exposição a CMs.
- Os resultados obtidos neste estudo, com riscos relativos tênues e não significativos estatisticamente e ausência de efeito dose-resposta, não permitem aceitar a relação entre exposição a CMs e incidência de LLA em crianças como causal.

2. LPD (doenças em adultos)

Em relação ao risco para câncer do SNC e ELA, o presente estudo apontou resultados menos consistentes. Tanto a análise do risco incluindo apenas a variável distância como as análises incluindo as variáveis sociodemográficas encontraram um pequeno aumento do risco entre indivíduos que moravam em categorias intermediárias de distância para as LTs, mas não nas categorias mais próximas. Além disso, nenhum dos resultados encontrados foi estatisticamente significativo.

A análise realizada com a indução magnética calculada para cada domicílio dos casos e controles revelou resultados semelhantes, com um aumento do risco apenas para mortes por leucemia entre aqueles com maior exposição aos CMs. Esse resultado, porém, não foi estatisticamente significativo.

Se, por um lado, a falta de um modelo biológico para explicar essa associação é um questionamento frequente na interpretação dos resultados,

por outro, são necessárias novas pesquisas sobre o tema para se compreender ou refutar o papel do acaso como explicação para a associação encontrada. Um dos fatores a serem considerados quando se estima o risco de desenvolver doenças neurodegenerativas e câncer é o período que o indivíduo fica exposto a fatores que aumentam sua suscetibilidade à ocorrência desses desfechos. Essas doenças envolvem um longo período de latência antes do seu surgimento. No caso da exposição aos CMs gerados pelas LTs na RMSP, a visita de campo (e as entrevistas realizadas) avaliou que o tempo médio de moradia do indivíduo no local foi de 22 anos, e cerca de 65% deles moraram no endereço por mais de dez anos antes de falecerem, o que indica um período relevante de exposição. Embora essa subamostra da população do estudo não possa ser considerada como representativa do total dos casos e controles, os resultados encontrados estão de acordo com a média de 14 anos descrita em um estudo da mobilidade residencial intraurbana na RMSP.

Este estudo representou a aplicação de uma metodologia robusta para a investigação dos efeitos à saúde provocados pela exposição residencial a CM, o que permite a comparação dos dados observados com resultados de outros estudos. Além disso, a realização do estudo numa grande metrópole como a RMSP permitiu a inclusão de um número grande de casos, garantindo um maior poder estatístico ao trabalho.

3. LPE (acidentes de trabalho)

O método desenvolvido permite estimar, em um grupo de profissionais, o grau de exposição a CEMs a que um trabalhador está submetido em relação aos demais trabalhadores do grupo.

É interessante observar que alguns funcionários administrativos apresentam exposição superior a alguns eletricitas e técnicos de manutenção. Obviamente, esses funcionários administrativos não atuam diretamente em redes de distribuição e linhas de transmissão elétricas. Sua exposição relativamente alta ocorre devido à localização de seus escritórios, situados em regiões próximas a linhas e redes.

Conforme explicitado nos objetivos deste estudo, a MEO aqui apresentada aplica-se exclusivamente a trabalhadores expostos a CEMs gerados por redes de distribuição e linhas de transmissão elétricas. A exposição gerada por equipamentos – tais como disjuntores, capacitores, transformadores – não é analisada por este método devido à complexidade dos CEMs nas adjacências desses aparelhos.

Como mostram os exemplos apresentados, este método é de fácil aplicação e pode ser usado como um instrumento auxiliar em avaliações de exposições ocupacionais com fins preventivos e normativos.

4. LPF (percepção de risco):

O presente estudo teve como objetivo investigar a percepção de risco relacionada a CEMs de baixa frequência na população brasileira em função: a) de residir em uma metrópole ou em uma cidade pequena; b) do nível de *stress* pessoal detectado; c) do grau de confiança nos órgãos encarregados do controle dos riscos envolvidos; e d) do nível de controle que os respondentes acreditam que deva ser mantido na área. Os resultados fazem uma contribuição para o conhecimento e aprimoramento das maneiras de avaliação de risco a fim de proporcionar a redução do medo desnecessário ou exagerado acerca da exposição aos CEMs de baixa frequência em adultos. Seiscentos adultos, metade residentes de cidades grandes e metade residentes de cidades pequenas, participaram da pesquisa respondendo a um questionário sobre: 1) percepção de risco associada aos campos eletromagnéticos; 2) confiança no governo para proteger o povo do risco de exposição; 3) nível de conforto emocional frente à exposição às linhas de transmissão elétrica; 4) e confiança nas concessionárias. Adicionalmente, foi aplicado o Inventário de Sintomas de Stress para Adultos de Lipp (ISSL) com o intuito de identificar o nível de *stress* dos respondentes. Os dados indicaram que a maioria dos participantes (51,59%) deste estudo não confia que o governo tome as medidas necessárias para controlar os riscos; 28,05% não confiam nas concessionárias quanto ao controle de exposição excessiva; 33% sentem que não há um controle adequado do risco; e 17%

pensam que a instalação de LTs é excessiva, devendo-se parar com sua colocação. Os dados mostram a necessidade de implementar um programa de educação quanto aos riscos reais que leve em consideração o modo de pensar e sentir do povo brasileiro antes de instalar novas LTs. As campanhas educativas devem incorporar o conhecimento sobre a cognição e cultura do povo e levar em consideração seus sentimentos. A preocupação revelada sobre os CEMs por um grande número de pessoas entrevistadas pode vir a se tornar um empecilho para o progresso nessa área, uma vez que essas pessoas poderão eventualmente se colocar contra o desenvolvimento de novas linhas. Os dados obtidos podem colaborar na compreensão do que se deveria incluir nas campanhas de esclarecimento sobre os riscos reais associados aos CEMs de baixa frequência.

5. LPH (perfis de exposição)

O trabalho da LPH atingiu plenamente os objetivos propostos, preparando, juntamente com a LPD, o sistema georreferenciado que integrou o trajeto e os dados técnicos das concessionárias envolvidas, incorporando dados da Eletropaulo, Bandeirante, Furnas, CTEEP, CPFL e Elektro.

Desenvolveu-se uma metodologia formalizada e validada para o cálculo da indução magnética proveniente de toda a rede de LTs, e não apenas de uma LT individual.

O cálculo de distância à LT mais próxima dos casos-controles e o valor da indução magnética na posição dos casos-controles foram realizados para o MSP e a RMGSP.

Os corredores em redor das LTs onde o valor da indução é maior que $0,3 \mu\text{T}$ foram calculados para o MSP e para a RMGSP.

6. Projeto EMF-SP em geral

Os resultados alcançados pelo Projeto EMF-SP são compatíveis com as atuais pesquisas mundiais e especificamente para o contexto brasileiro possibilitaram:

- avaliação de riscos de ELF quanto a doenças mais prováveis;
- avaliação da percepção de risco a ELF da população;
- associação entre ELF e acidentes de trabalho e
- prevalência de exposição a ELF em São Paulo.

Os principais desdobramentos possíveis são:

- aumento da competência e diálogo na área de ELF;
- realização de outras pesquisas correlatas;
- melhor gestão dessa questão pelas concessionárias;
- embasamento das autoridades quanto à regulamentação e
- contribuição para a educação da população geral e ocupacional sobre esse tema.

Referências bibliográficas

- Ahlbom, I.C.; Cardis, E.; Linei, M.; Savitz, D. e Swerdlow, A. (2001). “Review of the epidemiologic literature on EMF and health”. *Environ. Health Perspect.*, 109 (supl. 6), pp. 911-933.
- Bartholo, A. (2001). “Avaliação de níveis de campos elétricos e magnéticos em instalações elétricas”. Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica (SNPTEE).
- Cardoso, J.R.; Sartori, C.A. e Pereira Filho, M.L. (2001). “Caracterização do ambiente eletromagnético ELF nas vizinhanças de subestação de 88 kV”. XVI SNPTEE – Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica (CD). Campinas.
- Christensen, H.C.; Schuz, J.; Kosteljanetz, C.; Poulsen, H.S.; Thomsen, J. e Johansen, C. (2002). “Cellular telephone use and risk of acoustic neuroma”. *Am. J. Epidemiol.*, 159, pp. 277-283.

- Davis, S.; Mirick, D.K. e Stevens, R.H. (2002). “Residential magnetic fields and the risk of breast cancer”. *Am. J. Epidemiol.*, 155, pp. 446-454.
- Draper, G.; Vincent, T.; Kroll, M.E. e Swanson, J. (2005). “Childhood cancer in relation to distance from high voltage power lines in England and Wales: A case-control study”. *BMJ*, 330(7.503), pp. 1.290-1.295.
- Feychting, M.; Ahlbom, A. e Kheifets, L. (2005). “EMF and health”. *Annual Review of Public Health*, 26, pp. 165-189.
- Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE) (2008). Município de São Paulo – MSP. [Internet.] São Paulo. [Citado em set. 2008.] Disponível em <http://www.seade.sp.gov.br/produtos/msp/index.php>.
- Gouveia, N. e Habermann, M. (2007). “Justiça ambiental e exposição aos campos eletromagnéticos da linha de transmissão de energia Sul-Bandeirantes nos distritos Itaim Bibi e Campo Belo, São Paulo/SP”. *Geografia*, 32(2), pp. 335-348.
- Guénel, P.; Nicolau, J.; Imbernom, E.; Chevalier, A. e Goldberg, M. (1996). “Exposure to 50-Hz electric field and incidence of leukemia, brain tumors, and other cancers among french electric utility workers”. *Am. J. Epidemiol.*, 144, pp. 1.107-1.121.
- Hakansson, N.; Gustavsson, P.; Sartre, A. e Floderus, B. (2003). “Occupational exposure to extremely low frequency magnetic fields and mortality from cardiovascular disease”. *Am. J. Epidemiol.*, 158, pp. 534-542.
- Heath, C.W. Jr. (1996). “Electromagnetic field exposure and cancer: A review of epidemiologic evidence”. *Ca. Cancer J. Clin.*, 46, pp. 29-44.
- Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. (IEEE) – <http://www.ieee.org>.
- Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. (IEEE). International Committee on Electromagnetic Safety – <http://grouper.ieee.org/groups/scc28/index.html>.

- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2000). Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2000/default.shtm>. Acesso em 9 out. 2008.
- International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) (1998). “Guidelines for limiting exposure to time varying electric, magnetic and eletromanetic fields (up to 300 GHz)”. *Health Physics*, v. 74, n. 4.
- International Electrotechnical Commission (IEC) – <http://www.iec.ch>.
- International Electrotechnical Comission. Measurement of power frequency electric fields. IEC-833/1987.
- Johansen, C. e Olsen, J.H. (1998). “Risk of cancer among danish utility workers: A nationwide cohort study”. *Am. J. Epidemiol.*, 147, pp. 548-555.
- Kheifets, L.I. (2001). “Electric and magnetic field exposure and brain cancer: A review”. *Bioelectromagnetics Supplements*, 5, pp. 120-131.
- (2002). EMF and cancer: Epidemiologic evidence to date. [Internet.] [Citado em 9 jun. 2008.] Disponível em http://www.who.int/peh-emf/meetings/southkorea/en/Leeka_Kheifets.pdf.
- Kliukiene, J.; Tynes, T. e Andersen, A. (2004). “Residential and occupational exposures to 50-Hz magnetic fields and breast cancer in women: A population-based study”. *Am. J. Epidemiol.*, 159(9), pp. 852-861.
- Lagroye, I.; Haro, E.; Ladevèze, E.; Billaudel, B.; Taxile, M. e Veyret, B. (2007). “Effects of GSM-1800 exposure on radical stress in rat brain”. *Eighth International Congress of the European Bioelectromagnetics Association*. Bordeaux, França. (Abstract book)
- Lagroye, I.; Haro, E.; Ladevèze, E.; Madelon, C.; Billaudel, B.; Taxile, M. e Veyret, B. (2007). “Effects of mobile telephony signals exposure on radical stress in the rat brain”. In: *Twenty-ninth annual technical meeting of the Bioelectromagnetics Society*. Kanazawa, Japão. (Abstract book)

- Li, C.Y.; Thériault, G. e Lin, R.S. (1996). “Epidemiological appraisal of studies of residential exposure to power frequency magnetic fields and adult cancers”. *Occup. Environ. Med.*, 53, pp. 505-510.
- Linnet, M.S.; Hatch, E.E.; Kleinerman, R.A.; Robinson, L.L.; Kaune, W.T.; Friedman, D.R.; SEVERSON, R.K.; Haines, C.M.; Hartsock, C.T.; Niwa, S.; Wacholder, S. e Tarone, R.E. (1997). “Residential exposure to magnetic fields and acute lymphoblastic leukemia in children”. *New Eng. J. Med.*, 337, pp. 1-7.
- Linnet, M.S.; Wacholder, S. e Zahm, S.H. (2003). “Interpreting epidemiologic research: Lessons from studies of childhood cancer”. *Pediatrics*, 112(1), pp. 218-232.
- Lowenthal, R.M.; Tuck, D.M. e Bray, I.C. (2007). “Residential exposure to electric power transmission lines and risk of lymphoproliferative and myeloproliferative disorders: A case-control study”. *Intern. Med. J.*, 37(9), pp. 614-619.
- Matasar M.J.; Ritchie, E.K.; Consedine, N.; Magai, C. e Neugut, A.I. (2002). “Incidence rates of acute promyelocytic leukemia among hispanics, blacks, asians, and non-hispanic whites in the National Institute of Environmental Health Sciences (NIEHS)”. *EMF associated with the use of electric power. Questions and Answers* [internet]. NIEHS/DOE EMF RAPID Program. [Citado em jun. 2007.] Disponível em <http://www.niehs.nih.gov/health/topics/agents/emf/docs/emf2002.pdf>.
- Michaelis, J.; Schüz, J.; Meinert, R.; Menger, M.; Grigat, J.P.; Kaatsch, P. e Kärner, H. (1997). “Childhood leukemia and electromagnetic fields: Results of a population-based case-control study in Germany”. *Cancer Causes and Control*, 8, pp. 167-174.
- Miller, A.B.; To, T.; Agnew, D.A.; Wall, C. e Green, L.M. (1996). “Leukemia following occupational exposure to 60-Hz electric fields among Ontario electric utility workers”. *Am. J. Epidemiol.*, 144, pp. 150-160.

- Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora de Segurança e Saúde no Trabalho – NR9. Programa de Prevenção de Riscos Ambientais. Brasil.
- Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora de Segurança e Saúde no Trabalho – NR15. Atividades e Operações Insalubres. Brasil.
- Ministry of Telecommunications 2001-670: L.32-12: Authorization of exploitation of public areas in respect to health and environment protection. 2001. França.
- National Academy of Science/National Research Council (1996). *Possible health effects of exposure to residential electric and magnetic fields*. Washington, DC: National Academy Press.
- National Institute of Environmental Health Sciences (NIEHS) (2002). “EMF-Electric and magnetic fields associated with the use of electric power”. Questions & Answers. Estados Unidos.
- National Radiological Protection Board. “Electromagnetic fields and the risk of cancer. Summary of the views of the Advisory Group on Non-ionizing Radiation on epidemiological studies published since its 1992 report”. Chilton, Inglaterra: National Radiological Protection Board; NRPB Documents 4(5).
- Pereira Filho, M.L. (2001). “Campos eletromagnéticos devidos a sistemas de energia elétrica”. *In: Workshop Nacional Efeitos Biológicos Devidos à Ação de Campos Eletromagnéticos*. São Paulo, v. 1.
- Pereira Filho, M.L. e Cardoso, J.R. (2002). “Seminário Nacional sobre os efeitos à saúde relacionados à exposição campos eletromagnéticos na geração, transmissão e distribuição de energia elétrica”. *In: Seminário Nacional sobre os efeitos à saúde relacionados à exposição humana a campos eletromagnéticos, gerados por linhas de transmissão de energia elétrica*. Brasília, v. 1.
- _____ (2006). “A Coupled 3D CSM BEM software tool to evaluate ELF fields near power lines”. *In: International Conference on*

Electromagnetic Fields, Health and Environment – EHE 2006, Ilha da Madeira, Funchal. Proceedings of International Conference on Electromagnetic Fields, Health and Environment – EHE 2006.

- _____. (2007). “Magnetic field exposure from multiple overhead transmission line in urban utilities corridor”. In: EHE 07 2nd International Conference on Electromagnetic Fields, Health and Environment. Wroclaw, pp. 1-5.
- Pereira Filho, M.L.; Sartori, C.A.F. e Cardoso, J.R. (2001). “Caracterização do ambiente eletromagnético ELF nas vizinhanças de subestação de 88 kV”. XVI SNPTTE – Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica. Sessão Técnica Especial de Interferências, Compatibilidade Eletromagnética e Qualidade de Energia. Campinas. Brasil.
- Pereira Filho, M.L.; Sartori, C.A.F.; Cardoso, J.R. e Alvarenga, B. (2001). “Avaliação de ambiente eletromagnético em área industrial próxima a uma linha de transmissão de 345 kV”. In: IV SBQEE – Seminário Brasileiro sobre Qualidade da Energia Elétrica. Porto Alegre, v. 2001, pp. 343-346.
- Polk, C. e Postow, E. (1996). *Biological effects of electromagnetic fields*. 2^a ed. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Preston-Martin, S.; Navidi, W.; Thomas, D.; Lee, P.J.; Bowman, J. e Pogoda, J. (1996). “Los Angeles study of residential magnetic fields and childhood brain tumors”. *Am. J. Epidemiol.*, 143, pp. 105-119.
- Preston-Martin, S.; Gurney, J.G.; Pogoda, J.M.; Holly, E.A. e Mueller, B. (1996). “Brain tumor risk in children in relation to use of electric blankets and water bed heaters: Results from the United States West Coast Childhood Brain Tumor Study”. *Am. J. Epidemiol.*, 143, pp. 1.116-1.122.
- Preston-Martin, S.; Munir, R. e Chakrabarti, I. (2006). “Nervous system”. In: Schottenfeld, D. e Fraumeni, J.F. (2006). *Cancer epidemiology and prevention*. 3^a ed. Nova York: Oxford University Press, pp. 1.173-1.195.

- Qkuno, E. (2000). “Efeitos biológicos dos campos eletromagnéticos”. In: Senise, J.T. (ed.). *Diretrizes gerais para exposição a campos elétricos e magnéticos* (CD-ROM). São Paulo: Associação Brasileira de Compatibilidade Eletromagnética (Abricem).
- Repacholi, M.H.; Basten, A.; Gebiski, V.; Noonan, D.; Finnie, J. e Harris, A.W. (1997). “Lymphomas in E β -Pim1 transgenic mice exposed to pulsed 900 MHz electromagnetic fields”. *Rad. Res.*, 147, pp. 631-640.
- Repacholi, M.H. e Cardis, E. (1997). “Criteria for EMF health risk assessment”. *Rad. Protect. Dosim.*, 72, pp. 305-312.
- Ries, L.A.G.; Smith, M.A.; Gurney, J.G.; Linet, M.; Tamra, T.; Young, J.L. *et al.* (eds.) (1999). *Cancer incidence and survival among children and adolescents: United States SEER Program 1975-1995*. National Cancer Institute, SEER Program. Bethesda, MD.
- Santini, R., Santine, P.; Danze, J.M.; Le Ruz, S. e Seigne, M. (2002). “Investigation on the health of people living near mobile telephone relay stations: Incidence according to distance and sex”. *Pathol. Biol.*, 50, pp. 369-373.
- Savitz, D.A.; Lino, D.; Sastre, A.; Kleckner, R.C. e Kavet, R. (1999). “Magnetic field exposure and cardiovascular disease mortality and electric utility workers”. *Am. J. Epidemiol.*, 149 (supl. 2), pp. 135-142.
- Selmaoui, B.; Lambrozo, J. e Touitou, Y. (1996). “Magnetic fields and pineal function in humans: Evaluation of nocturnal acute exposure to extremely low frequency magnetic fields on serum melatonin and urinary 6-sulfatoxymelatonin circadian rhythms”. *Life Sci.*, 58, pp. 1.539-1.549.
- Senise, T.; Okuno, E. e Pavão, A. (1999). “Diretrizes para limitação da exposição a campos elétricos magnéticos e eletromagnéticos, variáveis no tempo (até 300 GHz)”. Abricem.
- Skaba, D.A.; Carvalho, M.S.; Barcellos, C.; Martins, P.C. e Terron, S.L. (2004). “Geoprocessamento dos dados da saúde: O tratamento dos endereços”. *Cad. Saúde Pública*, 20(6), pp. 1.753-1.756.

- Sobel, E. e Davanipour, Z. (1996). “EMF exposure may cause increased production of amyloid beta and eventually lead to Alzheimer’s disease”. *Neurology*, 47, pp. 1.594-1.600.
- Stevens, R.G. e Davis, S. (1996). “The melatonin hypotheses: Electric power and breast cancer”. *Environ. Health Persp.*, 104, (supl. 1), pp. 135-140.
- Swiss Bundesrat (1999). Ordinance on protection from non-ionising radiation (NISV). Suíça.
- Tenforde, T.S. (1996). “Interaction of ELF magnetic fields with living systems”. In: Polk, C. e Postow, E. (eds.). *Biological effects of electromagnetic fields*. Boca Raton, FL: CRC Press, pp. 185-230.
- Tynes, T. e Haldorsen, T. (2003). “Residential and occupational exposure to 50 Hz magnetic fields and hematological cancers in Norway”. *Cancer Causes Control*, 14(8), pp. 715-720.

CAPÍTULO I

CAMPO MAGNÉTICO NO AMBIENTE URBANO – LPH

Mario Leite Pereira Filho
José Roberto Cardoso

I. Objetivo

A linha de pesquisa de campos magnéticos no ambiente urbano (LPH) tem como objetivo principal apoiar as duas linhas da área de saúde LPC e LPD, construindo um banco de dados georreferenciado com informações técnicas das linhas de transmissão no estado de São Paulo, e, a partir desse banco de dados, calcular o valor do campo magnético em qualquer local necessário para as linhas da área de saúde.

II. Terminologia

É importante esclarecer, desde o início, alguns termos técnicos utilizados neste trabalho:

1. Campo magnético (CM): Em geral falamos dessa questão de uma maneira bastante genérica. Na verdade, CM refere-se a uma grandeza física representada pelo símbolo H e que depende apenas das fontes de corrente elétrica, ou seja, dos fios da rede elétrica por onde passa corrente elétrica; sua unidade é A/m (amperes por metro) e é usada basicamente por engenheiros.
2. Indução magnética: Essa é a grandeza física usada na maioria das regulamentações técnicas existentes. Sua unidade é Tesla (T), representada pelo símbolo B , e, como é uma unidade mais apropriada para máquinas elétricas, no meio ambiente é mais utilizada a milionésima parte do Tesla, denominada microTesla (μT). A razão de utilizar a indução magnética se deve ao fato de que as correntes induzidas no corpo humano, que eventualmente podem provocar efeitos em nosso metabolismo, são proporcionais à indução magnética, e não exatamente ao CM.
3. Linhas de transmissão de energia elétrica de alta tensão (LTs): São aquelas linhas de energia elétrica apoiadas em torres, com tensões típicas da ordem de 88 kV (88 mil Volts), que possuem uma faixa de servidão bem delimitada, e, dentro dessas faixas, não é permitido construir residências ou edificações de uso regular. Formalmente, a Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) define LTs como aquelas cujas tensões são iguais ou maiores a 230 kV. Na prática, podemos considerar as linhas de 88 kV como LTs, pois não estamos preocupados com aspectos de tarifação e gestão das linhas.
4. Para caracterizarmos uma LT quanto à emissão de CM, precisamos conhecer a silhueta das torres, ou seja, altura dos cabos em relação ao solo, distância entre cabos, bem como o valor das correntes que passam em cada fase. Normalmente a concessionária de energia elétrica conhece esses valores.
5. Fator de carga: Durante o dia, a corrente média de uma LT varia em função da carga; por exemplo, o horário de pico da corrente em uma área residencial é no começo da noite, quando as pessoas retornam do trabalho ou das escolas e vão tomar banho, ligando os chuveiros elétricos. Essa característica faz com que o valor médio ao longo do dia seja da ordem de 60 a 70% do valor máximo de carga da LT na hora do pico.

III. Metodologia

Como o sistema elétrico da Região Metropolitana da Grande São Paulo (RMGSP) é muito complexo, primeiro realizou-se um estudo piloto em uma única LT da Eletropaulo, e, em seguida, estenderam-se esses resultados para todas as LTs existentes.

A estrutura básica do trabalho foi realizada de acordo com as seguintes etapas:

1. Obtenção dos dados técnicos e trajetos georreferenciados das LTs junto às concessionárias envolvidas. Essa é a informação básica de engenharia necessária para efetuar os cálculos de indução magnética B;
2. Verificação dos dados e, se necessário, correção do georreferenciamento e informações técnicas. Aqui fazemos verificações, corrigimos eventuais erros e fazemos aproximações que viabilizam a execução dos cálculos sem comprometer a qualidade dos resultados;
3. Desenvolvimento de um *software* de cálculo para, com base no trajeto e nas informações técnicas, estimar o valor da indução magnética em μT em locais especificados. Essa parte, que basicamente é uma calculadora especializada em calcular indução magnética, incorpora fórmulas de engenharia para prever a indução magnética gerada por uma LT a uma certa distância;
4. Desenvolvimento de um módulo adicional de *software* que, usando a ferramenta de cálculo descrita no item anterior, determine uma região ao redor das LTs onde o valor da indução magnética fosse maior que um certo valor, por exemplo, $0,3 \mu\text{T}$. Essa parte é importante, pois a LPD precisa da definição desses corredores para poder estimar a prevalência, ou seja, a quantidade de pessoas expostas a um valor de indução magnética maior que, por exemplo, $0,3 \mu\text{T}$;
5. Uma vez validados os modelos de 3 e 4 acima, calcular os valores de indução em casos e controles da LPD e, ainda, determinar os corredores para estimativa da prevalência da indução magnética em certa região, por exemplo, Município de São Paulo (MSP) ou RMGSP.

Ressalta-se que, no texto deste relatório, a indução magnética B , em μT , pode ser referida como CM, devido ao uso comum desse termo fora das áreas especializadas. Na verdade, o CM, símbolo H , tem unidades em A/m , e a relação entre eles é dada por $B = \mu_0 \cdot H$, onde μ_0 é a permeabilidade do ar, com valor $4 \cdot 10^{-7}$, ou seja, um CM de intensidade de 1 A/m origina, no ar, uma indução magnética de cerca de $1,23 \mu\text{T}$.

IV. Projeto piloto

O projeto piloto foi executado no trecho Brooklin da LT da Eletropaulo Sul Bandeirantes 3-4, de classe subtransmissão, com tensão atual de 88 kV , embora com projeto de isolamento para 138 kV .

1. Validação do modelo computacional

A validação da ferramenta de *software* foi executada por meio de uma comparação entre valores medidos e calculados. Os dados técnicos da LT Sul Bandeirantes 3-4 foram obtidos junto à concessionária Eletropaulo, na cidade de São Paulo. Essa LT é de circuito duplo vertical.

A Eletropaulo informou o valor eficaz da corrente em cada condutor da LT. Com esses dados o valor da indução magnética foi calculada por meio da ferramenta CampoLT e comparada com os valores medidos.

2. Avaliação da incerteza dos dados de GPS

O *software* CampoLT calcula a indução magnética baseado na distância e orientação relativa entre a LT e o ponto de interesse. Assim, qualquer incerteza que afete, quer o trajeto da LT, quer a posição do ponto de interesse, afetará também o valor da indução calculada. Para avaliar essa incerteza, foram utilizados marcos de referência topográfica existentes na cidade de São

Paulo, com incerteza conhecida da ordem de 0,7 cm. Na região de interesse, bairro do Brooklin, há dois marcos de referência, localizados ao longo da avenida dos Bandeirantes, a cerca de 600 m da LT. As coordenadas geográficas dos marcos de referência e das torres da LT próximas à região de interesse foram obtidas com um Global Positioning System (GPS) Garmin 60C. Esses dados foram importados na interface do Google Earth versão pessoal para verificar a eficácia do uso do Google Earth Professional nessa aplicação, pois as imagens são as mesmas da versão profissional.

3. Ferramentas SIG usadas por outras LPs

As linhas de projeto LPD (estudo epidemiológico/geográfico) e LPC (estudo epidemiológico caso-controle) necessitam de uma estimativa do valor da indução magnética nas coordenadas geográficas dos endereços dos casos e controles e, no caso da LPD, também uma estimativa da prevalência em redor das faixas de servidão para a indução magnética acima de, por exemplo, 0,3 μ T.

Para calcular essas induções usando a ferramenta CampoLT, a aplicação Sistema de Informação Geográfica (SIG) (no caso, Mapinfo) deve ter uma interface para receber e exportar dados para as outras LPs. Quanto à questão casos-controles, a LPH recebia apenas códigos numéricos e endereços ou coordenadas, sem especificar se eram de casos ou controles, teste tipo cego, para evitar vieses.

Um *software* de interface foi desenvolvido, denominado GeraLT, que lia os arquivos .csv, adicionava informações técnicas adicionais, por exemplo peso unitário e tração dos cabos, para desenhar a catenária e, ainda, a sequência de fases. Como saída geram-se arquivos .lft para cada vão, que serão utilizados pelo CampoLT para calcular as induções de cada vão entre torres nos pontos de interesse. Somando-se as induções de cada vão, obtém-se a indução total, que é a soma vetorial dos fasores gerados em cada vão.

As pequenas marcas quadradas mostram as posições das torres da LT obtidas com o GPS. As marcas de alvo são os dois marcos de referência da grade da cidade de São Paulo.

As medidas foram executadas em um caminho perpendicular à LT, ao longo das ruas Guaraiuva e Barão do Triunfo, entre as torres T196/T197 e T186/T187, respectivamente, desde o centro da faixa até 100 m de distância.

6. Validação do modelo computacional

As medidas de indução magnética foram executadas com um medidor com resposta em frequência entre 5 Hz e 2 kHz, três bobinas sensoras ortogonais e exportação de pontos para análise externa com Fast Fourier Transform (FFT).

A Figura 2 mostra o gráfico dos valores eficazes medidos e calculados. O local de medição foi a extensão da calçada da rua Guaraiuva, altura de 1 m em relação ao solo. Os valores calculados encaixam-se muito bem na curva

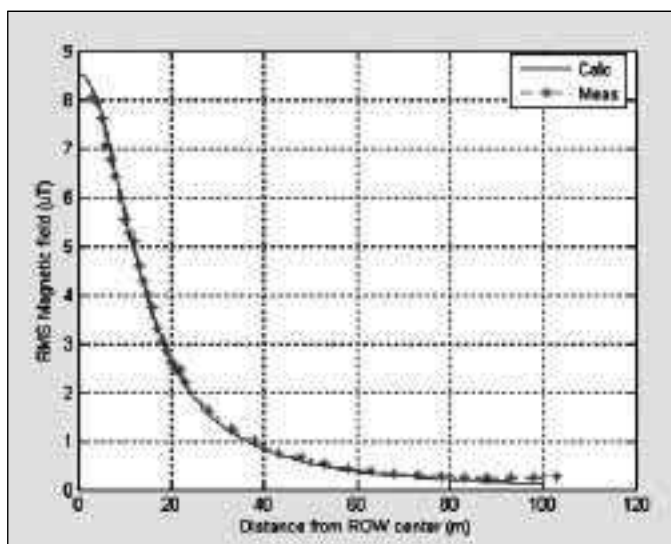


Figura 2. Valores eficazes de B medidos $\times$ calculados.

medida. Observa-se um pequeno desvio entre os valores a distâncias maiores do centro da faixa. As medidas foram executadas por volta das dez horas do dia 19 de julho de 2006.

A Figura 3 mostra um *zoom* na 2 entre 40 e 100 m de distância do centro da faixa. Nota-se que a curva calculada continua diminuindo, ao passo que a medida fica aproximadamente estabilizada em torno de $0,25 \mu\text{T}$.

Alguns testes adicionais foram realizados, permitindo constatar que o CM para distâncias acima de 70 m é determinado pela rede elétrica nas vizinhanças, e não pela LT de alta tensão.

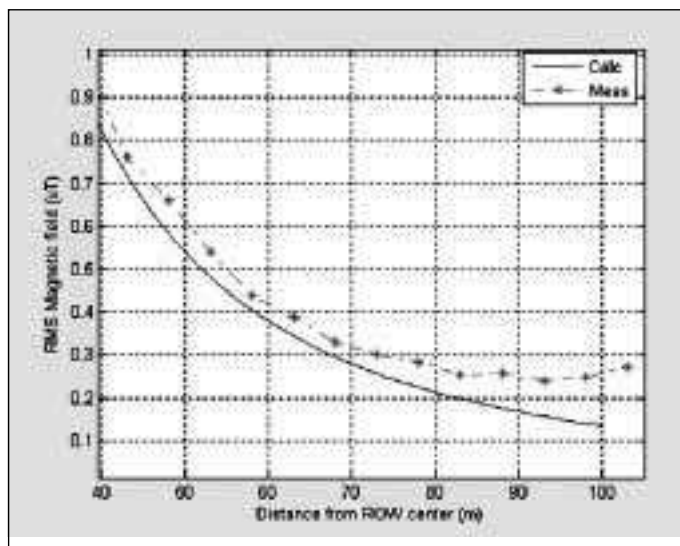


Figura 3. Valores eficazes de B medidos $\times$ calculados – *zoom*.

7. Avaliação da incerteza do georreferenciamento

A verificação da incerteza de dados do GPS e do georreferenciamento das torres fornecidos pela concessionária foi feita com o uso da grade de referência da cidade de São Paulo e do Google Earth Plus.

A Figura 4 mostra um quadro do Google Earth na avenida dos Bandeirantes. O círculo branco marca a posição dos marcos de referência, e a marca de alvo, a posição obtida com o GPS (seis satélites à vista, erro estimado de 9 m).

Observa-se um erro de deslocamento muito semelhante para os dois marcos. Esse erro pode ser corrigido manualmente da mesma forma que é feito com os equipamentos GPS diferenciais. Dentro de um intervalo de aproximadamente uma hora, enquanto a constelação de satélites não mudar de forma apreciável, os erros das medidas GPS nas vizinhanças dos marcos serão os mesmos erros dos próprios marcos.



Figura 4. Marcos de referência e incerteza do posicionamento com GPS.

Normalmente as figuras do Google Earth são fotos simples tiradas de satélite. Assim, é possível identificar marcos de referência nas proximidades da área de interesse e corrigir o posicionamento do Google sem necessidade de enviar uma equipe de campo com GPS. Onde houver fotos de alta resolução

disponíveis no Google Earth no município de São Paulo será possível fazer essas correções. Isso acontece em praticamente todo o município de São Paulo.

A Figura 5 mostra os marcos de referência V2267 e 2268 e as torres da LT de T197 a T199. Pode-se observar que a mesma correção aplicada aos marcos pode ser aplicada às torres porque a foto do Google é a mesma.

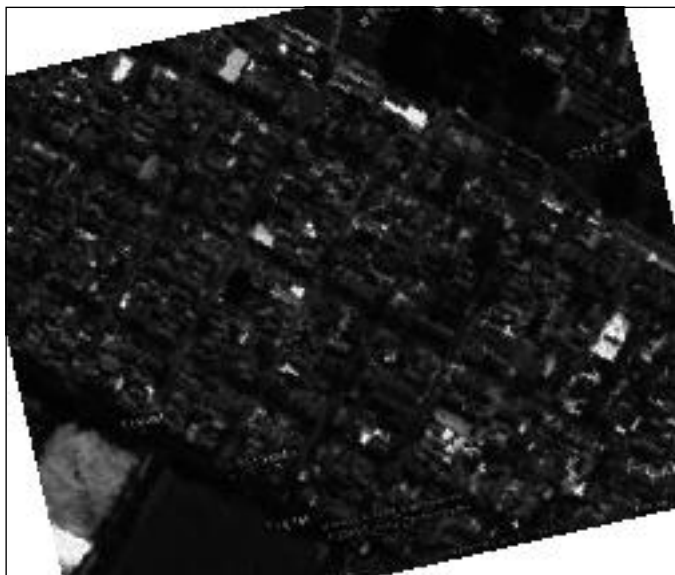


Figura 5. Comparação dos marcos de referência com a posição das torres.

8. Interface com o SIG usado por outras LPs

A linha de projeto escolhida para o projeto piloto junto com a LPH foi a LPD.

A ferramenta SIG utilizada pela LPD é o MapInfo V 7.8. Os dados de trajeto das torres foram fornecidos pela Eletropaulo em arquivos *shape* da Environmental Systems Research Institute (ESRI). Houve alguns problemas devido às projeções utilizadas (SAD69, Córrego Alegre, WGS84 etc.), mas foram solucionados.

Os dados técnicos foram fornecidos pela Eletropaulo em planilhas Excel. Esses dados foram conferidos linha a linha para prevenir erros e retrabalhos.

A exportação de dados do MapInfo para o cálculo da indução foi feita por meio de um arquivo de intercâmbio no formato .csv. Uma aplicação de interface, denominada GeraLT, foi escrita para ler esses dados exportados, agregar informações adicionais para cada vão considerado e, em seguida, exportar arquivos compatíveis com a aplicação principal CampoLT. A unidade de trabalho com a LT é o vão, permitindo uma sequência arbitrária de vãos com silhuetas diferentes.

O aplicativo CampoLT utiliza os dados lidos e calcula a indução magnética sobre um caminho perpendicular e outro paralelo à faixa em cada vão. Para esse projeto piloto a LT Sul – Bandeirantes 3-4 foi modelada com 23 vãos. Todos os valores calculados mostrados nos gráficos comparativos foram calculados com essa ferramenta.

O outro objetivo de interesse é definir a região em torno da LT no interior da qual a indução magnética é superior a $0,3 \mu\text{T}$.

A Figura 6 mostra a região calculada pelo CampoLT.



Figura 6. Visualização da região do *buffer*.

As duas cruzes vermelhas representam a posição de dois casos-controles fornecidos pela LPD. A largura do *buffer* é de aproximadamente 120 m para a configuração calculada. A largura pode ser determinada para todos os vãos.

9. Avaliação do valor de fundo do CM

As figuras 2 e 3 mostradas no item 6 ilustram o problema da indução magnética de fundo.

A Figura 3 sugere um valor entre 0.2 e 0.3 μT . Observe-se que esse valor é muito perto do limite estabelecido em estudos epidemiológicos de 0.3 μT .

Uma boa abordagem para identificar a fonte dos campos é executar uma análise com Fast Fourier Transform (FFT) nos dados obtidos com a indução de fundo.

A Figura 7 mostra o espectro FFT das componentes vertical, transversal e paralela à LT da indução magnética, no cruzamento da rua Geórgia com rua

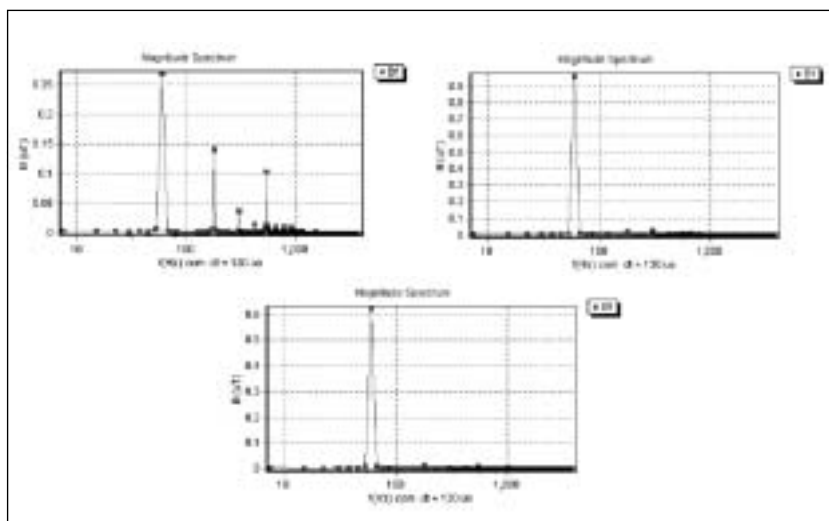


Figura 7. Espectro FFT da indução magnética no cruzamento das ruas Guaraiuva e Geórgia.

Guaraiuva. Esse ponto está a cerca de 39 m de distância do centro da faixa. Pode-se notar que a componente tangencial (primeiro gráfico), responsável pelo campo de fundo, apresenta uma relação de 52% entre a 3ª harmônica e a fundamental. Como o circuito de 88 kV da LT é alimentado por um trafo com enrolamento em delta, não pode haver componentes de 3ª harmônica na LT, demonstrando que a corrente de origem deve estar no circuito de distribuição primária ou no circuito secundário.

10. Conclusões do projeto piloto

As principais conclusões do projeto piloto foram:

- a) Os dados obtidos por medida com GPS e os dados vistos no Google Earth podem ser corrigidos usando os marcos de referência próximos ao local de interesse.
- b) A exportação de dados entre os aplicativos SIG e o *software* de cálculo CampoLT pode introduzir incerteza nos dados. A resolução dos dados exportados deve ser de pelo menos cinco dígitos após o grau decimal.
- c) A catenária da linha tem um efeito pequeno no cálculo do *buffer* em redor da LT. Isso pode ser explorado para facilitar o cálculo da indução magnética e reduzir a necessidade de informações por parte da concessionária.
- d) A indução magnética de $0,3 \mu\text{T}$ é da mesma ordem de grandeza da indução de fundo. Uma análise estatística mais rigorosa com o uso de FFT deve ser utilizada para identificar a fonte principal da indução.

V. Região do município de São Paulo

Uma vez validado o projeto piloto, todas as LTs que cruzam o MSP foram georreferenciadas e seus dados técnicos incorporados ao banco de dados. Os dados foram fornecidos pela Eletropaulo, Furnas e Companhia de Transmissão de Energia Elétrica Paulista (CTEEP). Embora estas duas últimas empresas não

participassem formalmente do projeto, foi de fundamental importância a cessão dos dados para uma boa representatividade das LTs. Observa-se que somente foram consideradas LTs com tensão nominal superior ou igual a 88 kV, incluindo as classes conhecidas como subtransmissão e transmissão.

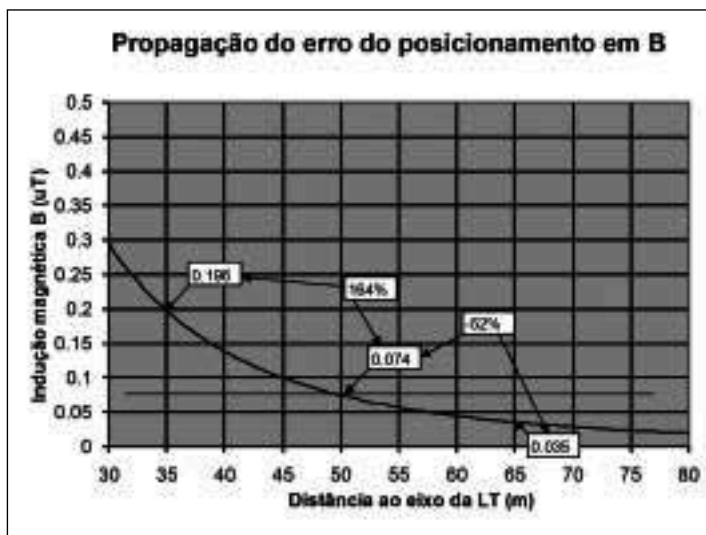


Figura 8. Propagação do erro da distância no valor de B.

A padronização de endereços, executada pela LPD, usou os serviços da empresa Multiespectral, com resultados no formato WGS84, escolhido como padrão para o projeto.

Todos os trajetos de LTs já referenciadas, inclusive LTs CTEEP e Furnas no MSP, foram corrigidos manualmente. A estimativa de erro máximo é de 15 m para áreas urbanas e 25 m para áreas rurais. O impacto desse erro pode ser visto na Figura 8, mostrando o valor da indução magnética B em função da distância ao eixo de uma LT de 88 kV de média capacidade.

Observa-se que, a partir da posição de referência de 50 m, variando-se +/- 15 metros, obtêm-se as posições de 35 m e 65 m. Os erros no valor de B correspondem a +164% e -52%, respectivamente. Para a LT de corrente média

mostrada, mesmo com variações dessa ordem de grandeza, o valor de $0,3 \mu\text{T}$ não é superado. Para LTs de maior corrente isso pode acontecer, porém a largura do corredor costuma ser maior para LTs de maior capacidade. As visitas aos locais com distância menor que 50 m esclarecerão essa questão.

A Figura 9 mostra um exemplo da distribuição de distâncias casos-controles da LPD.

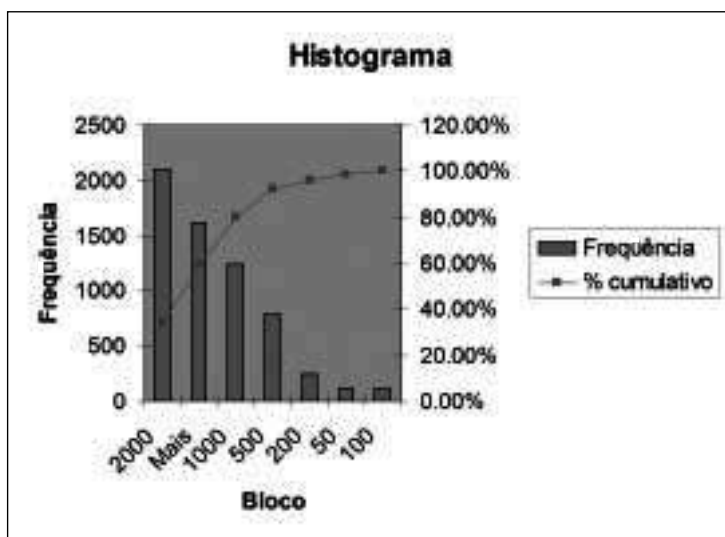


Figura 9. Histograma da distância dos eventos à LT mais próxima Capital_SP6_WGS84.

Observa-se que, para distâncias menores que 50 m, há 121 casos, correspondendo a 1,94% do total de casos-controles. A Figura 10 mostra a distribuição de distâncias casos-controles da LPD.

O SIG final da cidade de São Paulo considerou 261 trechos de LTs e calculou valores de indução magnética para 6.224 casos-controles da LPD.

Observa-se que, para distâncias menores que 50 m, há 122 casos, correspondendo a 1,96% do total de casos-controles, um a mais que a versão SP6.

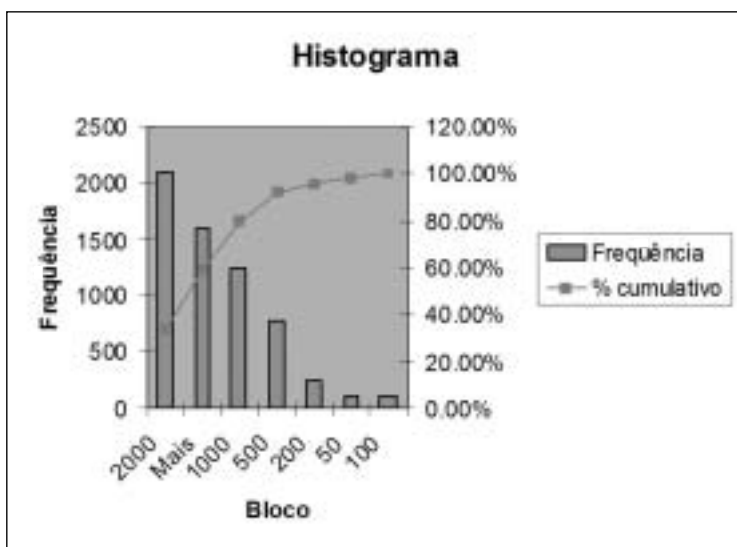


Figura 10. Histograma da distância dos eventos à LT mais próxima Capital_SP8_WGS84.

O georreferenciamento foi padronizado no sistema SIRGAS2000 do IBGE, referência oficial para o Brasil desde 2005. O SIRGAS2000 é praticamente igual ao WGS84, com diferenças de posição da ordem de centímetros.

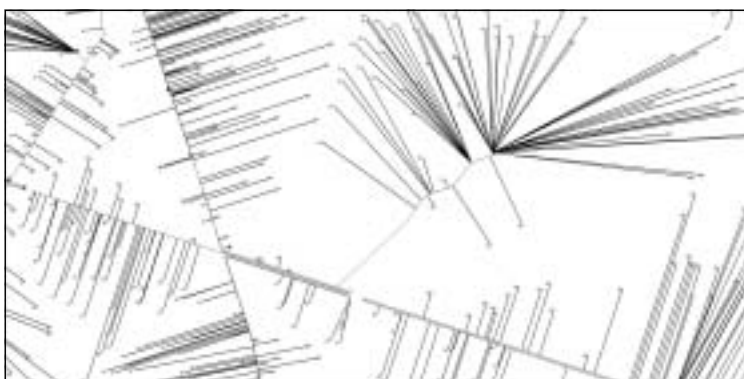


Figura 11. Distância dos casos-controles às LTs.

O sistema de marcos georreferenciados do MSP foi inserido no SIG, com precisão de centímetros no posicionamento. Esses marcos são utilizados para validar imagens do Google. Valores típicos de erros do Google são da ordem de 7 m.

Distâncias das LTs aos casos e controles da LPD foram calculadas. A verificação do modelo de cálculo do Mapinfo mostrou-se correto. A Figura 11 mostra um trecho com o cálculo das distâncias para as linhas aéreas.

1. Cálculo dos corredores

Uma das principais tarefas desenvolvidas dentro da LPH consistiu na identificação das regiões próximas às LTs georreferenciadas que apresentam níveis de indução magnética superior a $0,3 \mu\text{T}$, denominadas de corredores.

A dificuldade na identificação dos corredores reside no fato de que muitas das LTs georreferenciadas compartilham a mesma faixa de servidão, fazendo com que no cálculo da indução magnética se contemple a contribuição de todas as linhas que compartilham a mesma faixa.

Assim sendo, foi desenvolvido um algoritmo de cálculo que considera não apenas a contribuição das linhas que compartilham a mesma faixa de servidão, mas também de todas as linhas georreferenciadas e presentes na base de dados implementada.

A região interna ao polígono laranja representa o corredor da LT, dentro do qual os valores de indução estão acima de $0,3 \mu\text{T}$ (Figura 12). Ao final do algoritmo de cálculo, a região referente a cada uma das LTs é exportada para um arquivo do MapInfo como uma entidade do tipo Region, seguindo o padrão de dados definido para essa entidade.

O mapeamento final dos corredores é obtido a partir da união das Regions criadas para cada uma das LTs georreferenciadas. Esse procedimento é feito diretamente por meio do MapInfo, permitindo localizar os casos e controles que estão no interior dos corredores calculados.

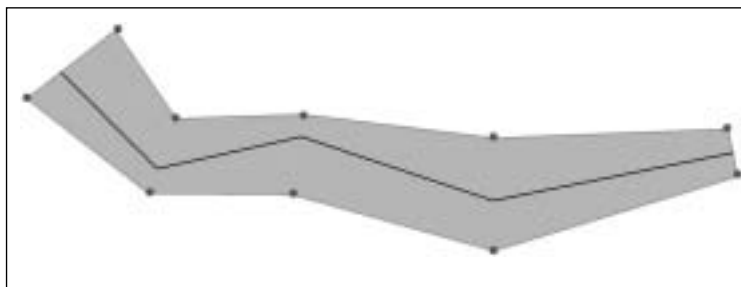


Figura 12. Polígono completo: corredor.

A Figura 13 apresenta o resultado final da aplicação do algoritmo descrito nas LTs presentes na base de dados, visto no Google Earth.

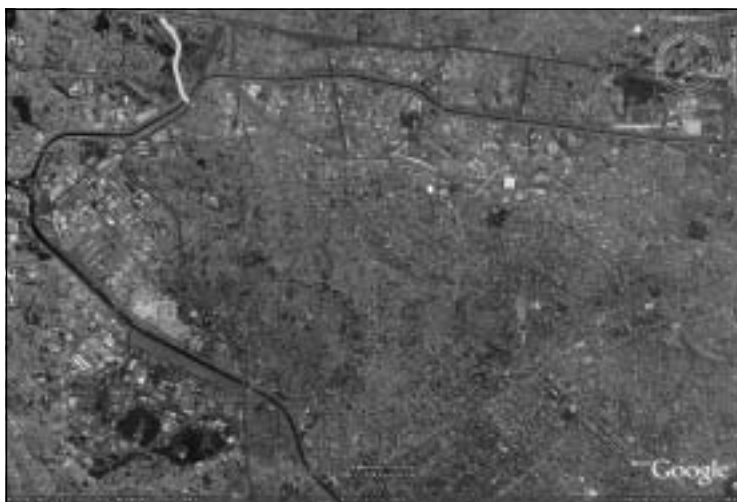


Figura 13. Largura dos corredores no município de São Paulo.

Todos os dados foram calculados com as cargas estimadas para o ano de 2007. Caso seja necessário estimar os valores em anos anteriores, poderão ser utilizados os dados anuais de carga da Eletropaulo, conforme a Figura 14.

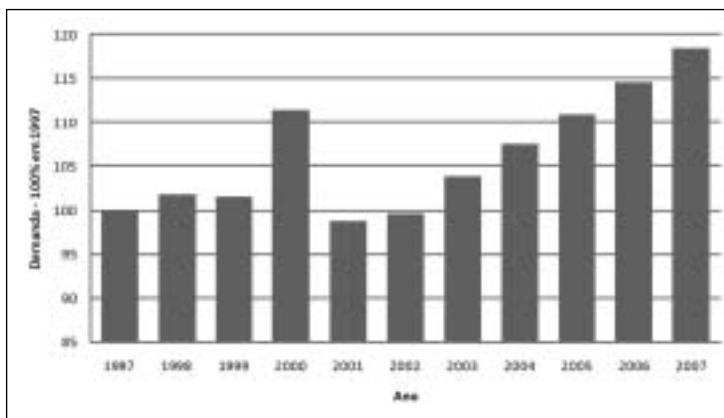


Figura 14. Dados anuais de carga da Eletropaulo.

VI. Região metropolitana da grande São Paulo

Os dados da RMGSP foram obtidos com a agregação dos dados da concessionária Bandeirante e linhas adicionais da CTEEP, Furnas e Eletropaulo.

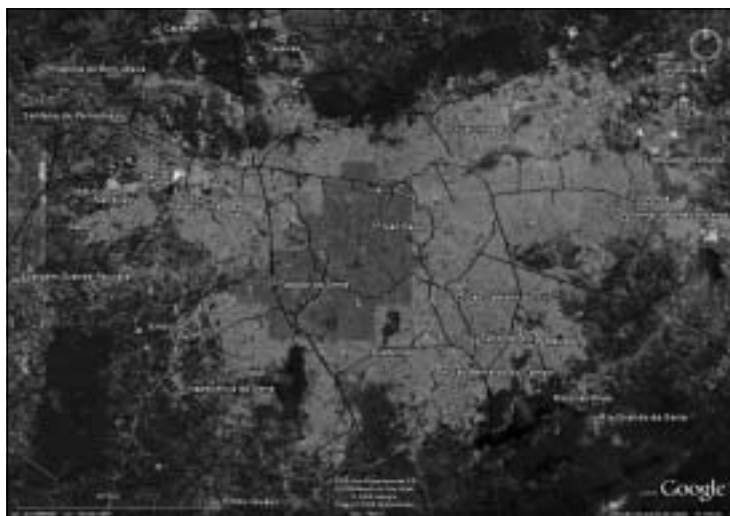


Figura 15. Corredores na Região Metropolitana da Grande São Paulo.

O SIG final para a RMGSP considerou 307 trechos de LTs e calculou indução magnética em 9287 casos-controles da LPD.

A Figura 15 mostra os corredores na RMGSP vistos no Google Earth. Devido à escala da figura, não é possível verificar visualmente a largura dos corredores, mas, no arquivo MapInfo associado, eles estão perfeitamente definidos, de forma semelhante ao detalhe da Figura 13.

VII. Conclusão

O trabalho da LPH atingiu plenamente os objetivos citados no item I, preparando, juntamente com a LPD, o SIG que integrou o trajeto e os dados técnicos das concessionárias envolvidas, incorporando dados da Eletropaulo, Bandeirante, Furnas, CTEEP, CPFL e Elektro.

Desenvolveu-se uma metodologia formalizada e validada para o cálculo da indução magnética proveniente da rede de LTs em seu conjunto, e não apenas de uma LT individual.

Os cálculos de distância à LT mais próxima dos casos-controles e do valor da indução magnética na posição dos casos-controles foram realizados para o MSP e para a RMGSP.

Os corredores (*buffers*) em redor das LTs onde o valor da indução é maior que $0,3 \mu\text{T}$ foram calculados para o MSP e para a RMGSP.

Referências

- Bartholo, A. (2001). “Avaliação de níveis de campos elétricos e magnéticos em instalações elétricas”. SNPTEE.
- Cardoso, J.R.; Sartori, C.A. e Pereira Filho, M.L. (2001). “Caracterização do ambiente eletromagnético ELF nas vizinhanças de subestação de 88 kV”. In: XVI SNPTEE – Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica (CD). Campinas.

- Qkuno, E. (2000). “Efeitos biológicos dos campos eletromagnéticos”. In: Senise, J.T. (ed.). *Diretrizes gerais para exposição a campos elétricos e magnéticos* (CD-ROM). São Paulo: Associação Brasileira de Compatibilidade Eletromagnética (Abricem).
- Olsen, J.H.; Nielsen, A. e Schulgen, G. (1993). *Residence near high-voltage facilities and the risk of cancer in children*. Danish Cancer Registry, AG-NIR, pp. 1-26.
- Pereira Filho, M.L. (2001). “Campos eletromagnéticos devidos a sistemas de energia elétrica”. In: Workshop Nacional efeitos biológicos devidos à ação de campos eletromagnéticos. São Paulo, v. 1.
- Pereira Filho, M.L. e Cardoso, J.R. (2002). “Seminário Nacional sobre os efeitos à saúde relacionados à exposição a campos eletromagnéticos na geração, transmissão e distribuição de energia elétrica”. In: Seminário Nacional sobre os efeitos à saúde relacionados à exposição humana a campos eletromagnéticos, gerados por linhas de transmissão de energia elétrica. Brasília, v. 1.
- (2006). “A Coupled 3D CSM BEM software tool to evaluate ELF fields near power lines”. In: International Conference on Electromagnetic Fields, Health and Environment – EHE 2006. Ilha da Madeira, Funchal. Proceedings of International Conference on Electromagnetic Fields, Health and Environment – EHE 2006.
- (2007). “Magnetic field exposure from multiple overhead transmission line in urban utilities corridor”. In: EHE 07 2nd International Conference on Electromagnetic Fields, Health and Environment. Wroclaw, pp. 1-5.
- Pereira Filho, M.L.; Sartori, C.A.F. e Cardoso, J.R. (2001). “Caracterização do ambiente eletromagnético ELF nas vizinhanças de subestações de 88 kV”. In: XVI SNPTEE – Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica. Campinas.

- Pereira Filho, M.L.; Sartori, C.A.F.; Cardoso, J.R. e Alvarenga, B. (2001).
“Avaliação de ambiente eletromagnético em área industrial próxima a uma linha de transmissão de 345 kV”. *In: IV SBQEE – Seminário Brasileiro sobre Qualidade da Energia Elétrica*. Porto Alegre, v. 2001, pp. 343-346.
- Santanna, L.F.P. (2001). “Electromagnetic environmental measurements in specific populated areas of Brazil”. *In: European Symposium on EMC, 2001 proceedings of the 50 European Symposium*, v. 2, pp. 61-65.

CAPÍTULO 2

CAMPOS MAGNÉTICOS NA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO – POPULAÇÕES EXPOSTAS E RISCOS À SAÚDE

Nelson Gouveia

I. Introdução

Apesar de a energia elétrica vir sendo utilizada de maneira mais abrangente desde o final do século XIX, foi somente no início na década de 1960 que surgiram as primeiras preocupações sobre possíveis efeitos nocivos à saúde humana relacionados aos campos eletromagnéticos (CEMs) gerados pelos equipamentos e linhas de transmissão elétrica (LTs). De início, essa preocupação era voltada principalmente aos trabalhadores do setor elétrico, por estarem diariamente mais próximos a esses campos em suas atividades cotidianas (Marcílio 2009). Com o tempo passou-se a questionar se esses possíveis efeitos poderiam atingir também a população geral, uma vez que estamos todos cada vez mais e mais envolvidos por CEMs de maior ou menor magnitude em nossa vida na sociedade moderna.

No final da década de 1970 foram realizados os primeiros estudos epidemiológicos para avaliar o efeito da exposição aos CEMs não apenas em ambientes de trabalho, mas de toda a população. Um desses estudos encontrou um risco aumentado para leucemia em crianças com relação à exposição aos campos magnéticos (CMs). Desde então, inúmeros estudos vêm tentando elucidar os possíveis efeitos nocivos à saúde advindos da exposição aos CEMs, mais especificamente aos CMs, de variadas fontes, em diversas partes do mundo, examinando a associação entre exposição a CM e doenças como cânceres de variados tipos, doenças cardiovasculares, abortos e malformações congênitas, entre outras (Marcílio 2009).

O debate sobre esse tema, tanto no âmbito científico como na formulação de políticas públicas, é marcado por incertezas na determinação dos mecanismos biológicos da possível associação entre a exposição aos CMs e os efeitos na saúde, particularmente pela dificuldade em avaliar a exposição aos CMs.

Dado que as pesquisas experimentais realizadas em laboratório não apresentam evidências consistentes acerca dos processos biológicos desencadeados pela exposição a CM que levariam a esses efeitos nocivos à saúde, os estudos epidemiológicos ou populacionais têm sido a base teórica para se suspeitar de um risco nesse sentido.

Todavia, um dos principais problemas enfrentados na investigação dos efeitos dos CMs na saúde é a avaliação e quantificação da exposição dos indivíduos a esses campos. Essa dificuldade é, em parte, devida à ubiquidade dessa exposição já que os CMs estão presentes, em maior ou menor intensidade, dentro das residências, no trabalho e também nas ruas e avenidas de qualquer cidade. Em geral, a preocupação maior é em relação às LTs que passam por áreas urbanas, conhecidas popularmente como linhas de “alta tensão”. Como essas linhas possuem cargas e voltagens mais elevadas do que as linhas de distribuição que existem nas ruas e avenidas e que chegam até as residências, geram CM de maior intensidade.

Para avaliar a exposição residencial a CMs decorrentes dessas linhas, diversos modelos de aproximação da exposição têm sido utilizados. Entre esses

modelos, destacam-se aqueles que têm utilizado a distância entre as residências e as linhas de transmissão de energia e outros equipamentos como indicador da exposição. Esse indicador baseia-se no fato de que os CMs diminuem de intensidade conforme se distancia da fonte geradora. Esse tipo de abordagem tem se tornado mais comum nos últimos anos devido ao desenvolvimento e aperfeiçoamento dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG), que utilizam o georreferenciamento das fontes de CM e da população potencialmente exposta a fim de poder aferir essa exposição (Draper 2005).

Com base nas informações sobre a distância entre o domicílio e a LT geradora dos CMs e, ainda, utilizando informações fornecidas pelas companhias de energia elétrica sobre a estrutura do sistema de distribuição de energia, como tipo, carga, fluxo de corrente nas LTs, altura das torres, distância entre as torres, distância e ordenamento das fases, fluxo de corrente e data de construção das LTs, pode-se também calcular a indução magnética, ou seja, o CM presumível em cada domicílio de uma determinada área, fornecendo assim outro indicador de exposição. A avaliação da exposição de acordo com o cálculo da distância das residências em relação às LTs, ou com o cálculo indireto do CM, apresenta as vantagens de ser relativamente estável ao longo do tempo e de não depender diretamente da aceitação dos sujeitos em participar de pesquisas.

Os resultados das pesquisas que investigaram possíveis efeitos na saúde da população decorrentes da exposição aos CMs têm sido conflitantes. Alguns estudos encontraram associações entre esses campos e doenças como leucemia e alguns outros cânceres. Todavia, o grau de incerteza nos resultados desses estudos não permite afirmações mais categóricas sobre um possível risco ou mesmo sobre a sua ausência.

Levando em conta a importância dessa discussão no âmbito da saúde pública, das incertezas existentes na avaliação do risco associado à exposição aos CMs e a escassez de estudos sobre esse tema no Brasil, foi realizado este estudo que buscou, primeiro, estimar prevalência de exposição residencial aos CMs gerados por LTs na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), ou seja, quantos indivíduos estão expostos a determinados CMs. Num segundo

momento, buscou-se também avaliar a associação entre exposição a esses CMs e o risco de morte de indivíduos adultos por leucemia, neoplasia do sistema nervoso central (SNC) e esclerose lateral amiotrófica (ELA).

II. Como foi realizado este estudo

Para a execução deste estudo, primeiro foi preciso obter as informações referentes a todas as LTs e outros equipamentos do sistema de energia elétrica, como subestações e centrais distribuidoras, que estão localizados na RMSP, que engloba o município de São Paulo, capital do estado, e mais 38 municípios, ocupando uma área de aproximadamente 8 mil km² do território paulista. Esses dados foram fornecidos pelas concessionárias responsáveis pela transmissão e distribuição de energia elétrica na RMSP e incluíam tabelas com informações sobre os suportes, subestações e traçado, além de dados sobre o histórico da construção e utilização dos equipamentos, tipos de circuitos, histórico das cargas e altura e distância entre as torres.

As informações referentes aos traçados das LTs que cortam a RMSP foram mapeadas e estão dispostas na Figura 1. A RMSP é cortada por uma rede de 2.571 km de LTs aéreas, que variam de 88 a 750 kV de tensão. A linha predominante é a de 88 kV com cerca de 880 km ou 34% do total de LTs.

Uma vez tendo as linhas mapeadas, o passo seguinte foi conseguir outro mapa contendo as informações censitárias (população residente por sexo, faixa etária, escolaridade e renda) dos municípios da RMSP. Foram, então, obtidas as bases cartográficas dos setores censitários de cada um dos municípios analisados. Essas informações demográficas e socioeconômicas que incluíam população residente em cada setor por sexo e faixa etária, além de escolaridade e renda, foram obtidas do IBGE com base no censo 2000. Os dados populacionais foram posteriormente corrigidos proporcionalmente para o ano de 2008, levando em conta o crescimento populacional no período.

As informações sobre mortalidade foram obtidas a partir de duas fontes distintas: para o município de São Paulo (MSP), utilizou-se o banco de dados

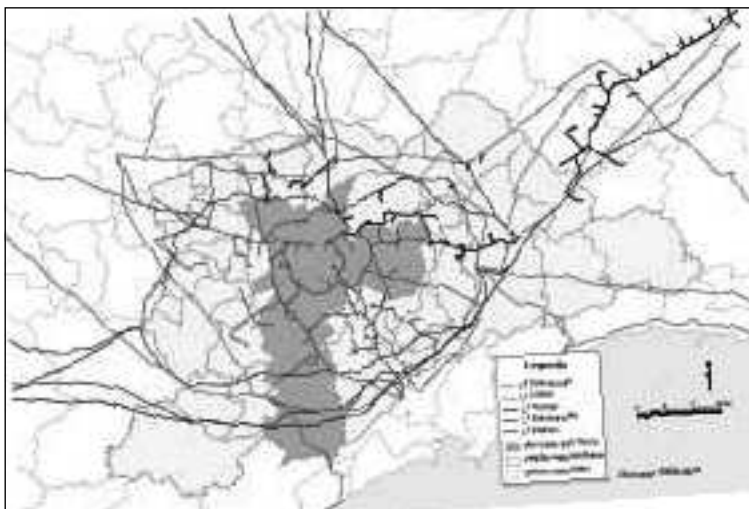


Figura 1. Linhas de transmissão na Região Metropolitana de São Paulo, 2008.

do Programa de Aprimoramento das Informações de Mortalidade do Município (PROAIM). Para os outros municípios da RMSP, foram utilizadas as informações do banco de dados de mortalidade da Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE). Esses bancos de dados contêm as informações da Declaração de Óbito, documento compulsório para todos os óbitos e que é encaminhado pelos cartórios para digitalização, dentro do sistema de informações de mortalidade (SIM) do Ministério da Saúde. As informações constantes desses bancos de dados incluem: raça/cor, estado civil, escolaridade, idade, sexo e endereço do sujeito na data do óbito, além da causa básica do óbito codificada segundo a Codificação Internacional de Doenças, 10ª Revisão (CID 10).

III. Quantas pessoas estão expostas aos CMs na RMSP?

Para estimar quantas pessoas residentes na RMSP estão expostas aos CMs gerados por essas LTs de energia elétrica, o mapa desses municípios, com

as informações dos setores censitários, foi sobreposto ao outro mapa com as LTs e suas informações técnicas. Para cada uma dessas LTs foram calculados os CMs superiores ou iguais a $0,3 \mu\text{T}$ a partir das informações técnicas como carga média anual, tensão, posicionamento e distância das fases, entre outros, criando-se assim, “corredores” de exposição ao longo das LTs com largura variável de acordo com as características técnicas das LTs.

Adotou-se o corte de CM em níveis $\geq 0,3 \mu\text{T}$ para caracterizar a exposição, tomando como referência um grande estudo de metanálise, realizado por Greenland e colaboradores (2000), que encontrou risco de leucemia em crianças expostas a níveis iguais ou superiores a esses valores de campo.

Para mensurar a exposição aos CMs, definiram-se como expostos aqueles que residissem dentro do corredor. Assim, os valores populacionais e domiciliares dos setores censitários inseridos nessas áreas foram somados a fim de quantificar a população exposta. No caso de setores censitários que estivessem parcialmente contidos dentro de cada corredor, somaram-se a população e o número de domicílios proporcional à área contida dentro desses corredores.

Esses corredores de exposição ao longo das LTs na RMSP abrangeram uma área de 128 km^2 . Dentro desses corredores estavam contidos, total ou parcialmente, 2.316 setores censitários. Nessa área, considerada como tendo exposições aos CMs em níveis $\geq 0,3 \mu\text{T}$, estão localizados 65.976 domicílios, ou seja, 1,3% dos domicílios da RMSP. O total de pessoas residindo nesses domicílios foi de 267.924 habitantes, resultando em uma prevalência de exposição de 1,4%. Essa população é predominantemente mais jovem: cerca de metade dos indivíduos residentes nesses corredores tem até 24 anos de idade. Em contrapartida, a população idosa, ≥ 70 anos, representa apenas 3% do total de residentes.

Em relação à escolaridade dos chefes de domicílio residindo nessas áreas, o grupo que se apresentou mais frequente foi aquele com um a cinco anos de estudo, e o grupo de maior escolarização – 13 anos e mais de estudo – foi o que mostrou o menor percentual em relação aos demais. Quanto à renda, as

categorias indicando menores rendas do chefe de domicílio (≤ 03 salários mínimos) são mais frequentes comparados aos demais grupos de rendimento. Apenas 4,6% dos chefes de domicílios da RMSP que residem nesses corredores de exposição apresentavam renda superior a 20 salários mínimos.

IV. Essa exposição aumenta o risco de morrer de câncer?

Para averiguar se a exposição aos níveis de CMs estimados para os corredores pode afetar a saúde da população adulta, foram selecionados os óbitos por algumas doenças reconhecidamente mais relacionadas ao CM como leucemias, câncer de cérebro e ELA, e a exposição desses indivíduos foi comparada com a de outros residentes da RMSP que faleceram por outras causas não relacionadas a essa exposição. Nesse grupo controle estavam incluídos, por exemplo, os óbitos por causas violentas (acidentes e homicídios) e por doenças infectocontagiosas, entre várias outras.

Assim, foram selecionados todos os óbitos ocorridos entre 2001 e 2005, em adultos com 40 anos de idade ou mais, que residiam na RMSP por ocasião do falecimento. Para cada óbito por uma das causas de interesse (os “casos”) foi selecionado, por sorteio, um óbito por uma das causas “controles”, de mesmo sexo, faixa etária (grupos de 5 anos) e distrito administrativo (DA), se residente no MSP, ou município de residência, se residente em um dos outros 38 municípios que compõem a RMSP.

Uma vez selecionados os óbitos de casos e controles, eles foram georreferenciados a partir de seu endereço residencial e incluídos no SIG que já continha todas as LTs da RMSP.

Visando avaliar a acurácia do geoprocessamento dos endereços dos casos e controles e ao mesmo tempo verificar a mobilidade residencial, foram realizadas visitas aos domicílios situados a menos de 50 m de uma LT dentro do MSP. Nas visitas de campo, as coordenadas geográficas dos domicílios selecionados foram tomadas com o uso de um aparelho de Sistema de Posicionamento Global, popularmente conhecido por GPS (do inglês Global Positioning System) e

posteriormente geocodificadas. As distâncias desses pontos para a LT mais próxima foram comparadas com as distâncias calculadas no geoprocessamento. A medida do campo magnético na porta do domicílio foi obtida diretamente com um dosímetro. Além disso, um questionário foi aplicado ao morador da residência, ou a alguém que estivesse capacitado a responder perguntas acerca do histórico de moradia do caso-controle que havia falecido quando residia naquele domicílio.

A exposição aos CMs para cada um desses óbitos foi estimada de duas maneiras diferentes. O primeiro indicador de exposição foi obtido por meio da distância entre os endereços geocodificados e as LTs, sendo considerada a menor distância perpendicular da residência em relação à LT mais próxima. A Figura 2 apresenta um exemplo de casos e controles georreferenciados, bem como o traçado para o cálculo da distância entre as residências e a LT mais próxima. O segundo indicador de exposição foi a indução magnética no domicílio, que foi calculada utilizando-se informações da distância do endereço em relação à LT mais próxima e características do CM gerado por ela a partir de suas características técnicas, como carga média anual, tensão, posicionamento e distância das fases, entre outros.

A variável “distância do domicílio para as LTs” foi dividida em quatro categorias, baseadas na literatura especializada, a fim de garantir a comparabilidade dos resultados. O grupo de referência foram os domicílios a 400 m ou mais das LTs. A análise do risco em relação à indução magnética também foi feita por categorias de exposição, e a magnitude da indução magnética foi dividida em três níveis, de acordo com a literatura especializada. O menor deles correspondeu a induções inferiores ou iguais a $0,1 \mu\text{T}$ e representou o grupo de referência, e o maior deles correspondeu a induções maiores que $0,3 \mu\text{T}$.

No período estudado verificou-se um total de 4.990 casos, ou seja, óbitos por leucemia, câncer de cérebro e ELA, entre indivíduos com 40 anos ou mais de idade, residentes na RMSP. O banco de controles foi composto pelo mesmo número de óbitos devidos a outras causas. Na geocodificação, ocorreu uma perda de 693 eventos (6,9%), sendo 409 casos (8,2%) e 284 controles (5,7%).

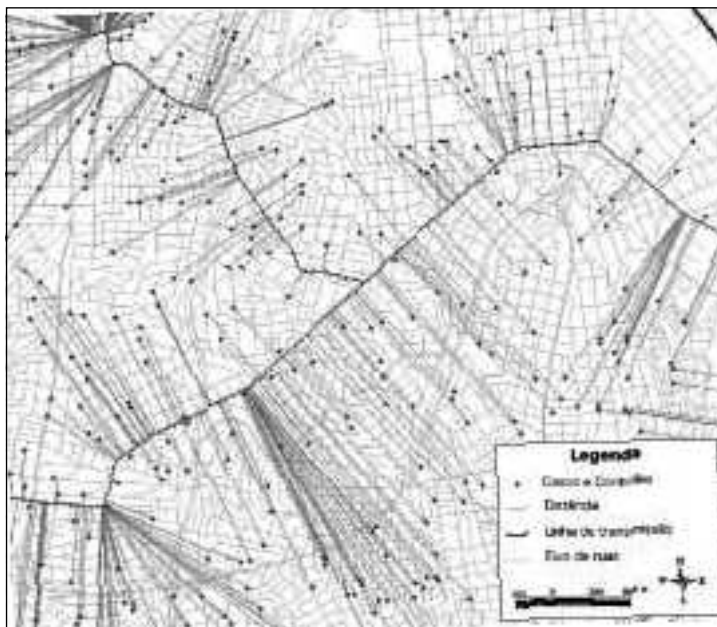


Figura 2. Óbitos de casos (leucemia, câncer de cérebro e esclerose lateral amiotrófica) e controles (outras causas) georreferenciados para cálculo da distância em relação à linha de transmissão mais próxima.

Essa perda ocorreu devido a problemas de preenchimento do endereço de residência (falta de informação do endereço ou endereço incorreto). Assim, no total foram incluídos no estudo 9.287 sujeitos, sendo 4.581 casos (1.857 óbitos por leucemia, 2.357 por câncer do SNC e 367 por ELA) e 4.706 controles que incluíam alguns tipos de câncer, doenças cardiovasculares, doenças respiratórias e outras.

Entre os óbitos de casos e controles residentes apenas no MSP, 122 eventos residiam a menos de 50 m de uma LT. Desses domicílios, 11 não foram localizados em razão de endereço incompleto ou de erro no georreferenciamento. Dos 111 restantes, 22 não foram entrevistados (houve uma recusa, dois informantes desconheciam o sujeito do estudo e em 19 não havia informante no local, após três tentativas de contato). No total, foram realizadas 89 entrevistas.

Um dos fatores a serem considerados quando se estima o risco de desenvolver doenças neurodegenerativas como ELA e câncer é o período que o indivíduo fica exposto a fatores que aumentam sua suscetibilidade à ocorrência desses desfechos. Essas doenças envolvem um longo período de latência antes do seu surgimento. A partir das informações obtidas nas visitas de campo (e pelas entrevistas realizadas), verificou-se que o tempo médio de moradia do falecido no local descrito como sua residência por ocasião do falecimento foi de 22 anos, com cerca de 65% desses indivíduos residindo nesses endereços por mais de dez anos antes de falecer, o que indica um período relevante de exposição. Embora essa subamostra da população do estudo não possa ser considerada como representativa do total dos casos e controles, os resultados encontrados estão de acordo com a média de 14 anos descrita em um estudo da mobilidade residencial intraurbana na RMSP (Barbon 2003).

Nessas visitas foi também possível verificar que muitos dos domicílios que apresentaram erros no geoprocessamento estavam localizados em ruas com numeração desordenada, fato comum em regiões de ocupação irregular (Skaba 2004). O total de endereços não localizados ou com erro no georreferenciamento correspondeu a 11 (9%) dos 122 selecionados para a visita de campo. A comparação das distâncias obtidas a partir do georreferenciamento dos endereços do banco de dados com as coordenadas geográficas aferidas nas visitas de campo apontou para uma variação média no posicionamento de cerca de 15 m.

Não se observou diferença significativa entre a distância média dos domicílios de residência dos indivíduos do grupo caso (cerca de 1.360 m) e do grupo controle (1.378 m). A maioria dos sujeitos (82,6%) estava situada a uma distância igual ou superior a 400 m, sendo classificada como grupo de referência em relação à exposição.

Na análise estatística realizada para estimar o risco de morte por leucemia, câncer de cérebro e ELA devido à exposição aos CMs encontrou-se um pequeno aumento do risco para leucemia entre as faixas de distância mais próximas às LTs, com um discreto gradiente de risco. Para os domicílios situados a menos de 50 m de uma LT observou-se um aumento de 47% no

risco de morte por leucemia quando comparado aos domicílios distantes a mais de 400 m da LT. Entretanto, esses resultados não podem ser considerados estatisticamente significantes tomando como base os níveis tradicionais de significância utilizados em estatística. Esses resultados, assim como a análise para as outras causas de morte examinadas neste estudo, estão detalhados na Tabela 1.

Tabela 1. Estimativa do risco (*odds ratio* – OR) de morte por leucemia, câncer de cérebro e esclerose lateral amiotrófica de acordo com a distância do domicílio até a linha de transmissão mais próxima. RMSP, 2001-2005.

	Distância do domicílio até a LT (metros)	Estimativa do risco (OR) ajustada* (IC 95%)
leucemia	d≤50	1.47 (0.99 – 2.18)
	> 50; d≤100	1.08 (0.71 – 1.64)
	> 100; d≤200	1.07 (0.79 – 1.44)
	> 200; d≤400	0.88 (0.70 – 1.11)
	> 400 (grupo de referência)	1
Câncer de cérebro	d≤50	1.10 (0.74 – 1.64)
	> 50; d≤100	1.08 (0.74 – 1.59)
	> 100; d≤200	1.19 (0.91 – 1.55)
	> 200; d≤400	0.97 (0.79 – 1.19)
	> 400 (grupo de referência)	1
ELA	d≤50	+
	> 50; d≤100	0.49 (0.15 – 1.56)
	> 100; d≤200	1.14 (0.65- 2.02)
	> 200; d≤400	1.24 (0.83 – 1.86)
	> 400 (grupo de referência)	1

* Ajustado para raça, escolaridade e situação conjugal.

+ Número insuficiente de sujeitos para o cálculo.

Nota: OR = *odds ratio*.

IC 95% = intervalo de 95% de confiança.

Observa-se que, para câncer de cérebro e ELA, não há evidências de risco aumentado conforme a proximidade do domicílio à LT e, consequentemente, mais exposto aos CMs gerados por essas linhas. O ajuste feito para fatores sociodemográficos (raça/cor, escolaridade e estado civil) não alterou substancialmente esses resultados.

Foram também realizadas análises semelhantes, mas separadamente para diferentes voltagens das LTs. A análise que levou em conta somente as LTs até 200 kV mostrou resultados semelhantes aos descritos na Tabela 1. Seria de esperar um risco maior para os domicílios que estivessem mais próximos de LTs de maior voltagem, acima de 200 kV. Entretanto, isso não foi observado e, ao contrário, os riscos foram de menor magnitude. Há que se notar o número reduzido de domicílios próximos a essas LTs.

Em relação à indução magnética estimada nos domicílios, a grande maioria dos sujeitos (98%) esteve exposta a induções menores que 0,1 μ T. Observou-se um aumento do risco para leucemia, não estatisticamente significativa, entre as categorias mais expostas. Em relação a câncer de cérebro, não foi observado um aumento do risco (Tabela 2). Não foi realizada a análise para ELA devido ao reduzido número de casos nas categorias de maior exposição.

Tabela 2. Estimativa do risco (OR) de morte por leucemia e câncer de cérebro de acordo com o campo magnético calculado no domicílio. RMSP, 2001-2005.

Campo magnético calculado (μ T)	Leucemia		Câncer de cérebro	
	OR	(IC 95%)	OR	(IC 95%)
< 0.1 (grupo de referência)	1	-	1	-
e" 0.1; < 0.3	1.23	0.66 – 2.29	0.77	0.39 – 1.50
e" 0.3	1.33	0.81 – 2.18	0.95	0.57 – 1.59

Nota: OR = *odds ratio*.

IC 95% = intervalo de 95% de confiança.

V. Conclusões

O percentual da população de uma grande metrópole urbana, como a RMSP, que está potencialmente exposta aos CMs em níveis iguais ou superiores a $0,3 \mu\text{T}$ gerados por LTs, ficou em torno de 1,4%. Esse valor é um pouco menor do que se observa em estudos realizados em outros países (NIEHS 2002; Kliukiene 2004; Draper 2005). Notou-se, ainda, que essa população é ligeiramente mais jovem e de pior condição socioeconômica, levando-se em conta a renda e a escolaridade, quando comparada aos demais habitantes da região.

Esse resultado é importante do ponto de vista da saúde pública, pois dimensiona a parcela da população que está exposta a esses CMs e, portanto, mais sujeita aos potenciais riscos à saúde decorrentes dessa exposição.

Os resultados encontrados na análise estatística do risco de morte por algumas causas específicas sugerem um discreto aumento no risco para leucemia entre os sujeitos mais expostos a CMs. Esse resultado está de acordo com a literatura sobre o tema, que de maneira geral indica uma associação entre exposição a CM e a ocorrência de leucemia, apesar de as evidências serem mais robustas quando se trata de leucemia em crianças. Todavia, a literatura internacional nessa área é muito controversa, sendo que inúmeros estudos realizados não encontraram riscos estatisticamente significantes (Coleman 1989; Lowenthal 2007; Tynes 2003). Entretanto, a associação encontrada aparece com consistência ao longo das pesquisas realizadas e não foi identificada na literatura uma explicação alternativa para esse resultado.

Em relação ao risco para câncer de cérebro e ELA, o presente estudo apontou resultados menos consistentes, mas que não indicam risco aumentado de morte por essas doenças. Entretanto, há que se considerar que nenhum dos resultados observados foi estatisticamente significativo.

A análise realizada utilizando como indicador de exposição a indução magnética calculada para cada domicílio revelou resultados semelhantes, com um aumento do risco apenas para mortes por leucemia entre aqueles com

maior exposição aos CMs. Porém, novamente esse resultado não foi estatisticamente significativo.

Diversos estudos já examinaram uma possível associação entre leucemia e exposição a CMs, mas os resultados encontrados até agora têm sido conflitantes. Apenas dois estudos encontraram risco aumentado para leucemia em adultos, como os encontrados para a RMSP. Em um estudo na Suécia encontrou-se um risco 20% maior de leucemia em adultos residindo a até 50 m de uma LT (Feychting 1994), e em outro estudo, realizado em Taiwan, encontrou-se um risco duas vezes maior para aqueles residindo nessa mesma distância (Li 1997). Em ambos os estudos o grupo de comparação residia a mais de 100 m das LTs.

Se, por um lado, a falta de um modelo biológico para explicar essa associação é um questionamento frequente na interpretação dos resultados, por outro, são necessárias novas pesquisas sobre o tema para se compreender ou refutar o papel do acaso como explicação para a associação encontrada.

Este estudo representou a aplicação de uma metodologia robusta para a investigação dos efeitos à saúde provocados pela exposição residencial a CM, o que permite a comparação dos dados observados com resultados de outros estudos. Além disso, a realização do estudo numa grande metrópole como a RMSP permitiu a inclusão de um número grande de casos, garantindo maior poder estatístico ao trabalho. Os resultados encontrados são sugestivos de um maior risco de morte por leucemia entre aqueles que residem mais próximos a LTs na RMSP, embora seja pouco provável que esse aumento no risco seja devido aos CMs gerados por essas linhas, uma vez que o risco foi praticamente limitado às LTs de menor voltagem.

Referências

Barbon, A.L. (2003). “Mobilidade residencial intra-urbana em grandes centros: Região Metropolitana de São Paulo – estudo de caso”.

Dissertação de mestrado em Urbanismo. Campinas: Pontificia Universidade Católica de Campinas.

- Coleman, M.P.; Bell, C.M.J.; Taylor, H.L. e Primic-Zakelj, M. (1989). "Leukemia and residence near electricity transmission equipment: A case-control study". *Brit. J. Cancer.*, 60, pp. 793-798.
- Draper, G.; Vincent, T.; Kroll, M.E. e Swanson, J. (2005). "Childhood cancer in relation to distance from high voltage power lines in England and Wales: A case-control study". *BMJ*, 330, pp. 1.290-1.295.
- Feychting, M. e Ahlbom, A. (1994). "Magnetic fields, leukemia, and central nervous system tumors in Swedish adults residing near high-voltage power lines". *Epidemiology*, 5, pp. 501-509.
- Greenland, S. ; Sheppard, A.R.; Kaune, W.T. *et al.* (2000). "A pooled analysis of magnetic field, wire codes and childhood leukemia". *Epidemiology*, 11, pp. 624-634.
- Kliukiene, J.; Tynes, J. e Andersen, A. (2004). "Residential and occupational exposures to 50-Hz magnetic fields and breast cancer in women: A population-based study". *Am. J. Epidemiol.*, 159, pp. 852-861.
- Li, C.Y.; Thériault, G. e Lin, R.S. (1997). "Residential exposure to 60 Hz magnetic fields and adult cancer in Taiwan". *Epidemiology*, 8, pp. 25-30.
- Lowenthal, R.M.; Tuck, D.M. e Bray, I.C. (2007). "Residential exposure to electric power transmission lines and risk of lymphoproliferative and myeloproliferative disorders: A case-control study". *Intern. Med. J.*, 37, pp. 614-619.
- Marcilio, I.; Habermann, M. e Gouveia, N. (2009). "Campos magnéticos de frequência extremamente baixa e efeitos na saúde: Revisão da literatura". *Rev. Bras. Epidemiology*, 12, pp. 105-123.
- National Institute of Environmental Health Sciences (NIEHS) (2002). "EMF associated with the use of electric power". Questions and Answers. NIEHS/DOE EMF RAPID Program. [Citado em jun. 2007.] Disponível em <http://www.niehs.nih.gov/health/docs/emf-02.pdf>.

- Skaba, D.A.; Carvalho, M.S.; Barcellos, C.; Martins, P.C. e Terron, S.L. (2004). “Geoprocessamento dos dados da saúde: O tratamento dos endereços”. *Cad. Saúde Pública*, 20, pp. 1.753-1.756.
- Tynes, T. e Haldorsen, T. (2003). “Residential and occupational exposure to 50 Hz magnetic fields and hematological cancers in Norway”. *Cancer Causes Control.*, 14, pp. 715-720.

Agradecimentos:

Este trabalho foi baseado em uma das linhas de pesquisa do Projeto EMF-SP, “Estudos epidemiológicos sobre exposição ambiental e ocupacional aos campos elétricos e magnéticos de frequência de 60 Hz”, realizado sob coordenação da Abricem, desenvolvido no âmbito do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Setor de Energia Elétrica regulado pela Aneel (Projeto n. 0390-041/2004). Contou também com a participação das concessionárias de energia elétrica que atuam no estado de São Paulo (as distribuidoras AES Eletropaulo, Bandeirante Energia, CPFL Paulista e Elektro, e as transmissoras Companhia de Transmissão de Energia Elétrica Paulista (CTEEP) e Furnas Centrais Elétricas). Colaboraram nessa linha de pesquisa Izabel Marcílio, Mateus Habermann, Rogério Ruscitto do Prado, Miriam Regina de Souza e Marina França Lopes.

CAPÍTULO 3

UM MÉTODO QUALITATIVO PARA AVALIAR
A EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL A CAMPOS
ELETROMAGNÉTICOS GERADOS POR REDES DE
DISTRIBUIÇÃO E LINHAS DE TRANSMISSÃO ELÉTRICAS

Ricardo Cordeiro

Reconhecimento

Contribuíram grandemente no planejamento e na execução deste estudo:
MSc. Eng. Luiz Carlos de Miranda Júnior
Gerente de Segurança, Saúde e Qualidade de Vida da CPFL Energia
Professor da FT – Faculdade de Tecnologia da Unicamp

Eng. Luiz Rodrigues Kisch
Engenheiro Ambiental e de Segurança do Trabalho
Departamento de Segurança, Saúde e Qualidade de Vida da CPFL Energia

Introdução

Praticamente todos os seres humanos do planeta, ou ao menos aqueles que vivem em cidades, estão expostos cotidianamente, em alguma intensidade,

a campos eletromagnéticos (CEMs) de baixa frequência. Suspeita-se que essa exposição, juntamente com outras agressões, pode causar danos à saúde, tais como leucemias e outros tipos de câncer (DOU 2004), doenças neurológicas degenerativas (IARC 2002; Savitz *et al.* 1998; Johansen e Olsen 1998; Hakansson *et al.* 2003) e depressão Qiu *et al.* 2004).

Trabalhadores eletricitários atuando em empresas de produção, transmissão e distribuição de energia elétrica constituem uma parcela da população particularmente exposta a CEMs, pois, além da exposição comum a que estão submetidos em suas casas, nas ruas e demais ambientes em geral, também estão sob a influência de CEMs ao desenvolverem suas atividades profissionais diariamente.

Devido à grande diversidade das atividades profissionais dos eletricitários, bem como à diversidade dos postos de trabalho em que atuam, quantificar e acompanhar ao longo do tempo a exposição a que cada um está submetido é tarefa bastante complexa e onerosa.

Para contribuir com a superação dessa dificuldade, este estudo objetivou construir um método, conhecido genericamente como matriz de exposição ocupacional (MEO). Esse método, a partir de informações facilmente acessíveis a respeito da tensão e intensidade de corrente dos inúmeros circuitos elétricos envolvidos nas tarefas laborais dos eletricitários, bem como a distância, a frequência e o tempo de exposição a eles, estima a intensidade da exposição aos CEMs decorrentes do trabalho desses profissionais operando redes de distribuição e linhas de transmissão elétrica (LTs).

A MEO é um método qualitativo, que sistematiza opiniões e experiência de profissionais bastante familiarizados com as tarefas analisadas. Ela estima de maneira rápida e econômica as exposições a campos elétricos e magnéticos a que se submetem diariamente milhares de eletricitistas não apenas no estado de São Paulo, mas também no restante do Brasil e em outros países. Esse método, bem ajustado e validado, permite poupar tempo e recursos técnicos no monitoramento da saúde desses trabalhadores.

Método

Para a construção da MEO, foram definidos alguns conceitos, que serão apresentados a seguir.

1. Atividades e cenários laborais

São definidos como conjuntos de tarefas exercidas pelos eletricitários em postos de trabalho específicos. Abaixo estão discriminados, com exemplos, um conjunto extensivo de atividades e cenários.

- a) Atividade desenvolvida sob a influência de LT (exemplo: substituição de isolador na LT).
- b) Atividade desenvolvida sob a influência de LT energizada cruzando com outras LTs (exemplo: travessia de uma LT de 500 kV que se encontra sobre outra linha de 138 kV).
- c) Atividade desenvolvida sob a influência de rede primária energizada (exemplo: substituição de elo fusível em chave de ramal instalada numa estrutura que possui apenas a rede primária).
- d) Atividade desenvolvida sob a influência de rede secundária energizada (exemplo: ligação de ramal de serviço na rede secundária em uma estrutura onde não há rede primária).
- e) Atividade desenvolvida sob a influência de redes primária e secundária energizadas (exemplo: substituição de chave faca em estruturas com redes primária e secundária em regime de linha viva ao contato).
- f) Atividade desenvolvida sob a influência de rede secundária e LT energizadas (exemplo: instalação de ramal em rede secundária quando o ramal, em determinado local, percorre em paralelo com a LT).
- g) Atividade desenvolvida sob a influência de rede primária e LT energizadas (exemplo: substituição de cruzeta, em regime de linha viva ao contato, em estrutura da rede primária próxima da LT).
- h) Atividade desenvolvida sob a influência de rede primária, rede secundária e LT energizadas (exemplo: instalação de ramal em rede secundária, em estrutura contendo a rede primária, para a ligação

de novo consumidor, em que em determinado trecho ou ramal de serviço percorre em paralelo com a LT).

- i) Atividade desenvolvida sob a influência de instalações elétricas de subestações energizadas (exemplo: limpeza de contatos das buchas primárias do transformador em regime desenergizado).
- j) Atividade desenvolvida sob a influência de rede primária subterrânea energizada (exemplo: inspeção preventiva de transformadores em câmara subterrânea).
- k) Atividade desenvolvida sob a influência de rede secundária subterrânea energizada (exemplo: inspeção de conexões dos cabos subterrâneos).
- l) Atividade desenvolvida sob a influência de rede primária e secundária subterrâneas energizadas (exemplo: inspeção em câmaras subterrâneas).

Os cenários acima discriminados, com suas atividades laborais, podem estar localizados em zonas de risco, zona controlada e zona livre, de forma homogênea ou heterogênea, conforme será definido abaixo.

2. Zona de trabalho

É uma região onde o trabalhador executa suas tarefas laborais, delimitada segundo a distância que se situa da parte energizada do sistema elétrico. Nesta proposta, foi adotada a definição da Norma Regulamentadora 10 (NR 10), do Ministério do Trabalho (Verkasalo *et al.* 1997), que estabelece três zonas de trabalho: zona de risco, zona controlada e zona livre.

As zonas de risco e controlada são regiões em torno dos circuitos condutores de energia elétrica, acessíveis ao trabalhador, inclusive acidentalmente, que variam de acordo com o nível de tensão do sistema elétrico. Elas diferenciam-se entre si de acordo com a distância da parte condutora de corrente elétrica. Na zona de risco os efeitos adversos causados pela exposição a campos elétricos e magnéticos são, supostamente, os maiores possíveis.

A zona livre é definida como regiões de trabalho além da zona controlada, ou regiões protegidas por barreiras eletricamente isolantes.

A Tabela 1 apresenta a delimitação das zonas de risco, controlada e livre, segundo a tensão da parte energizada, definida pela NR 10 do Ministério do Trabalho.

Tabela 1. Distribuição das faixas de tensão nominal e respectivas delimitações entre zonas de risco, controlada e livre de acordo com a legislação trabalhista.

Faixa de tensão nominal da instalação em kV	Raio de delimitação entre zona de risco e controlada em metros	Raio de delimitação entre zona controlada e livre em metros
≥ 480 e < 700	0,20	0,70
≥ 380 e < 480	0,22	1,22
≥ 220 e < 380	0,25	1,25
≥ 150 e < 220	0,35	1,35
≥ 132 e < 150	0,38	1,38
≥ 110 e < 132	0,40	1,40
≥ 70 e < 110	0,56	1,56
≥ 60 e < 70	0,58	1,58
≥ 45 e < 60	0,63	1,63
≥ 36 e < 45	0,83	1,83
≥ 30 e < 36	0,90	1,90
≥ 20 e < 30	1,00	2,00
≥ 15 e < 20	1,10	3,10
≥ 10 e < 15	1,20	3,20
≥ 6 e < 10	1,60	3,60
≥ 3 e < 6	1,80	3,80
≥ 1 e < 3	2,50	4,50
< 1	3,20	5,20

3. Componentes elétrico e magnético da exposição

Em um primeiro momento, foram determinadas medidas de severidade de exposição a campos elétrico e magnético para configurações específicas de



Figura 1. Ilustração. O trabalhador visto na parte superior encontra-se em zona de risco, o situado na parte inferior encontra-se em zona controlada.



Figura 2. Ilustração. O trabalhador visto na parte superior encontra-se em zona de risco, os situados na parte inferior encontram-se em zona livre.

zonas de trabalho e faixas de tensão que os trabalhadores eletricitários podem enfrentar nos diferentes cenários acima especificados. Essa determinação foi arbitrariamente feita pelo conjunto de técnicos que elaborou esse método, de acordo com seu conhecimento prévio sobre as características dos ambientes de trabalho envolvidos.

Posteriormente, visando verificar a consistência interna dos pesos atribuídos aos componentes elétrico e magnético acima referidos, foram selecionadas 16 tarefas diferentes entre si, executadas sob diferentes configurações de tensão e posição do trabalhador. Os campos elétrico e magnético aos quais o trabalhador que executava a tarefa estava exposto foram medidos continuamente com dosímetro apropriado durante toda a realização dessas tarefas. Essas medidas foram utilizadas para corrigir, quando necessário, as ponderações originalmente estabelecidas.

Os valores abaixo apresentados são o resultado das estimativas iniciais dos técnicos, corrigidas após as medições realizadas. A Tabela 2 apresenta valores correspondentes à exposição a campos elétricos em função da posição de trabalho e tensão do sistema elétrico.

Tabela 2. Atribuição de pesos ponderando o componente elétrico dos CEMs gerados em função da tensão da corrente elétrica (típica das classes de tensão), bem como da distância do trabalhador da parte energizada.

POSIÇÃO DE TRABALHO	FAIXA DE TENSÃO (KV)							
	até 1	até 15	até 24,2	até 36,2	até 72,5	até 92,4	até 145	até 242
Zona de risco	25	26	27	28	29	30	31	32
Zona controlada	17	18	19	20	21	22	23	24
Zona livre não semelhante ao público	9	10	11	12	13	14	15	16
Zona livre semelhante ao público	1	2	3	4	5	6	7	8

A zona livre não semelhante ao público é definida como uma região além da zona controlada, acessível apenas a profissionais eletricitários (não acessível ao público em geral).



Figuras 3 e 4. Ilustração. Técnico fazendo medições objetivas em campo com dosímetro para ajustes dos pesos dos componentes elétrico e magnético.



Figuras 5 e 6 – Ilustração de atividades de equipe de campo monitoradas com dosímetro para ajustes dos componentes elétrico e magnético.

A Tabela 3 apresenta valores estabelecidos correspondentes à exposição a CMs em função da posição de trabalho e tensão do sistema elétrico.

Tabela 3. Atribuição de pesos ponderando o componente magnético dos CEMs gerados em função da intensidade da corrente elétrica (típica das classes de tensão), bem como da distância do trabalhador da parte energizada.

POSIÇÃO DE TRABALHO	FAIXA DE TENSÃO (KV)							
	até 1	até 15	até 24,2	até 36,2	até 72,5	até 92,4	até 145	até 242
Zona de risco	9	13	13	13	15	15	15	18
Zona controlada	7	8	8	8	10	10	10	12
Zona livre não semelhante ao público	1	2	2	2	5	5	5	6
Zona livre semelhante ao público	1	2	2	2	3	3	3	4

4. Frequência da exposição

A frequência com a qual o trabalhador se expõe aos efeitos dos campos elétrico e magnético foi qualificada arbitrariamente de acordo com a quantidade e as características das repetições das exposições.

Definiu-se uma exposição como permanente quando ela ocorre semanalmente em um determinado ambiente. Foram incluídas nesse grupo as exposições decorrentes de ciclo (repetição) bem definido.

Definiu-se uma exposição ocupacional como ocasional quando ela ocorre regularmente em períodos maiores que uma semana num determinado ambiente. Foram incluídas nesse grupo as exposições decorrentes de ciclo (repetição) bem definido, maiores que semanal, por exemplo: inspeção quinzenal, intervenção mensal, intervenção anual etc.

As exposições ocupacionais esporádicas, decorrentes da execução de atividades que não possuem ciclos de repetição definidos ou aquelas executadas em ambientes que não demandam intervenções sistemáticas, não foram contempladas nesta avaliação, podendo, se necessário, ser analisadas individualmente.

Para a exposição ocasional atribuiu-se peso 1, ao passo que para a exposição permanente atribuiu-se peso 2.

5. Tempo de exposição

Para quantificar o tempo de exposição, foram atribuídos pesos correspondentes ao número de horas semanais trabalhadas na tarefa em questão. Por exemplo, um trabalhador que trabalha em uma tarefa específica, exposto a CEMs por 8 horas semanais, recebe um peso de 8; outro que trabalha 32 horas semanais recebe um peso de 32, e assim por diante.

6. Qualificação da exposição

A partir dos conceitos acima apresentados, define-se “exposição”, para cada trabalhador em atividade, como o resultado da expressão abaixo:

$$\text{Exposição} = \frac{1}{4608} \sum_i E_i M_i F_i T_i \quad (\text{fórmula 1})$$

onde E = componente elétrico da exposição (Tabela 2); M = componente magnético da exposição (Tabela 3); F = frequência da exposição; T = peso relativo ao tempo de exposição; e o índice i denota cada uma das atividades laborais exercidas regularmente pelo trabalhador cuja exposição está sendo estimada. A constante 1/4608 foi acrescida à fórmula acima apenas para que os resultados obtidos variem entre zero e 10, facilitando sua interpretação.

Por fim, a partir dos resultados obtidos na fórmula 1, definiu-se o *grau de exposição a campos eletromagnéticos* de acordo com as *faixas de exposição* apresentadas na Tabela 4, abaixo.

Tabela 4. Graus de exposição ocupacional a CEMs de acordo com faixas de quantidade de exposição.

FAIXA DE EXPOSIÇÃO	GRAU DE EXPOSIÇÃO
$0 < \text{Exposição} \leq 2$	1 = Mínimo
$2 < \text{Exposição} \leq 4$	2 = Baixo
$4 < \text{Exposição} \leq 6$	3 = Médio
$6 < \text{Exposição} \leq 8$	4 = Alto
$8 < \text{Exposição} \leq 10$	5 = Máximo

Abaixo são apresentados dois exemplos de estimativa do grau de exposição a CEMs, obtidos de acordo com o método aqui descrito.

Exemplo 1: Um trabalhador, com jornada semanal de 40 horas, se ausenta semanalmente do posto de trabalho por 6 horas (tempo de preparação e trânsito) e o posto de trabalho se encontra a 3 m de uma linha de transmissão de 220 kV. Para ele o componente elétrico (Tabela 2) é 24, o componente magnético (Tabela 3) é 12, o peso da frequência de exposição é 2, o peso do tempo de exposição é 34. Segundo a fórmula 1 acima, isso resulta numa exposição igual a 4,25, o que, de acordo com a Tabela 4, representa um grau de exposição médio.

Exemplo 2: Um trabalhador, com jornada semanal de 40 horas, se ausenta semanalmente do posto de trabalho por 8 horas (tempo de preparação e trânsito). As restantes 32 horas de jornada semanal são desenvolvidas sob as condições apresentadas no quadro abaixo:

Cenário	Faixa de tensão (kV)	Frequência	Zona	Tempo de exposição real (min)
Rede secundária energizada	220 / 380 kV	Permanente	Público	256
			Livre	192
			Controlada	128
			Risco	64
Rede primária energizada	11,9 kV	Permanente	Público	205
			Livre	154
			Controlada	102
			Risco	51
Rede primária energizada	13,8 kV	Permanente	Público	154
			Livre	115
			Controlada	77
			Risco	38
Sob influência das redes de transmissão	69 kV	Permanente	Público	102
			Livre	77
			Controlada	51
			Risco	26
Sob influência das redes de transmissão	138 kV	Ocasional	Público	51
			Livre	38
			Controlada	26
			Risco	13
Tempo total de exposição semanal (minutos)				1920
Público = zona livre semelhante ao público		Livre = zona livre não semelhante ao público		

Aplicando-se a fórmula 1 acima, observa-se que a exposição do trabalhador em questão é 1,44, o que, segundo a Tabela 4, representa um grau de exposição mínimo.

III. Resultados

Como ilustração, o método exposto foi aplicado, em novembro de 2008, a 1.651 funcionários de uma empresa distribuidora de energia elétrica do estado de São Paulo. Desse modo, pôde-se classificar a exposição ocupacional atual a campos elétricos e magnéticos. A Tabela 5, que se encontra anexa a este capítulo, apresenta os resultados obtidos nessa aplicação.

Para melhor avaliar os resultados apresentados na Tabela 5, a Tabela 6, também anexa, traz as principais atividades que os profissionais estudados executam.

IV. Discussão

O método anteriormente apresentado permite estimar, em um grupo de profissionais eletricitários, o grau de exposição a CEMs a que um determinado trabalhador está submetido em relação aos demais trabalhadores do grupo.

É interessante observar que a ilustração feita na Tabela 6 (anexa) mostra que alguns funcionários administrativos apresentam exposição superior a alguns eletricitistas e técnicos de manutenção. Obviamente, esses funcionários administrativos não atuam diretamente em redes de distribuição e LTs elétricas. Suas exposições relativamente altas ocorrem devido à localização de seus escritórios, situados em regiões próximas a linhas e redes.

Conforme explicitado nos objetivos deste estudo, a MEO aqui apresentada aplica-se a trabalhadores expostos a CEMs gerados por redes de

distribuição e LTs elétricas. A exposição gerada por equipamentos – tais como disjuntores, capacitores, transformadores – não é analisada por este método devido à complexidade dos CEMs nas adjacências desses aparelhos.

Como mostram a ilustração e os exemplos aqui apresentados, este método é de fácil aplicação e pode ser usado como um instrumento auxiliar em avaliações de exposições ocupacionais com fins preventivos e normativos.

Referências

- DOU (2004). Portaria MTb n. 598 de 7 de dezembro de 2004, Anexo II da Norma Regulamentadora NR 10 (Edição 8/12).
- Hakansson, N.; Gustavsson, P.; Johansen, C. e Floderus, B. (2003). “Neurodegenerative diseases in welders and other workers exposed to high levels of magnetic fields”. *Epidemiology*, 14(4), pp. 420-426.
- IARC (2002). “Non-ionizing radiation”. Vol. 80, Part 1: Static and extremely low-frequency (ELF) electric and magnetic fields. Lyon: IARC.
- Johansen, C. e Olsen, J.H. (1998). “Mortality from amyotrophic lateral sclerosis, other chronic disorders, and electric shocks among utility workers”. *Am. J. Epidemiol.*, 148(4), pp. 362-368.
- Qiu, C.; Fratiglioni, L.; Karp, A.; Winbland, B. e Bellander, T. (2004). “Occupational exposure to electromagnetic fields and risk of Alzheimer’s disease”. *Epidemiology*, 15(6), pp. 687-694.
- Savitz, D.A.; Loomis, D.P. e Tse, C.K.J. (1998). “Electrical occupations and neurodegenerative disease: Analysis of U.S. mortality data”. *Arch. Environ. Health*, 53(1), pp. 71-74.
- Verkasalo, P.K.; Kaprio, J.; Varjonen, J.; Romanov, K.; Heikkila, K. e Koskenvuo, M. (1997). “Magnetic fields of transmission lines and depression”. *Am. J. Epidemiol.*, 146(12), pp. 1.037-1.045.

ANEXOS

Tabela 5. Graus de exposição a campos eletromagnéticos em um grupo de profissionais de uma empresa paulista de distribuição de energia elétrica.

FUNÇÃO	NÚMERO DE PROFISSIONAIS	GRAU DE EXPOSIÇÃO
Analista comercial JR	2	mínimo
Assistente administrativo	1	baixo
Assistente de atendimento JR	1	baixo
Assistente comercial PL	1	baixo
Assistente comercial SE	1	mínimo
Atendente de telemarketing JR	1	mínimo
Atendente de telemarketing JR	1	baixo
Auxiliar administrativo	3	mínimo
Auxiliar administrativo	1	baixo
Auxiliar técnico	5	mínimo
Auxiliar técnico	3	baixo
Eletricista 15 KV I	8	mínimo
Eletricista 15 KV I	4	baixo
Eletricista 15 KV I	1	médio
Eletricista 15 KV II	2	mínimo
Eletricista 15 KV II	3	baixo
Eletricista de distribuição I	95	mínimo
Eletricista de distribuição I	25	baixo
Eletricista de distribuição I	7	médio
Eletricista de distribuição II	297	mínimo
Eletricista de distribuição II	115	baixo
Eletricista de distribuição II	14	médio
Eletricista de distribuição III	163	mínimo
Eletricista de distribuição III	64	baixo
Eletricista de distribuição III	13	médio
Eletricista de distribuição PR	31	mínimo
Eletricista de distribuição PR	13	baixo

FUNÇÃO	NÚMERO DE PROFISSIONAIS	GRAU DE EXPOSIÇÃO
Eletricista de distribuição PR	2	médio
Eletricista LT I	4	mínimo
Eletricista LT I	2	baixo
Eletricista LV DIS I	50	mínimo
Eletricista LV DIS I	12	baixo
Eletricista LV DIS I	1	médio
Eletricista LV DIS II	59	mínimo
Eletricista LV DIS II	28	baixo
Eletricista LV DIS II	1	médio
Eletricista LV TR I	23	mínimo
Eletricista LV TR I	11	baixo
Eletricista LV TR I	3	médio
Eletricista LV TR II	17	mínimo
Eletricista LV TR II	8	baixo
Eletricista LV TR II	2	médio
Eletricista SE II	2	mínimo
Eletricista SE III	4	mínimo
Eletricista de distribuição	1	mínimo
Eletricista de distribuição PR	1	mínimo
Eletricista de distribuição PR	1	médio
Engenheiro LID de distribuição I	1	mínimo
Engenheiro LID de distribuição II	4	mínimo
Engenheiro LID de distribuição II	1	baixo
Engenheiro LID de transmissão	5	mínimo
Engenheiro LID de transmissão	2	baixo
Engenheiro PRO de distribuição JR	1	mínimo
Técnico de manutenção LID I	5	mínimo
Técnico de manutenção LID I	2	baixo
Técnico de manutenção LID I	1	médio

FUNÇÃO	NÚMERO DE PROFISSIONAIS	GRAU DE EXPOSIÇÃO
Técnico de manutenção LID II	11	mínimo
Técnico de manutenção LID II	4	baixo
Técnico de manutenção PROG SE	1	médio
Técnico de manutenção TELE JR	3	mínimo
Técnico de manutenção TELE JR	1	baixo
Técnico de manutenção TELE JR	1	médio
Técnico de manutenção TELE PL	16	mínimo
Técnico de manutenção TELE PL	6	baixo
Técnico de manutenção TELE SE	12	mínimo
Técnico de manutenção TELE SE	7	baixo
Técnico de manutenção JR	8	mínimo
Técnico de manutenção JR	3	mínimo
Técnico de manutenção LT JR	1	baixo
Técnico de manutenção LT PL	2	mínimo
Técnico de manutenção LT SE	4	mínimo
Técnico de manutenção LT SE	1	baixo
Técnico de manutenção PL	17	mínimo
Técnico de manutenção PL	8	baixo
Técnico de manutenção PL	2	médio
Técnico de manutenção PRO JR	6	mínimo
Técnico de manutenção PRO JR	1	baixo
Técnico de manutenção PRO PL	11	mínimo
Técnico de manutenção PRO PL	8	baixo
Técnico de manutenção PRO PL	2	médio
Técnico de manutenção PRO SR	10	mínimo
Técnico de manutenção SE JR	12	mínimo
Técnico de manutenção SE JR	4	baixo
Técnico de manutenção SE JR	1	médio
Técnico de manutenção SE PL	12	mínimo

FUNÇÃO	NÚMERO DE PROFISSIONAIS	GRAU DE EXPOSIÇÃO
Técnico de manutenção SE PL	6	baixo
Técnico de manutenção SE SR	14	mínimo
Técnico de manutenção SE SR	4	baixo
Técnico de manutenção SR	15	mínimo
Técnico de manutenção SR	6	baixo
Técnico de manutenção SR	2	médio
Técnico de manutenção de projeção JR	1	mínimo
Técnico de medição JR	1	baixo
Técnico de medição PL	11	mínimo
Técnico de medição PL	8	baixo
Técnico de medição PL	2	médio
Técnico de medição SR	5	mínimo
Técnico OB distribuição JR	3	mínimo
Técnico OB distribuição JR	1	baixo
Técnico OB distribuição JR	1	médio
Técnico OB distribuição PL	8	mínimo
Técnico OB distribuição PL	3	baixo
Técnico OB distribuição PL	3	médio
Técnico OB distribuição SR	2	mínimo
Técnico OB distribuição SR	5	baixo
Técnico de projetos JR	10	mínimo
Técnico de projetos JR	6	baixo
Técnico de projetos PL	15	mínimo
Técnico de projetos PL	4	baixo
Técnico de projetos SR	19	mínimo
Técnico de projetos SR	3	baixo
Técnico de segurança no trabalho JR	3	mínimo
Técnico de segurança no trabalho PL	2	mínimo
Técnico de segurança no trabalho SR	2	mínimo

FUNÇÃO	NÚMERO DE PROFISSIONAIS	GRAU DE EXPOSIÇÃO
Técnico de segurança DIS LID	6	mínimo
Técnico de segurança DIS JR	5	mínimo
Técnico de segurança DIS PL	5	mínimo
Técnico de segurança DIS PL	1	baixo
Técnico de segurança DIS PL	3	médio
Técnico de segurança DIS SR	3	mínimo
Técnico de segurança DIS SR	3	baixo
Técnico de transmissão JR	17	mínimo
Técnico de transmissão JR	2	baixo
Técnico de transmissão PL	29	mínimo
Técnico de transmissão PL	4	baixo

Legenda

I; II; III	Designação da proficiência para a evolução na carreira.
15 KV	Profissional especializado em rede de distribuição na classe de 15.000 Volts.
DIS	Profissional especializado em rede de distribuição.
JR	Júnior: profissional pouco experiente e que trabalha sob supervisão constante.
LID	Supervisor: responsável por equipes ou processos de trabalho.
LT	Linha de transmissão: profissional especializado em linha de transmissão.
LV DI	Profissional especializado em rede de distribuição – técnica de “linha viva ao contato”.
LV TR	Profissional especializado em linha de transmissão – técnica de “linha viva a distância”.
OB	Especialista de obras na rede ou linha.
PL	Pleno: profissional experiente e capaz de solucionar problemas.
PR	Praticante: designação do profissional no período de formação profissional.
PRO	Programador: planejamento de tarefas, atividades e dimensionamento de recursos.
SE	Subestação: profissional especializado em instalação de subestações.
SR	Sênior: profissional muito experiente e capaz de resolver problemas complexos.
TELE	Profissional especializado em telecomunicações.
TR	Profissional especializado em linha de transmissão.

Tabela 6. Cargo e descrição das principais atividades desenvolvidas por profissionais de uma empresa paulista de distribuição de energia elétrica.

CARGO	ATIVIDADES
ANALISTA COMERCIAL	Desenvolver e manter indicadores de resultados no processo de comercialização de produtos e serviços; preparar mensalmente todo o material utilizado para reunião de resultados do departamento; elaborar relatório mensal das despesas e receitas com a comercialização de produtos e serviços; elaborar análises de resultados, indicando soluções para otimização de custos; elaborar, implantar e controlar os orçamentos dos Centros de Custos e de Lucros do departamento e da diretoria comercial; acompanhar, analisar e consolidar informações sobre a gestão de recursos; dar suporte às gerências e à diretoria em assuntos relacionados à gestão do orçamento e no desenvolvimento de alternativas de otimização dos recursos orçamentários e projeção de tendência mensal.
ASSISTENTE ADMINISTRATIVO	Serviços gerais de apoio administrativo tais como: separar e classificar documentos e correspondências; transcrever dados para controles específicos; elaborar cálculos de pequena complexidade, planilhas e relatórios; redigir correspondências e pareceres em geral; controlar rotinas de gestão de recursos humanos e material, orientando e conferindo os trabalhos desenvolvidos na área; dirigir veículos da companhia.
ASSISTENTE DE ATENDIMENTO JR	Atender clientes; emitir 2ª via de conta; atualizar cadastro; refaturar contas; analisar o histórico de consumo de clientes; prestar informações técnicas e comerciais a clientes; desempenhar tarefas padronizadas que exigem a aplicação de técnicas básicas, iniciando seu contato com os métodos e os programas da empresa, atuando sob supervisão constante.
ASSISTENTE COMERCIAL PL	Executar o faturamento e o cadastramento dos clientes da empresa; gerar e distribuir planilhas para a execução das leituras; imprimir e distribuir contas de energia; emitir OS para verificar e corrigir irregularidades encontradas em campo; analisar e refaturar contas de clientes com irregularidade; programar corte e reaviso de clientes inadimplentes; operacionalizar refaturamentos, consumos finais e complementos de insumos; analisar e solucionar as inconsistências diárias do processo de faturamento; dirigir veículos da companhia.
ASSISTENTE COMERCIAL SR	Executar o faturamento e o cadastramento dos clientes da empresa; gerar e distribuir planilhas para a execução das leituras; imprimir e distribuir contas de energia; emitir OS para verificar e corrigir irregularidades encontradas em campo; analisar e refaturar contas de clientes com irregularidade; programar corte e reaviso de clientes inadimplentes; operacionalizar refaturamentos, consumos finais e complementos de insumos; analisar e solucionar as inconsistências diárias do processo de faturamento; dirigir veículos da companhia.

CARGO	ATIVIDADES
ATENDIMENTO DE TELEMARKETING JR	Atender a solicitações de serviços, reclamações e prestar informações, por meio da linha 0800; registrar corretamente as solicitações de atendimento no sistema; garantir a satisfação do cliente com o atendimento; atuar como <i>help desk</i> sempre que solicitado; atuar em processos de atendimento comercial, buscando a solução imediata às solicitações dos clientes; atuar com as áreas responsáveis pela execução de serviços que estejam em atraso, buscando solucionar atendimentos críticos; dirigir veículos da companhia.
AUXILIAR ADMINISTRATIVO	Serviços gerais de apoio administrativo tais como: separar e classificar documentos e correspondências; transcrever dados para controles específicos; elaborar cálculos de pequena complexidade, planilhas e relatórios; redigir correspondências e pareceres em geral; controlar rotinas de gestão de recursos humanos e material, orientando e conferindo os trabalhos desenvolvidos na área; dirigir veículos da companhia.
AUXILIAR TÉCNICO	Auxiliar na elaboração de estudos de viabilidade para atendimento de novos clientes e aumento de carga; elaborar projetos e orçamentos de redes e linhas de distribuição; analisar projetos de instalações particulares em baixa e média tensão; analisar projetos e elaborar estudos de adequação de redes para ocupação de postes por terceiros; elaborar processos de incorporação de redes; acompanhar e atender aos indicadores técnicos; atualizar dados referentes a redes de distribuição urbana, rural e equipamentos de 15 kV; elaborar estudos e projetos especiais (alimentadores, travessias, melhoramentos, remoções); realizar atendimento personalizado a clientes internos e externos; dirigir veículos da companhia.
ELETRICISTA 15 kV	Executar as ordens de serviços comercial, de emergência e de iluminação pública; fazer a manutenção de redes de distribuição e de equipamentos de 15/25 kV, conforme padrões, procedimentos e normas – técnicas e de segurança –, com rapidez e eficácia, para atender à visão, à missão, aos valores e às políticas da empresa.
ELETRICISTA DIS I	Ligar, desligar, religar consumidores com rede energizada, em baixa e média tensão; restabelecer o fornecimento de energia elétrica de consumidores urbanos e rurais; orientar o consumidor sobre normas e serviços prestados pela empresa; efetuar leitura/inspecionar os padrões de entrada dos consumidores do grupo B e FA/FH; operar/efetuar manobras na rede de distribuição, em equipamentos de 15 kV e em subestações; inspecionar redes e equipamentos da rede primária e secundária; executar serviços de inspeção e manutenção de redes e iluminação pública; executar medições de parâmetros elétricos na rede de distribuição; dirigir veículos com habilitação categoria C; zelar por equipamentos (EPIs e EPCs), ferramentas, veículos e local de trabalho; executar tarefas auxiliares e/ou rotineiras, de pequena complexidade, atuando sob supervisão constante.

CARGO	ATIVIDADES
ELETRICISTA DIS II	Ligar, desligar, religar consumidores com rede energizada, em baixa e média tensão; restabelecer o fornecimento de energia elétrica de consumidores urbanos e rurais; orientar o consumidor sobre normas e serviços prestados pela empresa; efetuar leitura/inspecionar os padrões de entrada dos consumidores do grupo B e FA/FH; operar/efetuar manobras na rede de distribuição, em equipamentos de 15 kV e em subestações; inspecionar redes e equipamentos da rede primária e secundária; executar serviços de inspeção e manutenção de redes e iluminação pública; executar medições de parâmetros elétricos na rede de distribuição; dirigir veículos com habilitação categoria C; zelar por equipamentos (EPIs e EPCs), ferramentas, veículos e local de trabalho; executar tarefas diversificadas que exigem o domínio de técnicas específicas e conhecimento de normas, métodos e procedimentos adotados na empresa.
ELETRICISTA DIS III	Executar as ordens de serviços comercial, de emergência e de iluminação pública; fazer a manutenção de redes de distribuição, conforme os padrões e as normas técnicas de segurança, com rapidez e eficiência, para atingir a satisfação do cliente e os índices de qualidade de atendimento.
ELETRICISTA DIS PR	Participar do curso de eletricitista de rede de distribuição – formação; ligar, desligar, religar consumidores com rede energizada, em baixa e média tensão; restabelecer o fornecimento de energia elétrica de consumidores urbanos e rurais; orientar o consumidor sobre normas e serviços prestados pela empresa; efetuar leitura/inspecionar os padrões de entrada dos consumidores do grupo B e FA/FH; operar/efetuar manobras na rede de distribuição, equipamentos de 15 kV; inspecionar redes e equipamentos da rede primária e secundária; executar serviços de inspeção e manutenção de redes e iluminação pública; executar medições de parâmetros elétricos na rede de distribuição; dirigir veículos com habilitação categoria C; zelar por equipamentos (EPIs e EPCs), ferramentas, veículos e local de trabalho; executar tarefas auxiliares e/ou rotineiras, de pequena complexidade, atuando sob supervisão constante.
ELETRICISTA LT	Executar as inspeções e manutenções em regime de linha viva em linhas de transmissão; executar trabalhos necessários à normalização do fornecimento de energia, decorrentes de saídas forçadas em LTs; fiscalizar toda e qualquer travessia de LTs com diversas interferências; executar obras em linhas de transmissão; fazer levantamento e acompanhar a execução do tratamento anticorrosivo aéreo e a proteção catódica; fiscalizar os serviços de roçada e aceiros em LTs, os quais são realizados por terceiros; executar serviços em regime de linha viva em subestações; dirigir veículos da companhia.
ELETRICISTA LV DI	Executar as ordens de serviços comercial, de emergência e de iluminação pública; fazer a manutenção de redes de distribuição em regime de linha morta e linha viva ao contato (classe 15/25 kV), conforme padrões, procedimentos e normas – técnicas e de segurança –, com rapidez e eficácia, para atender à visão, à missão, aos valores e às políticas da empresa.

CARGO	ATIVIDADES
ELETRICISTA LV TR	Executar as inspeções e manutenções em regime de linha viva em linhas de transmissão; executar trabalhos necessários à normalização do fornecimento de energia, decorrentes de saídas forçadas em LTs; fiscalizar toda e qualquer travessia de LTs com diversas interferências; executar obras em linhas de transmissão; fazer levantamento e acompanhar a execução do tratamento anticorrosivo aéreo e a proteção catódica; fiscalizar os serviços de roçada e aceiros em LTs, os quais são realizados por terceiros; executar serviços em regime de linha viva em subestações; dirigir veículos da companhia; executar tarefas auxiliares e/ou rotineiras, de pequena complexidade, atuando sob supervisão constante.
ELETRICISTA SE	Executar a manutenção preditiva, preventiva, corretiva e emergencial em equipamentos de subestações próprias, de usinas e de terceiros; executar o comissionamento dos equipamentos de subestações; executar a montagem e a desmontagem de equipamentos de subestações; executar obras de melhorias em subestações; executar ensaios em equipamentos de subestações; executar manobras de equipamentos em subestações; executar serviços de oficina na recuperação de equipamentos; operar equipamentos hidráulicos; dirigir veículos da companhia; executar tarefas auxiliares e/ou rotineiras, de pequena complexidade, atuando sob supervisão constante.
ELETRICISTA DIS	Executar a manutenção preditiva, preventiva, corretiva e emergencial em equipamentos de subestações próprias, de usinas e de terceiros; executar o comissionamento dos equipamentos de subestações; executar a montagem e a desmontagem de equipamentos de subestações; executar obras de melhorias em subestações; executar ensaios em equipamentos de subestações; executar manobras de equipamentos em subestações; executar serviços de oficina na recuperação de equipamentos; operar equipamentos hidráulicos; dirigir veículos da companhia; executar tarefas auxiliares e/ou rotineiras, de pequena complexidade, atuando sob supervisão constante.
ELETRICISTA DIS PR	Participar do curso de eletricitista de rede de distribuição – formação; ligar, desligar, religar consumidores com rede energizada, em baixa e média tensão; restabelecer o fornecimento de energia elétrica de consumidores urbanos e rurais; orientar o consumidor sobre normas e serviços prestados pela empresa; efetuar leitura/inspecionar os padrões de entrada dos consumidores do grupo B e FA/FH; operar/efetuar manobras na rede de distribuição, em equipamentos de 15 kV; inspecionar redes e equipamentos da rede primária e secundária; executar serviços de inspeção e manutenção de redes e iluminação pública; executar medições de parâmetros elétricos na rede de distribuição; dirigir veículos com habilitação categoria C; zelar por equipamentos (EPIs e EPCs), ferramentas, veículos e local de trabalho; executar tarefas auxiliares e/ou rotineiras, de pequena complexidade, atuando sob supervisão constante.

CARGO	ATIVIDADES
ENGENHEIRO LID DIS I	Ligar, desligar, religar consumidores com rede energizada, em baixa e média tensão; restabelecer o fornecimento de energia elétrica de consumidores urbanos e rurais; orientar o consumidor sobre normas e serviços prestados pela empresa; efetuar leitura/inspecionar os padrões de entrada dos consumidores do grupo B e FA/FH; operar/efetuar manobras na rede de distribuição, em equipamentos de 15 kV e em subestações. inspecionar redes e equipamentos da rede primária e secundária; executar serviços de inspeção e manutenção de redes e iluminação pública; executar medições de parâmetros elétricos na rede de distribuição; dirigir veículos com habilitação categoria C; zelar por equipamentos (EPIs e EPCs), ferramentas, veículos e local de trabalho; executar tarefas auxiliares e/ou rotineiras, de pequena complexidade, atuando sob supervisão constante.
ENGENHEIRO LID DIS II	Ligar, desligar, religar consumidores com rede energizada, em baixa e média tensão; restabelecer o fornecimento de energia elétrica de consumidores urbanos e rurais; orientar o consumidor sobre normas e serviços prestados pela empresa; efetuar leitura/inspecionar os padrões de entrada dos consumidores do grupo B e FA/FH; operar/efetuar manobras na rede de distribuição, em equipamentos de 15 kV e em subestações; inspecionar redes e equipamentos da rede primária e secundária; executar serviços de inspeção e manutenção de redes e iluminação pública; executar medições de parâmetros elétricos na rede de distribuição; dirigir veículos com habilitação categoria C; zelar por equipamentos (EPIs e EPCs), ferramentas, veículos e local de trabalho; executar tarefas diversificadas que exigem o domínio de técnicas específicas e conhecimento de normas, métodos e procedimentos adotados na empresa.
ENGENHEIRO LID TR	Responsável pela logística e manutenção dos equipamentos de toda a reserva técnica; gestão do contrato de manutenção de equipamentos de subestação; gestão do contrato de transporte, responsável pelo transporte; apoio aos gerentes de contas e de poder público quanto aos assuntos relacionados à reserva; gestão do acordo firmado entre as empresas de energia quanto ao empréstimo de equipamentos e subestações móveis da reserva técnica; controle de utilização das subestações móveis no sistema da empresa, priorizando o atendimento emergencial; solicitar a aquisição de equipamentos novos para a reserva técnica, em conjunto com a engenharia e os gerentes de ativo; subsidiar os demais serviços de campo, quanto aos equipamentos sobressalentes armazenados no almoxarifado da sede.
ENGENHEIRO PRO DIS	Garantir o cumprimento de normas e padrões técnicos de projetos, obras e de segurança; prover suporte técnico às equipes de projetos e obras; manter a união e a motivação das equipes; controlar os indicadores comerciais e técnicos; interagir com as demais áreas da empresa, otimizando os resultados e as soluções; visitar projetos elaborados por equipes próprias e contratadas, bem como projetos de instalações particulares; prover os engenheiros líderes e gerente da região com informações, necessidades e resultados.

CARGO	ATIVIDADES
GERENTE DE CONTAS PL	Atender clientes em suas solicitações, visitando-os ao menos 1 vez ao ano, ofertando-lhes produtos e serviços; levantar com os clientes suas principais necessidades e agir de forma proativa, propondo soluções para seus problemas; orientar sobre portarias, legislação vigente, normas e procedimentos comerciais estabelecidos pelo órgão regulador (Aneel); informar sobre vencimento de contratos de fornecimento, aditamentos, final do período de testes; efetuar acompanhamento e cobranças de pagamentos a serviços executados na unidade consumidora; gestão de inadimplência (negociar débitos de contas de energia elétrica ou pendências jurídicas – liminar); prospectar novos produtos e serviços; desempenhar tarefas que requerem investigações e estudos variados para a criação, adaptação e modificação de projetos e rotinas em geral; desenvolver suas atividades com independência, recebendo instruções somente para a resolução de problemas complexos e/ou inusitados.
TÉCNICO DE MANUTENÇÃO PROGRAMADOR SR	Projetar soluções para ocupação dos imóveis da empresa, buscando atender às necessidades de crescimento da companhia.
TÉCNICO DE MANUTENÇÃO DE TELE	Assegurar o funcionamento ininterrupto das unidades terminais remotas (UTR) das subestações (SE) e das estações de telecomunicações; assegurar o funcionamento ininterrupto dos equipamentos da rede de telecomunicações e automação; assegurar a integridade e atualização do banco de dados do Sistema de Gerenciamento da Rede de Telecomunicações (SIGRET); instalar e comissionar UTRs para aumento da confiabilidade e observabilidade da supervisão do sistema elétrico; realizar testes de aceitação de <i>hardware</i> e <i>software</i> para supervisão do sistema de telecomunicações.
TÉCNICO DE MANUTENÇÃO	Alocar equipes para atendimento comercial e de iluminação pública e em situações emergenciais; programar e despachar ordens de serviços (OS comerciais e de iluminação pública); acompanhar equipes em campo e observar a segurança e qualidade do serviço executado; controlar veículos, ferramentas, equipamentos e materiais; gestão de indicadores técnicos e comerciais; controlar férias, horas extras, sobreaviso etc.; providenciar suprimentos de materiais (via R3); interagir e dar apoio técnico ao CPD/CO na execução das OS; supervisionar os contratos terceirizados; dirigir veículos da companhia; supervisionar equipes em EAs.
TÉCNICO DE MANUTENÇÃO DE LT JR	Planejar, programar e executar as inspeções e manutenções em regime de linha viva/morta em linhas de transmissão; planejar, programar e executar trabalhos necessários à normalização do fornecimento de energia, decorrentes de saídas forçadas em LTs; fiscalizar toda e qualquer travessia de LTs com diversas interferências; planejar, programar e executar obras em linhas de transmissão; planejar, programar, fazer levantamento e acompanhar a execução do tratamento anticorrosivo aéreo e a proteção catódica; fiscalizar os serviços de roçada e aceiros em LTs, os quais são realizados por terceiros; planejar,

CARGO	ATIVIDADES
	programar e executar serviços em regime de linha viva em subestações; analisar projetos de travessias e urbanísticos envolvendo faixa de servidão; inspeção aérea e termografia em LTs; manter atualizado o banco de dados, abrir e fechar notas e ordens, encaminhar pedido de materiais no SAP R/3; auxiliar na previsão orçamentária dos planos específicos; dirigir veículos da companhia; desempenhar tarefas padronizadas que exigem a aplicação de técnicas básicas, iniciando seu contato com os métodos e programas da empresa, atuando sob supervisão constante.
TÉCNICO DE MANUTENÇÃO DE LT SR	Planejar, programar, supervisionar e executar as inspeções e manutenções em regime de linha viva/morta em linhas de transmissão; planejar, programar, supervisionar e executar trabalhos necessários à normalização do fornecimento de energia, decorrentes de saídas forçadas em LTs; fiscalizar toda e qualquer travessia de LTs com diversas interferências; planejar, programar, supervisionar e executar obras em linhas de transmissão; planejar, programar, supervisionar, fazer levantamento e acompanhar a execução do tratamento anticorrosivo aéreo e a proteção catódica; fiscalizar os serviços de roçada e aceiros em LTs, os quais são realizados por terceiros; planejar, programar, supervisionar e executar serviços em regime de linha viva em subestações; analisar projetos de travessias e urbanísticos envolvendo faixa de servidão; inspeção aérea e termografia em LTs; manter atualizado o banco de dados, abrir e fechar notas e ordens, encaminhar pedido de materiais no SAP R/3; auxiliar na previsão orçamentária dos planos específicos; dirigir veículos da companhia; desempenhar e/ou supervisionar tarefas especializadas e complexas que exigem conhecimentos técnicos amplos e profundos. Possui alta independência de ação, sendo responsável por interpretar e organizar trabalhos de grande porte.
TÉCNICO DE MANUTENÇÃO DE PROTEÇÃO JR	Assegurar a integridade e a confiabilidade de todos os ativos da transmissão da região, elaborando projetos de melhorias e manutenção dos sistemas de proteção, automação e controle de subestações.
TÉCNICO DE MEDIÇÃO JR	Fiscalizar os ativos de medição, prestar suporte técnico para garantir a confiabilidade das inspeções; desenvolver procedimentos, treinamentos e avaliar o desempenho das equipes envolvidas no processo; gestão da execução e regularização das ordens de serviço de inspeção, para evitar e reduzir perdas comerciais, visando à satisfação dos clientes, acionistas, colaboradores e parceiros.
TÉCNICO DE MEDIÇÃO PL	Fiscalizar os ativos de medição, prestar suporte técnico para garantir a confiabilidade das inspeções; desenvolver procedimentos, treinamentos e avaliar o desempenho das equipes envolvidas no processo; gestão da execução e regularização das ordens de serviço de inspeção, para evitar e reduzir perdas comerciais, visando à satisfação dos clientes, acionistas, colaboradores e parceiros.

CARGO	ATIVIDADES
TÉCNICO DE MEDIÇÃO SR	Fiscalizar os ativos de medição, prestar suporte técnico para garantir a confiabilidade das inspeções; desenvolver procedimentos, treinamentos e avaliar o desempenho das equipes envolvidas no processo; gestão da execução e regularização das ordens de serviço de inspeção, para evitar e reduzir perdas comerciais, visando à satisfação dos clientes, acionistas, colaboradores e parceiros.
TÉCNICO OB DIS SR	Acompanhar a execução e receber após a conclusão das obras de investimentos de recursos próprios e de terceiros nas redes e linhas de distribuição; efetuar a medição do pagamento de empreiteiros; fazer o encerramento técnico e contábil das obras; fazer avaliação técnica, administrativa e de segurança dos empreiteiros; observar aspectos de segurança no trabalho; atender aos indicadores de qualidade previstos no Anexo V, Contrato de Concessão; inspecionar instalações particulares a energizar e energizadas; realizar atendimento personalizado a clientes internos e externos.
TÉCNICO OPERAÇÃO DA DIS PL	Trabalhar dentro do centro de operação, monitorando e controlando as grandezas de tensão, carregamento e frequência do sistema elétrico, garantindo a manutenção da qualidade e confiabilidade do fornecimento de energia; planejar, atuar por telecomando, autorizar e comandar as manobras nos equipamentos do sistema elétrico, em tempo real, para otimizar a liberação/normatização de manutenções programadas e o restabelecimento de energia em contingências; acionar e coordenar as equipes de manutenção na localização e solução de defeitos em equipamentos do sistema de transmissão e distribuição de energia, dimensionando os recursos para otimização do atendimento; resgatar e disponibilizar dados de duração e frequência das ocorrências em “tempo real”; analisar e propor alterações na configuração da rede elétrica, visando otimizar seu desempenho; confeccionar relatórios de ocorrências no sistema elétrico e informes gerenciais de interrupções de energia.
TÉCNICOS PROJETOS JR	Elaborar estudos de viabilidade para atendimento de novos clientes e aumento de carga; elaborar projetos e orçamentos de redes e linhas de distribuição; analisar projetos de instalações particulares em baixa e média tensão; analisar projetos e elaborar estudos de adequação de redes para ocupação de postes por terceiros; elaborar processos de incorporação de redes; acompanhar e atender aos indicadores técnicos; atualizar dados referentes a redes de distribuição urbana, rural e equipamentos de 15 kV; elaborar estudos e projetos especiais (alimentadores, travessias, melhoramentos, remoções); realizar atendimento personalizado a clientes internos e externos; dirigir veículos da companhia; desempenhar tarefas padronizadas que exigem a aplicação de técnicas básicas, iniciando seu contato com os métodos e programas da empresa, atuando sob supervisão constante.

CARGO	ATIVIDADES
TÉCNICOS PROJETOS PL	Elaborar estudos de viabilidade para atendimento de novos clientes e aumento de carga; elaborar projetos e orçamentos de redes e linhas de distribuição; analisar projetos de instalações particulares em baixa e média tensão; analisar projetos e elaborar estudos de adequação de redes para ocupação de postes por terceiros; elaborar processos de incorporação de redes; acompanhar e atender aos indicadores técnicos; atualizar dados referentes a redes de distribuição urbana, rural e equipamentos de 15 kV; elaborar estudos e projetos especiais (alimentadores, travessias, melhoramentos, remoções); realizar atendimento personalizado a clientes internos e externos; dirigir veículos da companhia.
TÉCNICOS PROJETOS SR	Elaborar estudos de viabilidade para atendimento de novos clientes e aumento de carga; elaborar projetos e orçamentos de redes e linhas de distribuição; analisar projetos de instalações particulares em baixa e média tensão; analisar projetos e elaborar estudos de adequação de redes para ocupação de postes por terceiros; elaborar processos de incorporação de redes; acompanhar e atender aos indicadores técnicos; atualizar dados referentes a redes de distribuição urbana, rural e equipamentos de 15 kV; elaborar estudos e projetos especiais (alimentadores, travessias, melhoramentos, remoções); realizar atendimento personalizado a clientes internos e externos; dirigir veículos da companhia; desempenhar e/ou supervisionar tarefas especializadas e complexas que exigem conhecimentos técnicos amplos e profundos. Possui alta independência de ação, sendo responsável por interpretar e organizar trabalhos de grande porte.
TÉCNICO DE SEGURANÇA DO TRABALHO JR	Desenvolver/executar ações relativas à prevenção de acidentes, eliminação e/ou controle de riscos, por meio de auditorias, inspeções/acompanhamentos em áreas de risco, treinamentos, campanhas e palestras; assessorar as gerências/empregados, conforme responsabilidades de função na Portaria 3214/78 e de acordo com a área de abrangência do SEESMT.
TÉCNICOS SERVIÇOS DA DIS LID	Executar medição, encerramento técnico e contábil, postagem e pagamento das obras executadas, visando manter a qualidade da base, o pagamento correto, o encerramento e unitização das obras dentro dos prazos mínimos estabelecidos.
TÉCNICO TR JR	Planejar, programar e supervisionar as atividades de manutenção de linhas de transmissão em regime de linha viva e linha morta, a fim de assegurar a confiabilidade do suprimento do sistema elétrico de potência da respectiva região.
TÉCNICA MEDIÇÃO SR	Fiscalizar os ativos de medição, prestar suporte técnico para garantir a confiabilidade das inspeções; desenvolver procedimentos, treinamentos e avaliar o desempenho das equipes envolvidas no processo; gestão da execução e regularização das ordens de serviço de inspeção, para evitar e reduzir perdas comerciais, visando à satisfação dos clientes, acionistas, colaboradores e parceiros.

CARGO	ATIVIDADES
TÉCNICAS OBRAS DIS	Acompanhar durante a execução e receber após a conclusão das obras de investimentos de recursos próprios e de terceiros nas redes e linhas de distribuição; efetuar a medição do pagamento de empreiteiros; fazer o encerramento técnico e contábil das obras; fazer avaliação técnica, administrativa e de segurança dos empreiteiros; observar aspectos de segurança no trabalho; atender aos indicadores de qualidade previstos no Anexo V, Contrato de Concessão; inspecionar instalações particulares a energizar e energizadas; realizar atendimento personalizado a clientes internos e externos.
TÉCNICO OPERADOR SISTEMA ELÉTRICO	Trabalhar dentro do centro de operação, monitorando e controlando as grandezas de tensão, carregamento e frequência do sistema elétrico, garantindo a manutenção da qualidade e a confiabilidade do fornecimento de energia; planejar, atuar por meio de telecomando, autorizar e comandar as manobras nos equipamentos do sistema elétrico, em tempo real, para otimizar a liberação/normalização de manutenções programadas e o restabelecimento de energia em contingências; acionar e coordenar as equipes de manutenção na localização e solução de defeitos em equipamentos do sistema de transmissão e distribuição de energia, dimensionando os recursos para otimização do atendimento; resgatar e disponibilizar dados de duração e frequência das ocorrências em “tempo real”; analisar e propor alterações na configuração da rede elétrica, visando otimizar seu desempenho; confeccionar relatórios de ocorrências no sistema elétrico e informes gerenciais de interrupções de energia.
TÉCNICOS PROJETOS	Elaborar estudos de viabilidade para atendimento de novos clientes e aumento de carga; elaborar projetos e orçamentos de redes e linhas de distribuição; analisar projetos de instalações particulares em baixa e média tensão; analisar projetos e elaborar estudos de adequação de redes para ocupação de postes por terceiros; elaborar processos de incorporação de redes; acompanhar e atender aos indicadores técnicos; atualizar dados referentes a redes de distribuição urbana, rural e equipamentos de 15 kV; elaborar estudos e projetos especiais (alimentadores, travessias, melhoramentos, remoções); realizar atendimento personalizado a clientes internos e externos; dirigir veículos da companhia.
TÉCNICOS PROJETOS SR	Elaborar estudos de viabilidade para atendimento de novos clientes e aumento de carga; elaborar projetos e orçamentos de redes e linhas de distribuição; analisar projetos de instalações particulares em baixa e média tensão; analisar projetos e elaborar estudos de adequação de redes para ocupação de postes por terceiros; elaborar processos de incorporação de redes; acompanhar e atender aos indicadores técnicos; atualizar dados referentes a redes de distribuição urbana, rural e equipamentos de 15 kV; elaborar estudos e projetos especiais (alimentadores, travessias, melhoramentos,

CARGO	ATIVIDADES
	remoções); realizar atendimento personalizado a clientes internos e externos; dirigir veículos da companhia; desempenhar e/ou supervisionar tarefas especializadas e complexas que exigem conhecimentos técnicos amplos e profundos. Possui alta independência de ação, sendo responsável por interpretar e organizar trabalhos de grande porte.
TÉCNICO SEGURANÇA DO TRABALHO JR	Desenvolver/executar ações relativas à prevenção de acidentes, eliminação e/ou controle de riscos, por meio de auditorias, inspeções/acompanhamentos em áreas de risco, treinamentos, campanhas e palestras; assessorar as gerências/empregados, conforme responsabilidades de função na portaria 3214/78 e de acordo com a área de abrangência do SEESMT.
TÉCNICO SERVIÇO DA DIS	Executar desenho de obras em plantas cadastrais; digitar os ativos na base de dados; atualizar banco de dados PRODADIS; efetuar o controle dos equipamentos de 15 kV na base de dados; efetuar manutenção na base de dados dos sistemas IHM x PRODADIS; dar apoio a outras áreas centralizadas em serviços internos; consultar normas técnicas no acervo de documentos; desempenhar tarefas padronizadas que exigem a aplicação de técnicas básicas, iniciando seu contato com os métodos e programas da empresa, atuando sob supervisão constante.
TÉCNICO TR	Planejar, programar e supervisionar as atividades de manutenção de linhas de transmissão em regime de linha viva e linha morta, a fim de assegurar a confiabilidade do suprimento do sistema elétrico de potência da respectiva região.

CAPÍTULO 4

CAMPOS MAGNÉTICOS DE BAIXA FREQUÊNCIA E LEUCEMIA EM CRIANÇAS NO ESTADO DE SÃO PAULO

Victor Wünsch Filho

A questão dos possíveis efeitos da exposição aos campos magnéticos (CMs) de baixa frequência sobre a saúde humana é polêmica. Para a maioria dos eventos patológicos investigados, como as neoplasias malignas em adultos, as doenças neurológicas degenerativas e as doenças cardiovasculares, os resultados dos estudos não permitem afirmar uma possível relação causal entre a exposição em níveis mais elevados de CMs de baixa frequência e a ocorrência dessas doenças. Todavia, ainda permanecem dúvidas sobre as leucemias infantis, de acordo com os resultados de vários estudos conduzidos em populações de países do hemisfério norte, onde o uso de energia elétrica é intensivo. Considerando-se a necessidade de resultados provenientes de pesquisa conduzida com a população brasileira, em razão de suas particularidades de consumo de energia elétrica e das configurações de linhas de transmissão e distribuição, planejou-se este estudo epidemiológico de tipo caso-controle. A missão de uma pesquisa etiológica é explicar se um

determinado desfecho (leucemia linfocítica aguda – LLA) pode, de forma confiável, ser atribuído a um fator de risco particular (exposição a CMs de baixa frequência). Para isso, utilizam-se técnicas de análise multivariada, com controle de outros possíveis fatores causais (variáveis de confusão) que poderiam potencialmente interferir na relação estudada. Este estudo de cunho etiológico foi conduzido no estado de São Paulo entre fevereiro de 2006 e março de 2009. A seguir apresenta-se uma revisão do tema objeto de estudo e o relato dos métodos e resultados da pesquisa.

Incidência, tendência e fatores causais de leucemias em crianças

As leucemias são as neoplasias malignas mais comuns na infância, cerca de um terço do total de câncer em crianças menores de 14 anos de idade (Petridou e Trichopoulos 2002; Hodson *et al.* 2007). O subtipo mais comum (aproximadamente 80% dos casos) é a LLA. Estudos na América do Norte (Linabery e Ross 2008), Ásia (Swaminathan *et al.* 2008) e Europa (Coeberg *et al.* 2006; Shah e Coleman 2007) indicam estabilidade nas taxas de incidência de neoplasias malignas em crianças, porém as leucemias apresentam tendência crescente. Análises por subtipos de leucemias revelam que o aumento da incidência se deve, particularmente, ao aumento da LLA. No Brasil, a incidência de leucemia é 41 casos por um milhão de meninos e 36 casos por um milhão de meninas e, também, as taxas apresentam incremento crescente (Reis *et al.* 2007; Ribeiro *et al.* 2007). Dados do Registro de Câncer de Base Populacional da cidade de São Paulo, que possui a mais longa série histórica de incidência por câncer no país, revelam tendência ascendente das leucemias linfoides em crianças no período compreendido entre 1969 e 2003 (Mirra *et al.* 2004). Embora parte desse fenômeno possa ser atribuída a melhorias no diagnóstico e registro da doença, isso não explicaria completamente a crescente incidência de LLA no mundo. Uma hipótese aventada é que a tendência observada estaria em correlação com fatores relacionados ao estilo de vida moderno, incluindo o uso crescente de energia elétrica.

Inúmeros estudos epidemiológicos foram conduzidos com o objetivo de examinar diferentes possíveis fatores de risco na etiologia da leucemia aguda na infância. Em recente revisão, apenas as radiações ionizantes foram consideradas como fator de risco para LLA; para os demais fatores analisados, os resultados foram inconsistentes e não conclusivos (Belson *et al.* 2007).

Distintamente das radiações ionizantes, as radiações não ionizantes produzidas pelos CMs de baixa frequência apresentam-se em níveis muito baixos no meio ambiente para serem reconhecidas como nocivas à saúde (NIEHS 2002). Os CMs são gerados pela produção, transmissão e distribuição de energia elétrica, bem como por aparelhos elétricos e, em geral, possuem frequência de 50 Hz na Europa e 60 Hz no Brasil e nos Estados Unidos, por isso denominados de baixa frequência. A intensidade dos CMs (densidade do fluxo magnético) é medida em Gauss (G) ou Tesla (T).

Exposição a CMs e leucemias em crianças: Pesquisas e dificuldades metodológicas

Em 1979, nos Estados Unidos, Wertheimer e Leeper (1979) identificaram uma associação positiva entre a exposição aos CMs de baixa frequência e a ocorrência de leucemia e câncer de cérebro em menores de 19 anos de idade. Desde então, expandiu-se a pesquisa científica sobre os possíveis efeitos para a saúde relacionados à exposição aos CMs. Além dos tumores de cérebro e das leucemias em crianças, as investigações sobre o assunto exploraram a associação da exposição aos CMs de baixa frequência com as anomalias congênitas (Robert 1993; Blaasaas *et al.* 2004) e diferentes tipos de câncer, como mama em homens (Matanoski *et al.* 1991; Guenel *et al.* 1993; Stenlund e Floderus 1997), mama em mulheres (Van Wijngaarden *et al.* 2001; Schoenfeld *et al.* 2003; London *et al.* 2003; Kliukiene *et al.* 2004), pulmão (Armstrong *et al.* 1994; Savitz *et al.* 1997), testículos (Stenlund e Floderus 1997), próstata (Charles *et al.* 2003), linfomas, mieloma múltiplo e melanoma (Thériault *et al.* 1994; Schoroeder e Savitz 1997; Tynes *et al.* 2003).

Muito do esforço de investigação nas últimas décadas para avaliar o efeito dos CMs em câncer tem sido direcionado para a leucemia infantil. Decorrente dessas investigações, a International Agency for Research on Cancer (IARC 2002) classificou os CMs de baixa frequência como agente cancerígeno da classe 2B, ou seja, possivelmente cancerígeno para os humanos.

Campos magnéticos gerados pelas redes de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica de 50 Hz ou 60 Hz possuem ondas longas, de aproximadamente 3.500 km. Esses campos atravessam o corpo humano sem depositar energia diretamente sobre ele. No ambiente, as radiações não ionizantes geradas pelos CMs de 50 Hz ou 60 Hz apresentam, em geral, valores de 0,01 a 0,2 μT , porém exposições acima de 0,3 μT podem, com maior frequência, ocorrer em ambientes industriais (IARC 2002).

Talvez, o principal problema enfrentado nos estudos caso-controle aplicados nessa área de pesquisa relaciona-se à avaliação e à quantificação da exposição aos CMs de baixa frequência (Pellissari *et al.* 2009). A dificuldade de obtenção de dados precisos, que expressem adequadamente a exposição sofrida pelos indivíduos, decorre da natureza retrospectiva dos estudos, além da complexidade em caracterizar as fontes de exposição e de estimar a somatória de efeito das diversas fontes (IARC 2002).

A metodologia aplicada na investigação da exposição aos CMs tem como ponto de referência a proposta original de Wertheimer e Leeper (1979), que utilizaram uma classificação denominada *Wire Codes*. Os autores tomaram como base a configuração das linhas de transmissão (LTs) de energia considerando alguns aspectos: a) provável carga nas linhas de transmissão; b) espessura dos fios; c) localização de transformadores; e d) proximidade das casas às linhas. As residências foram classificadas como *high current configuration* (HCC) ou como *low current configuration* (LCC).

Posteriormente, os pesquisadores incluíram alguns refinamentos no sistema *Wire Codes*. Assim, Barnes *et al.* (1989) reclassificaram as categorias em: *underground* (UG), *very low current configuration* (VLCC), *ordinary low current configuration* (OLCC), *ordinary high current configuration* (OHCC) e

very high current configuration (VHCC); e Kaune & Savitz (1994) em: *low* (LCC), *medium* (MCC) e *high* (HCC).

Savitz *et al.* (1988) quantificaram a exposição dos indivíduos aos CMs por meio de medições aferidas por dosímetro nos cômodos das residências. Coleman *et al.* (1989) avaliaram a exposição aos CMs considerando a distância das residências, tipo e potência dos equipamentos de transmissão para o cálculo da estimativa do CM. Feychting e Ahlbom (1993) tomaram como base a distância das residências de equipamentos de transmissão de energia e consideraram como população de risco os indivíduos que residiam mais próximos às torres de transmissão.

Em geral, os estudos epidemiológicos avaliaram o risco da exposição aos CMs para todo o conjunto das leucemias. Poucos estudaram especificamente a LLA, principal tipo de leucemia em crianças (Savitz *et al.* 1988; Coleman *et al.* 1989; Green *et al.* 1999; McBride *et al.* 1999; United Kingdom Childhood Cancer Study Investigators 2000; Kabuto *et al.* 2006). Esses estudos utilizaram distintas estratégias de mensuração da exposição aos CMs e de categorização dos níveis de risco. Associações estatisticamente significativas entre exposições a CMs e LLA foram observadas apenas em dois desses estudos (Coleman *et al.* 1989; Kabuto *et al.* 2006). Os demais não constataram associações estatisticamente significativas, tanto para o conjunto de todas as leucemias quanto para o subgrupo de LLA (Savitz *et al.* 1988; Green *et al.* 1999; McBride *et al.* 1999; United Kingdom Childhood Cancer Study Investigators 2000).

Tomando-se em conta todos esses aspectos e a escassez de estudos realizados no Brasil sobre o tema, nenhum publicado sobre a relação entre exposição a CMs e leucemias em crianças, planejou-se a realização deste trabalho que teve como objetivos: a) verificar a prevalência da exposição a CMs em níveis iguais ou superiores a $0,3 \mu\text{T}$ em crianças residentes no estado de São Paulo; b) verificar a associação entre exposição a CMs de 60 Hz e a incidência de LLA em crianças na RMSP, considerando-se as distâncias entre as residências e LTs de energia; c) verificar a associação entre exposição a CMs de 60 Hz e a incidência de LLA em crianças expostas em níveis iguais ou

superiores a 0,3 μ T no estado de São Paulo, com base em medidas de CMs realizadas por dosimetria no interior das residências.

Métodos da pesquisa

Este é um estudo caso-controle de base populacional com casos incidentes de LLA, diagnosticados entre 1º de janeiro de 2003 e 20 de fevereiro de 2009. As crianças deveriam ter nascido a partir de 1º de janeiro de 2000 no estado de São Paulo e ter sempre residido nesse estado. Foi admitido um período máximo de seis meses de residência fora do estado de São Paulo. As visitas a casos e controles em suas casas para medições de CMs foram realizadas entre 15 de fevereiro de 2006 e 25 de março de 2009.

Seleção de casos

Os casos de LLA foram selecionados em cinco centros clínicos na capital: Hospital Infantil Darcy Vargas; Hospital Santa Marcelina/Associação para Crianças e Adolescentes com Câncer (Tucca); Instituto de Oncologia Pediátrica (IOP) da Escola Paulista de Medicina da Universidade Federal de São Paulo; Instituto de Tratamento do Câncer Infantil (Itaci) da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo; e Santa Casa de São Paulo; e em três hospitais no interior do estado: Hospital Amaral Carvalho, Jaú; Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo em Ribeirão Preto; Hospital do Câncer de Barretos/Fundação Pio XII. Para o diagnóstico de LLA foram considerados os seguintes critérios: quadro clínico e resultados laboratoriais de hemograma, de imunofenotipagem e, onde disponível, análises de citogenética e de biologia molecular.

A mãe da criança com LLA (alternativamente o pai ou outro responsável) foi entrevistada por membro da equipe clínica do hospital para a obtenção de informações sobre variáveis ambientais com possível efeito sobre a doença por meio de um questionário estruturado. A entrevista somente foi realizada quando a mãe (pai ou responsável) aceitou participar da pesquisa e após ter assinado o termo de consentimento livre e esclarecido.

Entre os casos com histórico de residência em distintas moradias, foram excluídos aqueles cujo diagnóstico de LLA foi realizado quando residiam em moradia distinta da atual.

Seleção de controles

Na base de Declarações de Nascidos Vivos do Estado de São Paulo, sob custódia da Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE), buscou-se obter quatro controles populacionais para cada caso. Nesta estratégia de busca de controles, supõe-se que a criança-controle sempre residiu no mesmo endereço desde o nascimento. Os controles foram emparelhados em relação aos casos de LLA por data de nascimento, sexo e cidade de nascimento. Para os casos-índices que possuíam, no momento do diagnóstico da doença, quatro ou mais anos de idade, foram admitidos controles com uma variação de mais ou menos um ano da data de nascimento em relação à data de nascimento do caso. Para os casos com menos de quatro anos de idade no momento do diagnóstico, foram selecionados controles com datas de nascimento com intervalos de mais ou menos 25% em relação à data de nascimento do caso. Esses critérios foram adotados tomando-se como referência estudo realizado no Japão (Kabuto *et al.* 2006). Para que casos e controles tivessem experiências gestacionais semelhantes em relação à exposição a CMs de baixa frequência, foi realizado o pareamento de casos e controles por cidade de residência. Quando não disponíveis na cidade de residência do caso crianças que pudessem ser selecionadas como controles, foram procurados controles nos municípios com fronteiras adjacentes ao município de residência do caso, mas sempre no âmbito do estado de São Paulo.

Listados todos os potenciais controles e respectivos endereços para um determinado caso a partir da base de Nascidos Vivos da Fundação SEADE, eram sorteados 20 controles, e os demais armazenados em um banco de dados de reserva. Controles cujos endereços não estavam registrados na Declaração de Nascimento ou com Códigos de Endereços Postais (CEP) não localizados foram excluídos do estudo. A seguir, foram registradas as coordenadas da

localização do endereço em mapas das cidades com o objetivo de facilitar a busca dos controles pelos pesquisadores de campo. Previamente à visita domiciliar, foram enviados às mães dos controles, via correio, carta com explicações sobre o projeto e prospecto ilustrativo; também os telefones e endereço da equipe de pesquisadores responsáveis na Faculdade de Saúde Pública (FSP) da USP foram colocados à disposição para possíveis esclarecimentos.

Os pesquisadores de campo foram orientados a procurar os endereços na ordem estabelecida pelo coordenador do trabalho de campo. As visitas domiciliares foram planejadas com um duplo objetivo: entrevistar a mãe (pai ou responsável) da criança para obtenção de informações sobre exposição a variáveis ambientais por meio de questionário idêntico ao aplicado nos casos, embora alguns dos blocos, com questões específicas sobre os casos, não tenham sido aplicados aos controles, e para a realização de medições dos níveis de CMs no interior do domicílio.

Uma vez entrevistados quatro controles para determinado caso, a busca de controles era encerrada. Nas situações em que a lista com controles selecionados tivesse sido esgotada e os quatro controles necessários não tivessem sido localizados, ou a mãe, pai ou responsável não tivessem aceitado participar da pesquisa, o pesquisador de campo solicitava ao coordenador do trabalho de campo outra lista composta dos demais controles do banco de reserva.

Foram excluídas do estudo crianças selecionadas como potenciais controles, mas com história pregressa de leucemia ou outros cânceres.

Avaliação da exposição

Duas abordagens foram utilizadas neste estudo para avaliação da exposição a CMs de baixa frequência. Na primeira, os domicílios de casos e controles foram avaliados em relação à distância de LTs de energia aéreas de 88, 138, 230, 345 e 440 kV. Essa abordagem de avaliação da exposição a CMs ficou restrita aos casos e controles nascidos e residentes na RMSP, que

compreende a capital do estado e 38 municípios no seu entorno, considerando-se a disponibilidade de mapeamento e o registro das configurações da rede elétrica apenas para essa área intensamente urbanizada do estado de São Paulo. A RMSP é coberta por uma rede de 572,1 km de linhas aéreas de transmissão de energia. As linhas subterrâneas não foram consideradas, pois, de acordo com Tynes e Haldorsen (1997), não representam fontes importantes de CMs. Para localizar espacialmente os endereços dos domicílios, foi utilizado o Global Positioning System (GPS), sistema de radionavegação baseado em satélites, que permitiu definir a posição das residências segundo latitude, longitude e altitude. As medições por GPS foram transferidas para um banco de dados computadorizado e a distância de determinado domicílio foi calculada em relação à LT de energia mais próxima utilizando-se o *software* MapInfo para sistemas de informação geográfica. Nas situações em que se detectaram erros nas medições por GPS, essas medições foram refeitas.

Na segunda abordagem para avaliação da exposição, agora abrangendo todo o território do estado de São Paulo, a mensuração da exposição a CMs nos domicílios de casos e controles foi feita por meio de um dosímetro portátil EMDEX-II (40 a 800 Hz; Enertech, Cambell, CA, EUA). Foram realizadas medições pontuais por três minutos na área externa da casa (porta de entrada) e no centro de cada cômodo da casa. Essas medições foram feitas com intervalos de 1 segundo e meio. Posteriormente, o dosímetro era deixado sob a cama onde a criança dormia por 24 horas. Nessas medições de 24 horas foram utilizados intervalos de medições de 5 segundos. As visitas aos domicílios e as mensurações dos CMs foram realizadas de segunda-feira pela manhã à sexta-feira até 12:00 horas, portanto, as medições de 24 horas estendiam-se no máximo até às 12:00 horas dos sábados. As medições realizadas foram avaliadas semanalmente quanto a sua consistência. O funcionamento dos dosímetros foi também testado semanalmente. Os dosímetros foram calibrados anualmente. As medições inconsistentes ou realizadas com aparelhos em que se constatou algum defeito foram refeitas.

Levantamento de variáveis com possível interferência na análise da associação principal investigada: Exposição a CMs de baixa frequência e LLA em crianças

Além de dados demográficos, caracterização socioeconômica da família e levantamento do número de domicílios em que a criança residiu, o questionário aplicado a casos e controles incluía questões sobre outras variáveis com possível efeito na incidência de leucemias, como histórico de infecções virais, histórico de câncer na família, bem como tabagismo, consumo de álcool, exposição a agrotóxicos ou radiações ionizantes na gravidez.

Organização e consistência dos dados

As informações prestadas pelas mães (ou responsáveis) dos casos foram obtidas por meio de um questionário geral e, ainda, de um questionário com dados clínicos. A plataforma de domínio público *PostGree SQL Server* foi utilizada para a transmissão, armazenamento e gerenciamento dos dados.

A estratégia para a coleta de dados das crianças com LLA teve como base a autonomia de cada centro clínico com respeito à entrada de dados no sistema *on-line* e alterações necessárias nesses dados. As informações dos casos foram inseridas em planilha eletrônica (fac-símile dos questionários) no sistema informatizado por membro da equipe clínica de cada hospital que tinha acesso, por meio de *log in* próprio, ao *site* do projeto com base no servidor da FSP/USP para onde eram transmitidos *on-line* via internet. Essas informações foram gerenciadas pelo Grupo de Pesquisas Epidemiológicas em Câncer (GPEC) do Departamento de Epidemiologia da FSP/USP.

As informações prestadas pelas mães das crianças (casos e controles) durante a entrevista no domicílio foram organizadas em três questionários: a) questionário geral; b) questionário de visita domiciliar, com informações como tipo de casa e equipamentos eletrônicos presentes no domicílio; e c) formulário de medições de CMs. Os dados desses formulários foram organizados num banco de dados elaborado no *software* Access 2000®. As

informações obtidas nas visitas domiciliares foram inseridas nesse banco de dados por um membro da equipe do GPEC.

A equipe do GPEC avaliou de forma contínua, no decorrer do desenvolvimento do projeto, a consistência das informações dos bancos de dados. Quando verificados campos em branco ou preenchidos incorretamente, de acordo com critérios predefinidos pelos grupos clínicos, um membro da equipe do GPEC fazia contato com os clínicos para o esclarecimento de possíveis dúvidas. Quando a inconsistência da informação referia-se à obtida nas visitas domiciliares, o pesquisador de campo responsável era contatado para esclarecimentos.

Amostra de casos e controles do estudo

No período do estudo, foram registrados pelos hospitais participantes 275 casos de LLA. Porém, 82 foram excluídos pelas seguintes razões: a) um caso com diagnóstico de LLA não confirmado; b) 55 casos com diagnóstico de LLA confirmado quando a criança morava em residência diferente da atual; c) 25 casos nasceram em outros estados; d) um caso havia nascido antes de 2000. Dos 193 casos restantes, 14 crianças não foram localizadas. Os pais de outras 17 crianças (8,8%) recusaram-se a participar da pesquisa. Dos 162 casos remanescentes, para quatro (2,5%) não se obtiveram controles. Para os demais, o número de controles emparelhados variou de um a quatro: para 117 casos (72,2%) obtiveram-se quatro controles; para 22 (13,6%), três; para 12 (7,4%), dois; e para sete casos (4,3%) conseguiu-se selecionar apenas um controle.

De 2.716 tentativas de visitas domiciliares realizadas para entrevistar controles, foram localizados 1.394 (51,3%) endereços. A principal razão para a não localização de controles foi a mudança de endereço. Por outro lado, em muitos dos endereços localizados não se conseguiu encontrar as mães ou responsáveis das crianças-controles selecionadas. Foram excluídos os ausentes do domicílio no momento da visita, porém, pelo menos duas tentativas foram feitas para entrevistar um controle selecionado pelos critérios estabelecidos e

com endereço localizado. Foram também excluídos os que referiram residência por mais de seis meses fora do estado de São Paulo. Finalmente, os pais de 82 crianças selecionadas recusaram-se a participar do estudo. Assim, 565 crianças-controles foram localizadas, os responsáveis, entrevistados, e tiveram os CMs mensurados em suas residências.

Análise estatística

Por hipótese, num estudo epidemiológico caso-controle, os controles representam a situação da exposição de interesse (neste estudo, exposição a CMs) na população geral. Assim, para conhecer a estimativa da prevalência da exposição a CMs nas crianças do estado de São Paulo, utilizaram-se apenas os dados de medições nas casas dos controles. Nesta análise foram incluídos os dados de medições de controles de todo o estado de São Paulo.

Como já comentado, na análise da associação entre exposição a CMs, mensurados por dosimetria no interior dos domicílios, e LLA, também foram utilizados os dados referentes ao conjunto de casos e controles do estado de São Paulo. Por outro lado, para o estudo da avaliação da exposição a CMs pela distância dos domicílios em relação às LTs e LLA, a análise restringiu-se ao subconjunto de casos e controles nascidos na RMSp.

A análise descritiva foi conduzida com os dados de 162 casos e 565 controles. Para avaliação de diferenças entre os grupos de casos e controles, foi utilizado o teste qui-quadrado para as variáveis categóricas e o teste t de Student para as variáveis contínuas. Nos procedimentos de análise do efeito dos CMs e LLA, seis casos e quatro controles com Síndrome de Down foram excluídos, pois casos de leucemia são mais frequentes em crianças com essa síndrome. Assim, restaram 544 controles emparelhados a 153 casos para serem incluídos nos modelos de regressão logística.

Na análise da exposição a CMs pela distância dos domicílios de LTs de energia foram considerados quatro estratos de distância: a) 600 m ou mais (estrato de exposição mínima e de referência); b) 200 a 599 m; c) 100 a 199 m; e d) inferior a 100 m (estrato de exposição máxima).

Na análise da exposição a CMs de baixa frequência por medições com dosímetro no interior das residências das crianças (caso ou controle), a prevalência da exposição a CMs foi calculada tomando-se como referência as medições realizadas por 24 horas no quarto da criança. Casos e controles foram distribuídos em três categorias de exposição: a) menos de 0,1 μT (estrato de exposição mínima e de referência); b) 0,1 a menos de 0,3 μT ; c) níveis iguais ou superiores a 0,3 μT (estrato de exposição máxima).

Na análise de regressão logística simples foi examinada a associação das características socioeconômicas, sociodemográficas e de estilo de vida com a LLA. As variáveis que apresentaram associação com valor crítico de p abaixo de 0,20 foram testadas como potenciais variáveis de confusão nos modelos de regressão logística múltipla. A variável foi assumida como de confusão quando a sua inserção no modelo resultava em alteração do coeficiente de regressão (β_0) em mais de 10%, ou alterava o nível de significância do modelo (p). Os resultados da análise de regressão logística múltipla não condicional, onde o emparelhamento entre casos e controles não é considerado, incluindo 156 casos e 561 controles, foram similares aos da regressão logística condicional, modelo que respeita o emparelhamento de casos e controles no desenho do estudo, incluindo 153 casos e 544 controles. Assim, optou-se por apresentar apenas os resultados da análise de regressão logística múltipla condicional.

A associação entre exposição a CMs e LLA foi mensurada pelo *odds ratio*, uma aproximação do risco relativo (RR) e respectivos intervalos com 95% de confiança (IC 95%) (Breslow e Day 1980). Os procedimentos de análise foram conduzidos utilizando-se os *softwares* SAS® e Epi-Info 2000®.

Procedimentos éticos

Esse trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da FSP/USP, bem como por todos os Comitês de Ética em Pesquisa dos hospitais participantes do estudo.

Resultados da pesquisa

A maioria dos casos (74,7%) e dos controles (74,0%) incluídos no estudo residia na RMSP. A taxa de mudanças de domicílio foi bem mais alta entre os casos (42,0%) do que nos controles (5,8%), fato esperado considerando-se a logística da pesquisa.

Casos e controles apresentaram semelhanças na distribuição por sexo e idade, indicando que os procedimentos de emparelhamento foram eficazes. A maioria dos casos e controles foi classificada como da cor de pele branca (Figura 1).

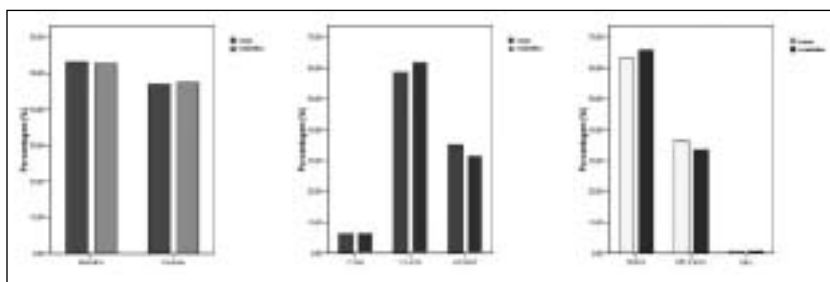


Figura 1. Casos e controles por sexo, faixa etária e cor da pele.

A ocorrência da Síndrome de Down foi maior entre os casos do que entre os controles. As entrevistas foram realizadas principalmente com as mães das crianças (94,4% entre os casos e 78,2% entre os controles). Os responsáveis pelos casos que responderam ao questionário apresentaram porcentagem de 67,3% entre 5 e 11 anos de educação formal; essa taxa foi menor entre os responsáveis dos controles (62,1%) (Figura 2).

Na Tabela 1, casos e controles estão distribuídos de acordo com infecções ou facilitadores de infecções no passado. A maioria dos casos não frequentou creche, assim como cerca da metade dos controles. Ter frequentado creche ou escola por dois ou mais anos mostrou-se como fator de proteção para a ocorrência de LLA. A aglomeração no domicílio foi calculada considerando-

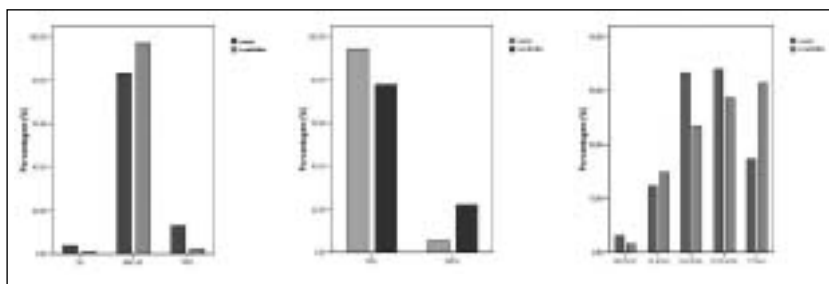


Figura 2. Casos e controles de acordo com a ocorrência de Síndrome de Down (SD), pessoa entrevistada (mãe ou outro familiar) e nível educacional da pessoa entrevistada.

se o número de indivíduos que dormia na residência dividido pelo número de cômodos utilizados para dormir. Essa variável não apresentou influência na incidência de LLA. O relato de gripe no passado entre os casos (51,4%) foi menor do que entre os controles (81,8%). A ocorrência foi mencionada como “frequentemente” por 21,6% dos casos e 25,6% dos controles, revelando-se essa condição como fator de proteção para LLA. A referência a dor de ouvido “frequentemente” foi semelhante entre casos e controles e essa condição não se relacionou significativamente com a ocorrência de LLA. Casos referiram em maior porcentagem (3,3%) que os controles (1,5%) o relato no passado de pus no ouvido “frequentemente”. Essa condição revelou-se associada a risco de LLA quando comparada com a condição de ausência de episódios de pus no ouvido, porém esse risco não foi estatisticamente significativo.

As características demográficas, socioeconômicas e de exposição a determinados fatores de risco das mães ou responsáveis entrevistados estão descritas na Tabela 2. A escolaridade da pessoa entrevistada associou-se inversamente com o risco de LLA, ou seja, crianças cujos responsáveis têm níveis mais altos de escolaridade revelaram menor risco de LLA. A profissão da mãe, outra variável relacionada ao *status* socioeconômico da criança, também revelou que a condição de mães que possuem “outras ocupações” concorre para a proteção contra a LLA, em relação àquelas com ocupações referidas como “empregadas domésticas” ou “donas de casa”. História de tabagismo materno no passado associou-se positivamente com LLA.

Tabela 1. Facilitadores/indicadores de infecções, infecções prévias e risco de LLA.

Facilitadores/Infecção	CASOS N = 153 (%)		CONTROLES N = 544 (%)		RR ¹	IC 95% ²
Creche/Escola						
Não frequentou	109	(71,2)	265	(48,7)	1,0	
1 ano ou menos	22	(14,4)	88	(16,2)	0,6	0,3-1,0
2 anos ou mais	22	(14,4)	191	(35,1)	0,2	0,1-0,4
Aglomeração residencial ³						
< 3	84	(54,9)	315	(57,9)	1,0	
3 a 4	56	(36,6)	173	(31,8)	1,2	0,8-1,8
5 e mais	12	(7,8)	56	(10,3)	0,8	0,4-1,5
Sem informação	1	(0,7)				
Gripe						
Não	76	(49,6)	99	(18,2)	1,0	
Sim						
Raramente	16	(10,5)	127	(23,3)	0,1	0,1-0,3
Às vezes	28	(18,3)	177	(32,5)	0,2	0,1-0,3
Frequentemente	33	(21,6)	139	(25,6)	0,3	0,2-0,5
Sem informação			2	(0,4)		
Dor de ouvido						
Não	118	(77,2)	317	(58,3)	1,0	
Sim						
Raramente	19	(12,4)	141	(25,9)	0,3	0,2-0,6
Às vezes	6	(3,9)	46	(8,5)	0,3	0,1-0,8
Frequentemente	10	(6,5)	37	(6,8)	0,7	0,3-1,5
Sem informação			3	(0,5)		
Pus no ouvido						
Não	135	(88,2)	474	(87,1)	1,0	
Sim						
Raramente	8	(5,2)	45	(8,3)	0,6	0,3-1,4
Às vezes	2	(1,3)	10	(1,8)	0,6	0,1-2,6
Frequentemente	5	(3,3)	8	(1,5)	2,3	0,8-7,2
Sem informação	3	(2,0)	7	(1,3)		

¹Risco relativo estimado pelo cálculo do *odds ratio*.

²Intervalo com 95% de confiança.

³Número de indivíduos que dormiam no domicílio pelo número de cômodos para dormir.

Tabela 2. Características das pessoas entrevistadas e da mãe e risco de LLA.

Variáveis da mãe	CASOS N = 153 (%)		CONTROLES N = 544 (%)		RR ¹	IC 95% ²
Escolaridade do entrevistado						
Não estudou	5	(3,3)	9	(1,7)	1,0	
0 a 4	17	(11,0)	17	(3,1)	0,4	0,1-1,3
5 a 8	52	(34,0)	127	(23,3)	0,7	0,2-2,2
9 a 11	54	(35,3)	157	(28,9)	0,6	0,2-1,9
12 e +	25	(16,4)	172	(31,6)	0,3	0,1-0,8
Sem informação			62	(11,4)		
Idade da mãe no diagnóstico						
15 a 24	36	(23,5)	88	(16,2)	1,0	
25 a 34	71	(46,5)	209	(38,4)	0,8	0,8-1,2
35 a 48	36	(23,5)	122	(22,4)	0,7	0,4-1,2
Sem informação	10	(6,5)	125			
Profissão da mãe						
Dona de casa	45	(29,4)	44	(8,1)	1,0	
Doméstica	26	(17,0)	38	(7,0)	0,6	0,3-1,2
Outras	70	(45,8)	333	(61,2)	0,2	0,1-0,3
Sem informação	12	(7,8)	129	(23,7)		
Mãe trabalhou na agricultura						
Não	119	(77,8)	369	(67,8)	1,0	
Sim	22	(14,4)	51	(9,4)	1,4	0,8-2,6
Sem informação	12	(7,8)	124	(22,8)		
Tabagismo materno						
Nunca fumou	87	(56,9)	285	(52,4)	1,0	
Fumou passado	23	(15,0)	44	(8,1)	1,8	1,0-3,3
Fuma	34	(22,2)	91	(16,7)	1,3	0,8-0,8
Sem informação	9	(5,9)	124	(22,8)		
Tabagismo materno na gravidez						
Não	33	(21,6)	68	(12,5)	1,0	
Sim	24	(15,7)	66	(12,1)	0,5	0,2-1,4
Sem informação	96	(62,7)	410	(75,4)		

¹Risco relativo estimado pelo cálculo do *odds ratio*.

²Intervalo com 95% de confiança.

(continuação)

Variáveis da mãe	CASOS N= 153 (%)		CONTROLES N= 544 (%)		RR ¹	IC 95% ²
Consumo de álcool pela mãe						
Nunca	81	(52,9)	246	(45,2)	1,0	
Bebeu no passado	17	(11,1)	31	(5,7)	1,5	0,8-2,9
Bebe	45	(29,5)	141	(25,9)	1,0	0,6-1,5
Sem informação	10	(6,5)	126	(23,2)		
Consumo de álcool na gravidez						
Não	51	(33,3)	126	(23,2)	1,0	
Sim	11	(7,2)	44	(8,1)	0,7	0,3-2,1
Sem informação	91	(59,5)	374	(68,7)		
Uso de raios-X na gestação						
Não	131	(85,6)	380	(69,8)	1,0	
Sim	11	(7,2)	34	(6,3)	0,8	0,4-1,8
Sem informação	11	(7,2)	130	(23,9)		

¹Risco relativo estimado pelo cálculo do *odds ratio*.

²Intervalo com 95% de confiança.

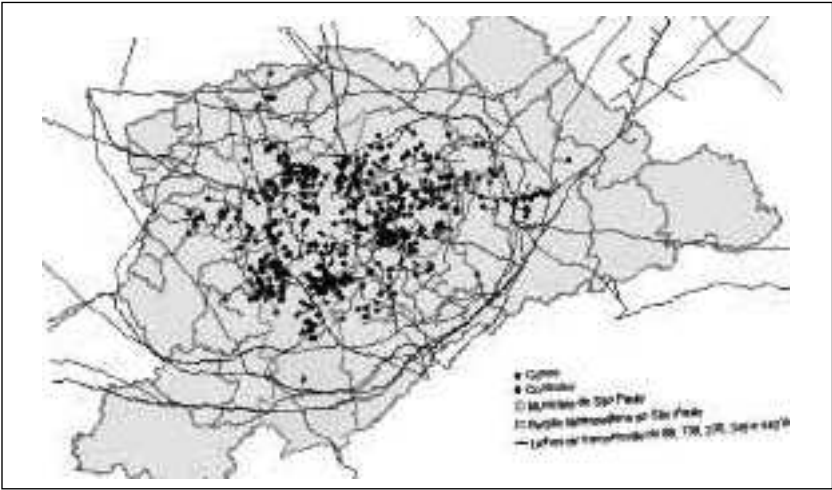


Figura 3. Mapeamento dos domicílios de casos e controles no Município de São Paulo e nos demais municípios da Região Metropolitana de São Paulo, de acordo com a distância de linhas de transmissão mais próximas.

A Figura 3 apresenta a distribuição dos domicílios de casos e controles em relação à LT mais próxima no município de São Paulo e nos demais municípios que compõem a RMSP. Nota-se que a distribuição de casos e controles está dispersa na RMSP, mas com concentração no município de São Paulo.

Casos e controles da RMSP distribuíram-se de forma homogênea em relação ao nível de tensão das LTs de energia. A maioria dos casos (72,6%) e controles (81,5%) encontrava-se residindo mais próxima de LTs de 88 kV (Tabela 3).

Tabela 3. Distribuição dos domicílios de casos e controles segundo a linha de transmissão de energia mais próxima e respectiva tensão (kV), Região Metropolitana de São Paulo.

Tensão (kV)	CASOS		CONTROLES	
	N = 117	%	N = 405	%
88	85	72,6	330	81,5
138	7	6,0	10	2,4
230	5	4,3	16	4,0
345	17	14,5	44	10,9
440	3	2,6	5	1,2

Prevalência da exposição a CMs entre os controles

A Tabela 4 descreve a distribuição dos controles (para essa análise foram mantidas as crianças com Síndrome de Down) por estratos de exposição a CMs em microTesla (μ T) por territórios: todo o estado de São Paulo; RMSP; e demais regiões do estado de São Paulo. Considerando-se as medições de 24 horas no interior dos domicílios e as medições externas pontuais por três minutos, a maior parte desta população de crianças no território do estado de São Paulo estava exposta em níveis inferiores a 0,1 μ T (69,7% e 56%, respectivamente). Nas medições de 24 horas, em apenas 6,0% dos domicílios a exposição chegou a níveis iguais ou superiores a 0,3 μ T, referidos como de

Tabela 4. Níveis de exposição a campos magnéticos em microtesla (μT) nas residências dos controles, selecionados aleatoriamente no território do Estado de São Paulo. Medições internas de 24 horas (quarto da criança) e externas por 3 minutos (porta da residência).

REGIÕES	Medição interna por 24 horas		Medição externa por 3 minutos	
Estado de São Paulo	(N = 565)	%	(N = 563) ¹	%
< 0,1 μT	394	69,7	315	56,0
0,1 – < 0,2 μT	105	18,6	127	22,6
0,2 – < 0,3 μT	32	5,7	44	7,8
$\geq$ 0,3 μT	34	6,0	77	13,7
RMSP ²	(N = 418)	%	(N = 417) ³	%
< 0,1 μT	276	66,0	220	52,8
0,1 – < 0,2 μT	82	19,6	94	22,5
0,2 – < 0,3 μT	28	6,7	36	8,6
$\geq$ 0,3 μT	32	7,7	67	16,1
Demais regiões do Estado	(N = 147)	%	(N = 146) ⁴	%
< 0,1 μT	118	80,3	95	65,1
0,1 – < 0,2 μT	23	15,6	33	22,6
0,2 – < 0,3 μT	4	2,7	8	5,5
$\geq$ 0,3 μT	2	1,4	10	6,8

¹Dois controles com medições externas perdidas.

²Região Metropolitana de São Paulo.

³Um controle com medição externa perdida.

⁴Um controle com medição externa perdida.

risco para leucemias em crianças em alguns estudos epidemiológicos anteriores. Nas medições pontuais, por três minutos na porta de entrada principal da residência, a prevalência para níveis iguais ou superiores a 0,3 μT foi mais alta que a observada nas medições de 24 horas (13,7%). A prevalência de exposição a CMs, de acordo com as medições de 24 horas, em níveis mais altos (iguais ou superiores a 0,3 μT) foi mais expressiva na RMSP (7,7%) do que no resto do estado (1,4%).

Associação entre exposição a CMs e LLA: Exposição examinada pela distância das residências de LTs

Na Tabela 5 estão descritos os resultados obtidos na análise de regressão logística simples e multivariada para avaliar a associação entre a distância dos domicílios de LTs de energia e LLA. A maioria dos sujeitos da pesquisa residia em domicílios situados a distâncias iguais ou superiores a 600 m. Apenas cinco casos e 22 controles moravam em distâncias menores do que 100 m. A exposição a CMs, avaliada pela distância das casas de casos e controles das LTs de energia, não se associou com significância estatística com a LLA. No modelo final da regressão logística multivariada, a associação entre a distância das residências de casos e controles em relação a LTs de energia e LLA foi ajustada pela ocupação da mãe e tabagismo materno. Para o estrato de distância de 100 a 199 m, comparado ao estrato com distâncias iguais ou superiores a 600 m, observou-se associação de risco para LLA (regressão logística multivariada: RR 1,6), mas sem significância estatística (IC 95% 0,7-4,0). Nos demais estratos a associação foi no sentido da proteção, mas também sem significância estatística. Não se observou gradiente de tendência do risco através dos diferentes estratos de distância das residências de LTs de energia, ou seja, não se notou aumento gradativo do risco de acordo com a localização das residências em faixas de distância mais próximas de LTs.

Tabela 5. Riscos (brutos e ajustados) de LLA pela distância do domicílio da linha de transmissão de energia mais próxima, Região Metropolitana de São Paulo.

Distância (metros)	CASOS N = 117 (%)		CONTROLES N = 405 (%)		RR ¹ (IC 95%) ²	RR ³ ajustado (IC 95%) ²
≥ 600	83	(70,9)	271	(66,9)	1,0	1,0
200-599	19	(16,2)	87	(21,5)	0,7 (0,4-1,2)	0,8 (0,4-1,6)
100-199	10	(8,5)	25	(6,2)	1,4 (0,7-3,1)	1,6 (0,7-4,0)
< 100	5	(4,3)	22	(5,4)	0,8 (0,3-2,2)	0,6 (0,2-2,2)

¹Risco relativo estimado pelo cálculo do *odds ratio*.

²Intervalo com 95% de confiança.

³Ajustado por ocupação da mãe e tabagismo pela mãe na gravidez.

Associação entre exposição a CMs e LLA: Exposição examinada pelas mensurações com dosímetro

O nível de exposição médio a CMs mensurados nos domicílios por 24 horas no grupo de casos foi de 0,104 μT (desvio padrão [DP] 0,19 μT) e no grupo controle 0,113 μT (DP: 0,13 μT). Não houve diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos ($p = 0,56$).

Na Tabela 6 estão descritos os resultados obtidos na análise de regressão logística simples e multivariada para avaliar a associação entre níveis de exposição a CMs e LLA. Crianças expostas a níveis de CMs iguais ou superiores a 0,3 μT nas medições de 24 horas apresentaram risco aumentado de LLA (RR 1,3), quando comparadas àquelas expostas a níveis menores de 0,1 μT , mas sem significância estatística (IC 95% 0,6-2,7). No modelo final de regressão logística multivariada foram incluídas duas potenciais variáveis de confusão, cor da pele e escolaridade da pessoa entrevistada, porém o risco das crianças expostas a níveis iguais ou superiores a 0,3 μT (RR 1,3), comparado àquelas expostas a níveis abaixo de 0,3 μT , não se modificou em relação àquele obtido na análise de regressão logística simples. Não se observou gradiente de tendência de aumento do risco de LLA de acordo com níveis crescentes de exposição a CMs.

Tabela 6. Riscos (brutos e ajustados) de LLA considerando-se a exposição a campos magnéticos, medida por dosímetro no interior da residência, Estado de São Paulo.

Média 24 horas (μT) ¹	CASOS N = 153 (%)		CONTROLES N = 544 (%)		RR ² (IC 95%) ³	RR ⁴ ajustado (IC 95%) ³
< 0,1	106	(69,3)	379	(69,7)	1,0	1,0
0,1 – < 0,3	36	(23,5)	134	(24,6)	0,9 (0,6-1,5)	0,9 (0,6-1,4)
$\geq 0,3$	11	(7,2)	31	(5,7)	1,3 (0,6-2,7)	1,3 (0,6-2,8)

¹MicroTesla.

²Risco relativo estimado pelo cálculo do *odds ratio*.

³Intervalo com 95% de confiança.

⁴Ajustado por cor da pele da criança e escolaridade da pessoa entrevistada.

Discussão dos resultados da pesquisa

A prevalência observada de crianças expostas a níveis mínimos de CMs (menos de $0,1 \mu\text{T}$) na população do estado de São Paulo está em consonância com o relatado nos Estados Unidos (NIEHS 2002). Em relação a exposições máximas (igual ou superior a $0,3 \mu\text{T}$), a prevalência de exposição da população no estado de São Paulo (6,0%) foi semelhante à observada nas residências americanas, de acordo com estudo realizado pelo Electric Power Research Institute dos Estados Unidos em 1987 (Greeland *et al.* 2000).

As taxas de exposição a CMs em níveis iguais ou superiores a $0,3 \mu\text{T}$ revelaram-se maiores nas medições de CMs no exterior dos domicílios (medição na porta de entrada principal da casa) que nas medições realizadas no interior das residências (quarto onde a criança dormia). Essa discrepância pode ser resultado dos fatores que contribuem para determinar os níveis de CMs no exterior e no interior da casa. Mesmo com todos os equipamentos elétricos que hoje são comuns num lar moderno, os maiores níveis de exposição a CMs são detectados no exterior das casas, possivelmente refletindo os CMs gerados pelas linhas aéreas de distribuição de energia elétrica, comuns no meio urbano tanto em tensão primária (13,2 kV) quanto em tensão secundária (127/200 V).

Distância de LTs de energia e LLA

O princípio lógico dos estudos epidemiológicos que avaliam a exposição a CMs pela distância das residências dos sujeitos da amostra em relação às LTs de energia é de que esta é a fonte dominante de CMs à qual os indivíduos estão expostos (Swanson *et al.* 2006). A distância média para que o CM de uma linha de força caia para $0,1 \mu\text{T}$, categoria de referência onde os possíveis riscos para a saúde humana seriam nulos, é entre 100 a 200 m e foi a adotada nos estudos de Ahlbom *et al.* (2000) e Draper *et al.* (2005). Porém, em determinadas circunstâncias, em distâncias de até 400 m são encontrados níveis de $0,1 \mu\text{T}$ (Swanson *et al.* 2006). Diferentes estudos epidemiológicos avaliaram a

exposição a CMs dessa forma, definiram distintos estratos de distância e identificaram associações de tênues a intensas.

Em estudo na Suécia realizado entre 1960 e 1985, Feychting e Ahlbom (1993) analisaram 142 casos de câncer em menores de 15 anos de idade, sendo 39 casos de leucemias (56% LLA) e 558 controles. Os casos eram crianças que moravam no corredor das linhas de alta tensão (220 e 400 kV), selecionadas por meio de amostragem aleatória do registro de câncer local. Os autores adotaram como estratos de distância: igual ou inferior a 50 m, 51-100 m e 101 m ou mais. Observaram um risco aumentado para leucemias (RR 2,9; IC 95% 1,0-7,3) entre crianças residentes a menos de 50 m de linhas de alta tensão em relação àquelas do estrato referência (residências com distâncias iguais ou superiores a 101 m). Na categoria intermediária (51-100 m), o RR foi 1,1 (IC 95% 0,4-2,7).

Tynes e Haldorsen (1997) estudaram crianças menores de 15 anos de idade com diagnóstico de diferentes cânceres: tumores cerebrais, leucemias (66% LLA), linfomas, tumor de Wilms, osteossarcomas e outras localizações. Os casos foram selecionados no Registro de Câncer da Noruega, diagnosticados entre 1965 e 1989. Foram calculadas as distâncias das linhas de alta tensão das residências de casos e controles. Residências situadas a distâncias inferiores a 50 m foram avaliadas considerando a altitude da torre em relação à residência. Para crianças residindo em distâncias entre 51 e 101 m, os autores identificaram um risco aumentado para leucemias (RR 1,4), porém não estatisticamente significativo (IC 95% 0,8-2,6). No estrato com distâncias inferiores a 50 m foi identificado um efeito de proteção (RR 0,6) não estatisticamente significativo (IC 95% 0,3-1,3).

Nos Estados Unidos, Kleinerman *et al.* (2000) estudaram 638 casos de LLA e 620 controles e optaram por analisar as distâncias das residências de linhas de força, de transmissão e distribuição separadamente. Os autores definiram estratos de distância muito mais próximos e restritos do que os utilizados nos demais estudos: inferior a 15 m, 15-23 m, 24-40 m e, como categoria de referência, distâncias acima de 40 m. Os autores observaram uma associação discreta e não significativa estatisticamente (RR 1,23; IC 95%

0,75-2,03) com LLA para crianças que moravam em residências de 24 a 40 m distantes da linha de força. Residir mais próximo às LTs (menos de 15 m) não revelou associação com LLA. Mas foram observadas associações, não significativas estatisticamente, entre LLA e residir entre 15 e 23 m (RR 1,15; IC 95% 0,67-1,98) e entre 24 e 40 m (RR 1,49; IC 95% 0,88-2,50) de linhas de distribuição.

Na Inglaterra e País de Gales, Draper *et al.* (2005) conduziram um estudo em que utilizaram como medida de exposição a CMs apenas a distância das residências de casos e controles de linhas de força, de acordo com a situação existente no momento da pesquisa. Os casos tinham de 0 a 14 anos de idade com data de nascimento entre 1962 e 1995, oriundos de grupos de pesquisa, ou registros de câncer locais. Por meio do registro da configuração elétrica local, os autores calcularam as distâncias das residências dos casos e dos controles que moravam em até 1 km das linhas de energia (132, 275 e 400 kV), e as distâncias foram categorizadas em seis estratos: 0-49 m, 50-99 m, 70-99 m, 100-199 m, 200-599 m e 600 m ou mais, sendo este último o grupo de referência. Os autores constataram associação estatisticamente significativa entre residir no estrato de distância de 200 a 599 m e leucemia (RR 1,23; IC 95% 1,01-1,47). Além disso, os autores relataram um aumento do risco quando comparados os estratos mais próximos com os mais distantes, porém com intervalos de confiança não estatisticamente significativos.

No Japão, entre 1999 e 2001, Kabuto *et al.* (2006) examinaram 251 casos de LLA e 495 controles pareados por sexo, idade e região de residência. Foram calculadas as distâncias das LTs (22-500 kV) por meio de GPS considerando os estratos de distância: inferiores a 50 m, 50-100 m, e iguais ou superiores a 100 m. Crianças que residiam até 50 m das LTs apresentaram risco aumentado de leucemia (RR 3,06; IC 95% 1,31-7,13) em relação àquelas que moravam a mais de 100 m. Para aquelas no estrato de 50 a 100 m de distância o RR foi 1,61, mas não estatisticamente significativo (IC 95% 0,88-2,95).

Na Tasmânia, Austrália, Lowenthal *et al.* (2007) estudaram 854 casos de leucemia diagnosticados entre 1972 e 1980 em adultos e crianças. Foi selecionado um controle por caso, pareados por sexo e idade (mais ou menos

5 anos). Foram calculadas as distâncias das linhas de energia de 88, 110 e 220 kV. Quando a residência estava situada a distâncias iguais ou inferiores a 300 m de LTs de energia, a distância exata era obtida por um mapa de ruas e visita à residência. Os autores notaram associação apenas para crianças menores de 15 anos com leucemia linfocítica, residentes a distâncias menores que 300 m de linhas de energia (RR 6,18; IC 95% 1,37-27,90).

Feizi e Arabi (2007) investigaram 58 casos de LLA e dois de leucemia mieloide aguda, pareados com 59 controles por idade, sexo, raça, classe socioeconômica e mesmo distrito de residência numa província do Irã. Os casos foram diagnosticados entre 1998 e 2004 e tinham menos de 15 anos de idade. Os controles foram aleatoriamente selecionados no hospital sem doença maligna. As residências foram inspecionadas quanto à presença de linhas de energia de 123, 230, 400 kV, e a distância entre as linhas e as residências foram calculadas considerando dois estratos: menos de 500 m e igual ou superior a 500 m. Os autores observaram associação estatisticamente significativa dos CMs com leucemias para os residentes a menos de 500 m das linhas de energia (RR 8,76; IC 95% 1,74-58,4).

No presente estudo, crianças que residiam em distâncias menores do que 100 m revelaram associação de proteção, não estatisticamente significativa, de desenvolverem LLA (RR 0,6; IC 95% 0,2-2,2) quando comparadas com crianças que residiam em distâncias iguais ou superiores a 600 m. Por outro lado, entre crianças residentes em distâncias entre 100 e 199 m de LTs foi observada associação de risco com LLA (RR 1,6), mas não estatisticamente significativa (IC 95% 0,7-4,0).

Medições dos níveis de exposição a CMs com dosímetro e LLA

Savitz *et al.* (1988) realizaram estudo com medições de CMs por meio de dosímetro em diferentes quartos das residências de casos e controles, em três períodos distintos da vida. As casas foram classificadas em relação ao consumo de energia elétrica em: a) baixo consumo de energia elétrica e b) elevado consumo de energia elétrica. Observaram que as crianças que viviam

em casas com baixo consumo de energia elétrica e estavam expostas em níveis de CMs iguais ou superiores a $0,2 \mu\text{T}$, comparadas com a categoria de referência (exposições inferiores a $0,2 \mu\text{T}$), apresentaram risco de LLA (RR 1,56) não estatisticamente significativo (IC 95% 0,42-5,72). Considerando os mesmos níveis de exposição, mas em locais com alto consumo de energia elétrica, o risco encontrado foi praticamente nulo (RR 1,05; IC 95% 0,34-3,26).

London *et al.* (1991) avaliaram a exposição aos CMs por medições com duração de 24 horas no quarto da criança e por medições pontuais nos cômodos e no exterior das residências. Essas medições foram categorizadas em quartis. Foi constatada para crianças no último quartil (exposições iguais ou superiores a $0,268 \mu\text{T}$), quando comparadas àquelas do primeiro quartil, associação não estatisticamente significativa com leucemias (RR 1,48; IC 95% 0,66-3,29).

Feychting e Ahlbom (1993) realizaram medições pontuais dos campos nas residências de casos e controles e, em exposições acima de $0,2 \mu\text{T}$, foi constatada associação, não estatisticamente significativa, com leucemias (RR 3,5; IC 95% 0,9-13,6).

Linnet *et al.* (1997) realizaram medições durante 24 horas ao lado da cama da criança e, por 30 segundos, nos cômodos da casa e no quarto onde a mãe dormia durante a gravidez. Em cada residência, um resumo dos níveis de CMs foi calculado, baseado em médias de pesos das medições dos cômodos. Os pesos atribuídos derivaram da exposição individual estudada e da estimativa de tempo gasto pela criança em cada cômodo, de acordo com a idade. Observou-se associação para as estimativas de exposição acima de $0,3 \mu\text{T}$ (OR, 1,72; IC 95% 1,03-2,86); entretanto, o risco não aumentou de acordo com níveis crescentes de exposição.

Green *et al.* (1999) avaliaram a exposição aos CMs por meio de medições desses campos de três formas: monitoração pessoal, medições pontuais nos cômodos da casa e no exterior da residência. Para todas as leucemias, em exposições acima de $0,13 \mu\text{T}$ no interior do quarto foi constatado RR 1,68 sem significância estatística (IC 95% 0,58-4,82). Para a média dos CMs, no interior da casa acima de $0,15 \mu\text{T}$, o RR foi 1,74 sem significância estatística (IC 95%

0,63-4,82) e, para as medições no exterior da casa, a associação foi estatisticamente significativa para exposições de 0,03 a 0,07 μT (RR 4,10; IC 95% 1,34-12,55).

McBride *et al.* (1999) avaliaram a exposição a CEMs por medições dos campos magnéticos e elétricos a partir de medições por 48 horas no próprio corpo da criança e por 24 horas no quarto em que a criança dormia na época do diagnóstico. Crianças expostas a CMs em níveis iguais ou superiores a 0,2 μT apresentaram risco de leucemia, mas não estatisticamente significativo (RR 1,2; IC 95% 0,79-1,84), em relação àquelas com exposições inferiores a 0,2 μT .

Na Alemanha (Schuz *et al.* 2001) avaliaram a exposição a CMs a partir de mensurações por 24 horas em dois locais na residência da criança (quarto e sala). Crianças expostas a níveis superiores ou iguais a 0,2 μT obtiveram risco aumentado de leucemia linfóide, porém não estatisticamente significativo (RR 1,55; IC 95% 0,65-3,67). No período noturno, o RR foi 3,21 com IC 95% significativo (1,33-7,80). Para exposições acima de 0,4 μT , no período de 24 horas, o RR foi 3,44 não significativo estatisticamente (IC 95% 0,59-20,2), enquanto no período noturno o RR foi novamente expressivo e estatisticamente significativo (RR 5,53; IC 95% 1,15-26,6).

No Japão, Kabuto *et al.* (2006) utilizaram como medida de exposição aos CMs a média semanal medida por dosímetro no quarto de cada criança participante do estudo e, ainda, por meio da distância das casas dos casos e controles das LTs. Foi constatada associação estatisticamente significativa entre a média semanal medida por dosímetro no quarto da criança do CM em níveis iguais ou superiores a 0,4 μT e incidência de LLA (RR 4,67; IC 95% 1,15-19,0), quando comparado com o grupo de referência (exposições a níveis menores de 0,1 μT).

No presente estudo, os níveis de exposição a CMs foram avaliados por meio de medições de dosimetria por 24 horas no quarto onde a criança dormia. Crianças expostas a CMs em níveis iguais ou superiores a 0,3 μT apresentaram discreto risco de LLA, sem significância estatística (RR 1,3; IC 95% 0,6-2,8), quando comparadas com crianças expostas a níveis de CMs menores do que 0,1 μT .

Portanto, os resultados obtidos nesse estudo para exposição a CMs por meio de dosimetria apresentaram tendência semelhante aos obtidos em alguns outros estudos epidemiológicos discutidos anteriormente (Savitz *et al.* 1988; London *et al.* 1991; McBride *et al.* 1999; Schuz *et al.* 2001).

Limitações do estudo

Os estudos epidemiológicos para avaliar o efeito dos CMs de baixa frequência nas leucemias em crianças são difíceis de ser desenhados, conduzidos e interpretados. Os motivos são diversos, mas talvez o principal seja a avaliação da exposição a CMs, pois existem diversas fontes que os geram, que variam no tempo e no espaço. Além disso, a raridade da doença torna factível tão somente estudos retrospectivos, consequentemente impedindo a avaliação da exposição a CMs em tempo real.

Kheifets e Shimkhada (2005) relataram que, além da dificuldade em avaliar os CMs, as associações de risco observadas em estudos de leucemia em crianças e CMs poderiam ter ocorrido ao acaso, ou como decorrência de viés de seleção e, ainda, pelo desconhecimento de outros potenciais fatores de risco possivelmente associados com a doença.

A prevalência de exposição a CMs em níveis iguais ou superiores a 0,3 μ T na população é baixa, dificultando a obtenção de estimativas confiáveis do efeito dos CMs nas leucemias em crianças. No presente estudo, a prevalência encontrada para esse nível de exposição na população de crianças do estado de São Paulo foi 6,0%, com base nas medições de 24 horas. Greenland *et al.* (2000) chamaram atenção para o fato da raridade de crianças expostas a níveis mais altos de CMs, considerados como possivelmente deletérios para a saúde.

A etiologia das leucemias infantis não é conhecida. Muitas causas podem estar envolvidas, desde fatores ambientais até genéticos. Nos estudos sobre o efeito dos CMs nas leucemias, algumas variáveis foram utilizadas para ajuste nos modelos de regressão logística múltipla como, por exemplo, *status*

socioeconômico, infecções virais, tipo de residência, hábitos de vida (tabagismo e consumo de bebidas alcoólicas). Na maioria dos estudos, apenas a variável *status* socioeconômico foi utilizada para ajuste nos modelos logísticos multivariados (Feychting e Ahlbom 1993; Kleinerman *et al.* 2000; Kabuto *et al.* 2006; Lowenthal *et al.* 2007). Neste estudo, a medida de associação entre exposição a CMs (avaliada por medições de 24 horas com dosímetro) e LLA foi ajustada pela escolaridade da pessoa entrevistada, considerada a variável que traduz mais fielmente a condição socioeconômica de uma população. Também a variável cor da pele foi incluída no modelo. Todavia, não é possível descartar completamente a possibilidade de algum efeito interveniente de outra variável não investigada nos resultados aqui obtidos.

O viés de seleção ocorre quando a participação de casos e controles é diferente e a taxa de participação é definida pelo tipo de exposição analisada (Breslow e Day 1980). Dependendo do tipo de estratégia adotada pelos estudos, foram relatadas taxas de participação que variaram de 33% a 79%. Quando disponibilizada a taxa de participação, nota-se em geral maior aderência à participação na pesquisa por parte dos casos em relação aos controles, a exemplo do estudo de Kleinerman *et al.* (2000), com taxas de participação de 90% entre os casos e 64% entre os controles. Neste estudo, a taxa de recusa entre os casos foi de 8,8% e entre os controles 12,7%, indicando, portanto, reduzida possibilidade de presença do viés de seleção.

Greenland *et al.* (2000) ressaltaram que ainda não há conhecimento conclusivo sobre qual estratégia de avaliação da exposição a CMs é biologicamente mais relevante. Para cada estratégia de avaliação da exposição existem adaptações que variam de pesquisa para pesquisa, e está na dependência de fatores como disponibilidade de informações e características da rede elétrica no local do estudo, o que torna mais complexa a comparação dos resultados de diferentes estudos. A avaliação da exposição a CMs tem melhorado no tempo, porém a capacidade de realizar medições confiáveis ainda permanece limitada, sendo o principal desafio para os estudos epidemiológicos, e essa dificuldade foi percebida na condução deste estudo.

Conclusões da pesquisa

1. A população de crianças do estado de São Paulo exposta em níveis de CMs iguais ou superiores a $0,3 \mu\text{T}$ no interior das residências (avaliações por 24 horas) é de 6,0%. A prevalência de exposições a esse nível de CMs é maior nos municípios que compõem a RMSP (7,7%) e bem menor entre a população residente no conjunto dos demais municípios do estado (1,4%).
2. A prevalência de exposição a CMs em níveis iguais ou superiores a $0,3 \mu\text{T}$ é maior no exterior do que no interior das residências, possivelmente como decorrência dos CMs gerados pelas linhas de distribuição de energia elétrica, comuns no meio urbano.
3. Crianças que residiam de 100 a 199 m de LTs de energia na RMSP apresentaram associação discretamente mais elevada não significativa estatisticamente com LLA, quando comparadas com aquelas que residiam a 600 m ou mais de alguma LT de energia.
4. Crianças do estado de São Paulo expostas a CMs em níveis iguais ou superiores a $0,3 \mu\text{T}$ apresentaram discreta associação não significativa estatisticamente com LLA, comparadas às expostas em níveis menores que $0,1 \mu\text{T}$.
5. Tanto na análise da exposição pela distância das residências em relação a LTs de energia quanto na avaliação por meio das medições com dosímetro no interior das residências não se observou efeito dose-resposta com a incidência de LLA, ou seja, não se notou gradiente de aumento do risco de LLA de acordo com níveis crescentes de exposição a CMs.
6. Os resultados obtidos por este estudo, com riscos relativos tênues e não significativos estatisticamente e ausência de efeito dose-resposta, não permitem aceitar a hipótese de relação entre exposição a CMs e incidência LLA em crianças como causal.

Referências

- Ahlbom, A.; Day, N.; Feychting, M.; Roman, E.; Skinner, J.; Docherty, J. *et al.* (2000). “A pooled analysis of magnetic fields and childhood leukaemia”. *Br. J. Cancer*, 83, pp. 692-698.
- Armstrong, B.; Thériault, G.; Guénel, P.; Deadman, J.; Goldberg, M. e Heroux, P. (1994). “Association between exposure to pulsed electromagnetic fields and cancer in electric utility workers in Quebec, Canada and France”. *Am. J. Epidemiol.*, 140, pp. 805-820.
- Barnes, F.; Wachtel, H.; Savitz, D. e Fuller, J. (1989). “Use of wiring configuration and wiring codes for estimating externally generated electric and magnetic fields”. *Bioelectromagnetics*, 10, pp. 13-21.
- Belson, M.; Kingsley, B. e Holmes, A. (2007). “Risk factors for acute leukemia in children: A review”. *Environ. Health Perspect.*, 115, pp. 138-145.
- Blaasaas, K.G.; Tynes, T. e Lie, R.T. (2004). “Risk of selected birth defects by maternal residence close to power lines during pregnancy”. *Occup. Environ. Med.*, 61, pp. 174-176.
- Breslow, N.E. e Day, N.E. (1980). *Statistical methods in cancer research: The analysis of case-control studies*. Lyon: International Agency for Research on Cancer. 1 v.
- Charles, L.E.; Loomis, D.; Shy, C.M.; Newman, B.; Millikan, R.; Nylander-French, L.A. *et al.* (2003). “Electromagnetic fields, polychlorinated biphenyls, and prostate cancer mortality in electric utility workers”. *Am. J. Epidemiol.*, 157, pp. 683-691.
- Coebergh, J.W.W.; Reedijk, A.M.J.; Vries, E. de; Martos, C.; Jakab, Z.; Steliarova-Foucher, E. *et al.* (2006). “Leukaemia incidence and survival in children and adolescents in Europe during 1978-1997: Report from the Automated Childhood Cancer Information System project”. *Eur. J. Cancer*, 42, pp. 2.019-2.036.

- Coleman, M.P.; Bell, C.M.J.; Taylor, H.-L. e Primic-Zakelj, M. (1989). “Leukemia and residence near electricity transmission equipment: A case-control study”. *Br. J. Cancer*, 60, pp. 793-798.
- Draper, G.; Vincent, T.; Kroll, M. e Swanson, J. (2005). “Childhood cancer in relation to distance from high voltage power lines in England and Wales: A case-control study”. *Br. Med. J.*, 330, pp. 1.290-1.293.
- Feizi, A.A.H.P. e Arabi, M.A. (2007). “Acute childhood leukemias an exposure to magnetic fields generated by high voltage overhead power lines: A risk factor in Iran”. *Asian Pac. J. of Cancer Prev.*, 8, pp. 69-72.
- Feychting, M. e Ahlbom, A. (1993). “Magnetic fields and cancer in children residing near swedish high-voltage power lines”. *Am. J. Epidemiol.*, 138, pp. 467-481.
- Green, L.M.; Miller, A.B.; Agnew, D.A.; Greenberg, M.L.; Li, J; Villeneuve, P.J. *et al.* (1999). “Childhood leukemia and personal monitoring residential exposures to electric and magnetic fields in Ontario, Canada”. *Cancer Causes Control*, 10, pp. 233-243.
- Greenland, S.; Sheppard, A.R.; Kaune, W.T.; Poole, C. e Kelsh, M.A. (2000). “A pooled analysis of magnetic fields, wire codes, and childhood leukemia”. *Epidemiology*, 11, pp. 624-634.
- Guenél, P.; Raskmark, P.; Andersen, J.B. e Lynge, E. (1993). “Incidence of cancer in persons with occupational exposure to electromagnetic fields in Denmark”. *Br. J. Ind. Med.*, 50, pp. 758-764.
- Hodgson, S.; Foulkes, W.; Eng, C. e Maher, E. (2007). *A practical guide to human cancer genetics*. 3ª ed. Nova York: Cambridge University Press.
- IARC – International Agency for Research on Cancer (2002). “Static and extremely low-frequency electric and magnetic fields”. IARC Monographs on the evaluation of the carcinogenic risks to humans. Lyon: IARC. V. 80.

- Kabuto, M.; Nitta, H.; Yamamoto, S.; Yamaguchi, N.; Akiba, S.; Honda, Y. *et al.* (2006). "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*, 119, pp. 643-650.
- Kaune, W.T. e Savitz, D.A. (1994). "Simplification of the Wertheimer-Leeper wire code". *Bioelectromagnetics*, 15, pp. 275-282.
- Kheifets, L. e Shimkhada, R. (2005). "Childhood leukemia and EMF: Review of the epidemiologic evidence". *Bioelectromagnetics*, 7, pp. S51-S59.
- Kleinerman, R.A.; Kaune, W.T.; Hatch, E.E.; Wacholder, S.; Linet, M.S.; Robison, L.L. *et al.* (2000). "Are children living near high-voltage power lines at increased risk of acute lymphoblastic leukemia?". *Am. J. Epidemiol.*, 151, pp. 512-515.
- Kliukiene, J.; Tynes, T. e Andersen, A. (2004). "Residential and occupational exposures to 50-Hz magnetic fields and breast cancer in women: A population-based study". *Am. J. Epidemiol.*, 159, pp. 852-861.
- Linabery, A.M. e Ross, J.A. (2008). "Trends in childhood cancer incidence in the U.S. (1992-2004)". *Cancer*, 112, pp. 416-432.
- Linet, M.S.; Hatch, E.E.; Klei, R.A.; Robison, L.L.; Kaune, W.T.; Friedman, D.R. *et al.* (1997). "Residential exposure to magnetic fields and acute lymphoblastic leukemia in children". *New Engl. J. of Med.*, 337, pp. 1-7.
- London, S.J.; Pogoda, J.M.; Hwang, K.L.; Langholz, B.; Monroe, K.R.; Kolonel, L.N. *et al.* (2003). "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.*, 158, pp. 969-980.
- London, S.J.; Thomas, D.C.; Bowman, M.; Sobel, E.; Cheng, T.-V. e Peters, M. (1991). "Exposure to residential electric and magnetic fields and risk of childhood leukemia". *Am. J. Epidemiol.*, 134, pp. 923-937.

- Lowenthal, R.M.; Tuck, D.M. e Bray, I.C. (2007). “Residential exposure to electric power transmission lines and risk of lymphoproliferative and myeloproliferative disorders: A case-control study”. *Int. Med. J.*, 37, pp. 614-619.
- Matanoski, G.M.; Breyse, P.N. e Elliot, E.A. (1991). “Eletromagnetic field exposure and male breast cancer”. *Lancet*, 337, p. 737.
- McBride, M.; Gallagher, R.; Thériault, H.; Armstrong, B.; Tamaro, S.; Spinelli, J. *et al.* (1999). “Power-frequency electric and magnetic fields and risk of childhood leukemia in Canada”. *Am. J. Epidemiol.*, 149, pp. 831-842.
- Mirra, A.P.; Latorre, M.R.D.O. e Veneziano, D.B. (2004). “Incidência, mortalidade e sobrevida do câncer da infância no Município de São Paulo”. São Paulo: Registro de Câncer de São Paulo.
- NIEHS – National Institute of Environmental Health Sciences (2002). *Electric and magnetic fields associated with the use of electric power. Questions and answers*. Washington: National Academy Press.
- Pelissari, D.; Barbieri, F.E. e Wünsch Filho, V. (2009). “Magnetic fields and acute lymphoblastic leukemia in children: A systematic review of case-control studies”. *Cad. Saúde Pública*, 25, pp. S441-S452.
- Petridou, E. e Trichopoulos, D. (2002). “Leukemias”. In: Adami, H.O.; Hunter, D. e Trichopoulos, D. *Textbook of cancer epidemiology*. Nova York, NY: Oxford, pp. 556-572.
- Reis, R.S.; Santos, M.O. e Thuler, L.C.S. (2007). “Incidência de tumores pediátricos no Brasil”. *Rev. Bras. Cancer*, 53, pp. 5-15.
- Ribeiro, K.B.; Lopes, L.F. e Camargo, B. (2007). “Trends in childhood leukemia mortality in Brazil and correlation with social inequalities”. *Cancer*, 110, pp. 1.823-1.831.
- Robert, E. (1993). “Birth defects and high voltage power lines: An exploratory study based on registry data”. *Reprod. Toxicol.*, 7, pp. 283-287.

- Savitz, D.A.; Dufort, V.; Armstrong, B. e Thériault, G. (1997). “Lung cancer in relation to employment in the electrical utility industry and exposure to magnetic fields”. *Occup. Environ. Med.*, 54, pp. 396-402.
- Savitz, D.A.; Wachtel, H.; Barnes, F.A.; John, E.M. e Tvrdik, J.G. (1998). “Case-control study of childhood cancer and exposure to 60-Hz magnetic fields”. *Am. J. Epidemiol.*, 128, pp. 21-38.
- Schoenfeld, E.R.; O’Leary, E.S.; Henderson, K.; Grimson, R.; Kabat, G.C.; Ahnn, S. *et al.* (2003). “Electromagnetic fields and breast cancer on Long Island: A case-control study”. *Am. J. Epidemiol.*, 158, pp. 47-58.
- Schroeder, J.C. e Savitz, D.A. (1997). “Lymphoma and multiple myeloma mortality in relation to magnetic field exposure among electric utility workers”. *Am. J. Ind. Med.*, 32, pp. 392-402.
- Schuz, J.; Grigat, J.-P.; Brinkmann, K. e Michaelis, J. (2001). “Residential magnetic fields as a risk factor for childhood acute leukaemia: Results from a german population-based case-control study”. *Int. J. Cancer*, 91, pp. 728-735.
- Shah, A. e Coleman, M.P. (2007). “Increasing incidence of childhood leukaemia: A controversy re-examined”. *Br. J. of Cancer*, 97, pp. 1.009-1.012.
- Stenlund, G. e Floderus, B. (1997). “Occupational exposure to magnetic fields in relation to male breast cancer and testicular cancers: A swedish case-control study”. *Cancer Causes Control*, 8, pp. 184-191.
- Swaminathan, R.; Rama, R. e Shanta, V. (2008). “Childhood cancers in Chennai, India, 1990-2001: Incidence and survival”. *Int. J. Cancer*, 122, pp. 2.607-2.611.
- Swanson, J.; Vincent, T.; Krol, M. e Draper, G. (2006). “Power-frequency and magnetic fields in the light of Draper *et al.* 2005”. *Ann. NY Acad. Sci.*, 1.076, pp. 318-330.
- Thériault, G.; Goldberg, M.; Miller, A.B.; Armstrong, B.; Guénel, P.; Deadman, J. *et al.* (1994). “Cancer risks associated with occupational exposure to

- magnetic fields among electric utility workers in Ontario and Quebec, Canada, and France: 1970-1989". *Am. J. Epidemiol.*, 139, pp. 550-572.
- Tynes, T. e Haldorsen, T. (1997). "Electromagnetic fields and cancer in children residing near norwegian high-voltage power lines". *Am. J. Epidemiol.*, 145, pp. 219-226.
- Tynes, T.; Klæboe, L. e Haldorsen, T. (2003). "Residential and occupational exposure to 50 Hz magnetic fields and malignant melanoma: A population based study". *Occup. Environ. Med.*, 60, pp. 343-347.
- United Kingdom Childhood Cancer Study Investigators (2000). "Childhood cancer and residential proximity to power lines". *Br. J. Cancer*, 83, pp. 1.573-1.580.
- Van Wijngaarden, E.; Nylander-French, L.A.; Millikan, R.C.; Savitz, D.A. e Loomis, D. (2001). "Population-based case-control study of occupational exposure to electromagnetic fields and breast cancer". *Ann. Epidemiol.*, 11, pp. 297-303.
- Wertheimer, N. e Leeper, E. (1979). "Electrical wiring configuration and childhood cancer". *Am. J. Epidemiol.*, 109, pp. 273-284.

Agradecimentos:

Aos oncologistas pediátricos dos hospitais envolvidos na pesquisa:

Dra. Cláudia T. de Oliveira, *Hospital Amaral Carvalho, Jaú*; Dr. Luiz Gonzaga Tone, *Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da USP*; Dra. Juliana França da Mata, *Hospital do Câncer de Barretos/Fundação Pio XII*; Dra. Maria Lúcia Lee, *Instituto de Oncologia Pediátrica (IOP) da UNIFESP*; Dra. Maria Lydia Mello de André, *Hospital Infantil Darcy Vargas*; Dra. Paula Bruniera e Dra. Helaine Castro, *Santa Casa de Misericórdia de São Paulo*; Dr. Sidnei Epelman, Dr. Alejandro M. Arancibia e Dra. Gabriela Martinez, *Hospital Santa Marcelina/Associação para Crianças e Adolescentes com Câncer*

(TUCCA); Dr. Vicente Odone Filho, Dra. Monia Luisa Felício e Dra. Raquel Quiles, *Instituto do Tratamento do Câncer Infantil (ITACI) da USP*.

Às pessoas responsáveis em alguns dos hospitais pela inserção de dados no sistema:

Sra. Marya Duarte, *Hospital Infantil Darcy Vargas*; Sra. Priscila Carvalho Leite, *Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da USP*; Sra. Sandra de Andrade, *Hospital do Câncer de Barretos – Fundação Pio XII*; Sra. Vanessa da Costa, *Instituto de Oncologia Pediátrica (IOP) da Unifesp*.

À equipe do Grupo de Pesquisas Epidemiológicas em Câncer (GPEC) na Faculdade de Saúde Pública da USP:

Aluna de mestrado: Daniele Maria Pelissari

Coordenação da pesquisa de campo: Aparecida Natália Rodrigues

Mônica Magalhães Leite

Rosemairry Norye Inamine

Gerenciamento dos bancos de dados: Anderson da Costa

Pesquisadores de campo: Cláudia Emi Regis

Cristiane Yumi Suzuki

Luciana Franco Dias

Karine Marques de Oliveira

Marcelo Alberto Massano

Mônica Magalhães Leite

Renata Rolim Quaresma

Motoristas: Michel de Castro

Ricardo Caldeira de Oliveira

Wilson Vicente de Oliveira

Às sras. Mônica La Porte Teixeira e Rosa Maria Vieira de Freitas da Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (Fundação SEADE) pela coleta das informações utilizadas na seleção dos controles de base populacional.

Aos engenheiros Hamilton Moss de Souza e Paulo Roberto Gonçalves de Oliveira da CEPEL do Rio de Janeiro pelo treinamento inicial da equipe original de pesquisadores de campo e empréstimo por alguns meses de dosímetros.

À sra. Miriam Regina de Souza do Departamento de Medicina Preventiva da Faculdade da Universidade de São Paulo pela colaboração no mapeamento das LTs aéreas para nosso estudo.

Às demais linhas de pesquisa do projeto EMF-SP pelas contribuições fundamentais para a execução e finalização deste projeto.

Particularmente, agradecemos aos pais de crianças com leucemia e de crianças saudáveis que aceitaram participar do estudo respondendo aos questionários e permitindo a realização das medidas de campos magnéticos em suas casas.

CAPÍTULO 5

PERCEPÇÃO DE RISCO DE CAMPOS ELÉTRICOS E MAGNÉTICOS: EFEITOS DO *STRESS* E DE OUTRAS VARIÁVEIS

Marilda Emmanuel Novaes Lipp

Participaram da pesquisa que deu embasamento a este trabalho as seguintes psicólogas: Ana Carolina Cabral, Ana Paula Justo, Flavia Urbini dos Santos e Sabrina Gallo.

Este trabalho foi desenvolvido no âmbito do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Setor de Energia Elétrica regulado pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) (projeto 0390-041/2004), sob coordenação da Abricem.

Agradecimentos

Às concessionárias de energia elétrica participantes da pesquisa: AES Eletropaulo, Bandeirante Energia, Companhia Paulista de Força e Luz e Companhia Piratininga de Força e Luz (CPFL), Elektro, Companhia de Transmissão de Energia Elétrica Paulista (CTEEP) e Furnas Centrais Elétricas.

Desde 1890, quando os hotéis e lugares públicos começaram a usar a eletricidade para a iluminação, o interesse a respeito dos efeitos dos campos magnéticos (CEMs) de baixa frequência e das linhas de transmissão (LTs) se tornou um assunto importante a ser considerado. Os avanços tecnológicos são em geral recebidos com cautela pelo público leigo, que os pode perceber

como uma ameaça a sua saúde e a sua vida ou pode, pelas oportunidades que trazem para o conforto da sociedade, perceber as inovações como algo meritório e incorporá-las no seu cotidiano. Assim, quando as lâmpadas elétricas começaram a ser instaladas em hotéis e lugares públicos, no século XIX, houve inclusive a necessidade de serem colocados cartazes informando ao público que não havia perigo de ligar as lâmpadas ou de usar a iluminação elétrica, dado o medo demonstrado por alguns indivíduos. Foram necessárias varias campanhas educativas para que a sociedade entendesse que os benefícios da iluminação elétrica de muito compensavam qualquer possível risco de exposição aos CEMs de baixa frequência e das LTs.

Hoje em dia difícil se torna imaginar uma cultura sem iluminação elétrica. Embora o reconhecimento dos benefícios do uso da eletricidade para inúmeros fins na sociedade tenha levado a uma aceitação mundial da sua utilização, muitas pessoas começaram a se preocupar especialmente no que se refere aos possíveis impactos que as ondas eletromagnéticas poderiam causar à saúde. Esse tópico recebeu ênfase com os estudos de dois pesquisadores, Wertheimer e Lepper, publicados em 1979, que apontaram uma possível correlação entre leucemia em crianças e a proximidade de transformadores de energia elétrica. Esse é, naturalmente, um assunto de extrema importância para a sociedade e, especialmente, para as famílias, e, por isso, desde então, diversos estudos buscam identificar possíveis reflexos da exposição do ser humano, adulto ou criança, aos CEMs. As descobertas dos primeiros estudos foram contestadas quanto a sua metodologia, e diversos pesquisadores apontaram interpretações controversas dos resultados obtidos. O assunto não se exauriu, e pesquisadores continuam a investigar se existe, de fato, uma associação entre câncer infantil, especificamente a leucemia, e exposição a ondas eletromagnéticas. Estudos recentes apontam que existe uma possibilidade do aumento no risco de leucemia em crianças associado à exposição a CEMs. Há de se mencionar que as evidências científicas mostram que o mesmo não parece ocorrer com adultos.

Evitar a exposição eletromagnética é praticamente impossível, considerando que a Terra possui um CM estático atuante. Apesar de a força

de um campo construído pelo homem ser menor que a de um campo do planeta e de existirem normas regulamentadoras que especificam a magnitude dos CEMs e seus intervalos para a implementação das LTs e das ações necessárias, o medo dos efeitos dos CEMs, assim como o suposto perigo para a saúde, é queixa frequente.

I. Percepção de risco

A percepção de risco é algo que pode influenciar o modo como as pessoas recebem a instalação de novas linhas de transmissão elétrica ou aceitam as já instaladas. O interesse e até a desconfiança acerca da tecnologia moderna não são infundados, pois tudo o que não é totalmente compreendido gera *stress* e apreensão. Resultados de pesquisas que indicavam qualquer possibilidade de dano à saúde e à vida do ser humano, principalmente de crianças, geraram uma percepção de risco no público. Tal percepção, no que se refere às ondas eletromagnéticas, deu força a um movimento de alguns grupos comunitários de repulsa à instalação de LTs. Há de se entender que a desconfiança e o cuidado que a percepção de risco gera no público podem ter aspectos negativos, mas também positivos.

É importante considerar os aspectos positivos da percepção de risco em uma comunidade no que se refere à exigência quanto à implementação de medidas preventivas. Conforme apontado por Reen, em 2004, a percepção de risco pode ser vista como um instrumento racional que permite prever perigos futuros e que proporciona a promoção das medidas de prevenção de risco.

No lado negativo, existe evidência de que, muitas vezes, o risco percebido possui pouca relação com o risco real, como demonstrado por Beecher e colaboradores (2005) e Schütz e Wiedemann (2008). Ações baseadas na percepção exagerada e irrealista de risco podem se tornar um veículo de cerceamento do progresso almejado em toda sociedade e dar origem ao que é conhecido como “electrofobia”, que é o medo exagerado ligado às ondas elétricas.

O surgimento da preocupação por parte do público e da mídia com respeito aos possíveis efeitos da exposição aos campos eletromagnéticos de baixa frequência (CEMBF) e a necessidade de esclarecer o grau em que essa preocupação é proporcional aos riscos reais têm sido o foco de diversas pesquisas, como as de Davis e colaboradores em 2002. A percepção de risco é uma questão complexa, e para a maioria das pessoas trata-se de um aspecto mais subjetivo do que quantitativo, no qual, muitas vezes, o risco percebido possui pouca relação com o risco real. No caso dos CEMs, subjetividade, crenças pessoais e valores parecem assumir um papel maior, primeiramente devido às consequências letais previstas, tais como leucemia, mas também em virtude de a exposição ser involuntária. Outro fator importante é o conhecimento precário que a população possui sobre eletricidade e radiação, principalmente por se tratar de um agente invisível e não perceptível. O grau de confiabilidade que a população tem nos órgãos que controlam o nível de risco parece ser também um fator importante na determinação da percepção de risco. A confiança nos agentes normatizadores e controladores é foco de atenção de muitos pesquisadores, como Walls e colaboradores (2004) e Wiedemann e colaboradores (2001) que acreditam que a confiança exerce uma função crítica no gerenciamento da percepção de risco, e que a desconfiança contribui para a oposição às atividades avaliadas como de risco. No entanto, a noção binária de confiança e desconfiança é inadequada para compreender a percepção de risco, da mesma maneira que ser bem informado sobre os riscos reais nem sempre parece reduzir os preconceitos pessoais nesse tipo de avaliação.

II. Deve-se informar ou não ao público sobre efeitos de exposição aos CEMs?

Nessa área de tanta importância, estudos têm sido realizados com o objetivo de verificar se o aumento da informação técnica fornecida ao público exerce influência na percepção de risco. Embora esse assunto tenha sido objeto de ações governamentais por parte de diversos países que tentam

promover uma melhor comunicação de risco, mesmo assim continua sendo uma questão sensível. Alguns autores argumentam que a percepção pública de risco deva ser reconhecida como um fator a ser considerado nas decisões quanto à aplicação de medidas de precaução e que o público deveria ser sempre informado sobre os aspectos técnicos envolvidos; porém até recentemente nenhum estudo experimental tinha sido realizado sobre os efeitos do esclarecimento ao leigo de medidas preventivas na redução do medo público de ondas eletromagnéticas de extra baixa frequência. Em 2005, Wiedemann e Schütz identificaram efeitos negativos quando investigaram experimentalmente como a comunicação das medidas de precaução influencia a percepção de risco. Seus dados indicaram que, sob algumas circunstâncias, a informação ao público sobre as medidas de precaução que estão sendo tomadas pode aumentar a percepção de risco. Esses dados indicam a necessidade de cuidados especiais no planejamento de qualquer campanha educativa na área. É fundamental investigar a percepção de risco de cada comunidade antes de qualquer tentativa de implementar campanhas de esclarecimento quanto aos riscos eletromagnéticos. Desse modo poder-se-ão evitar preocupações desnecessárias sobre segurança. Importante também, como apontado por Renn e Rohrmann (2001), é levar em consideração a cultura específica da população que se deseja incluir nestas campanhas.

Outro fator relevante é a possível associação entre *stress* emocional e percepção de risco, especialmente levando em consideração o fato de que o *stress* excessivo gera um aumento de respostas e decisões emocionais nem sempre objetivas (Lipp 2009) ao mesmo tempo em que leva o indivíduo a se voltar para seu próprio desconforto e necessidade de sobreviver aos desafios que está enfrentando. Não se sabe ainda se um alto nível de *stress* levaria a pessoa a ser mais emocionalmente sensível e reagir de modo mais agressivo na estimativa do risco ou se um alto nível de *stress* a levaria a uma avaliação menos profunda e cuidadosa de situações não diretamente ligadas à sua fonte pessoal de *stress* no momento. Não se conhece se a pessoa estressada tenderia a perceber e avaliar o risco como maior do que a pessoa não estressada ou se, por uma questão de autopreocupação com desafios mais prementes, ela estaria apta a

avaliar adequadamente seu ambiente e, portanto, teria uma percepção de risco menor.

Considerando que a percepção de risco é um conceito multivariado, baseado nos valores pessoais, atitudes e sentimentos, é importante que qualquer medida que pretenda tratar a percepção de risco e o medo público dos CEMs de uma população deva considerar a cultura do povo e seu nível de *stress*.

São raros os estudos sobre percepção de risco do povo brasileiro no que se refere à exposição a ondas eletromagnéticas, devendo-se apontar o de Bulcão e Souza (2009) em Furnas e o de Fischer e Guimarães (2002) em Porto Alegre. Desse modo sentiu-se a necessidade de realizar uma pesquisa que pudesse lançar alguma luz sobre o que o brasileiro pensa e como ele vê o risco de exposição aos CEMs. A pesquisa, aqui relatada, se constituiu em uma das linhas de pesquisa do Projeto EMF-SP “Estudos epidemiológicos sobre exposição ambiental e ocupacional aos campos elétricos e magnéticos de frequência de 60 Hz”, realizado sob coordenação da Abricem. Contou com a participação das concessionárias de energia elétrica que atuam no estado de São Paulo (as distribuidoras AES Eletropaulo, Bandeirante Energia, CPFL Paulista e Elektro, e as transmissoras ISA CTEEP – Companhia de Transmissão de Energia Elétrica Paulista – e Furnas Centrais Elétricas). O estudo completo foi desenvolvido dentro do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Setor de Energia Elétrica regulado pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) (Projeto n. 0390-041/2004).

Esta parte da pesquisa teve como objetivo principal investigar a percepção de risco relacionada a CEM de baixa frequência na população brasileira em função: a) de residir em cidades/bairros maiores ou em cidades/bairros menores; b) do nível de *stress* pessoal detectado; c) do grau de confiança nos órgãos encarregados do controle dos riscos envolvidos; e d) do nível de controle que os respondentes acreditam que deva ser mantido na área. Espera-se que os resultados contribuam para o conhecimento e aprimoramento da avaliação de risco a fim de fornecer elementos que proporcionem a redução do medo desnecessário ou exagerado acerca da exposição aos CEMs de baixa frequência em adultos.

III. A pesquisa

Seiscentos adultos foram recrutados dentre os residentes nas comunidades pré-selecionadas pelo estudo, sem estipulação de gênero ou nível educacional. Os critérios para inclusão foram: ser residente das áreas selecionadas, ser capaz de compreender as questões, ter mais de 20 anos de idade, concordar em participar voluntariamente e assinar o termo de consentimento aprovado pelo comitê de ética da PUC-Campinas (Protocolo 315/05). Foram excluídas as pessoas entrevistadas que não se enquadraram em qualquer um desses critérios. Trezentos participantes foram recrutados de cidades grandes e trezentos de cidades menores dentro do estado de São Paulo.

A coleta de dados foi realizada por meio de um questionário elaborado para avaliar: percepção de risco; confiança no controle de risco exercido pelos órgãos que têm a responsabilidade de estabelecer normas e fiscalizações quanto ao nível de risco envolvido; nível de conforto emocional quanto à exposição a CEM de baixa frequência; e medidas percebidas como necessárias para reduzir o desconforto emocional causado pela exposição. Duas afirmativas foram escritas para cada um dos três primeiros fatores, uma de valor positivo e outra de valor negativo. Adicionalmente, foi incluído um item sobre o nível de confiança no governo como agente controlador do risco. Randomização em bloco foi utilizada na ordem de apresentação das afirmações para assegurar que duas afirmações sobre o mesmo assunto não fossem apresentadas em sequência. Uma pergunta aberta foi adicionada para que os participantes pudessem expressar livremente seus sentimentos acerca da exposição. O questionário usado, constante do Quadro 1, possui sete afirmações fechadas, no total, e duas questões abertas. Os itens 3 e 6 enfatizam a percepção de risco; os itens 1 e 5 se referem ao nível de confiança nas concessionárias quanto a manterem o risco sob controle; os itens 2 e 4 abrangem o grau de conforto frente à exposição; o item 7 averigua o nível de confiança no governo quanto ao controle do risco. As possibilidades de respostas ao questionário são: concordo totalmente; concordo com quase tudo; concordo em parte; discordo; discordo totalmente.

O Inventário de Sintomas de Stress para Adultos de Lipp (ISSL) foi também utilizado. O ISSL (Lipp 2000) é um instrumento validado e padronizado no Brasil que permite diagnosticar o *stress* e a gravidade da sintomatologia. Sua aplicação leva aproximadamente sete minutos. Adicionalmente, fez-se uso de um termo de consentimento. Esse termo possui uma breve explicação a respeito do estudo em questão, informa o participante que ele pode interromper a entrevista a qualquer momento que desejar e que seu nome será mantido sob sigilo total. Foi elaborado considerando as diretrizes estipuladas na Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde.

Os locais para a coleta de dados foram selecionados em conjunto com os órgãos responsáveis pelo controle de risco eletromagnético de baixa frequência na cidade de São Paulo a fim de garantir que as cidades selecionadas apresentassem a exposição a CEM de baixa frequência. Os locais selecionados, todos do estado de São Paulo, foram os seguintes:

Cidades/bairros maiores: Campinas, Guarulhos, Brooklin, Freguesia do Ó e São José dos Campos. Cidades/bairros menores: Mogi das Cruzes, São José do Rio Preto, Gália, Itararé e Limeira.

Quatro psicólogas clínicas (com mestrado em psicologia) conduziram as entrevistas sob a orientação da coordenadora do Projeto Percepção de Risco. Antes da coleta dos dados, a compreensão do vocabulário utilizado no questionário foi avaliada por meio de entrevistas com 15 pessoas possuindo níveis educacionais variados: cinco de nível universitário, completo ou não; cinco de nível educacional de segundo grau; e cinco pessoas com nível educacional até a conclusão do ensino fundamental. Foi realizada uma reflexão falada durante a qual os itens eram lidos e o entrevistador discutia com o participante o que de fato havia sido compreendido, anotando as palavras que o próprio participante utilizou para o que havia sido perguntado. Com base nas informações coletadas, os itens foram reescritos, a fim de permitir uma boa compreensão por parte dos respondentes. Após a reformulação do questionário, os possíveis respondentes foram contatados, os objetivos da pesquisa explicados e, quando concordavam em participar, o termo de consentimento era apresentado para assinatura. As entrevistas foram

Quadro 1. QUESTIONÁRIO

Por favor, responda às questões que serão lidas alto de maneira espontânea e sincera, e não perca muito tempo pensando nas respostas; simplesmente dê a primeira resposta que lhe ocorrer. Lembre-se de que não estamos falando de telefones celulares.

Por favor, indique:

- a) Concordo totalmente.
- b) Concordo com quase tudo.
- c) Concordo em parte.
- d) Discordo.
- e) Discordo totalmente.

1. Pode-se ter confiança de que as empresas responsáveis controlam e fiscalizam de modo adequado os fios elétricos e as linhas de transmissão nas ruas e perto das casas e construções.
2. Preocupo-me muito com os riscos que as redes e as linhas de transmissão elétrica causam à minha saúde.
3. Os fios e cabos das redes elétricas e as linhas de transmissão são instalados em diversos locais para atender as necessidades da vida moderna.
4. Penso que deveríamos interromper totalmente a instalação de redes elétricas e linhas de transmissão em nossa comunidade, uma vez que apresentam riscos para a saúde.
5. Acho que o meu bairro não possui um controle adequado quanto ao risco de exposição aos fios elétricos e linhas de transmissão que existem nas ruas e perto das casas e construções.
6. Quase nunca lembro que existem redes elétricas e linhas de transmissão perto de onde eu moro.
7. Pode-se ter confiança de que o governo controla e fiscaliza de modo adequado os fios elétricos e as linhas de transmissão nas ruas e perto das casas e construções.
8. Em sua opinião, para que a população se sinta confortável, o que poderia ser feito em relação aos fios de eletricidade nas ruas e às linhas de transmissão perto das casas e construções?
9. Se nunca mais se instalarem postes e fios elétricos, como será o dia a dia das pessoas?

individuais. Em agradecimento pela participação, os respondentes receberam explicações sobre o *stress* e um folheto contendo sugestões para seu gerenciamento.

As amostras foram de conveniência, isto é, foram selecionadas de maneira casual entre adultos que se reuniam em igrejas, clubes, *shoppings*, academias de ginástica ou que estavam engajados em outros centros de atividades grupais, que residiam nas áreas selecionadas e que concordavam em participar da entrevista. Conforme apontado por Bostrom, Morgan, Adams e Nair (1994), o uso desse método de seleção de amostra é prática comum nos estudos de percepção de risco e possibilita a utilização de grandes amostras nos estudos.

IV. Hipóteses e premissas assumidas

As hipóteses que nortearam esta pesquisa foram as de que haveria diferença significativa na percepção de risco entre pessoas que moravam em cidades grandes e em pequenas, que o nível de *stress* afetaria, para melhor ou para pior, a percepção de risco e que o gênero, estado civil e o nível educacional do respondente afetariam a percepção de risco.

• Método de análise de dados utilizada

A fim de atender aos objetivos da pesquisa, os dados coletados foram estudados por meio de análise fatorial, considerando-se, como fatores, a percepção de risco, a confiança nas agências reguladoras de risco, o conforto emocional, o fato de residir em cidade/bairro grande ou cidade/bairro menor, tudo à luz dos dados demográficos verificados. Vários outros testes estatísticos foram utilizados conforme necessários.

Uma análise de conteúdo foi realizada quanto às respostas dadas às duas perguntas abertas, seguida da categorização das respostas. Avaliaram-se as diferenças detectadas quanto a sexo, idade, nível educacional e demais dados biográficos. A riqueza das respostas que denotam como o leigo percebe o

risco das instalações elétricas foi analisada a fim de entender melhor os fatores que moldam a percepção nessa área.

V. Resultados e discussão

1. Dados demográficos da amostra global

A análise das características demográficas do grupo de 600 participantes indica que a amostra foi constituída por 62% de mulheres e 38% de homens. Não houve diferença estatisticamente significativa entre as cidades no que se refere à distribuição dos gêneros. A idade dos participantes variou entre 20 e 81 anos, com média de 35 anos. Diferença significativa de idade foi encontrada entre as cidades/bairros maiores e menores, sendo que havia um número maior de participantes com menos de 39 anos nas cidades/bairros menores e mais participantes acima de 40 anos nas cidades/bairros de grande porte.

Quase metade da amostra era casada (47%); 48% tinham nível universitário; 37% tinham terminado somente o segundo grau, e os restantes 15% da amostra global não haviam terminado o primeiro grau, não havendo diferença significativa entre as cidades no nível educacional. No entanto, uma diferença significativa foi encontrada quanto ao nível educacional entre homens e mulheres, com um número maior de homens apresentando nível superior. Idade e estado civil não tiveram influência significativa nas respostas dadas pelos participantes ao questionário.

2. Incidência de *stress* e sintomatologia

Verificou-se que a porcentagem de participantes com sintomas de *stress* foi grande (55%), sendo maior do que a esperada, uma vez que a incidência de *stress* no Brasil fica entre 32% e 35%, como relatado por Lipp (2008). Trinta e nove por cento dos participantes com *stress* se encontravam na fase de resistência do processo do *stress*, que é a segunda das quatro fases no

desenvolvimento e agravamento do *stress* emocional. Em geral, quando o *stress* está nessa fase, a pessoa se sente cansada e precisa fazer um esforço especial para ser capaz de lidar com o acúmulo de estressores presentes em sua vida no momento. Isso pode levar a atitudes de egocentrismo nas decisões e atitudes devido à necessidade de direcionar as energias para lidar com os desafios presentes. Sintomas psicológicos eram os mais frequentes na amostra, tais como tensão mental, dificuldade de concentração e ansiedade.

Verificou-se que existiam muito mais mulheres relatando sintomas de *stress* do que homens. A diferença foi significativa. Quando a gravidade do quadro de *stress* foi analisada, comparando-se homens e mulheres, verificou-se que a diferença era grande e significativa, sendo que os homens relataram menor gravidade. Esses dados são compatíveis com outras pesquisas brasileiras que mostram que, em um dado grupo, tipicamente se encontram mais mulheres com *stress* do que homens.

A incidência de *stress* é significativamente diferente comparando-se cidades/bairros menores com as grandes. Esse resultado difere de pesquisa anterior (Lipp 2008) que mostrou semelhança nos níveis de *stress* de uma cidade grande comparada com uma pequena. Talvez a diferença se explique com base no fato de que na pesquisa de Lipp (2008) a cidade pequena que foi comparada com a grande ficava a uma distância relativamente pequena da que serviu de comparação. Talvez a proximidade geográfica possa justificar o nível de *stress* semelhante entre as duas cidades. Já no presente estudo, as cidades menores avaliadas estavam a uma distância considerável das de maior porte.

3. Percepção de risco

Para analisar a associação entre as variáveis principais e a percepção de risco, utilizou-se a análise de regressão logística. Valores de 1 a 5 foram atribuídos às respostas aos primeiros sete itens do questionário, indo desde 1 (Discordo completamente) até 5 (Concordo totalmente). As respostas aos itens de valor negativo (itens 4, 5 e 6) foram invertidas para permitir uma análise adequada. Os outros dois itens do questionário eram perguntas abertas

e foram analisados pelo método de análise de conteúdo e categorização. Usando como base o questionário utilizado, a medida de percepção de risco foi gerada calculando-se a média dos valores dados pelos respondentes aos itens 2 e 6. A medida de confiança nas empresas encarregadas de regular a exposição às ondas eletromagnéticas foi obtida calculando-se as médias das notas atribuídas aos itens 1 e 5. O escore referente ao grau de conforto emocional que os participantes sentiam quanto à exposição às ondas eletromagnéticas de baixa potência foi obtido calculando-se a média dos valores atribuídos aos itens 3 e 4. A nota atribuída ao item 7 foi considerada o escore de confiança no governo quanto ao controle do risco de exposição. Verificou-se que 28,05% dos respondentes não confiam que as empresas responsáveis controlem e fiscalizem os riscos adequadamente, e 51,59% deles não confiam que o governo faça um trabalho confiável no controle e fiscalização dos riscos das linhas de transmissão elétrica. Quando se analisa o nível de confiança nas empresas e no governo, cuidado deve ser tomado para que não se confunda a falta de confiança nas autoridades, no geral, e desconfiança especificamente na área de riscos associados à exposição a ondas eletromagnéticas. É possível que o alto índice de desconfiança no governo se refira a uma desconfiança no geral, especialmente quando se compara esse índice de desconfiança com o atribuído às empresas responsáveis, que foi significativamente menor. A diferença entre os dois indica que os respondentes confiam mais nas empresas do que no governo quanto ao controle de exposição. Aproximadamente, 43% dos participantes disseram se preocupar com os riscos de exposição aos CEMs. Esse dado é compatível com o obtido por Schreier, Huss e Röösl, em 2006, na Suíça, que verificaram que 53% dos 2.028 adultos que participaram do estudo se preocupavam com os riscos de exposição. No presente estudo, aproximadamente, 10% dos respondentes desconfiam que os fios e cabos das redes elétricas e LTs não são necessariamente instalados em diversos locais para atender às necessidades da vida moderna; 17% pensam que se deveria parar completamente de instalar novas LTs; e 33% consideram que não existe um controle de risco apropriado na comunidade onde residem. Essas respostas mostram a necessidade de promover campanhas educativas que possam reduzir alguns temores irrealistas que o público leigo mantém, especialmente

se for considerado que 17% dos respondentes consideram que se deveria suspender a instalação de LTs.

O Anexo A mostra os resultados da análise descritiva das respostas dadas e os valores de percepção de risco, confiança nas empresas responsáveis, conforto emocional frente à exposição às LTs na comunidade, e confiança em que o governo estabeleça e fiscalize as medidas necessárias para proteger o povo contra riscos desnecessários, calculados com base nas respostas dos respondentes. A maior média ($M=3,88$, com DP de 0,089) foi atribuída ao conforto emocional, e a mais baixa foi dada à confiança no governo ($M=2,51$, DP=1,18). A média de percepção de risco para todo o grupo foi 3,12 (DP=1,09), indicando que, em média, os respondentes concordam em parte que existe um controle apropriado do risco e se sentem confortáveis quanto a isso.

4. Percepção de risco e *stress*

Análise estatística aplicada mostrou que o nível de *stress* afeta significativamente a percepção de risco, em que o *stress*, na fase inicial de alerta, parece servir como um atenuador da percepção de risco, ao mesmo tempo em que aumenta o conforto emocional frente à exposição às linhas de transmissão elétricas. As pessoas em fase de alerta têm menor percepção de risco do que as outras. Esse fenômeno, bastante provocante, pode ser explicado considerando-se que a pessoa estressada, em geral, se encontra em um momento no qual sua energia e atenção devem se voltar para o evento estressante com o qual precisa lidar a fim de se adaptar a ele ou vencê-lo. Nessa situação, em que pouca atenção a pessoa estressada pode dar ao que não exija cuidado imediato, sua tendência é postergar o cuidado a tudo aquilo que lhe pareça não ser urgente e, conseqüentemente, seu foco extremo no que a está preocupando a impede de se preocupar com outros assuntos menos relevantes para a situação que está enfrentando. Isso significa que o *stress* diminui a habilidade crítica do ser humano e o deixa mais vulnerável aos riscos. Este é o primeiro trabalho que relata tal dado, considerado de relevância para o campo

de estudo do *stress*, pois abre perspectiva de pesquisas futuras sobre a interação de *stress* e autocuidado, uma vez que a percepção de risco amenizada pode levar a menos cautela e menor autoproteção.

5. Percepção de risco e nível educacional

As associações entre nível educacional e percepção de risco e entre a percepção e o conforto emocional frente à exposição foram significativas, sendo que as pessoas com nível educacional mais alto mostraram menor média de percepção de risco e maior conforto emocional.

6. Percepção de risco e tamanho da cidade/bairro

Os resultados mostraram que os respondentes que residiam em cidades/bairros menores tinham uma visão mais positiva quanto à exposição aos CEMs. Comparando-se os dois tipos de locais, verificaram-se diferenças significativas quanto a confiar nas empresas responsáveis, a sentir que os benefícios da instalação das linhas de transmissão compensam os riscos, a ter a sensação de conforto emocional, a não querer que cesse a instalação de novas linhas e a sentir que o governo exerce um bom controle de riscos. As Figuras 1 e 2 mostram as diferenças em percepção de risco em função do tamanho da cidade habitada.

7. Percepção de risco e gênero

A análise estatística mostrou não haver diferença significativa nos valores de percepção de risco entre homens e mulheres. As médias de percepção de risco foram 3,12 (DP=1,11) para mulheres e 3,13 (DP=1,07) para os homens em uma escala que variava de 1 a 5.

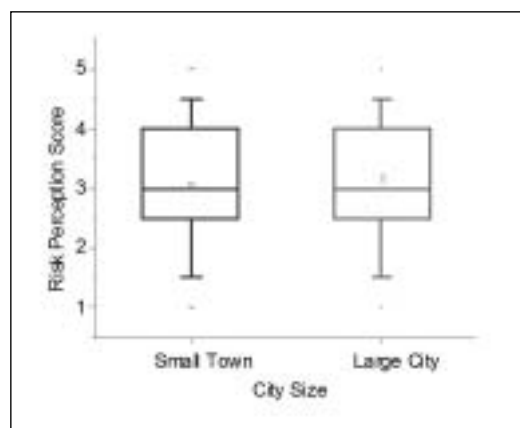


Figura 1. Percepção de risco por tamanho da cidade.

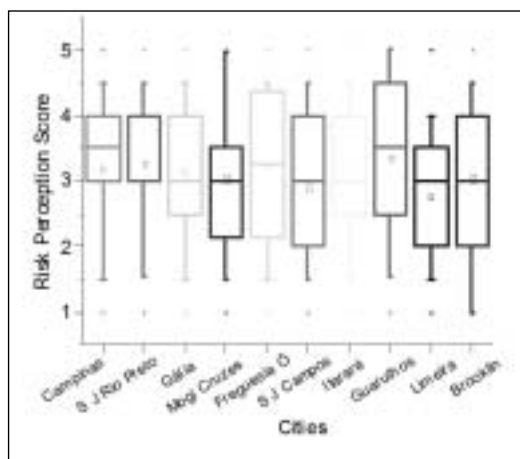


Figura 2. Percepção de risco por cidade.

8. Percepção de risco em função de outras variáveis do estudo

Para averiguar as possíveis variáveis que possam influenciar a percepção de risco, calculou-se a correlação entre todas as variáveis relevantes. Confiança nas empresas e conforto emocional foram as variáveis que se correlacionaram com a percepção de risco de exposição às LTs, conforme pode ser visto nas Figuras 3 e 4.

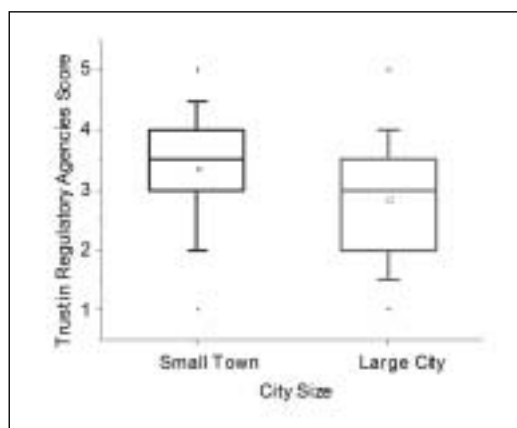


Figura 3. Confiança nas agências reguladoras.

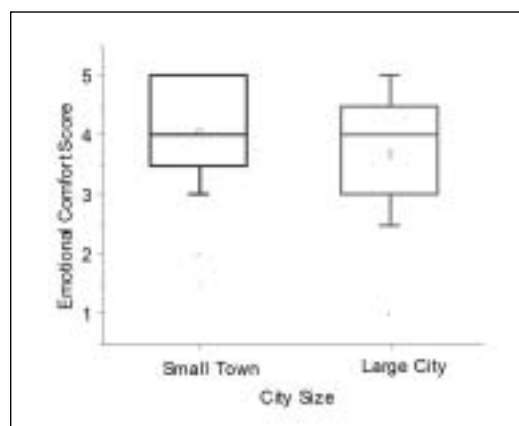


Figura 4. Conforto emocional em função do tamanho da cidade.

O Anexo B mostra os resultados das análises da percepção de risco, ajustados por idade, gênero, nível educacional e tamanho da cidade onde os dados foram coletados. Pode-se verificar que as variáveis conforto emocional, fase do *stress* e confiança nas empresas responsáveis estão, em conjunto, associadas à percepção de risco. Participantes com alta nota em percepção de

risco são os que menos sentem conforto emocional frente à exposição às LTs, têm menos sintomas de *stress* e mostram baixo índice de confiança nas empresas responsáveis.

Uma análise estatística foi realizada quanto às variáveis principais do estudo consideradas em conjunto, tais como gênero, idade, nível educacional, estado civil, tamanho da cidade, nível de *stress*, nota em percepção de risco, confiança no governo, confiança nas empresas responsáveis e conforto emocional, pelo método de partição em dois grupos conglomerados.

Conglomerado 1 foi constituído principalmente de homens, com educação superior, de cidades menores, com menores médias em percepção de risco, maior confiança nas empresas responsáveis e no governo e maior conforto emocional. Conglomerado 2 incluiu mulheres com nível educacional médio, com alta percepção de risco, menos confiança nas empresas responsáveis e no governo, com sintomas de *stress*, menos conforto emocional e residentes em cidades grandes.

A Figura 5 mostra os resultados dessas análises. Diferenças significativas entre os dois grupos foram encontradas no que se refere à percepção de risco, confiança nas empresas responsáveis, conforto emocional e confiança no

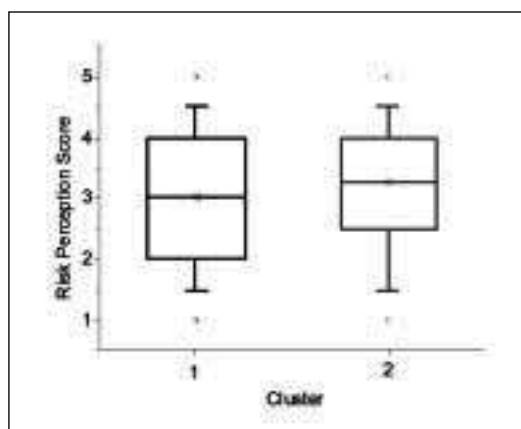


Figura 5. Análise de conglomerado com dois grupos.

governo. Mulheres, em geral, não diferiram significativamente dos homens na percepção de risco, como mencionado anteriormente, porém, quando nível educacional e tamanho da cidade onde residiam foram controlados, detectaram-se diferenças mostrando que mulheres com baixo nível educacional, que moram em grandes cidades, tendem a ter menos confiança no governo e nas empresas reguladoras de risco, sentem-se menos confortáveis emocionalmente frente à exposição a CEMs e possuem uma maior percepção de risco. Campanhas educativas sobre riscos de exposição a CEMs devem ser especificamente direcionadas para essa população.

9. Análise das questões abertas

O questionário também incluiu duas questões abertas. As respostas à questão 8 (Em sua opinião, para que a população se sinta confortável, o que poderia ser feito em relação aos fios de eletricidade nas ruas e às linhas de transmissão perto das casas e construções?) foram, na análise de conteúdo realizada, classificadas em quatro categorias, tais como: a) 41% sentiam que há necessidade de melhor controle e manutenção das linhas de transmissão; b) 47% sugeriram que os fios deveriam ser subterrâneos; c) 6% disseram que “tudo está bem”; e d) 6% declararam sentir a necessidade de mais informação. Esses resultados são consistentes com o dado já discutido de que aproximadamente 59% dos respondentes não confiam que o governo exerça um controle adequado do risco. Se não existe confiança de que o controle é adequado, então, era de esperar que os respondentes mencionassem mesmo a necessidade de maior controle como uma medida desejada. A falta de conhecimento quanto a campos elétricos e magnéticos é aparente nas respostas quanto a desejarem que as instalações sejam subterrâneas, mas, mesmo assim, somente 6% dos participantes mencionaram a necessidade de maiores informações sobre o assunto. Como mencionado por Schütz e Wiedemann, em 2005, quando o conhecimento das pessoas sobre um assunto técnico é pequeno, elas tendem a utilizar aspectos mais familiares do seu contexto social para fazerem uma avaliação dos riscos.

Respostas à questão 9 (Se nunca mais se instalarem postes e fios elétricos, como será o dia a dia das pessoas?) foram quase todas atribuídas a três categorias: a) 73% dos participantes enfatizaram consequências negativas para a sociedade (exemplo: “As pessoas não poderiam mais usar seus computadores; seria um caos, as pessoas se sentiriam desesperadas, frustradas”); b) 12% mencionaram consequências para si próprias e sentimentos pessoais (“Eu não conseguiria ouvir meus programas; eu me sentiria depressivo porque seria sempre escuro”); e c) 15% expressaram a opinião de que “a vida seria melhor”. A simplicidade das respostas obtidas revela que a maioria dos respondentes não tinha refletido anteriormente sobre as possíveis consequências que o mundo teria que enfrentar caso se parasse de instalar LTs. Algumas respostas eram muito mais direcionadas para situações pessoais e perdas próprias e não em termos da sociedade no geral. Isso indica que campanhas educativas nessa área não devem deixar de levar em consideração esse aspecto. Indica também uma grande necessidade de que se tomem medidas para o desenvolvimento de cidadania que focalizem a importância de considerar, como povo, as necessidades da comunidade, em geral.

VI. Conclusão

A análise global dos resultados desperta preocupação quanto à maneira como o povo brasileiro possa estar percebendo a exposição aos CEMs: a maioria dos 600 participantes desta pesquisa não confia no governo para implantar e fiscalizar medidas protetoras quanto ao risco; aproximadamente um quarto deles não confia nas empresas responsáveis pela regulação dos riscos; um número grande pensa nisso com frequência e sente que não há necessidade de tantas instalações de LTs; e alguns, ainda, acham que tal instalação deveria ser suspensa completamente. Embora um consenso na sociedade não seja possível, ou mesmo desejável, os resultados indicam a necessidade de implantar um programa de educação quanto ao risco de exposição às LTs, e indicam que a atual percepção de risco e os sentimentos de desconforto emocional diante dele sejam levados em consideração antes da

instalação de novas linhas. A comunicação sobre risco deve dar atenção às cognições do povo, uma vez que um grande número de participantes da amostra se preocupa com o assunto, o que pode gerar conflitos sociais, em razão da ubiquidade dos CEMs na sociedade atual.

Anexo A. Análise numérica das respostas ao questionário e escores calculados quanto a percepção de risco, confiança nas empresas e no governo e conforto emocional.

	VARIÁVEL	N	MÉDIA	DP	MIN	1º QUART	MEDIAN	3º QUART
Q1	599	3.18	1.15	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
Q2	599	3.29	1.39	1.00	2.00	3.00	5.00	5.00
Q3	599	4.07	1.16	1.00	3.00	5.00	5.00	5.00
Q4	599	2.30	1.29	1.00	1.00	2.00	3.00	5.00
Q5	599	2.98	1.33	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
Q6	599	3.05	1.46	1.00	2.00	3.00	5.00	5.00
Q7	599	2.51	1.18	1.00	2.00	2.00	3.00	5.00
ESCORES MÉDIOS								
PERCEPÇÃO RISCO		3.12	1.09	1.00	2.50	3.00	4.00	5.00
CONFIANÇA NAS								
EMPRESAS		3.10	0.96	1.00	2.50	3.00	3.50	5.00
CONFORTO								
EMOCIONAL		3.88	0.89	1.00	3.00	4.00	4.50	5.00
CONFIANÇA NO								
GOVERNO		2.51	1.18	1.00	2.00	2.00	3.00	5.00

Anexo B. Resultados da análise de percepção de risco, com ajustes quanto a: a) idade e gênero; b) tamanho da cidade; e c) nível educacional.

a) Resultados da análise da percepção de risco, com ajustes quanto a idade e gênero.

Variáveis selecionadas	Categorias	Beta (SE)*	P	R ² Parcial
Conforto emocional	Escore	-0.25 (0.05)	<0.001	0.0503
Fase do <i>stress</i>	Sem <i>stress</i>	—		
	Alerta	-0.61 (0.20)	0.0020	
	Resistência	-0.12 (0.10)	0.208	
	Quase exaustão ou exaustão	0.04 (0.16)	0.804	0.0171
Confiança nas agências reguladoras	Escore	-0.09 (0.05)	0.048	0.0063

* Beta: Estimated value or angular (slope) coefficient in the regression line, SE: standard error of beta. R²: coefficient of determination. Criteria: Stepwise of variable selection. Total R²: 0.0737. Intercept (SE): 4.39 (0.24); p<0.

b) Resultados da análise de percepção de risco, com ajustes quanto ao tamanho da cidade onde os dados foram coletados.

Variáveis selecionadas	Categorias	Beta (SE)*	P	R ² Parcial
Conforto emocional	Escore	-0.25 (0.05)	<0.001	0.0489
Fase do <i>stress</i>	Sem <i>stress</i>	—		
	Alerta	0.61 (0.20)	0.002	
	Resistência	-0.12 (0.10)	0.223	
	Quase exaustão ou exaustão	0.04 (0.16)	0.798	0.0172
Confiança nas agências reguladoras	Escore	-0.10 (0.05)	0.035	0.0072

* Beta: Estimated value or angular (slope) coefficient in the regression line, SE: standard error of beta. R²: coefficient of determination. Criteria: Stepwise of variable selection. Total R²: 0.0733. Intercept (SE): 4.47 (0.26); p<0.

c) Resultados da análise de percepção de risco,
com ajustes quanto a nível educacional.

Variáveis selecionadas	Categorias	Beta (SE)*	P	R ² Parcial
Conforto emocional	Escore	-0.24 (0.05)	<0.001	0.0416
Fase do <i>stress</i>	Sem <i>stress</i>	—		
Alerta	-0.59 (0.20)	0.003		
	Resistência	-0.13 (0.10)	0.182	
	Quase exaustão ou exaustão	0.02 (0.16)	0.880	0.0163
Confiança nas agências reguladoras	Escore	-0.10 (0.05)	0.031	0.0075

* Beta: valor da estimativa ou coeficiente angular (*slope*) na reta de regressão; SE: erro padrão de beta. R²: coeficiente de determinação.

Critério *Stepwise* de seleção de variáveis. Total R²: 0.0654. Intercept (SE): 4.44 (0.29); P<0.001.

Referências

- Ahlbom, I.C.; Cardis, E.; Linei, M.; Savitz, D. e Swerdlow, A. (2001). “Review of the epidemiologic literature on EMF and health”. *Environ. Health Perspect.*, 109, (supl. 6), pp. 911-933.
- Albuquerque Navarro, M.B.N. e Cardoso, T.A.O. (2005). “Perception of risk and cognition: reflection on the society of risk”. *Ciências & Cognição*, 6, pp. 67-72.
- Beecher, N.; Harrison, E.; Goldstein, N.; Mcdaniel, M.; Field, P. e Susskind, L. (2005). “Risk perception, risk communication, and stakeholder involvement for biosolids management and research”. *J. Environ. Qual.*, 34, pp. 122-128.
- Bostrom, A.; Morgan, M.G.; Adams, J. e Nair, I. (1994). “Preferences for exposure control of power-frequency fields among lay opinion leaders”. *Risk: Health, Safety & Environment*, 5(4), pp. 295-318.
- Bulcão, J.A.S. e Souza, H.M. (2009). “Percepção do risco de populações expostas aos CEM de baixa frequência (50Hz-60 Hz) no processo de desenvolvimento de projetos de eletricidade”. Disponível em http://www.cepis.ops-oms.org/bvsasv/e/red/reunion6/pages/Act_Cientificas/ponencias_Vivienda/Percep%C3%A7%C3%A3o%20do%20Risco.htm. Acessado em 28 de janeiro de 2009.
- Cvetkovich, G.T. e Lofstedt, R. (eds.) (1999). *Social trust and the management of risk*. Londres: Earthscan.
- Davis, S.; Mirick, D.K. e Stevens, R.H. (2002). “Residential magnetic fields and risk of breast cancer”. *Am. J. Epidemiol.*, 155, pp. 446-454.
- Feychting, M.; Ahlbom, A. e Kheifets, L. (2005). “EMF and health”. *Annual Review Public Health*, 26, pp.165-189.
- Fisher, D. e Guimarães, L.B.M. (2002). “Percepção de risco e perigo: Um estudo qualitativo”. *Anais do XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção*. Curitiba, 23 a 25 de outubro de 2002. Disponível em

http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2002_TR47_1314.pdf.
Acessado em 5 de setembro de 2009.

- ICNIRP (1998). “Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields”. *Health Physics*, 74, pp. 494-522.
- Kheifets, L.I. (2001). “Electric and magnetic field exposure and brain cancer: A review”. *Bioelectromagnetics Supplements*, 5, pp. 120-131.
- Lipp, M.N. (2000). *Inventário de Sintomas de Stress para Adultos de Lipp (ISSL)*. São Paulo: Casa do Psicólogo.
- _____. (2005). *O stress e a beleza da mulher*. São Paulo: Connection Books.
- _____. (2008). “A dimensão emocional da qualidade de vida”. In: Ogata, A. e Marchi, R. (orgs.). *Wellness*. São Paulo: Elsevier.
- Mattos, I.E.; Sauaia, N. e Menezes, P. (2002). “Padrão de mortalidade por câncer em trabalhadores eletricitários”. *Cad. Saúde Pública*, 18(1), pp. 221-233.
- Petts, J. (1998). “Trust and waste management information: expectation versus observation”. *Journal of Risk Research*, 1, pp. 307-320.
- Renn, O. (2004). “Perception of risk”. *Toxicol Lett*, 149(1-3), abr., pp. 405-413.
- Renn, O. e Rohrman, B. (eds.) (2001). *Cross-cultural risk perception: A survey of empirical studies* (Technology, risk and society: *An International Series in Risk Analysis*, vol. 13) (Risk, Governance and Society). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Schreier, N.; Huss, A. e Rösli, M. (2006). “The prevalence of symptoms attributed to electromagnetic field exposure: A cross-sectional representative survey in Switzerland”. *Sozial- und Präventivmedizin/ Social and Preventive Medicine*, 51(4), pp. 202-209.
- Schütz, H. e Wiedemann, P.M. (2008). “Framing effects on risk perception of nanotechnology”. *Public Understanding of Science*, 17(3), pp. 369-379.

- Walls, J.; Pidgeon, N.; Weyman, A. e Horlick-Jones, T. (2004). “Critical trust: Understanding lay perceptions of health and safety risk regulation”. *Health, Risk and Society*, 6(2), pp. 133-150.
- Wertheimer, N. e Lepper, E. (1979). “Electrical wiring configurations and childhood cancer”. *Am. J. Epidemiol.*, 109(3), pp. 345-355.
- Wiedemann, P.M., Mertens, J.; Schütz, H.; Hennings, W. e Kallfass, M. (2001). *Risikopotenziale elektromagnetischer Felder: Bewertungsansätze und Vorsorgeoptionen*. Endbericht für das Bayerische Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen Arbeiten zur Risikokommunikation, Heft 81. Jülich: Forschungszentrum Jülich GmbH. *Programmgruppe Mensch, Umwelt, Technik*.
- Wiedemann, P.M. e Schütz, H. (2005). “The precautionary principle and risk perception: Experimental studies in the EMF area”. *Environ. Health Perspect.*, 113, pp. 402-405.

Especificações técnicas

Fonte: Times New Roman 10,5 p
Entrelinha: 13,5 p
Papel (miolo): Offset 90 g
Papel (capa): Supremo 250 g
Impressão e acabamento: Paym
