

# O USO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA NA CARACTERIZAÇÃO DA EXPOSIÇÃO A CAMPOS ELETROMAGNÉTICOS DE LINHAS DE TRANSMISSÃO DE ENERGIA EM SÃO PAULO/BRASIL.

*Habermann, Mateus<sup>1</sup>; Lopes, Marina<sup>1</sup>; Gouveia, Nelson<sup>1</sup>; Souza, Miriam<sup>1</sup>*  
*1 - Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo - FMUSP.*

## Introdução

A geografia é uma área do conhecimento que se relaciona com diversas áreas. Como um dos seus objetivos é estudar a distribuição de fenômenos e de que forma dado(s) fenômeno(s) se relaciona(m) com outros elementos do espaço, trata-se de um campo interdisciplinar e de grande diversidade temática.

A pesquisa realizada utiliza uma abordagem geográfica para analisar alguns aspectos epidemiológicos sobre a prevalência de exposição aos campos eletromagnéticos (CEM) gerados pelas linhas de transmissão de energia elétrica, ou seja, investigar se existe algum padrão na distribuição dessa exposição no território, e relacioná-los com variáveis socioeconômicas e demográficas (renda, escolaridade, população).

Existem fontes naturais que geram CEM, como os campos elétricos - gerados pela acumulação de cargas elétricas em diferentes pontos da atmosfera sob efeito de tempestades, e os campos magnéticos que produzem a orientação das bússolas – o pólo magnético. Além disso, existem CEM produzidos artificialmente pelo homem, decorrentes da utilização da energia elétrica, sistemas eletrônicos e de transmissão de comunicação sem fio, como torres de rádio/TV e telefonia móvel. Essas fontes artificiais cresceram de forma exponencial nos últimos cem anos, como consequência do desenvolvimento industrial e tecnológico da sociedade, e tem sido objeto de interesse da comunidade científica devido aos possíveis impactos causados à saúde.

O espectro eletromagnético abrange uma ampla variedade de frequências, incluindo raios X, luz visível, radiação ultravioleta, microondas, campos de radiofrequência, campos eletromagnéticos e campos estáticos. As redes de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, objeto do presente estudo, correspondem aos CEM de extrema baixa frequência. Na maioria dos países da Europa a corrente elétrica possui uma frequência de 50 Hz e nos países da América do Norte e do Sul, incluindo o Brasil, a frequência é de 60 Hz.

O campo magnético gerado pelas linhas de transmissão (LT) é variado. Em áreas situadas abaixo dessas linhas esses campos magnéticos podem atingir níveis de intensidade muito altos, dependendo da potência da linha, e diminuem conforme a distância. No Brasil, apesar de existir uma legislação que proíbe a construção de residências em áreas adjacentes às linhas, chamadas áreas de servidão, verifica-se que em muitos desses locais há ocupações irregulares de domicílios. De acordo com a literatura, na maior parte das residências e locais de trabalho o campo magnético deve variar entre 0,1  $\mu$ T (microtesla) e 0,3  $\mu$ T. No entanto, essas áreas circunvizinhas às LTs apresentam níveis acima destes valores, podendo alcançar intensidades de 10  $\mu$ T em linhas de transmissão superiores a 300 kV.

Resultados de estudos realizados no Canadá, Estados Unidos e Europa sugerem que os indivíduos que residem próximos à LT estão mais expostos e possuem, portanto, um risco maior de desenvolver alguns problemas de saúde, como câncer, doenças neurodegenerativas e leucemia. Estes indícios têm levado diversos setores da sociedade na busca por respostas sobre a relação da exposição a campos eletromagnéticos (CEM) e a saúde pública.

O interesse sobre uma possível relação entre campos eletromagnéticos e efeitos adversos à saúde humana começou a se dar no final da década de 70, quando foram publicados os primeiros estudos epidemiológicos avaliando a exposição não ocupacional aos campos eletromagnéticos e o risco de desenvolvimento de leucemias, cânceres e outros desfechos. A partir desses estudos, os campos magnéticos foram classificados pela *International Agency for Research on Cancer* (IARC) como possivelmente carcinogênicos para humanos (grupo 2B).

### **Objetivo**

O objetivo desta pesquisa, que faz parte do projeto EMF-SP, é desenvolver uma abordagem geográfica para estimar o número de pessoas potencialmente expostas (prevalência) a campos eletromagnéticos gerados pelas LT do município de São Paulo/Brasil e obter dados, em relação à escolaridade e renda, que possibilitem a elaboração de mapas temáticos para caracterizar essa população.

### **Materiais e Métodos**

Os dados relativos às LT aéreas que atravessam o município de São Paulo foram disponibilizados pelas concessionárias responsáveis pela distribuição de energia elétrica (Eletropaulo, Furnas, CTEEP) e as informações populacionais foram extraídas da base de dados do IBGE (Censo 2000). As LT subterrâneas foram desconsideradas, uma vez que estudos epidemiológicos reportaram que estas não oferecem riscos à saúde.

As informações foram manipuladas para originar banco de dados independentes, com o intuito de possibilitar os respectivos mapeamentos. As técnicas de sistemas de informação geográfica (SIG) viabilizaram a confecção de camadas (*layers*) para cada banco. A camada correspondente às linhas de transmissão foi sobreposta à camada dos setores censitários do IBGE, originando o mapa desejado, com as informações pertinentes ao objetivo da pesquisa.

Para caracterizar exposição aos CEM, definiu-se como exposto o domicílio e seus habitantes que estivesse localizado a uma determinada distância da LT, que fosse suficiente para gerar um  $CM \geq 0,3\mu T$ . O cálculo para obtenção da largura desses corredores de exposição ao longo das LT foi realizada por uma equipe técnica do IPT responsável pela LPH, utilizando informações técnicas de cada linha que corta a RMSP, como a carga média anual, a tensão, o posicionamento e a distância das fases, etc.. De modo geral, a largura desses corredores variou de acordo com a intensidade do CM, que conseqüentemente variava de acordo as características supracitadas das respectivas LT, ficando entre 20m a 200m ao longo de cada linha

### **Resultados**

Os corredores de exposição ao longo das LT na RMSP abrangeram uma área de 25,5 km<sup>2</sup> da cidade de São Paulo. Dentro destes corredores estavam, total ou parcialmente contidos, 1.162 setores censitários. Nessa área, considerada exposta aos CEM, havia 40.677 domicílios, ou seja, 1,3% do total de domicílios. O total de residentes vivendo nestas áreas foi de 152.176 habitantes, perfazendo uma prevalência de exposição nos corredores ao longo das LT de 1,4%.

Quando a prevalência de exposição é estimada nas diferentes faixas etárias, percebe-se também que essa prevalência é mais elevada em populações de idades mais jovens. Em contrapartida, a prevalência de exposição é menor a partir dos 40 anos de idade, atingindo o valor mais baixo na faixa etária dos 80 anos ou mais. Estes resultados sugerem que a exposição aos CEM gerados por LT na cidade de São Paulo diminui com o aumento da idade dos residentes.

Os percentuais de grupos de chefe de domicílio por anos de estudo, contidos nos corredores, apresentaram-se decrescentes de acordo com o aumento no grau de instrução, ou seja, quanto menores os anos de estudo, maiores os percentuais de chefes de domicílios residindo nos corredores.

Os resultados de renda mensal apresentaram resultados semelhantes aos verificados em relação à escolaridade, acompanhando a tendência de queda da prevalência com o aumento da renda. As maiores prevalências eram entre os grupos de chefes sem rendimento ou recebendo até 02 salários mínimos. Em contrapartida, o percentual de chefes com rendas superiores a 10 salários mínimos equivaleu à metade dos percentuais de baixa renda.

### **Discussão**

Os resultados relativos à análise socioeconômica demonstraram que a população que reside próxima a linhas de transmissão apresentou indicadores de menor renda e instrução. Apesar de existirem grupos populacionais com padrão de vida elevado habitando esses locais, os grupos de chefes de domicílios com maior vulnerabilidade social – menores índices de renda e escolaridade – apresentaram maiores prevalências.

Os resultados de outros estudos geográficos que utilizam mapas para representar alguns fenômenos como, por exemplo, poluição atmosférica, hídrica, enchentes, rejeitos tóxicos, violência urbana etc, sugerem que estes indivíduos de menor renda também estão vulneráveis a outros problemas, ambientais e/ou sociais, não se restringindo, portanto, a exposição aos CEM.

É indiscutível que as análises desta pesquisa foram facilitadas e enriquecidas devido à utilização de sistema de informação geográfica (SIG) para armazenar, processar e geocodificar dados, transformando-os em mapas cartográficos.

Diante das incertezas e controvérsias em relação ao risco associado à exposição aos CEM é fundamental a continuidade desses estudos, uma vez que fornecerão subsídios para a construção de metodologias capazes de mensurar com precisão os possíveis efeitos adversos desses campos à saúde humana.