

# Leucemia em adultos e proximidade de residências das linhas de alta tensão em Uberlândia: estudo do tipo caso-controle

## Adult leukemia and proximity of residences to high-voltage lines in the city of Uberlândia: a case-control study

Maria Clara Nunes de Matos<sup>1</sup>, Alesca Prado de Oliveira<sup>2</sup>, Antônio Marcos Machado de Oliveira<sup>3</sup>, Boscolli Barbosa Pereira<sup>4</sup>

1. Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Brasil - orcid.org/0000-0001-8642-9788. 2. Discente do Curso de Saúde Coletiva pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Brasil. 3. Docente do Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Brasil. 4. Docente do Programa de Pós-graduação em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Brasil - orcid.org/0000-0002-2633-9067.

### Resumo

**Introdução:** A relação entre doenças crônicas e poluição gerada por campos eletromagnéticos tem sido alvo de estudos nos últimos 37 anos e tem demonstrado a importância do ambiente como fator condicionante da saúde. **Objetivo:** avaliar a associação entre casos de leucemia e proximidade das residências em relação às linhas de alta tensão. **Métodos:** Trata-se de um estudo do tipo caso-controle com 1439 pacientes com leucemias (CID 10, C91-95), maiores de 18 anos, diagnosticados em Uberlândia MG, entre 1999-2015. Os controles foram pareados segundo a proximidade das residências em relação às linhas de alta tensão, idade e sexo. **Resultados:** Foi identificado risco aumentado de leucemia entre adultos que moram mais próximos às linhas de alta tensão, comparados àqueles que moram a mais de 200m. O maior risco foi encontrado para os que vivem até 50m da linha (OR=1,68; 95%IC=1,41-2,53). Foi observada a probabilidade de ocorrência de leucemia levando em consideração fatores de confundimento (sexo e idade), destacando-se maior chance entre indivíduos do sexo masculino, com mais de 60 anos e que residem até 50m da linha de transmissão (54,96%). **Conclusão:** Os resultados encontrados sugerem de forma consistente um efeito dose-resposta, evidenciando a possibilidade de aumento de risco de leucemia para indivíduos que residem mais próximo às redes de alta tensão.

**Palavras-chave:** Campos Eletromagnéticos. Leucemia. Epidemiologia

### Abstract

**Introduction:** The relationship between chronic diseases and pollution from electromagnetic fields has been investigated for in the last 37 years, and it has shown the importance of understanding the environment as a health determinant. **Objective:** to evaluate the association between cases of leukemia and the proximity of homes to powerlines. **Methods:** This is a case-control study with 1439 patients with leukemia (ICD 10, C91-95), older than 18 years, diagnosed in Uberlândia between 1999 - 2015. Controls were matched according to the proximity of homes in relation to powerlines, age and gender. **Results:** Increased risk of leukemia has been identified among adults who live closer to high-voltage power lines than those who live as far as 200m. The risk was higher for subjects who lived within 50m from power lines (OR=1,68; 95%CI=1,41-2,53). It was observed that the probability of leukemia taking into account sex and age as confounding factors highlighting as being greater chance among male subjects, aged over 60 years and living within 50m of the transmission line (54,96%). **Conclusion:** The results suggest a consistently dose-response effect, showing higher risk for leukemia among subjects living closest to high-voltage transmission lines.

**Keywords:** Electromagnetic Fields. Leukemia. Epidemiology

### INTRODUÇÃO

A definição de saúde defendida pela Organização Mundial da Saúde (OMS), na qual a saúde passa a ser vista como um estado de completo bem-estar físico, mental e social e não somente ausência de enfermidades, evidencia a importância do ambiente em que se vive como um dos determinantes da saúde<sup>1</sup>. É nesse sentido que entendemos que a revolução industrial, atrelada ao crescimento econômico e social, trouxe como consequência diferentes tipos de fontes poluidoras, das quais destacamos a poluição eletromagnética, que tem sido alvo de estudos que procuram compreender sua influência na saúde dos indivíduos<sup>2,3,4,5,6</sup>.

A principal fonte de exposição de humanos a campos

eletromagnéticos de extrema baixa frequência (EBF) está relacionada à geração, transmissão e uso de energia elétrica<sup>3</sup>. Os campos magnéticos são gerados através do movimento de cargas elétricas e sua força é medida em Ampere por metro (A/m), mas comumente é expressa em termos da indução magnética medida em microTesla ( $\mu$ T). O campo elétrico, por sua vez, está presente em qualquer condutor elétrico e a sua intensidade é usualmente medida em kilovolts (Kv). As linhas de transmissão ou linhas de alta tensão são formadas por postes, cabos e transformadores (equipamentos utilizados para transmitir energia e que geram campos elétricos e magnéticos) sendo consideradas como geradoras de radiações não ionizantes de EBF. O campo eletromagnético gerado pelos equipamentos

**Correspondência:** Maria Clara Nunes de Matos. Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Brasil. Av. João Naves de Ávila, 2121 - Santa Mônica, Uberlândia - MG, 38408-100. E-mail: marianunesm@hotmail.com

**Conflito de interesse:** Não há conflito de interesse por parte de qualquer um dos autores.

Recebido em: 25 Set 2016; Revisado em: 24 Out 2016; 10 Nov 2016; Aceito em: 11 Nov 2016

de transmissão de energia elétrica é constituído por diferentes frequências, medidas em Hertz (Hz). Os níveis de exposição ao campo eletromagnético são mais intensos na proximidade de sua fonte e tendem a diminuir com a distância<sup>6</sup>.

A hipótese da associação entre ocorrência de câncer e exposição aos campos eletromagnéticos de EBF tem sido explorada nos últimos anos, tendo início em 1979 no trabalho de Wertheimer e Leeper<sup>2</sup>. Desde então, estudos experimentais e epidemiológicos têm sido realizados a fim de avaliar e identificar uma possível associação entre a exposição residencial e/ou ocupacional ligada aos campos eletromagnéticos de EBF e o desenvolvimento de câncer e outros efeitos adversos em humanos, incluindo distúrbios na reprodução, doenças neurodegenerativas, alterações imunológicas, efeitos psiquiátricos e psicológicos<sup>7</sup>.

Com o objetivo de conhecer e prevenir riscos à saúde das populações expostas aos campos eletromagnéticos de EBF, a OMS, em 1996, juntamente com a Comissão Internacional de Proteção contra Radiações Não Ionizantes (ICNIRP) e a Agência Internacional de Pesquisa em Câncer (IARC), dá início ao Projeto Internacional de Campos Eletromagnéticos, que investiga os potenciais riscos à saúde que estão associados a equipamentos geradores de campos eletromagnéticos. Assim, em 2002, a IARC produziu uma monografia<sup>8</sup> baseada em estudos epidemiológicos relacionados à exposição residencial aos campos eletromagnéticos de EBF de intensidade entre 0,3-0,4μT e o risco de desenvolvimento de leucemias em crianças, classificando os campos magnéticos de EBF como possível agente carcinogênico para humanos. Além disso, segundo a agência, as pesquisas também evidenciaram que os efeitos na saúde de adultos causados pela exposição aos campos magnéticos de EBF estão relacionados à ocorrência de cânceres, doenças neurodegenerativas e distúrbios reprodutivos.

Na mesma direção, a OMS, em 2007, publicou um documento intitulado “*Environmental Health Criteria Monograph No.238: Extremely Low Frequency Fields*” em que foram analisadas as características físicas dos campos eletromagnéticos de EBF, as fontes de exposição e medidos os níveis de exposição, tendo como principais objetivos a revisão da literatura sobre os efeitos biológicos da exposição aos campos, avaliando os riscos causados na saúde a fim de formular recomendações para as autoridades nacionais e para os programas de proteção da saúde, de acordo com os resultados das avaliações<sup>9</sup>. Apesar das evidências apresentadas na monografia, ainda há pouca confiabilidade da relação, devido ao revés metodológico como potencial viés de seleção, métodos utilizados para avaliação e quantificação da exposição<sup>9,10</sup>, classificação incorreta, além de não haver mecanismo biofísico que justifique uma resposta biológica provocada pelos campos eletromagnéticos de EBF<sup>11</sup>.

No cenário nacional, os padrões oficiais brasileiros de proteção contra a radiação não ionizante dos campos eletromagnéticos de EBF foram regulamentados em 1999 pela Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL), que passou a utilizar as diretrizes estabelecidas pela ICNIRP<sup>12</sup>. Em 2002, foi aprovado um relatório realizado pela ANATEL por meio da Resolução

nº 303, sobre regulamentos para radiações não ionizantes<sup>13</sup>. Fica estabelecido pelo Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônico (IEEE), o atendimento às exigências da Resolução Normativa Aneel nº 398, da Agência Nacional de Energia Elétrica<sup>14</sup> a qual regulamenta a Lei nº 11.934 de 2009, dispendo sobre os limites à exposição humana aos campos elétricos, magnéticos e eletromagnéticos<sup>15</sup> e adota os valores limites recomendados e atualizados pela ICNIRP<sup>16</sup>.

Embora a poluição eletromagnética seja reconhecida por seus potenciais riscos à saúde das populações expostas, permanece em destaque o debate controverso acerca das metodologias e técnicas ideais de quantificação da exposição e a necessidade de compreensão dos mecanismos biológicos envolvidos no processo de desenvolvimento das doenças relacionadas à exposição aos campos magnéticos de EBF. Nesse sentido, Marcílio, Habermann e Gouveia<sup>11</sup> destacam a necessidade de realização de mais estudos epidemiológicos, especialmente em adultos, que investiguem o risco de desenvolvimento de doenças relacionadas à exposição que sofrem em suas residências, uma vez que na literatura científica há predomínio de estudos realizados com indivíduos menores de 16 anos de idade<sup>2,3,4,5,17</sup> e com adultos em situação de exposição ocupacional aos campos magnéticos de EBF<sup>18-24</sup>.

No que se refere aos aspectos metodológicos, a avaliação da exposição aos campos eletromagnéticos permanece como um desafio na maioria dos estudos, devido às diversas técnicas empregadas. Wertheimer e Leeper<sup>2</sup>, ao publicarem o primeiro estudo sobre a relação da exposição aos campos eletromagnéticos de EBF e leucemia, desenvolveram um método denominado *Wire Code*, que classificava a exposição em duas categorias, sendo *high current configurations (HCC)* ou *low current configurations (LCC)*<sup>2</sup>, consideradas com base na observação visual das linhas e dos equipamentos de transmissão próximos às casas, além da proximidade das casas às linhas. Coleman et al.<sup>25</sup> utilizaram o cálculo da distância entre as residências e as linhas de alta tensão mais próxima, o qual tem se tornado mais comum<sup>4,5,17,26,27,28</sup> com o emprego do Sistema de Informações Geográfica (SIG), que permite maior precisão para o cálculo da exposição residencial. Além da distância entre a residência e a linha de transmissão, em alguns estudos<sup>4,5,17</sup> os autores calcularam o campo eletromagnético de EBF em cada residência por meio do histórico de informações sobre diversas características dos equipamentos de transmissão de energia, obtidos das companhias de energia elétrica, levando em consideração as informações coletadas. Esses métodos dispensam a participação dos sujeitos na investigação, diminuindo o viés da recusa de participação no estudo, mas não levam em conta outras possíveis fontes de exposição como os equipamentos elétricos existentes nas residências<sup>11</sup> e não contam com outros possíveis determinantes da saúde, como fatores socioeconômicos, por exemplo.

Com base no exposto, a presente investigação objetivou analisar a influência da proximidade das residências em relação às linhas de alta tensão, cuja extensão é de 43,6km, compreendendo tensão de 138kV e frequência de 60Hz, na

cidade de Uberlândia–MG, na incidência de casos de Leucemia (Classificação Internacional de Doenças-10ª revisão – CID 10, C91-95), que são acompanhados pelo Hospital de Clínicas de Uberlândia – MG (HCU-UFU) no período de 1999-2015, por meio do cálculo da distância entre as residências e as linhas de alta tensão mais próximas, utilizando as ferramentas de georreferenciamento do SIG.

## MÉTODOS

Trata-se de estudo do tipo caso-controle de base populacional no município de Uberlândia, o qual utiliza dados do Sistema de Informações Hospitalares do SUS (SIH/SUS) e do Setor de Estatísticas e Informações Hospitalares do HCU-UFU.

### Análise de risco

O risco de ocorrência de leucemia foi avaliado em relação à distância entre as residências e as linhas de transmissão.

Foram incluídos na análise todos os casos de Leucemias (CID 10, C91-95) (n= 1439) de residentes em Uberlândia, maiores de 18 anos que foram atendidos no HCU-UFU durante o período de 1999 a 2015.

Casos de doenças do aparelho digestivo (CID 10, K00-93) (n= 1553) em maiores de 18 anos, diagnosticados entre 2008 e 2015 foram empregados no modelo estudado como controles, por se tratarem de desfechos dos quais não há conhecimento de causa relacionada à influência de campos eletromagnéticos de EBF.

Casos e controles foram pareados em grupos, segundo a proximidade das residências em relação às linhas de alta tensão (até 50m; 50 a 100m; 100 a 200m; 200 a 300m; acima de 300m), faixa etária (18-40; 41-60; >60) e sexo, conforme proposto por Marcílio et al.<sup>29</sup>.

Para avaliar a chance (Odds ratio) de ocorrência de leucemia em relação à distância entre as linhas e as residências, foi realizado o teste de regressão logística múltipla e calculados os intervalos de 95% de confiança. O modelo de regressão logística múltipla foi ajustado para considerar as faixas etárias e o sexo como fatores de confundimento.

Residências localizadas a uma distância superior a 300m da linha de transmissão de alta voltagem mais próxima constituíram o grupo de referência para as análises estatísticas. De acordo com estudos anteriores, foi considerado que indivíduos que vivem em uma distância superior a 300m das linhas de transmissão não estão expostos ao risco<sup>3,30</sup>.

### Análises epidemiológicas – cálculo do coeficiente ajustado de incidência

Para o cálculo dos coeficientes de incidência de leucemias, registradas no DATASUS nos anos de 1999 a 2015, distribuídos

por faixa etária e sexo, ajustados para o período avaliado, consideramos o somatório da população do município, segundo dados do recenseamento nos anos 2000 e 2010 multiplicada por 17 (IBGE, 2010)<sup>31</sup>. Os coeficientes de incidência de leucemia, segundo faixa etária de ocorrência e sexo foram obtidos dividindo-se o total de casos registrados no período (agrupados por faixa etária e sexo) pelo somatório das populações ajustado, como explicado anteriormente, e multiplicado por 1.000.000.

### Espacialização dos casos

Para identificação da distribuição dos casos no município, foi utilizado o endereço contido nos prontuários fornecidos pelo HCU-UFU. As camadas das linhas de energia elétrica de alta tensão do município de Uberlândia, a localização das residências dos indivíduos dos grupos avaliados e o cálculo da distância da linha de alta tensão mais próxima à residência dos indivíduos, foram obtidas por meio do software *GoogleEarth*, para visualização e geocodificação.

Os arquivos referentes aos casos de leucemia e às redes de alta tensão criados a partir do *GoogleEarth* foram salvos na extensão “*kml*” e exportados para o SIG – *ARCGIS 10.1*.

Primeiramente, realizou-se a espacialização de todos os casos de leucemia na área urbana de Uberlândia, usando uma base cartográfica com a delimitação dos bairros e dos respectivos setores aos quais pertencem e utilizando-se também, em um segundo momento, da imagem do *GoogleEarth*, devidamente georreferenciada, com a finalidade de representar a concentração urbana.

Em seguida, com o auxílio da ferramenta *analysis tools-proximity-multiple ring buffer*, procedeu-se à extração das distâncias em relação às redes de alta tensão, as quais foram definidas conforme as seguintes classes: até 100m, > 100 a 300m e > 300m.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram identificados e geocodificados 1439 casos de leucemia no município de Uberlândia e 1553 casos de doenças do aparelho digestivo, resultando em um banco de dados de 2992 indivíduos.

Os resultados do presente estudo evidenciam risco aumentado de leucemia entre adultos que moram próximos às linhas de alta tensão (Tabela 1), comparados àqueles que moram há mais de 200m das linhas. Os maiores valores de risco foram encontrados para aqueles que vivem em distâncias de até 50m das linhas de alta tensão (OR= 1,68; 95%IC= 1,41-2,53) e que residem em distâncias entre 50m e 100m das linhas (OR= 1,41; 95%IC= 1,05-2,09). Os achados dessa investigação são consistentes com um estudo do tipo caso-controle na Tasmânia, realizado por Lowenthal et al<sup>28</sup>, o qual evidenciou risco aumentado para pessoas que moravam até 50m de distância das linhas de transmissão, comparado a indivíduos que sempre moraram há

mais de 300m (OR= 2,1; 95%IC= 0,9-4,9).

**Tabela 1.** Riscos estimados para Leucemias (CID 10; C91-C95) em relação à distância entre as residências e a linha de transmissão mais próxima.

Distância (m)	OR	IC 95%	OR <sup>a</sup>	IC 95%
>300 (Grupo referência)	1	-	1	-
>200; ≤300	1.10	0.69 a 1.77	1.19	0.77 a 1.89
>100; ≤200	1.23	0.89 a 1.98	1.28	0.93 a 2.01
>50; ≤100	1.41	1.05 a 2.09	1.55	1.09 a 2.13
≤50	1.68	1.41 a 2.53	1.73	1.56 a 2.66

\*OR: Odds ratio; IC: Intervalo de confiança; <sup>a</sup> Odds ratio ajustado para sexo e idade.

Marcílio et al.<sup>29</sup> realizou um estudo do tipo caso-controle de base populacional na região metropolitana de São Paulo, avaliando o risco de mortalidade em adultos entre 2001-2005 por três doenças (leucemia, câncer de cérebro e esclerose lateral amiotrófica) em adultos, relacionando a exposição residencial às linhas de transmissão mais próximas. Foi encontrado risco aumentado de leucemia entre os indivíduos que moravam até 50m da rede de alta tensão (OR=1,47; 95%IC=0,99-2,18). Li et al.<sup>30</sup> em um artigo de revisão, constataram que, em dados de estudos com resultados positivos para a relação entre exposição residencial com campos eletromagnéticos e leucemia em adultos, as estimativas de risco relativo estão entre 1,5–3,0, dados que coincidem com o encontrado na presente investigação.

Foi observada, também, a probabilidade de ocorrência de leucemia em relação ao grupo referência, de acordo com a distância entre as residências e a linha de transmissão mais próxima, levando em consideração os fatores de confundimento 'sexo' e 'idade' (Tabela 2). Entre os grupos estratificados por idade e sexo, destaca-se maior probabilidade de ocorrência de leucemia entre os indivíduos do sexo masculino acima de 60 anos e que residem até 50m da linha de transmissão (54,96%).

**Tabela 2.** Probabilidades para ocorrência de Leucemia (CID 10; C91-C95) em relação ao grupo referência, de acordo com a distância entre as residências e a linha de transmissão mais próxima; sexo e idade.

Sexo (Faixa etária)	Distância (m)	Probabilidade (%)
Homens (≥ 60 anos)	>300 (Grupo referência)	-
	>200; ≤300	4,89
	>100; ≤200	21,23
	>50; ≤100	30,14
	≤50	54,96

Sexo (Faixa etária)	Distância (m)	Probabilidade (%)
Homens (≥ 40 anos; <60 anos)	>300 (Grupo referência)	-
	>200; ≤300	3,12
	>100; ≤200	12,43
	>50; ≤100	14,20
	≤50	35,88
Homens (≥ 18 anos; <40 anos)	>300 (Grupo referência)	-
	>200; ≤300	2,78
	>100; ≤200	6,77
	>50; ≤100	11,54
	≤50	30,02
Mulheres (≥ 60 anos)	>300 (Grupo referência)	-
	>200; ≤300	3,01
	>100; ≤200	8,99
	>50; ≤100	16,31
	≤50	31,43
Mulheres (≥ 40 anos; <60 anos)	>300 (Grupo referência)	-
	>200; ≤300	2,02
	>100; ≤200	5,95
	>50; ≤100	11,11
	≤50	28,12
Mulheres (≥ 18 anos; <40 anos)	>300 (Grupo referência)	-
	>200; ≤300	1,22
	>100; ≤200	5,03
	>50; ≤100	9,09
	≤50	27,82

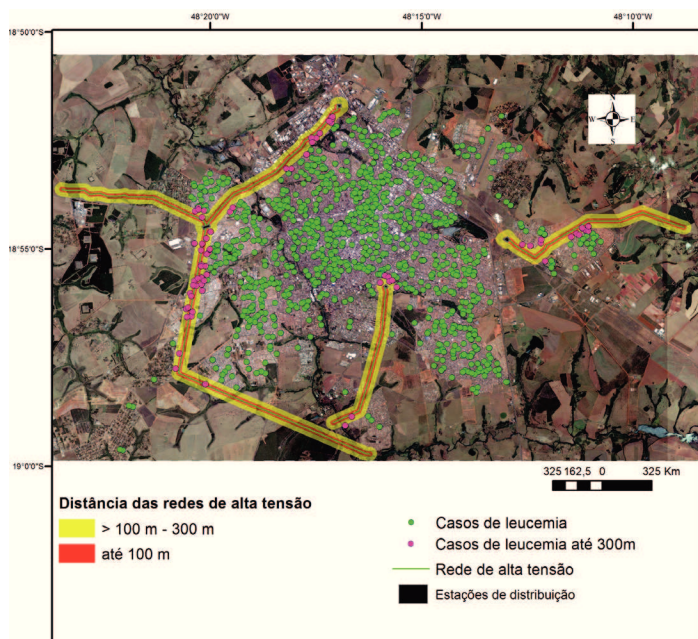
Por meio da análise espacial foi possível observar que os casos não têm distribuição homogênea, sendo esses de maior ocorrência nos setores oeste, leste e central da cidade de Uberlândia.

A distribuição dos casos de leucemias no município de Uberlândia está demonstrada nas Figuras 1 e 2.

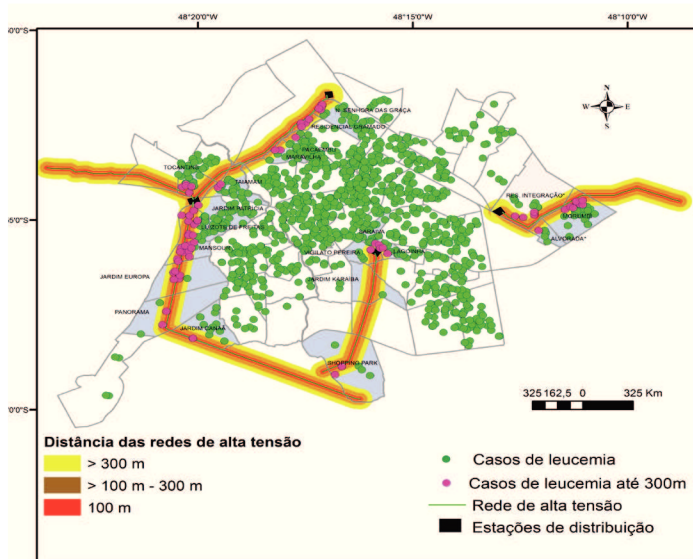
Nos setores leste e oeste da cidade, considerados como áreas periféricas, há conjuntos habitacionais com moradias expostas a linhas de alta tensão (Figuras 1 e 2). Considerando que os bairros localizados nessas regiões apresentam menor

densidade populacional, com distribuição relativamente homogênea dos moradores quanto à faixa etária, evidenciase um elevado número de casos de leucemia, especialmente em locais próximos às linhas de alta tensão. No setor central da cidade, onde também foi registrado um elevado número de casos de leucemia, estão localizados os bairros de elevado crescimento vertical, o que gera alta densidade demográfica nessas áreas, além de serem bairros com grande número de população idosa<sup>31</sup>.

**Figura 1.** Distribuição dos casos de leucemia, redes de alta tensão, estações de distribuição e distância das redes de alta tensão no município de Uberlândia no período de 1999 – 2015, visualizado por imagem de satélite.

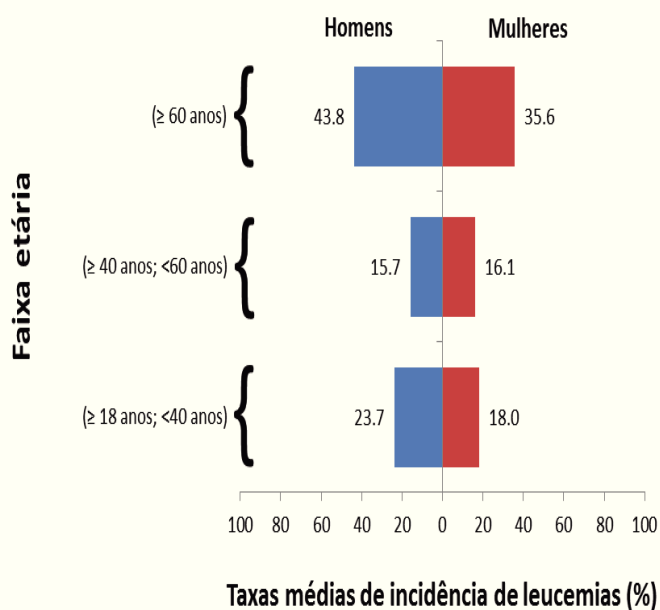


**Figura 2.** Distribuição dos casos de leucemia, redes de alta tensão, estações de distribuição e distância das redes de alta tensão no município de Uberlândia, MG, no período de 1999 – 2015, segundo a delimitação dos bairros.



De fato, quando se observam os dados relativos à incidência de leucemia na cidade, local de estudo, a população idosa (>60 anos) apresenta as maiores taxas, sendo que os homens nesta faixa etária apresentam a maior incidência entre os grupos avaliados quanto à idade e sexo (Figura3).

**Figura 3.** Distribuição das taxas médias de incidência de leucemias (CID 10, C91-95), ajustadas por faixa etária, por 1.000.000 de habitantes, segundo sexo e período de referência.



Ainda que pouco se saiba sobre a etiologia da leucemia, as investigações epidemiológicas que têm como objeto de estudo a compreensão da relação do risco aumentado de desenvolver esse tipo de câncer devido à exposição às redes de alta tensão procuram somar conhecimento das possíveis causas. As emissões geradas pelos campos eletromagnéticos são consideradas uma forma de poluição, pois possuem potencialidade de alterar condições naturais do meio e podem interferir na morbimortalidade de indivíduos vulneráveis; entretanto, a ausência de evidências biológicas que expliquem se a associação avaliada é causal tem ocasionado controvérsias<sup>32</sup>.

Nessa direção, ainda que o presente estudo apresente algumas limitações, como a ausência de informações sobre o período em que os casos e controles viveram no endereço apresentado no prontuário, e, conseqüentemente, sobre o tempo de exposição, sobre a ocupação de casos e controle, sobre os hábitos alimentares, estilo de vida, entre outras características próprias do sistema de transmissão de energia elétrica (medições dos níveis de exposição) e/ou a verificação de outras fontes de exposição aos campos eletromagnéticos como aparelhos elétricos utilizados na residência, os valores de OR encontrados sugerem de forma consistente um efeito dose-resposta, reforçando, em consonância com outros estudos semelhantes<sup>25-30,32</sup> a possibilidade de aumento de risco de

leucemias para indivíduos que residem mais próximos às redes de alta tensão. Para que estudos futuros possam superar essas limitações, é importante que modelos de vigilância em saúde ofereçam subsídios para o registro e o acompanhamento dos

casos de leucemia, possibilitando a criação e acesso a bases de dados que permitam considerar os diferentes fatores de confundimento envolvidos.

## REFERÊNCIAS

- World Health Organization. Global action plan for the prevention and control of non-communicable diseases. World Health Organization. Constitution of The World Health Organization. 47. ed. New York: WHO Press; 2009.
- Wertheimer N, Leeper E. Electrical wiring configurations and childhood cancer. *Am J Epidemiol* 1979 Mar; 109(3):273-284. PubMed PMID: 453167.
- Feychting M, Ahlbom A. Magnetic Fields and Cancer in children residing near Swedish high-voltage power lines. *Am J Epidemiol* 1993 Oct; 138(7):467-481. PubMed PMID: 8213751.
- Olsen JH, Nielsen A, Schulgen G. Residence near high voltage facilities and risk of cancer in children. *BMJ* 1993 Oct 9; 307(6909):891-895. PubMed Central PMCID: PMC1679052.
- Verkasalo PK, Pukkala E, Hongisto MY, Valjus JE, Järvinen PJ, Heikkilä KV, et al. Risk of cancer in Finnish children living close to power lines. *BMJ* 1993 Oct 9; 307(6909):895-899. PubMed PMID: 8241851.
- Azevedo, BFO. O impacto do lugar na saúde da população do concelho de Guimarães: estudo de caso do electromagnetismo em Serzedelo [dissertação]. Guimarães: Universidade do Minho; 2010.
- World Health Organization (WHO). Electromagnetic fields and public health: Exposure to extremely low frequency fields. New York: WHO Press; 2007.
- International Agency for Research on Cancer (IARC). Non-Ionizing Radiation, Part 1: Static and Extremely Low-Frequency (ELF) Electric and Magnetic Fields. Lyon: IARC Press; 2002. <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol80/mono80.pdf>.
- World Health Organization. Extremely Low Frequency Fields: environmental health criteria monograph N°238. Geneva: WHO; 2007. [http://www.who.int/entity/peh-emf/publications/Completo\\_DEC\\_2007.pdf?ua=1](http://www.who.int/entity/peh-emf/publications/Completo_DEC_2007.pdf?ua=1).
- Ahlbom IC, Cardis E, Green A, Linet M, Savitz D, Swerdlow A, International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) Standing Committee on Epidemiology. Review of the Epidemiologic Literature on EMF and Health. *Environ Health Perspect* 2001 Dec; 109(Suppl 6):911-933. PubMed PMID: 11744509.
- Marcilio I, Habermann M, Gouveia N. Campos magnéticos de frequência extremamente baixa e efeitos na saúde: revisão da literatura. *Rev. bras. epidemiol* 2009 Jun; 12(2):105-123. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-790X2009000200002>.
- International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP). Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz). *Health Phys* 1998; 74(4):442. PubMed PMID: 9525427.
- Brasil. Agência Nacional de Telecomunicações. Resolução nº 303 de 2 de julho de 2002. Aprova o Regulamento sobre Limitação da Exposição a Campos Elétricos, Magnéticos e Eletromagnéticos na Faixa de Radiofrequências entre 9 kHz e 300 GHz. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. 2002 Jul 10. Seção 1. p.62.
- Brasil. Agência Nacional de Energia Elétrica. Resolução Normativa nº 398, de 23 de março de 2010. Regulamenta a Lei nº 11.934, de 5 de maio de 2009, no que se refere aos limites à exposição humana a campos elétricos e magnéticos originários de instalações de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. 2010 Mar 29. Seção 1.
- Brasil. Lei nº 11.934, de 5 de maio de 2009. Dispõe sobre limites à exposição humana a campos elétricos, magnéticos e eletromagnéticos; altera a Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965; e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. 2009 Maio 6; Seção 1.
- International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP). Guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz to 100 kHz). *Health Phys* 2010 Dec; 99(6):818-836. doi: 10.1097/HP.0b013e3181f06c86. PubMed PMID: 21068601.
- Tynes T, Haldorsen T. Electromagnetic fields and cancer in children residing near Norwegian high-voltage power lines. *Am J Epidemiol* 1997 Feb; 145(3):219-226. PubMed PMID: 9012594.
- Milham, S Jr. Mortality from leukemia in workers exposed to electrical and magnetic fields. *Environ Health Perspect* 1985 Oct; 62:297-300. PMCID: PMC1568699.
- Bowman JD, Garabrant DH, Sobel E, Peters JM. Exposures to extremely low frequency (ELF) electromagnetic fields in occupations with elevated leukemia rates. *Appl. ind. Hyg.* 1988; 3(6):189-194. <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/08828032.1988.10390261>.
- Coleman M, Bell J, Skeet R. Leukaemia incidence in electrical workers. *Lancet* 1983 Apr 30; 1(8331):982-983. PubMed PMID: 6132284.
- Calle EE, Savitz DA. Leukemia in occupational groups with presumed exposure to electrical and magnetic fields. *N Engl J Med* 1985 Dec 05; 313(23):1476-1477. doi: 10.1056/NEJM198512053132312. PubMed PMID: 4058553.
- Gallagher RP, McBride PR, Spinelli JJ, Threlfall WJ, Yang P. Occupational electromagnetic field exposure, solvent exposure, and leukemia. *J Occup Med* 1990; 32(1):64-65. PubMed PMID: 2324847.
- Guénel P, Raskmark P, Andersen JB, Lynge E. Incidence of cancer in persons with occupational exposure to electromagnetic fields in Denmark. *Br J Ind Med* 1993 Aug; 50(8):758-764. PubMed Central PMCID: PMC1012181.
- Floderus B, Persson T, Stenlund C, Wennberg A, Ost A, Knave B. Occupational exposure to electromagnetic fields in relation to leukemia and brain tumors: a case-control study in Sweden. *Cancer Causes Control* 1993 Sep; 4(5):465-76. PubMed PMID: 8218879.
- Coleman MP, Bell CM, Taylor HL, Primic-Zakelj M. Leukemia and residence near electricity transmission equipment: a case-control study. *Br J Cancer* 1989 Nov; 60(5): 793-798. PubMed Central PMCID: PMC2247309.
- Myers A, Clayden AD, Cartwright RA, Cartwright SC. Childhood cancer and overhead power lines: a case-control study. *Br J Cancer* 1990 Dec; 62(6): 1008-1014. PubMed PMID: 2257204.
- Draper G, Vincent T, Kroll ME, Swanson J. Childhood cancer in relation to distance from high voltage power lines in England and Wales: a case-control study. *BMJ* 2005 Jun; 330(7503): 1290-1295. doi: 10.1136/bmj.330.7503.1290. PubMed PMID: 1593351.
- Lowenthal RM, Tuck DM, Bray IC. Residential exposure to electric power transmission lines and risk of lymphoproliferative and myeloproliferative disorders: a case-control study. *Intern Med J* 2007 Sep; 37(9):614-619. doi: 10.1111/j.1445-5994.2007.01389.x. PubMed PMID: 17543004.
- Marcilio I, Gouveia N, Pereira ML Filho, Kheifets L. Adult mortality from

leukemia, brain cancer, amyotrophic lateral sclerosis and magnetic fields from power lines: a case-control study in Brazil. *Rev Bras Epidemiol* 2011 Dec; 14(4):580-588. PubMed PMID: 22218657.

30. Li CY, Thériault G, Lin RS. Epidemiological appraisal of studies of residential exposure to power frequency magnetic fields and adult cancers. *Occup Environ Med* 1996 Aug; 53(8): 505-510. PubMed Central PMCID: PMC1128532.

31. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades: censo demográfico 2010 e anos anteriores [Internet]. Rio de Janeiro: IBGE; 2016 [acesso 04/05/2016]. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/>

32. Sollitto, CM. Leucemias e proximidade de residência a linhas de energia elétrica na cidade de São Paulo [tese]. São Paulo (SP): Faculdade de Medicina; 2009.

**Como citar este artigo/How to cite this article:**

Matos MCN, Oliveira AP; Oliveira AMM, Pereira BB . Leucemia em adultos e proximidade de residências das linhas de alta tensão em Uberlândia: Estudo do tipo caso-controlre. *J Health Biol Sci.* 2016 Out-Dez; 4(4):227-233.