



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
LABORATÓRIO DE ANÁLISE DO TRABALHO

RISCO DE EXPOSIÇÃO À RADIAÇÃO NÃO IONIZANTE EM RESIDÊNCIAS VERTICAIS NAS REGIÕES BRASILEIRAS

Andrezza Araújo Rodrigues da Silva
Orientação: Prof. Dr. Luiz Bueno da Silva



CESET

GRUPO DE PESQUISA EM
CONFORTO, EFICIÊNCIA E
SEGURANÇA NO TRABALHO

INTRODUÇÃO



Refere-se à

Propagação de energia como resultado de um campo eletromagnético variando no tempo

(HENSHAW, 2002)



Radiações ionizantes

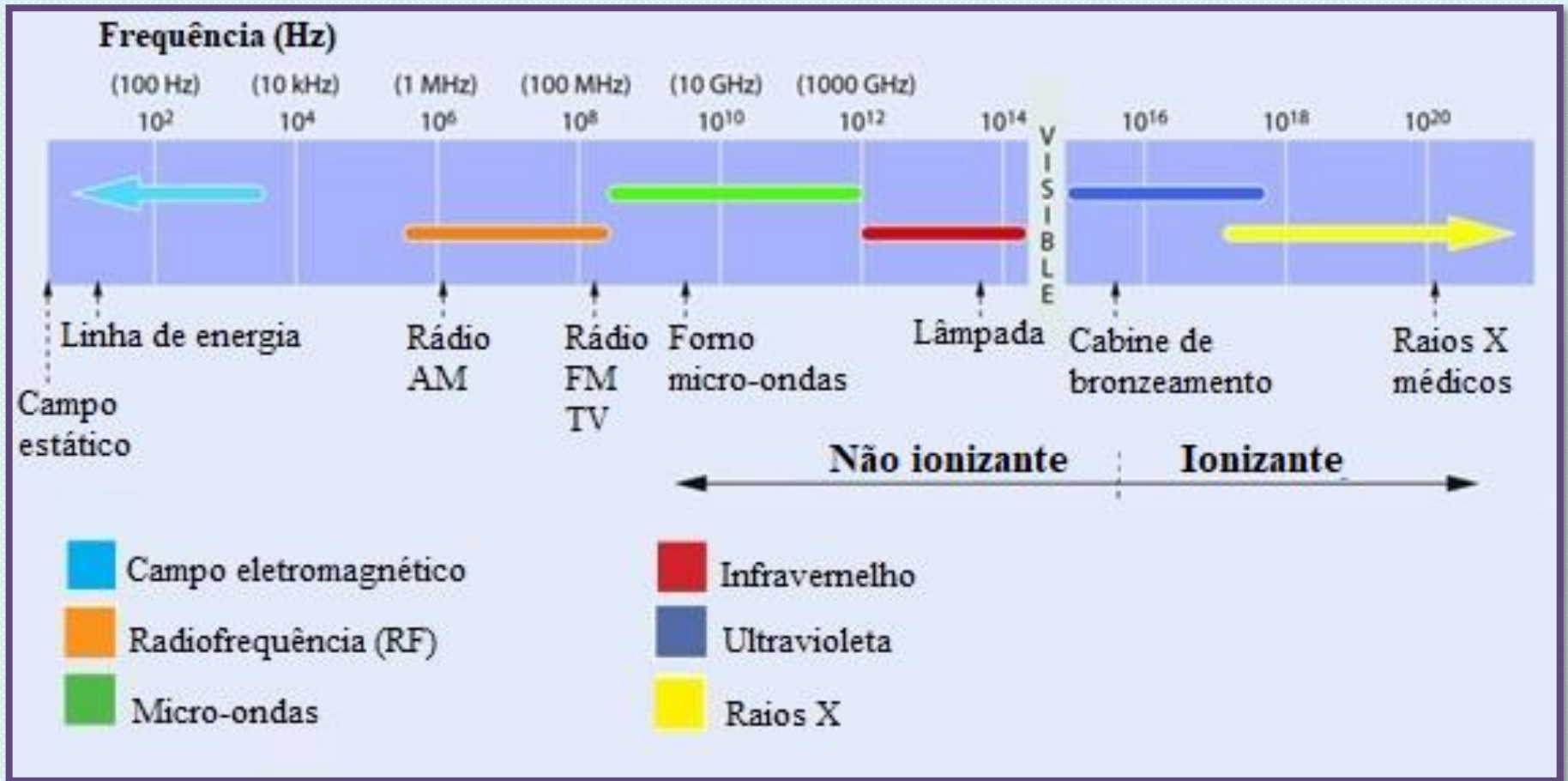
Altas frequências



Radiações não ionizantes

Baixas frequências

INTRODUÇÃO



Fonte: Adaptado de MCCOLL *et al.*, 2015.

- Radiação não ionizante de baixa e extrema baixa frequência

=

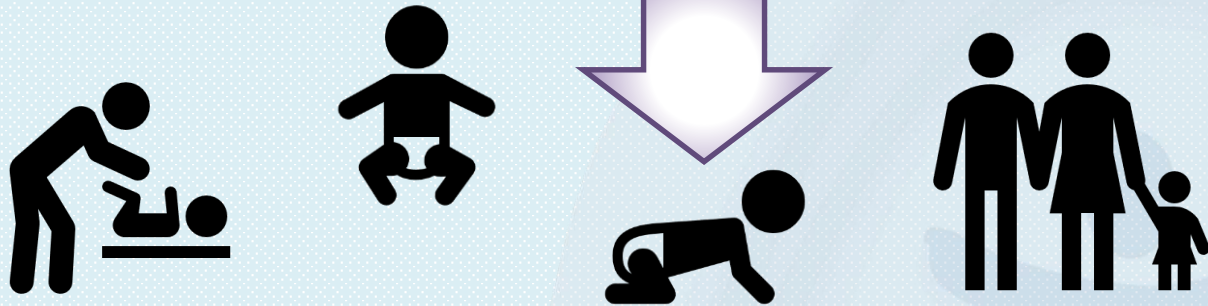
abaixo de 300 Hz

(BRODIĆ, 2015)

INTRODUÇÃO



É comum várias **edificações residenciais verticais** possuírem **grupos de transformadores internos (ITs)**, o que aumenta potencialmente a **exposição aos campos eletromagnéticos** dos residentes das habitações adjacentes a estes transformadores (KANDEL *et al.*, 2013).



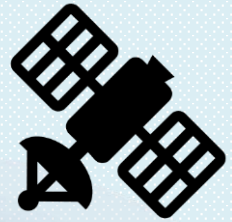
Já há alguns anos, sobretudo ao longo das últimas duas décadas, a **exposição residencial a campos magnéticos de baixa frequência** tem sido associada ao **desenvolvimento de leucemia infantil**, em consistentes **estudos epidemiológicos**, embora a sua causalidade ainda esteja sob pesquisa devido à possibilidade de uso de viés de seleção

(AHLBOM *et al.*, 2000; CALVENTE *et al.*, 2010; SAGE, 2012; ZARYABOVA, 2013; GRELLIER, 2014).

INTRODUÇÃO



- Transformadores e linhas de alta tensão adjacentes às residências;
- Condições de entorno que contribuem para o aumento da radiação;
- Equipamentos e dispositivos no interior ambiente doméstico que podem levar ao aumento da exposição à radiação não ionizante dos seus habitantes.



Através da metodologia desenvolvida nesse trabalho, pretende-se viabilizar a análise em termos de risco do quanto as pessoas nos ambientes domiciliares estão expostas a níveis de radiação não ionizante superiores às faixas permitidas pelas normas internacionais



REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

50 Hz



60 Hz



60 Hz

Campos magnéticos gerados pela rede de distribuição elétrica

Avanço do desenvolvimento tecnológico

Um número cada vez maior de equipamentos eletroeletrônicos passasse a fazer parte da rotina das pessoas

Oferecem riscos para o meio ambiente e saúde humana, uma vez que expõem seus usuários à radiação eletromagnética não ionizante (GRELLIER, 2014)



REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

- Outras importantes fontes emissoras de radiação não ionizante são as **linhas de alta tensão**, os **transformadores** e as **instalações elétricas** presentes nas **adjacências das residências**. Estas são bastante significativas, uma vez que resultam em **níveis de exposição mais elevados nas áreas próximas**, incluindo o interior de edificações (MCCOLL *et al.*, 2015).

ICNIRP (1998) fixou em **100 μT** o **valor de referência limite de exposição do público em geral à RNI**, em frequências maiores ou iguais a 50 Hz, valor que **supera em 250 vezes** o nível acima do qual foi observado por Ahlbom (2000) um **aumento de 2 vezes no risco relativo de leucemia**.

- Porém, existem algumas controvérsias quanto à **adequação das diretrizes** do ICNIRP (1998), sobretudo **a longo prazo**. Devido a estas preocupações, vários autores (ILONEN *et al.*, 2008; HAREUVENY *et al.*, 2011; HUSS *et al.*, 2013; STRUCHEN *et al.*, 2015; BRODIĆ, 2015; ELWOOD, 2017) passaram a adotar como valor limite **0,4 μT** como valor limite acima do qual **a saúde e a integridade física dos indivíduos está em risco**.

METODOLOGIA

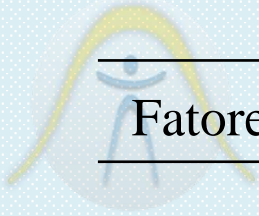
Variáveis

Fatores internos Intensidade de campo elétrico e magnético; densidade de equipamentos eletroeletrônicos; dispositivos de transmissão de sinal *wifi* e radiofrequência

Fatores externos densidade de construções; presença de edifícios multipavimentos; transformadores externos e internos; fator de visão do céu; fios e cabos de alta tensão; ilhas de calor.

Fatores térmicos temperatura do ar; temperatura radiante média; temperatura de globo

Fatores pessoais idade, sexo, tempo de exposição



METODOLOGIA

O aparelho será posicionado a 0,5 m do piso, sempre que possível junto à porta de entrada dos mesmos, a fim de captar ELF EMF ao longo do dia.

Medição dos níveis de ELF EMF e de variáveis térmicas nos apartamentos localizados no primeiro andar de edificações verticais

O número de ambientes avaliados em cada apartamento será dois ou três, a depender do layout interno, da área, do número de acessos

O tempo total de medição em cada ambiente avaliado será de 24 h, com o medidor de campo magnético Aaronia Spectran NF-5035



METODOLOGIA

Serão analisados os níveis de intensidade de campo magnético para a frequência de 60 Hz, a mesma da rede elétrica local do Brasil

Utilizando o R Project 3.1.1 serão construídos modelos matemáticos para avaliar, em termos probabilísticos, que variáveis influenciam na intensidade do ELF EMF com repercussões na saúde das pessoas

Serão construídos modelos matemáticos para avaliar, em termos probabilísticos, que variável ou variáveis influenciam no ELF EMF com repercussões na saúde das pessoas em cada habitação



RESULTADOS ESPERADOS

- Espera-se que o comportamento da distribuição acumulada da RNI em todas as residências seja conforme a distribuição lognormal, independentemente da localização geográfica da residência, da proximidade do apartamento ao transformador ou dos aspectos de morfologia urbana do entorno da edificação;
- Também espera-se que os valores de RNI capturados durante o processo de medição, revelem que, em períodos curtos de tempo, há uma oscilação considerável dos valores de RNI para apartamentos dotados de ITS;



RESULTADOS ESPERADOS

- Conforme considerado nas variáveis do estudo, espera-se que esse fator de visão do céu demonstre que, quanto maior proximidade entre as edificações, maior será concentração de fontes geradoras de RNI e, conseqüentemente, maiores os níveis de campo magnético medidos;
- Busca-se, com esse trabalho, mostrar que a oscilação da intensidade de RNI para todas as habitações que têm ITs ocorre em intervalos sempre superiores ao limite de exposição de $0,4 \mu\text{T}$, proposto por autores da literatura do tema.



REFERÊNCIAS

- AHLBOM, A. *et al.* A pooled analysis of magnetic fields and childhood leukaemia. **British Journal of Cancer**, v. 83, n.5, p. 692–698, 2000.
- BRODIĆ, D. Measurement of the extremely low frequency magnetic field in the laptop neighborhood. **Revista Facultad de Ingeniería, Universidad de Antioquia**, n. 76, p. 39-45, 2015.
- CALVENTE, I.; FERNANDEZ, M. F.; VILLALBA, J.; OLEA, N.; NUÑEZ, M. I.. Exposure to electromagnetic fields (non-ionizing radiation) and its relationship with childhood leukemia: A systematic review. **Science of the Total Environment**, v. 408, n.16, p. 3062–3069, 2010.
- ELWOOD, Mark. Epidemiological studies of low-intensity ELF fields and diseases in humans. In: WOOD, Andrew W.; KARIPIDIS, Ken. *Non-ionizing – Radiation protection*. USA: Wiley, cap. 20, p.313-321, 2017.
- GREENLAND, S. *et al.* Apooled analysis of magnetic fields, wire codes, and childhood leukemia. **Epidemiology**, v. 11, n.6, p. 624 – 634. 2000.
- GRELLIER, J.; RAVAZZANI, P.; CARDIS, E. Potential health impacts of residential exposures to extremely low frequency magnetic fields in Europe. **Environment international**, v. 62, p. 55-63, 2014.
- HAREUVENY, R. *et al.* Exposure to 50Hz magnetic fields in apartment buildings with indoor transformer stations in Israel. **Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology**, v. 21, n.4, p. 365–371, 2011.
- HARRINGTON, J. M. *et al.* Leukaemia mortality in relation to magnetic field exposure: findings from a study of United Kingdom electricity generation and transmission workers, 1973–97. **Occupational and Environmental Medicine**, v. 58, n. 5, p. 307– 314. 2001.
- HENSHAW, D. L. Does our electricity distribution system pose a serious risk to public health? **Medical Hypotheses**, v.59, n.1, p. 39–51, 2002.
- HUSS, A. *et al.* Does apartment's distance to an in-built transformer room predict magnetic field exposure levels?. **Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology**, v. 23, n. 5, p. 554-558, 2013.

REFERÊNCIAS

- ILONEN, K. *et al.* Indoor Transformer Stations as Predictors of Residential ELF Magnetic Field Exposure. **Bioelectromagnetics**, v. 29, n.3, p. 213-218, 2008.
- INTERNATIONAL COMMISSION ON NON-IONIZING RADIATION PROTECTION (ICNIRP). **For limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHZ)**. 1998.
- KANDEL, S. *et al.* Magnetic Field Measurements near Stand-Alone Transformer Stations. **Radiation Protection Dosimetry**, v. 157, n.4, p. 619–622, 2013.
- MCCOLL, N. *et al.* European Code against Cancer 4th Edition: Ionising and non-ionising radiation and cancer. **Cancer Epidemiology**, v. 39, n.1, p. 93–100. 2015.
- MICHELOZZI, P. *et al.* Adult and childhood leukemia near a high-power radio station in Rome, Italy. **American Journal of Epidemiology**, v. 155, n. 12, p. 1096-1103, 2002.
- MOFRECOLA, G.; MOFFA, G.; PROCACCINI, E. M. Non-ionizing electromagnetic radiations, emitted by a cellular phone, modify cutaneous blood flow. **Dermatology**, v. 207, n. 1, p. 10–14. 2003.
- SAGE, C.; CARPENTER, D. O. **BioInitiative report: a rationale for a biologically-based public exposure standard for electromagnetic fields (ELF and RFR)**. 2012.
- STRUCHEN, B. *et al.* Analysis of personal and bedroom exposure to ELF-MFs in children in Italy and Switzerland. **Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology**, v. 26, n.6, p. 586 -596. 2015.
- VALENZUELA, P. M. *et al.* Pediatría ambiental: um tema emergente. **Jornal de Pediatría**, v. 87, n. 2, p. 89-99. 2011.
- ZARYABOVA, V.; SHALAMANOVA, T.; ISRAEL, M. Pilot study of extremely low frequency magnetic fields emitted by transformers in dwellings. Social aspects. **Electromagnetic biology and medicine**, v. 32, n. 2, p. 209-217, 2013.





UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
LABORATÓRIO DE ANÁLISE DO TRABALHO

RISCO DE EXPOSIÇÃO À RADIAÇÃO NÃO IONIZANTE EM RESIDÊNCIAS VERTICAIS NAS REGIÕES BRASILEIRAS

Andrezza Araújo Rodrigues da Silva
Orientação: Prof. Dr. Luiz Bueno da Silva



CESET

GRUPO DE PESQUISA EM
CONFORTO, EFICIÊNCIA E
SEGURANÇA NO TRABALHO