



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
INSTITUTO DE ESTUDOS SOCIOAMBIENTAIS (IESA)  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

MÔNICA OLIVEIRA ALVES

**Os riscos tecnológicos na sociedade de risco: possíveis danos da  
poluição eletromagnética à saúde humana**

GOIÂNIA  
2024



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
INSTITUTO DE ESTUDOS SÓCIO-AMBIENTAIS

## TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO (TECA) PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES

### E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a [Lei 9.610/98](#), o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo das Teses e Dissertações disponibilizado na BDTD/UFG é de responsabilidade exclusiva do autor. Ao encaminhar o produto final, o autor(a) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

#### 1. Identificação do material bibliográfico

☐ Dissertação      ☒ Tese      ☐ Outro\*: \_\_\_\_\_

\*No caso de mestrado/doutorado profissional, indique o formato do Trabalho de Conclusão de Curso, permitido no documento de área, correspondente ao programa de pós-graduação, orientado pela legislação vigente da CAPES.

**Exemplos:** Estudo de caso ou Revisão sistemática ou outros formatos.

#### 2. Nome completo do autor

Mônica Oliveira Alves

#### 3. Título do trabalho

OS RISCOS TECNOLÓGICOS NA SOCIEDADE DE RISCO: possíveis danos da poluição eletromagnética à saúde humana.

#### 4. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador)

Concorda com a liberação total do documento ☒ SIM      ☐ NÃO<sup>1</sup>

**[1]** Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante:

**a)** consulta ao(à) autor(a) e ao(à) orientador(a);

**b)** novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo da tese ou dissertação. O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

**Obs. Este termo deverá ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.**



Documento assinado eletronicamente por **Mônica Oliveira Alves, Discente**, em 14/12/2023, às 11:43, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Juliana Ramalho Barros, Professora do Magistério Superior**, em 19/12/2023, às 10:04, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufg.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **4267872** e o código CRC **E696DD7B**.

MÔNICA OLIVEIRA ALVES

**Os riscos tecnológicos na sociedade de risco: possíveis danos da  
poluição eletromagnética à saúde humana**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, do Instituto de Estudos Socioambientais, da Universidade Federal de Goiás, como requisito para obtenção do título de Doutor(a) em Geografia.

Área de concentração: Natureza e Produção do Espaço.

Linha de Pesquisa: Análise Ambiental e Tratamento da informação Geográfica

Orientador (a): Professor(a) Doutora(a) Juliana Ramalho Barros

GOIÂNIA  
2024

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do  
Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Alves, Mônica Oliveira

Os riscos tecnológicos na sociedade de risco [manuscrito] :  
possíveis danos da poluição eletromagnética à saúde humana / Mônica  
Oliveira Alves. - 2024.  
209 f.

Orientador: Profa. Dra. Juliana Ramalho Barros.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Goiás, Instituto de  
Estudos Socioambientais (Iesa), Programa de Pós-Graduação em  
Geografia, Goiânia, 2024.

Bibliografia. Anexos. Apêndice.

Inclui siglas, mapas, fotografias, gráfico, tabelas, lista de figuras,  
lista de tabelas.

1. Radiação eletromagnética. 2. Crescimento urbano. 3. Exclusão  
social. 4. Políticas públicas. 5. Gestão do risco. I. Barros, Juliana  
Ramalho, orient. II. Título.

CDU 911



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

INSTITUTO DE ESTUDOS SÓCIO-AMBIENTAIS

**ATA DE DEFESA DE TESE**

Ata Nº **75** da sessão de Defesa de Tese de **Mônica Oliveira Alves** que confere o título de Doutora em **Geografia**, na área de concentração em **Natureza e Produção do Espaço**.

Aos doze dias do mês de dezembro de dois mil e vinte e três, a partir das 14:00 horas, por meio de videoconferência, realizou-se a sessão pública de Defesa de Tese intitulada **“OS RISCOS TECNOLÓGICOS NA SOCIEDADE DE RISCO: possíveis danos da poluição eletromagnética sobre a saúde humana”**. Os trabalhos foram instalados pela Orientadora, Professora Doutora Juliana Ramalho Barros (IESA/UFG) com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: Professora Doutora Nicali Bleyer Ferreira dos Santos (PUC/GO), membro titular externo; Professor Doutor Marcos Esdras Leite (UNIMONTES), membro titular externo; Professora Doutora Cláudia Valéria de Lima (IESA/UFG), membro titular interno; Professor Doutor Eguimar Felício Chaveiro (IESA/UFG), membro titular interno. Durante a arguição os membros da banca **fizeram** sugestão de alteração do título do trabalho. A Banca Examinadora reuniu-se em sessão secreta a fim de concluir o julgamento da Tese tendo sido a candidata **aprovada** pelos seus membros. Proclamados os resultados pela Professora Doutora Juliana Ramalho Barros, Presidente da Banca Examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, lavrou-se a presente ata que é assinada pelos Membros da Banca Examinadora, aos doze dias do mês de dezembro de dois mil e vinte e três.

**TÍTULO SUGERIDO PELA BANCA**

**“OS RISCOS TECNOLÓGICOS NA SOCIEDADE DE RISCO: possíveis danos da poluição eletromagnética à saúde humana”**



Documento assinado eletronicamente por **Juliana Ramalho Barros, Professora do Magistério Superior**, em 14/12/2023, às 14:06, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **MARCOS ESDRAS LEITE, Usuário Externo**, em 14/12/2023, às 15:30, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Claudia Valeria De Lima, Professor do Magistério Superior**, em 14/12/2023, às 16:57, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Eguimar Felício Chaveiro, Professor do Magistério Superior**, em 15/12/2023, às 06:20, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Nicali Bleyer Ferreira dos Santos, Usuário Externo**, em 17/12/2023, às 19:32, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

---



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufg.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **4268192** e o código CRC **209E9A6D**.

---

**Referência:** Processo nº 23070.065988/2023-29

SEI nº 4268192

Dedico este trabalho a Deus, porque tudo é  
Dele, por Ele e para Ele. E a meus filhos,  
Marcos Iago e Mateus.

## **AGRADECIMENTOS**

De forma especial, agradeço:

A Deus, por ter me ajudado a chegar até aqui, e por Seu amor incondicional, pois mesmo sem eu merecer, cuida de mim e não me abandona nunca.

Aos meus familiares: meus filhos Marcos Iago e Mateus, minha mãe Joselita, meus irmãos Magna, Márcia e Max. Obrigada pelo apoio, companheirismo, amizade, compreensão e orações.

À minha orientadora, Professora Doutora Juliana Ramalho Barros, pela confiança depositada em mim, mesmo diante das minhas limitações, pelo carinho, disponibilidade, amizade e ensinamentos.

Aos Professores Doutores: Cláudia Valéria de Lima, Marcos Esdras Leite, Eguimar Felício Chaveiro e Nicali Bleyer Ferreira dos Santos, por aceitarem contribuir com este trabalho como membros da banca de defesa.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pelo apoio financeiro.

À equipe do PPGeo/IESA/UFG, pelo acolhimento, pelas oportunidades de aprendizado e por estarem sempre prontos a atenderem as demandas por mim solicitadas.

À equipe do Laboratório de Geoprocessamento da Unimontes, pela prontidão em me auxiliar com todo o material necessário para que fossem elaborados os mapas apresentados nesse trabalho.

Aos moradores do Bairro Vila Mauricéia, por me receberem e aceitarem participar desta pesquisa. Em especial, agradeço à Núbia, por me acompanhar e me ajudar durante todas as visitas realizadas na área de pesquisa.

A todos que se dispuseram a responder o formulário eletrônico, imprescindível para os resultados dessa pesquisa.

Enfim, expresso os meus sinceros agradecimentos a todos os amigos, colegas e aqueles que contribuíram, direta ou indiretamente, para a concretização deste trabalho.

*“A incerteza foi sempre o chão familiar da  
escolha”.*

*(Zygmunt Bauman)*

## RESUMO

O avanço tecnológico experimentado a partir de meados do século XX e início desse, acarretou uma série de transformações na sociedade moderna. Tanto do ponto de vista dos benefícios e comodidades ofertados pelas novas tecnologias, como pelos potenciais riscos à saúde, como a poluição eletromagnética, gerados pelos produtos e infraestruturas produzidos para atender as necessidades das populações citadinas. Nota-se, em escala global, uma crescente preocupação pública e das autoridades gestoras em relação aos impactos à saúde humana pela exposição aos rios gerados pelas linhas de transmissão de energia elétrica de alta tensão em espaços urbanos. Diante disso, percebe-se a necessidade de investigar essa questão no Brasil, onde as cidades, médias e grandes, experimentaram um crescimento populacional acelerado e sem planejamento urbano, levando muitas pessoas a residirem próximo dessas infraestruturas. Nesse sentido, o objetivo principal desse trabalho é analisar a problemática referente aos riscos à saúde humana gerados pela exposição à radiação eletromagnética provenientes das linhas de transmissão de energia elétrica de alta tensão presentes no espaço urbano de Montes Claros/MG. O local escolhido para a investigação foi a cidade de Montes Claros, situada no norte de Minas Gerais, onde se observou diversos grupos populacionais habitando em áreas consideradas expostas à poluição eletromagnética gerada pelas fontes em questão. Os procedimentos metodológicos utilizados consistiram em pesquisa bibliográfica e documental, mapeamento das áreas expostas ao risco e pesquisa com a população em geral e residente em uma das áreas de risco na cidade de Montes Claros. Os resultados obtidos demonstraram que existem diversos grupos populacionais residindo em áreas de risco na cidade, geralmente em locais cuja ocupação se deu de forma irregular, como nas faixas de servidão das linhas de alta tensão, acentuando a exclusão social e segregação socioespacial em Montes Claros. Percebeu-se ainda, que a população tem pouca percepção acerca dos riscos aos quais estão expostas, o que dificulta a busca por estratégias e ações, por parte da sociedade civil, na tentativa de mitigar o problema. Diante da problemática verificada, sugere-se que novos estudos sejam realizados, além de que sejam implantadas medidas de precaução em relação a esses riscos, que envolvam a participação de entidades públicas e privadas, da comunidade científica e do público em geral, promovendo uma gestão democrática desse risco em Montes Claros e em outros centros urbanos do Brasil.

**Palavras-chave:** Radiação eletromagnética; Crescimento urbano; Exclusão social; Políticas públicas; Gestão do risco.

## ABSTRACT

The technological advancement experienced from the mid-20th century onwards has brought about a series of transformations in modern society. This applies both in terms of the benefits and conveniences offered by new technologies and the potential health risks, such as electromagnetic pollution, generated by products and infrastructures designed to meet the needs of urban populations. Globally, there is a growing public and regulatory concern about the impacts on human health due to exposure to risks generated by high-voltage power transmission lines in urban areas. In this context, there is a noticeable need to investigate this issue in Brazil, where cities, both medium and large, have experienced rapid and unplanned population growth, leading many people to reside near these infrastructures. Therefore, the main objective of this study is to analyze the issues related to the health risks generated by exposure to electromagnetic radiation from high-voltage power transmission lines in the urban space of Montes Claros/MG. The chosen location for the investigation was the city of Montes Claros, located in the north of Minas Gerais, where various population groups were observed inhabiting areas considered exposed to electromagnetic pollution generated by the mentioned sources. The methodological procedures involved literature and documentary research, mapping of areas exposed to risk, and surveys with the general population, particularly those residing in one of the risk areas in the city of Montes Claros. The results obtained demonstrated that there are various population groups residing in risk areas in the city, often in locations where occupation occurred irregularly, such as in the servitude zones of high-voltage lines, accentuating social exclusion and socio-spatial segregation in Montes Claros. It was also noted that the population has limited awareness of the risks they are exposed to, hindering the search for strategies and actions by civil society to mitigate the problem. Given the identified issues, it is suggested that further studies be conducted, and precautionary measures be implemented regarding these risks. This should involve the participation of public and private entities, the scientific community, and the general public, promoting a democratic risk management approach in Montes Claros and other urban centers in Brazil.

**Keywords:** Electromagnetic radiation; Urban growth; Social exclusion; Public policies; Risk management.

## LISTA DE FIGURAS

|           |                                                                                                                                                                                                |     |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 01 | Localização da cidade de Montes Claros, Minas Gerais/Brasil.....                                                                                                                               | 53  |
| Figura 02 | Áreas residenciais próximo das linhas de transmissão de energia elétrica em Montes Claros/MG.....                                                                                              | 56  |
| Figura 03 | Área residencial construída junto às torres e linhas de distribuição de energia elétrica de alta tensão próximo à subestação Montes Claros I.....                                              | 57  |
| Figura 04 | Construção de nova área residencial próximo à subestação de fornecimento de energia elétrica Montes Claros II.....                                                                             | 58  |
| Figura 05 | Parte interna da Subestação Montes Claros I.....                                                                                                                                               | 61  |
| Figura 06 | Síntese dos procedimentos metodológicos.....                                                                                                                                                   | 67  |
| Figura 07 | Fontes de artificiais de radiação eletromagnética.....                                                                                                                                         | 99  |
| Figura 08 | Esquema representativo da propagação de uma onda eletromagnética.....                                                                                                                          | 100 |
| Figura 09 | Espectro eletromagnético, faixas de frequências e utilizações.....                                                                                                                             | 101 |
| Figura 10 | Espectro eletromagnético, suas aplicações e relação com a saúde....                                                                                                                            | 103 |
| Figura 11 | Geração e transporte de energia elétrica.....                                                                                                                                                  | 104 |
| Figura 12 | Mortalidade proporcional por grupos de causa (capítulos da CID), estratificada segundo os dez grupos de maior peso para o ano de 2018 – Brasil, 2000 a 2040.....                               | 133 |
| Figura 13 | Coeficiente de mortalidade padronizado por sexo e idade, por 100.000 habitantes, para os dez grupos de causa (capítulos da CID) I de maior risco no ano de 2018, Brasil, 2000, 2018, 2040..... | 134 |
| Figura 14 | Taxas de mortalidade por sexo e idade, por 100.000 hab., para os dez grupos de causa (capítulos da CID)1 de maior risco no ano de 2018 – regiões, 2000, 2018 e 2040.....                       | 135 |
| Figura 15 | Ranking das causas básicas de óbito (CID-10) e o número absoluto de óbitos por faixa etária no Brasil em 2019.....                                                                             | 136 |
| Figura 16 | Regiões de Planejamento e bairros de Montes Claros/MG.....                                                                                                                                     | 141 |
| Figura 17 | Expansão da malha urbana de Montes Claros/MG – 1970 a 2021...                                                                                                                                  | 147 |
| Figura 18 | Área residencial em frente a subestação de energia elétrica Montes Claros I.....                                                                                                               | 148 |

|           |                                                                                  |     |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 19 | Área residencial no entorno da subestação Montes Claros I.....                   | 150 |
| Figura 20 | Área residencial nas proximidades da subestação Montes Claros I...               | 151 |
| Figura 21 | Adensamento populacional no entorno da subestação Montes Claros II.....          | 152 |
| Figura 22 | Espacialização dos conjuntos habitacionais sociais em Montes Claros.....         | 155 |
| Figura 23 | Perfil socioeconômico da população de Montes Claros/MG.....                      | 158 |
| Figura 24 | Espacialização dos AGSN em Montes Claros.....                                    | 167 |
| Figura 25 | Área de ocupação irregular no Bairro Vila Mauricéia.....                         | 168 |
| Figura 26 | Estado atual dos prédios destinados aos moradores do AGNS da Vila Mauricéia..... | 177 |
| Figura 27 | Situação dos prédios vandalizados.....                                           | 178 |

## LISTA DE QUADROS

|           |                                                                                                                                |     |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Quadro 01 | Variáveis de estudos elencadas para o público em geral.....                                                                    | 63  |
| Quadro 02 | Síntese das variáveis de estudo elencadas nas entrevistas realizadas com o grupo populacional considerado exposto aos CEM..... | 64  |
| Quadro 03 | Principais pesquisas relacionadas aos CEM e efeitos na saúde humana.....                                                       | 109 |
| Quadro 04 | Possíveis efeitos biológicos no corpo humano pela exposição aos CEM.....                                                       | 117 |
| Quadro 05 | Carcinogenicidade de alguns agentes de acordo com a classificação IARC.....                                                    | 118 |
| Quadro 06 | Principais doenças apontadas pelos participantes da pesquisa.....                                                              | 164 |

## LISTA DE TABELAS

|           |                                                                                         |     |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabela 01 | Limitações básicas para exposição humana a CEM variáveis no tempo.....                  | 123 |
| Tabela 02 | Níveis de referência para a exposição ocupacional a CEM variáveis no tempo .....        | 124 |
| Tabela 03 | Níveis de referência para a exposição do público em geral a CEM variáveis no tempo..... | 125 |
| Tabela 04 | Evolução da População de Montes Claros/MG: 1960/ 2010.....                              | 143 |
| Tabela 05 | Perfil socioeconômico da população exposta.....                                         | 170 |
| Tabela 06 | Tempo de permanência na área de risco.....                                              | 172 |
| Tabela 07 | Doenças relatadas por grupos etários.....                                               | 173 |
| Tabela 08 | Estado de saúde dos entrevistados.....                                                  | 174 |

## LISTA DE GRÁFICOS

|            |                                                                             |     |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------|-----|
| Gráfico 01 | Perfil demográfico de Montes Claros entre os anos de 1960 e 2010.....       | 144 |
| Gráfico 02 | Faixas de idade do público participante da pesquisa eletrônica.....         | 160 |
| Gráfico 03 | Nível de escolaridade dos participantes.....                                | 161 |
| Gráfico 04 | Conhecimento sobre poluição eletromagnética.....                            | 161 |
| Gráfico 05 | Percepção dos participantes sobre os riscos aos CEM para a saúde.....       | 162 |
| Gráfico 06 | Fontes de CEM que podem impactar a saúde humana.....                        | 162 |
| Gráfico 07 | Perfil dos participantes sobre medidas para evitar a exposição aos CEM..... | 163 |

## LISTA DE SIGLAS

|         |                                                                      |
|---------|----------------------------------------------------------------------|
| AIEA    | Agência Internacional de Energia Atômica                             |
| AGSN    | Aglomerado Subnormal                                                 |
| ANATEL  | Agência Nacional de Telecomunicações                                 |
| ANEEL   | Agência Nacional de Energia Elétrica                                 |
| AT      | Alta tensão                                                          |
| CA      | Corrente alternada                                                   |
| CEM     | Campos Eletromagnéticos                                              |
| CEMEBF  | Campos Eletromagnéticos de Extrema Baixa Frequência                  |
| CEMIG   | Companhia Energética de Minas Gerais                                 |
| DANT    | Doenças e Agravos Não Transmissíveis                                 |
| DCNT    | Doenças Crônicas Não Transmissíveis                                  |
| EHS     | Eletro-Hipersensibilidade                                            |
| ELF     | <i>Extremaly Low Frequency</i>                                       |
| EPA     | <i>Environmental Protection Agency</i>                               |
| FI      | Frequência Intermediária                                             |
| FINOR   | Fundo de Investimentos do Nordeste                                   |
| FNE     | Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste                    |
| FNDCT   | Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico           |
| FUNTTEL | Fundo para Desenvolvimento Tecnológico das Telecomunicações          |
| IARC    | <i>International Agency for Research on Cancer</i>                   |
| IBGE    | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística                      |
| IDH     | Índice de Desenvolvimento Humano                                     |
| IDHM    | Índice de Desenvolvimento Humano Municipal                           |
| ICNIRP  | <i>International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection</i> |
| INIRP   | <i>International Non-Ionizing Radiation Committee</i>                |
| INCA    | Instituto Nacional do Câncer                                         |
| LT      | Linhas de transmissão                                                |
| NIEHS   | <i>National Institute of Environmental Health Sciences</i>           |
| OIT     | Organização Internacional do Trabalho                                |
| OMS     | Organização Mundial de Saúde                                         |
| PMCMV   | Programa Minha Casa Minha Vida                                       |
| PNUMA   | Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente                      |
| RF      | Radiofrequência                                                      |

|           |                                                 |
|-----------|-------------------------------------------------|
| RNI       | Radiação não-ionizante                          |
| RNP       | Razão de mortalidade padronizada                |
| SIG       | Sistema de Informação Geográfica                |
| SNC       | Sistema Nervoso Central                         |
| SNP       | Sistema Nervoso Periférico                      |
| SUDENE    | Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste |
| SUS       | Sistema Único de Saúde                          |
| TCLE      | Termo de Consentimento Livre e Esclarecido      |
| UFG       | Universidade Federal de Goiás                   |
| UGI       | União Geográfica Internacional                  |
| UNIMONTES | Universidade Estadual de Montes Claros          |

## SUMÁRIO

|                                                                               |               |
|-------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| <b>INTRODUÇÃO.....</b>                                                        | <b>17</b>     |
| Definição da problemática.....                                                | 23            |
| Tese de trabalho.....                                                         | 25            |
| Objetivos da investigação.....                                                | 26            |
| Estrutura da tese.....                                                        | 27            |
| <br><b>1. PERSPECTIVA HISTÓRICA EM GEOGRAFIA DA SAÚDE.....</b>                | <br><b>29</b> |
| 1.1. Origem e desenvolvimento da Geografia da Saúde .....                     | 29            |
| 1.1.1. A influência dos higienistas nos estudos geográficos sobre saúde.....  | 31            |
| 1.1.2. Geografia da Saúde e Epidemiologia.....                                | 34            |
| 1.1.3. A Geografia da Saúde no pós-guerra.....                                | 37            |
| 1.1.4. Geografia Médica X Geografia da Saúde: a questão do nome.....          | 39            |
| 1.2. Abordagem Tradicional e Contemporânea em Geografia da Saúde.....         | 42            |
| 1.2.1. A abordagem tradicional nos estudos geográficos sobre saúde.....       | 42            |
| 1.2.2. A abordagem contemporânea nos estudos geográficos sobre saúde.....     | 43            |
| 1.3. O Espaço Geográfico como Categoria de Análise em Geografia da Saúde..... | 46            |
| 1.3.1. A evolução do conceito de espaço na Geografia.....                     | 47            |
| 1.3.2. O espaço como categoria principal nos estudos sobre saúde.....         | 48            |
| 1.3.3. Os estudos da Geografia da Saúde no Brasil.....                        | 51            |
| <br><b>2. CAMINHOS METODOLÓGICOS.....</b>                                     | <br><b>53</b> |
| 2.1. Localização e caracterização da área de pesquisa.....                    | 53            |
| 2.2. Procedimentos metodológicos .....                                        | 59            |
| 2.2.1. Coleta dos dados.....                                                  | 60            |
| 2.2.2. Processamento e análise dos dados.....                                 | 65            |
| 2.3. Considerações éticas da pesquisa.....                                    | 67            |
| <br><b>3. DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO E SOCIEDADE DE RISCOS .....</b>         | <br><b>68</b> |
| 3.1. As acepções polissêmicas do conceito de risco.....                       | 68            |
| 3.1.1. As aplicações modernas do conceito de risco.....                       | 69            |
| 3.1.2. Risco e estudos sobre saúde.....                                       | 70            |
| 3.2. Sociedade de riscos.....                                                 | 72            |
| 3.3. Exclusão social na sociedade de risco.....                               | 74            |
| 3.4. Riscos tecnológicos.....                                                 | 81            |

|                                                                                                          |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 3.5. Gestão de riscos: percepção, avaliação e comunicação.....                                           | 85         |
| 3.5.1. Percepção e avaliação dos riscos tecnológicos.....                                                | 87         |
| 3.5.2. A comunicação dos riscos tecnológicos.....                                                        | 91         |
| <b>4. OS RISCOS DA RADIAÇÃO ELETROMAGNÉTICA PARA A SAÚDE HUMANA.....</b>                                 | <b>96</b>  |
| 4.1. Considerações iniciais.....                                                                         | 96         |
| 4.2. Caracterização dos CEM e suas fontes emissoras.....                                                 | 98         |
| 4.3. Principais pesquisas sobre os CEM e seus efeitos na saúde humana.....                               | 105        |
| 4.4. Diretrizes internacionais relativas à exposição humana aos CEM .....                                | 119        |
| 4.4.1. Legislação brasileira sobre a exposição aos CEM.....                                              | 127        |
| 4.4.2. Abordagens preventivas e o princípio da precaução.....                                            | 129        |
| 4.5. Perfil epidemiológico do Brasil referente às DANT.....                                              | 132        |
| <b>5. PROBLEMÁTICA SOBRE OS RISCOS DA RADIAÇÃO ELETROMAGNÉTICA EM MONTES CLAROS/MG.....</b>              | <b>139</b> |
| 5.1. Linhas de transmissão de energia em AT e o crescimento urbano de Montes Claros.....                 | 139        |
| 5.2. A percepção de risco do público em geral acerca dos CEM.....                                        | 160        |
| 5.3. Áreas de exclusão social e as linhas de transmissão em Montes Claros: o caso da Vila Mauricéia..... | 165        |
| 5.4. Condições de saúde e percepção de risco dos moradores da Vila Mauricéia.....                        | 171        |
| 5.5. Gestão democrática dos riscos relacionados aos CEM.....                                             | 179        |
| <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>                                                                         | <b>184</b> |
| <b>REFERÊNCIAS.....</b>                                                                                  | <b>187</b> |
| <b>ANEXOS.....</b>                                                                                       | <b>195</b> |
| <b>APÊNDICE.....</b>                                                                                     | <b>200</b> |

## INTRODUÇÃO

A concepção de saúde e doença é influenciada pelas condições sociais, econômicas, políticas, culturais e ambientais que caracterizam a trajetória histórica da humanidade, especialmente a partir do momento em que as comunidades urbanas se consolidaram. A preocupação com a criação de ambientes saudáveis nas cidades remonta à Grécia Antiga, onde os cidadãos da polis se reuniam para debater questões relacionadas aos desafios enfrentados pela população e buscar soluções para eles.

No entanto, tais preocupações se acentuaram a partir do século XVIII na Europa, com o advento da Revolução Industrial, onde uma grande quantidade de pessoas migrou para as cidades que não estavam preparadas para receber esse contingente populacional. Nesse período, foi necessário desenvolver estudos e estratégias de higienismo para combater as epidemias causadas pela aglomeração humana e poluição ambiental nesses espaços urbanos. Já em meados do século XX, esses estudos se acentuaram em escala internacional e culminaram na criação das Conferências Internacionais de Saúde, cujas discussões englobam temas como a melhor qualidade de vida das populações citadinas a partir de estratégias de prevenção e promoção da saúde (SOARES *et al.*, 2017).

Atualmente, tais estudos possuem caráter interdisciplinar, uma vez que englobam diversas ciências como a Medicina, a Biomedicina, a Biologia, a Epidemiologia, Geologia Médica e a Geografia. A aproximação da Geografia com as pesquisas em saúde é fruto, entre outros fatores, da relação existente entre diversas doenças que acometem os seres humanos e o meio ambiente, entendido também como o local de vivência das comunidades. As cidades podem ser consideradas a materialização dessa relação, onde diversos fatores convergem para determinar as condições de saúde e de bem-estar de seus habitantes. Deve-se ressaltar que a participação de geógrafos nesse debate é essencial, especialmente aqueles que se dedicam às pesquisas relacionadas à vertente Geografia da Saúde.

A Geografia da Saúde é um campo da ciência geográfica que integra elementos da Geografia Física e da Geografia Humana, para a compreensão de fenômenos atuais e de diversas escalas referentes à saúde. Assim, ocupa uma posição nodal no espaço para onde se convergem ou se cruzam fenômenos naturais, socioeconômicos, culturais e comportamentais, basilares para a explicação dos padrões de saúde e doença (SANTANA, 2014).

Dentre os principais objetivos da Geografia da Saúde destacam-se o desenvolvimento de um arcabouço teórico-metodológico para as análises espaciais do processo saúde-doença, a produção de informações que contribuam com as investigações epidemiológicas, com a

administração de saúde e com a maior racionalidade das ações que visem o melhoramento das condições do bem-estar da população (PEITER, 2005). Para Santana (2014) o objetivo central da Geografia da Saúde é proporcionar conhecimentos necessários para a compreensão das relações que se estabelecem entre as condicionantes da saúde, os resultados efetivos das políticas e da organização dos serviços na saúde e as suas consequências no desenvolvimento do território.

Dessa forma, a relação existente entre uma variedade de doenças e as condições do ambiente em que vive a população tem sido discutida, de forma ampla, no âmbito da Geografia da Saúde. A identificação dessas doenças, as formas de tratamento, a necessidade de prevenção e promoção da saúde, o papel do Estado através das suas políticas públicas são alguns dos temas que permeiam tais discussões. Deste modo, a Geografia da Saúde pode contribuir não só para o estudo da distribuição e prevalência das doenças, mas também para subsidiar a aplicação de políticas públicas que contribuam efetivamente para a melhoria da qualidade de vida das populações (ALVES, 2016).

É necessário mencionar aqui, que os perfis de saúde e de doença das populações são dinâmicos assim como seus hábitos e estilos de vida. Desde os tempos remotos, surgem e ressurgem doenças causadas por diversos fatores. Muitas dessas doenças já foram erradicadas ou controladas, graças às pesquisas científicas. Outras ainda seguem como uma incógnita para a ciência, dada a dificuldade de se definir suas causas e/ou possíveis tratamentos. Uma dessas dificuldades é que o perfil epidemiológico das populações humanas segue as mudanças sociais e econômicas que ocorrem nas sociedades. O estilo de vida da humanidade hoje é diferente de como viviam os homens na Idade Média ou na Antiguidade. E essas mudanças estão diretamente relacionadas com o processo de industrialização e avanços da tecnologia (SOLLITTO, 2009).

A Revolução Industrial, que teve seu início em meados do século XVIII na Inglaterra, é considerada um divisor de águas no que se refere às mudanças no perfil demográfico e estilos de vida da população, pois trouxe diversas transformações no perfil epidemiológico das populações humanas. Segundo Sollitto (2009), nos últimos 200 anos a população de cidadãos aumentou de 5% para 50% e estima-se, para o ano de 2030, que mais de dois terços da população mundial viverá em centros urbanos. O desenvolvimento industrial e tecnológico impulsionou o aumento das cidades dada a intenso processo migratório das áreas rurais para as áreas urbanas. E foi esse movimento demográfico que ocasionou as transformações nos hábitos e estilo de vida da população (SOLLITTO, 2009).

É fato que todas essas mudanças acima relacionadas, que marcam a transição de uma sociedade feudal para uma sociedade moderna, começaram, *a priori*, nos países ditos “desenvolvidos”. No caso do Brasil, assim como dos países ditos “subdesenvolvidos”, o processo de industrialização iniciou-se tardiamente, assim como o processo de urbanização. Contudo, tais países vivenciaram, ou vivenciam, as mesmas transformações demográficas e epidemiológicas que os primeiros, com um agravante de serem nações com baixo desenvolvimento socioeconômico, que reflete e impacta mais ainda as situações de saúde e de doença de suas populações, principalmente dos menos favorecidos economicamente que, infelizmente, são a maioria (SOLLITTO, 2009, BECK, 2011).

Percebe-se, então, que a modernidade tem caráter ambíguo. De um lado, expõe a população a novos riscos, sob as pressões da industrialização, gerando pobreza e superlotação nas cidades, impactando a saúde, o ambiente e a qualidade de vida. Por outro lado, houve melhorias em diversos setores, principalmente no campo da saúde, graças ao desenvolvimento tecnológico. Segundo Sollitto (2009), até metade do século XX, as doenças infectocontagiosas eram a principal causa de mortes nas regiões industrializadas. Todavia, esses agravos começaram a diminuir, ainda no século XIX, graças às melhorias no ambiente citadino, como saneamento básico, maior oferta de alimentos, melhores condições de moradia, melhorias na qualidade da água, acesso à educação e disponibilidades de vacinas, mudando mais uma vez, o perfil epidemiológico das populações.

O que se deve destacar aqui, é que a modernidade, juntamente com o progressivo avanço tecnológico, gera novos riscos aos quais a sociedade atual está exposta. É aí que surge a ‘sociedade de risco’, teorizada por Ulrich Back, onde “O processo de modernização torna-se ‘reflexivo’, convertendo-se a si mesmo como tema e problema” (BECK, 2011, p. 24). De acordo com Giddens (1991), as mudanças ocorridas nos últimos séculos geraram impactos sem precedentes na história humana, onde,

Os modos de vida produzidos pela modernidade nos desvencilharam de todos os tipos tradicionais de ordem social, de uma maneira que não tem precedentes. Tanto em sua extensionalidade quanto em sua intensionalidade, as transformações envolvidas na modernidade são mais profundas que a maioria dos tipos de mudança característicos dos períodos precedentes. Sobre o plano extensional, elas serviram para estabelecer formas de interconexão social que cobrem o globo; em termos intensionais, elas vieram a alterar algumas das mais íntimas e pessoais características de nossa existência cotidiana. (GIDDENS, 1991, p. 10-11)

Giddens (1991) afirma que a história humana é marcada por descontinuidades e que não há uma forma homogênea de desenvolvimento. A própria modernidade apresenta um conjunto de descontinuidades que devem ser compreendidos de forma reflexiva atualmente.

Essas continuidades mudaram a natureza dos riscos, tornando-os mais complexos. Os produtos do desenvolvimento da ciência e da tecnologia favorecem, assim, uma tendência à globalização e à desterritorialização. “Consequentemente, o caráter sistêmico dos riscos e a consciência da sua imponderabilidade acabam por definir a necessidade de mecanismos complexos de gestão” (LUIZ; COHN, 2006, p. 2340).

Nesse contexto, Back (2011) define esse período atual como modernidade tardia ou modernidade reflexiva, onde a produção social de riquezas vem acompanhada pela produção social de riscos. “Consequentemente, aos problemas e conflitos distributivos da sociedade da escassez sobrepõem-se os problemas e conflitos surgidos a partir da produção, definição e distribuição de riscos científico-tecnologicamente produzidos” (BACK, 2011, pág. 23). Para este autor, já não se trata mais apenas do discurso de uma utilização econômica da natureza para resolver questões ligadas às formas tradicionais de vivências, mas, sobretudo, de problemas oriundos do desenvolvimento técnico-econômico. A promessa de segurança avança com os riscos e precisa ser, diante de uma esfera pública alerta e crítica, continuamente reforçada por meio de intervenções cosméticas ou efetivas no desenvolvimento técnico econômico” (BACK, 2011, p. 24).

O discurso acerca da sociedade de risco e dos riscos tecnológicos é de grande relevância para embasar as discussões propostas nesse trabalho. Sendo assim, julga-se necessário retomá-las mais adiante, em um capítulo específico, pautado nas ideias de Ulrich Bech (2011), Anthony Giddens (1991) e Luiz Davi Castiel (1999), além das contribuições de outros teóricos de igual relevância. Por hora, é importante destacar que, ao mesmo tempo que se intensifica a industrialização e aumenta o desenvolvimento tecnológico, são lançados no ambiente, principalmente das cidades, uma série de poluentes que geram riscos à saúde humana. A poluição do ar como o aumento da emissão de gás carbônico e outras substâncias tóxicas, já vem sendo estudada há mais tempo. Além desta, se destaca a poluição das águas por substâncias, poluição do solo pelo descarte irregular de resíduos, a poluição sonora, a poluição visual, a poluição luminosa e, por fim, a poluição eletromagnética causada pelo aumento intensivo de novas tecnologias (SOLLITTO, 2009).

A poluição eletromagnética está diretamente associada à crescente demanda por produção de energia para assegurar o estilo de vida da população moderna, principalmente nos grandes centros urbanos. Uma característica peculiar dos riscos dessa poluição é que eles são invisíveis e imperceptíveis, o que dificulta o conhecimento da população sobre sua existência e, consequentemente a sua gestão. O público, em geral, é mais sensível a perigos de grande

impacto visual do que a riscos invisíveis e que, muitas vezes, estão relacionados aos seus hábitos de vida.

Daí a importância de que a população tenha consciência dos riscos da exposição à radiação eletromagnética. Principalmente a população em situação de exclusão social, ou seja, aquela população que tem dificuldade de acesso, ou mesmo é privada, de recursos e oportunidades dentro do tecido social, incluído nestes o acesso à informação sistematizada sobre questões de saúde e de doença, para que se tenha consciência dos riscos aos quais estão expostas para que, a partir daí, possam exercer seu direito de proteção social em saúde.

No que se refere à saúde humana, tem sido discutido internacionalmente que os impactos causados pela exposição aos Campos Eletromagnéticos – CEM podem estar relacionados ao surgimento de diversas enfermidades que compõem o grupo das Doenças e Agravos Não Transmissíveis - DANT<sup>1</sup>. Tais doenças têm em comum o fato de não terem causas definidas, pelo menos em sua maioria, e estarem associadas à diversos fatores de risco, geralmente ligados ao ambiente de vivência, estilo de vida e hereditariedade. É fato que houve um considerável aumento de casos dessas doenças nas últimas décadas do século XX e início do século XXI (SOLLITTO, 2009).

No Brasil, por exemplo, o perfil epidemiológico da população passou por consideráveis mudanças nas quatro últimas décadas do século XX, onde houve uma diminuição dos casos de doenças infectocontagiosas e um progressivo aumento de morbimortalidade por DANT. Esse aumento pode estar ligado à maior exposição da população aos riscos tecnológicos, uma vez que são consideradas ‘doenças da modernidade’, mas também pela evolução das tecnologias de detecção dessas enfermidades, como é o caso do câncer (SOLLITTO, 2009).

As DANT têm sido consideradas como um grave problema de saúde pública, devido ao considerável aumento no número de casos que se tem observado à escala global. Entre as principais doenças desse grupo, destacam-se as neoplasias malignas ou cânceres, o diabetes, a arteriosclerose, a hipertensão, as doenças cardíacas e da coluna vertebral, o mal de Alzheimer, o mal de Parkinson, o reumatismo, a esclerose múltipla, a artrite deformante, a artrose, o glaucoma e as doenças do sistema respiratório (REMOALDO, 2012).

---

<sup>1</sup> Doenças e agravos não transmissíveis (DANT) são doenças ou agravos cuja etiologia não está diretamente relacionada a um agente biológico, mas a múltiplas causas de origem física, social, econômica e ambiental. No Brasil, as DANT congregam as chamadas Doenças Crônicas não Transmissíveis (DCNT) acrescidas dos acidentes e violências. Fonte: <https://www.vs.saude.ms.gov.br/doencas-e-agravos-nao-transmissiveis-dant/>

O câncer, apesar de ser uma doença conhecida há séculos, tem ocupado lugar de destaque nos estudos referentes à saúde por todo o mundo e se tornou um problema de saúde pública, devido ao caráter epidêmico com que tem se apresentado. Estudos apontam que no ano de 2030, a carga global de câncer será de 21,4 milhões de casos novos e 13,2 milhões de mortes pela doença, decorrentes do crescimento e do envelhecimento populacional (INCA, 2014). Entretanto, as causas do câncer, assim como de diversas outras enfermidades que compõe o grupo das DANT, ainda são, na maioria das vezes, consideradas indeterminadas ou desconhecidas, como mencionado antes. Esse fato ressalta a relevância de pesquisas que contribuam para evidenciar as possíveis causas dessas enfermidades.

Em relação ao câncer, sabe-se que suas causas podem ser externas ou internas ao organismo, estando ambas inter-relacionadas. As causas internas são geneticamente pré-determinadas e estão ligadas à capacidade do organismo de se defender das agressões externas. Entre as causas externas estão os fatores ligados ao meio de vivência e aos hábitos ou costumes próprios de um ambiente social e cultural. De acordo com o Instituto Nacional do Câncer – INCA, a maioria dos casos de câncer (80%) está relacionada ao ambiente de vivência da população, no qual se encontram diversos fatores de risco. Entenda-se por ambiente aqui o meio físico (água, terra e ar), o ambiente ocupacional (indústrias químicas e afins), o ambiente de consumo (alimentos, medicamentos) e o ambiente social e cultural (estilo e hábitos de vida). Assim, as mudanças causadas no meio ambiente pelo próprio homem, os hábitos e o estilo de vida adotado, podem estar associados a diferentes tipos de câncer (INCA, 2014).

Entre os fatores de ordem ambiental, considerados de risco para o desenvolvimento do câncer, relacionados ao ambiente construído, a poluição eletromagnética é considerada como possível carcinógeno para humanos. Entre as fontes emissoras de CEM, que podem impactar a saúde humana, estão as linhas de transmissão de energia elétrica. O avanço tecnológico favoreceu a expansão dos sistemas elétricos e de telecomunicações. O uso da eletricidade tornou-se indispensável para a manutenção da vida moderna, aumentando a exposição das populações aos CEM gerados pelos condutores de energia elétrica, principalmente as linhas aéreas de transmissão (WHO, 2007; AZEVEDO, 2010).

Estudos realizados à escala internacional têm demonstrado que as linhas de alta tensão<sup>2</sup> em áreas residenciais podem causar impactos na saúde humana que não se restringem apenas à poluição visual, uma vez que compromete o aspecto estético da paisagem ou a riscos de

---

<sup>2</sup> De acordo com a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, as redes com tensões nominais iguais e entre 50/60 kV e 138 kV são denominadas Redes em AT – Alta Tensão.

acidentes pela queda de um poste ou torre. A presença dessas estruturas nessas áreas abrange, principalmente, os riscos decorrentes da exposição aos CEM e ao ruído de baixa frequência. Acredita-se que essa poluição contribui para o desenvolvimento de determinados tipos de câncer na população exposta, além do aparecimento de outros distúrbios na saúde desses indivíduos como cefaleia, insônia, alterações imunológicas e efeitos neurocomportamentais (ALVES, 2016; REMOALDO, 2012). Apesar de ainda não haver consenso entre a comunidade científica sobre os impactos causados na saúde humana pela exposição aos CEM, muitos estudos sobre a temática têm demonstrado possíveis relações de causa-efeito dessa exposição e o surgimento de doenças, principalmente as que compõem o quadro das DANT.

É necessário inferir que os agravos à saúde em geral, e especificamente os provenientes da poluição tecnológica, impactam de forma mais acentuada a população mais vulneráveis do ponto de vista social e econômico. Não somente pela morbimortalidade que causam, mas também pela falta de recursos financeiros para custear o tratamento dessas enfermidades. Fato que acaba por onerar o sistema público de saúde, pois é sabido que no Brasil, a maior parte da população é menos favorecida economicamente, resultado das profundas desigualdades que ainda persistem no país pois, concordando com Ulrich Back, o desenvolvimento científico-tecnológico produz riquezas ao mesmo passo em que gera pobreza.

Toda essa demanda por serviços de saúde exige do Sistema Único de Saúde – SUS, melhores estratégias para garantir o efetivo acesso da população a esses serviços, além de planejar ações multissetoriais para melhorar os determinantes sociais e econômicos, o que, por sua vez, relaciona-se à reorganização de políticas públicas. Para que haja eficiência na oferta dos serviços de saúde, são necessários investimentos governamentais e a prática de pesquisas constantes, que estudem o processo de distribuição e causas das doenças, principalmente quando se trata de enfermidades consideradas graves como é o caso do câncer.

### **Definição da problemática**

Tem sido discutido, em escala global, que a presença de linhas de alta tensão no espaço urbano torna os ambientes poluídos do ponto de vista sonoro e pela radiação eletromagnética. Segundo Alves *et al* (2015), os níveis sonoros emitidos por tais estruturas podem ser uma fonte potencial de ruído de baixa frequência<sup>3</sup> e provocar danos à saúde da população considerada exposta. O ruído ambiental é considerado pela Organização Mundial de Saúde - OMS - como

---

<sup>3</sup> Os campos de baixa frequência ocupam a faixa de 3 a 3.000 Hz, com um longo comprimento de onda. As redes de geração e transmissão de energia elétrica são campos de frequência extremamente baixa, compreendendo as faixas de 50 a 60 Hz.

a terceira maior forma de poluição ambiental precedido pela poluição da água e do ar, devendo ser considerado como indicador de qualidade de vida nas cidades pelos impactos que causam na saúde (ALVES, 2017).

Vários estudos referentes aos impactos causados na saúde humana pela exposição aos CEM vêm sendo desenvolvidos em diversos países. Em decorrência desses estudos, a OMS, definiu o limite de até 250 metros de distância das áreas de risco para que se construa habitações humanas, considerando que esse limite é suficiente para que a radiação eletromagnética de frequência baixa e extremamente baixa não exerça influência na saúde da população (WHO, 2007). Nos países de economia avançada, as pesquisas sobre tema já são desenvolvidas com mais intensidade. Recentemente, uma equipe de investigadores da Universidade do Minho (Portugal), identificou que das 1.022 habitações existentes próximas das linhas de alta tensão em Guimarães/Portugal, apenas 98 domicílios apresentam distância das linhas igual ou superior a 250 metros (AZEVEDO, 2010; ALVES *et al*, 2015; ALVES *et al*, 2017).

Daí a necessidade de se verificar tal situação no Brasil, onde o crescimento desordenado das cidades, tanto dos grandes centros urbanos como das cidades médias, leva uma multidão de pessoas a se abrigarem em áreas de risco, como é o caso das proximidades das subestações e linhas de transmissão de energia elétrica de alta tensão. Nesse contexto, elegeu-se como campo para esse estudo, a cidade de Montes Claros, localizada na região Norte de Minas Gerais, que é considerada uma cidade média. Montes Claros passou por um rápido e acentuado processo de urbanização e crescimento populacional nas últimas décadas do século XX e início deste.

O processo de urbanização pelo qual a cidade de Montes Claros passou veio acompanhado por uma série de problemas de ordem ambiental e social, onde se destacam as más condições de moradia da população. O crescimento urbano da cidade se deu sem planejamento e os órgãos responsáveis por este setor encontram dificuldades para controlar e planejar a dinâmica demográfica atual. Atualmente, a cidade exerce a função de polo regional, uma vez que oferta serviços dos mais variados setores, como da educação, do comércio em geral, do sistema jurídico e, principalmente, da saúde, além de oferecer melhores oportunidades de trabalho (PEREIRA, 2007).

Montes Claros possui no seu espaço urbano duas subestações de energia elétrica juntamente com os postes e linhas de alta tensão para a transmissão dessa energia. É possível observar um considerável contingente populacional vivendo no entorno dessas estruturas. Nota-se também que estão surgindo novos aglomerados populacionais próximos dessas estruturas, já

que o crescimento populacional da cidade é bastante dinâmico, pois parte da população dos municípios mais próximos migra para Montes Claros em busca de melhores condições de vida.

Diante do exposto, o seguinte questionamento embasa a proposta desta pesquisa: As linhas de transmissão de energia elétrica de alta tensão presentes no espaço urbano podem afetar a saúde humana devido à exposição aos Campos Eletromagnéticos? Os estudos já realizados sobre a temática evidenciam relações de causa-efeito em relação à essa exposição? Quais são os órgãos responsáveis por regulamentar os níveis e limites para a exposição humana à radiação eletromagnética? Qual a situação socioeconômica da população que habita essas áreas? A população em geral tem conhecimento dos riscos à saúde decorrente da exposição aos CEM?

Percebe-se que, no Brasil, esses estudos ainda são incipientes, fato que evidencia a relevância dessa pesquisa, no sentido de fomentar essa temática nas investigações científicas do país, inclusive naqueles realizados no âmbito da Geografia da Saúde, além de novas metodologias para pesquisas em saúde e planejamento urbano. Estudos dessa natureza poderão subsidiar os órgãos públicos na formulação de ações que visem a garantia de melhor qualidade de vida e bem estar social. Ressalta-se que a metodologia utilizada na investigação é passível de ser aplicada nas diversas cidades brasileiras que apresentem a problemática definida na presente tese.

### **Hipótese de trabalho**

O atual processo de urbanização tem provocado uma série de problemas de ordem ambiental e social decorrentes dos padrões de consumo e do estilo de vida contemporâneo. Estes problemas geram impactos significativos no ambiente, na saúde pública e, conseqüentemente, na qualidade de vida da população. Alguns desses problemas já são amplamente discutidos nas conferências sobre saúde que ocorrem em diversas escalas, como os gases do efeito estufa e o ruído ambiental. Contudo, existem outros riscos à saúde humana decorrentes do desenvolvimento de infraestruturas de serviços e equipamentos, principalmente aqueles referentes às novas tecnologias de informação e comunicação, que precisam ser intensificados nos debates sobre saúde.

A dinâmica populacional na modernidade faz com que a demanda por novas tecnologias aumente consideravelmente, ampliando os desafios para o planejamento urbano conciliar áreas residenciais, oferta de equipamentos e serviços e a criação de espaços saudáveis e sustentáveis, para que sejam amenizados assim os usos conflituosos do espaço urbano. Como já exposto anteriormente, a presença de linhas de transmissão de energia elétrica de alta tensão

em áreas residenciais pode tornar o espaço urbano ambientalmente poluído pela radiação proveniente dos CEM.

A hipótese central desse trabalho é que os riscos à saúde produzidos pelo desenvolvimento tecnológico se conformam e se distinguem na lógica da estruturação urbana, impactando principalmente os grupos populacionais que se encontram em estado de vulnerabilidade social. Essa situação é agravada pelo fato de que essas pessoas não têm conhecimento suficiente para perceberem esses riscos, principalmente os que decorrem dos CEM gerados pelas linhas de transmissão de energia elétrica de alta tensão, haja vista que em uma “sociedade de riscos”, a percepção do risco é fundamental para uma postura de exigência perante instituições privadas e dos poderes públicos, que são os principais responsáveis pela gestão dos riscos aos quais a população está exposta.

### **Objetivos da investigação**

Essa investigação tem como objetivo geral analisar a problemática referente aos riscos à saúde humana gerados pela exposição à radiação eletromagnética provenientes das linhas de transmissão de energia elétrica de alta tensão presentes no espaço urbano de Montes Claros/MG. Este se desdobra nos seguintes objetivos específicos:

- Contribuir de forma teórica para o fomento dos estudos da Geografia da Saúde no Brasil, principalmente aqueles relacionados às enfermidades caracterizadas pela incorporação de riscos tecnológicos;
- Verificar quais são as principais doenças, apontadas pelos estudos científicos, que possam ter uma relação causal com a exposição humana à radiação eletromagnética proveniente das linhas de transmissão de energia elétrica, a fim de fomentar o debate e reflexão sobre o tema;
- Averiguar as condições socioeconômicas da população que habita em áreas com risco de exposição aos CEM de frequência extremamente baixa, para subsidiar a elaboração de estratégias mais eficazes para a mitigação dos possíveis riscos à saúde humana;
- Avaliar o nível de percepção da população, em geral e exposta, sobre os possíveis riscos à saúde humana pela exposição aos CEM de frequência extremamente baixa;
- Sugerir um plano de ações que contribua para a melhor gestão dos riscos relacionados aos CEM gerados pelas linhas de transmissão de energia elétrica de alta tensão presentes no espaço urbano de Montes Claros.

## **Estrutura da tese**

A presente tese está estruturada em seis capítulos, que apresentam conteúdos distintos, mas não excludentes entre si.

No primeiro capítulo, de aspecto teórico, intitulado “Perspectiva Histórica em Geografia da Saúde”, aborda o desenvolvimento dessa vertente à escala internacional. Traz uma abordagem que abrange a perspectiva tradicional e contemporânea dos estudos sobre saúde no âmbito da ciência geográfica, a fim de se fortalecer as bases epistemológicas dessa vertente, haja vista que ela vem ganhando destaque nos estudos que envolvem a relação entre a sociedade e espaço geográfico. Procura-se frisar também, que a evolução do pensamento geográfico exerceu forte influência na abordagem e análise dos padrões espaciais de doença.

O segundo capítulo, intitulado “Caminhos Metodológicos”, é dedicado a apresentar os caminhos metodológicos e as fontes de dados, tanto primárias como secundárias, coletadas e processadas para a consolidação dos argumentos presentes nesta investigação. Este capítulo traz, ainda, a localização da área elegida para a pesquisa, situado na cidade de Montes Claros/MG. Traz ainda uma breve explanação sobre a área de estudo centra-se na dimensão socioeconômica e nos indicadores sociais à escala do município e do setor censitário, sempre que possível.

No terceiro capítulo, intitulado “Desenvolvimento Tecnológico e Sociedade de Riscos” faz-se uma revisão teórica acerca dos riscos à saúde humana provenientes da revolução tecnológica característica da “sociedade de risco”, conceito que também é apresentado como fundamental para se discutir os resultados desse estudo. Discute-se, ainda, tópicos referentes à percepção e avaliação dos riscos, além de se fazer uma breve análise acerca da comunicação dos riscos, com foco nos riscos tecnológicos introduzidos pela modernização no que tange a poluição eletromagnética.

No quarto capítulo “Os riscos da radiação eletromagnética sobre a saúde humana”, é feita uma caracterização dos CEM e de suas fontes emissoras. Discute-se como a radiação eletromagnética interage com o corpo humano provocando alterações celulares podendo desenvolver diversas enfermidades. Apresenta-se, à luz de pesquisas já desenvolvidas em escala global, as possíveis doenças provenientes dessas alterações com foco nas neoplasias malignas, bem como as dificuldades de comprovar a relação causa-efeito dessas enfermidades com a radiação eletromagnética. Faz-se ainda uma análise sobre a diretrizes e regulamentações existentes em escala nacional e internacional sobre as normas e limites recomendados para o

controle da exposição aos CEM, no intuito de que seus possíveis impactos na saúde não venham a se tornar um problema de saúde pública.

O quinto capítulo “Problemática acerca dos riscos da radiação eletromagnética emitida pelas subestações e linhas de transmissão elétrica em Montes Claros/MG”, traz a caracterização de Montes Claros no contexto local e regional e discute-se o processo de ocupação e expansão urbana da cidade em questão. Apresenta os resultados alcançados na pesquisa a partir da análise dos dados, obtidos tanto com o mapeamento urbano das áreas que apresentam as fontes emissoras de radiação eletromagnética, no caso a linhas de transmissão de energia elétrica de alta tensão, como com os inquéritos e entrevistas aplicados junto à população. Foram comparados e analisados dados que refletem a problemática gerada pela presença das subestações e linhas de transmissão de energia elétrica no espaço urbano de Montes Claros e a construção de áreas residenciais em seu entorno, bem como a observância dos limites orientados pelas organizações internacionais como a OMS. Foram discutidas variáveis que refletem as condições de vida e de vulnerabilidade social, além do nível de percepção dos riscos da população em geral e daqueles que residem nas áreas de risco. Os resultados foram apresentados em forma de mapas, gráficos e tabelas e discussões teóricas baseadas na bibliografia apresentada nesse estudo.

## **1. PERSPECTIVA HISTÓRICA EM GEOGRAFIA DA SAÚDE**

O objetivo deste capítulo é apresentar uma perspectiva histórica acerca do desenvolvimento da Geografia da Saúde. Trata-se de uma vertente da Geografia que se iniciou na Grécia Antiga, desenvolvida por médicos e sanitaristas *à priori*. Possui uma longa história de consolidação, embora seja do ponto de vista da epistemologia, pouco explorada. Diante disso, busca-se trazer uma abordagem que abrange a perspectiva tradicional e contemporânea dos estudos sobre saúde no âmbito da ciência geográfica, a fim de se fortalecer as bases epistemológicas dessa vertente, haja vista que esta vem ganhando destaque nos estudos que envolvem a relação entre a sociedade e espaço geográfico.

Procura-se frisar também, que a evolução do pensamento geográfico exerceu forte influência na abordagem e análise dos padrões espaciais de doença. A abordagem mais contemporânea da Geografia da Saúde acompanha o movimento de renovação da Geografia e apresenta uma pluralidade de temas com diferentes perspectivas. Contudo, os temas abordados nas investigações de Geografia da Saúde, inclusive no Brasil, ainda se dedicam pouco às patologias emergentes da transição epidemiológica atual, característica do desenvolvimento tecnológico. Muitas dessas patologias podem causar impactos irreversíveis no corpo humano, como é o caso das doenças crônico-degenerativas e distúrbios no sistema nervoso, e muitas ainda permanecem sem causa definida.

### **1.1. Origem e desenvolvimento da Geografia da Saúde**

A Geografia da Saúde (ou Geografia Médica, termo pelo qual foi primeiramente difundida) utiliza conceitos e metodologias da Geografia para investigar tópicos relacionados ao processo saúde-doença. A partir do ponto de vista holístico, lida com uma variedade de sistemas culturais e uma biosfera diversificada, conciliando fatos, conceitos, teorias e técnicas de outras ciências sociais, físicas e biológicas. No entanto, aborda a saúde e a doença através de questões e perspectivas centrais utilizando suas próprias técnicas de análise espacial. Nesse sentido, a Geografia da Saúde é uma vertente integrativa, de várias camadas, que tem espaço em seu amplo escopo para ampla gama de contribuições especializadas (MEADE; EMCH, 2010).

Santana (2014) afirma que a Geografia da Saúde é um campo da ciência geográfica que integra elementos da Geografia Física e da Geografia Humana para a compreensão de fenômenos atuais e multiescalares referentes à saúde. Para a autora, essa especialidade ocupa uma posição de destaque por ser um espaço para onde se convergem ou se cruzam fenômenos

naturais, socioeconômicos, culturais e comportamentais, fundamentais para a explicação dos padrões de saúde e doença. Segundo Barcellos (2008, p. 10), a Geografia da Saúde “É um campo do conhecimento no qual devem participar os diversos técnicos e profissionais interessados em estudar os processos de saúde, doença e cuidado no espaço geográfico, para nele poder intervir”.

Entre os principais objetivos da Geografia da Saúde, está o desenvolvimento de um arcabouço teórico-metodológico para as análises espaciais do processo saúde-doença, a produção de informações que contribuam com as investigações epidemiológicas, com a administração de saúde e com a maior racionalidade das ações que visem o melhoramento das condições do bem-estar da população (PEITER, 2005). Santana (2014, p. 13-14) sintetiza o objetivo geral da Geografia da Saúde como sendo proporcionar “[...] conhecimentos que sirvam para compreender as relações que se estabelecem entre as condicionantes da saúde, os resultados efetivos das políticas e da organização dos serviços na saúde das populações e as suas consequências no desenvolvimento do território”.

Mesmo sendo considerada uma nova especialização no ramo da ciência Geográfica, a Geografia da Saúde possui uma perspectiva antiga. A importância do conhecimento das interações entre cultura e ambiente já era reconhecida há mais de 2.000 anos atrás. E o estudo dessas interações, relevante para a etiologia das doenças, promoção da saúde e prestação de serviços de saúde, é praticado hoje dentro da Geografia da Saúde (MEADE; EMCH, 2010). No panorama atual da saúde das populações é possível perceber, à escala global, a reemergência de doenças antigas, muitas consideradas erradicadas, que estão ressurgindo em meio a novos riscos.

A maior parte da população mundial se tornou urbana, fato que acarretou profundas mudanças em seus hábitos e estilo de vida, além das condições ambientais às quais está exposta, quer seja a poluição do ar e das águas, as mudanças climáticas, os avanços da biotecnologia para a produção de alimentos, o estresse causado pelo estilo de vida urbano, os riscos trazidos pelo desenvolvimento tecnológico, entre outros. Todos estes fatores transformam a ecologia da doença na contemporaneidade, tornando o estudo sobre como as pessoas, suas culturas e sociedades, em diferentes ambientes, criam e disseminam doenças, promovem a saúde e fornecem cuidados aos doentes, cada vez mais relevante. É nesse contexto que a Geografia da Saúde não só pode avançar no conhecimento e análise das interações entre saúde e ambiente, mas também ter aplicados os resultados dessas análises (MEADE e EMCH, 2010).

Os pressupostos históricos da Geografia da Saúde se reportam à Grécia antiga, da mesma forma que os fundamentos da própria Geografia. Logo, a especialidade possui constância e sincronismo com a “ciência mãe” que a acolhe, pois, a ciência e a especialidade apresentam muitas similaridades, sendo ambas estruturadas e codificadas ao mesmo tempo, no final do século XVIII e início do XIX (MAZETTO, 2008).

A Geografia da Saúde também nasceu concomitante com a própria história da medicina, pois o pensamento médico da antiga Grécia influenciou por séculos o pensamento ocidental, no que se refere ao processo saúde/doença. As primeiras obras referentes ao tema são reportadas aos gregos Hipócrates, que escreveu seu tratado provavelmente por volta do ano 480 a.C., denominado *Dos ares, das águas e dos lugares*, no qual o autor analisa a influência de fatores ambientais no surgimento de doenças; e Heródoto, com seus escritos sobre a medicina nas civilizações egípcias, que datam do ano 500 a.C. (LACAZ, 1972; PESSÔA, 1978; PEITER, 2005).

É possível perceber na obra de Hipócrates uma compreensão higeica<sup>4</sup> da relação saúde e ambiente, uma vez que ele relacionava as causas da saúde e da doença aos fatores geográficos. De acordo com Andrade (2000), este fato evidencia o caráter determinista da obra, pois o cerne da análise hipocrática residia na relação homem-meio. Quando afirmava que a saúde era o resultado da relação das populações com o lugar onde viviam, Hipócrates considerava os aspectos do meio físico, biológico e climático, e o estilo de vida.

Deveria se considerar, na concepção de Hipócrates, o estudo das estações do ano e os efeitos sobre os lugares, o modo em que os habitantes viviam, as suas atividades cotidianas, se comiam e bebiam em excesso ou gostavam de exercício e de trabalho (GUIMARÃES *et al.*, 2014). Assim, era fundamental entender o ambiente não somente como o meio físico e climático, mas também das relações humanas, do trabalho, da cultura e do cotidiano.

#### 1.1.1. A influência dos higienistas nos estudos geográficos sobre saúde

Nos séculos XVI e XVII, os estudos da Geografia da Saúde foram impulsionados com o advento das Grandes Navegações. A partir daí, surge a necessidade de se conhecer as doenças que acometiam as novas terras, favorecendo trabalhos que abordassem a geografia das doenças relacionando-as com as condições de vida da população (MAGALHÃES, 2013). Nesse

---

<sup>4</sup> Este termo se refere à Hygeia, uma das filhas de Asclépio, o deus da arte e da cura, segundo a mitologia grega. A deusa Hygeia possuía a sabedoria da restauração do equilíbrio das ações humanas nos ambientes coletivos, de onde advém o termo higienismo. (GUIMARÃES *et al.*, 2014)

período, os governos dos países colonizadores buscavam ampliar o conhecimento acerca das moléstias que ocorriam em suas colônias para a proteção de seus interesses.

Até o século XVII, as ideias de Hipócrates prevaleceram, não aparecendo nenhuma teoria sobre Geografia da Saúde que se diferenciasse do que estava explícito na obra “Ares, Águas e Lugares” (PESSÔA, 1978). Tais ideias foram difundidas e chegaram até o mundo moderno através dos árabes, que traduziram seus manuscritos e os transmitiram à filosofia escolástica nos séculos XVIII e XIX, na Europa Mediterrânea. Foi nesse período que surgiu a Teoria dos Miasmas<sup>5</sup>, segundo a qual existe uma relação hipocrática da saúde com o meio ambiente, considerando as condições de vida e de trabalho das populações, que pode favorecer o surgimento de doenças. Nesse sentido, o ambiente não aparecia como um simples elemento que influenciava a saúde, mas era concebido a partir da compreensão holística (GUIMARÃES *et al.*, 2014).

Já no século XVIII, com o advento da revolução industrial, as cidades se tornaram poluídas por causa das fábricas, pois não havia esgotamento sanitário nem água potável e as moradias eram insalubres. Nas ruas havia muita miséria, mendicância e alcoolismo, e os cadáveres ficavam espalhados a céu aberto. As pessoas não tinham o hábito de realizar a limpeza corporal, devido ao frio intenso e alto preço do sabão. Os que podiam pagar utilizavam perfumes no lugar dos banhos para tentarem minimizar os efeitos dos miasmas (GUIMARÃES *et al.*, 2014).

Nesse contexto, surgiram muitas medidas de proteção sanitária como a criação de cemitérios fora das cidades para o enterro dos mortos, coleta de lixo e drenagem de pântanos, que serviram como base da doutrina do Higienismo, pois eliminar os odores era melhor que tentar escondê-los. Nessa época, os estudos hipocráticos também contribuíram para a diferenciação das doenças endêmicas - sempre presentes na população local; e epidêmicas - aparecem, dependendo da época e das condições, com frequência variável (MAGALHÃES, 2013; PESSÔA, 1978).

Havia, nesse período, duas concepções que dividiam o pensamento higienista: os contagionistas e os anticontagionistas. Para os primeiros, independente dos miasmas que originavam a doença, ela continuaria a se propagar, sendo necessário para seu controle práticas como desinfecção de objetos, isolamento dos doentes e quarentenas, ou seja, através do contato físico, ou mesmo por objetos contaminados e pelo ar, um indivíduo doente transmitia a

---

<sup>5</sup> Os miasmas eram substâncias originadas nos pântanos provenientes de coisas estragadas e podres que se espalhavam nos lugares pelo ar e pelas águas, tornando os ambientes insalubres (GUIMARÃES *et al.*, 2014).

enfermidade para um indivíduo são. Na concepção dos anticontagionistas, as doenças eram transmitidas por processo de infecção através dos miasmas e não por contágio direto. Este pensamento contribuiu com as propostas de reforma urbana e sanitária com intervenção sobre ambientes insalubres em diversas cidades, principalmente na Europa, no século XIX (FINKELMAN, 2002; MAGALHÃES, 2013).

Os higienistas neo-hipocráticos acreditavam que a origem das doenças não estava no indivíduo, mas sim relacionada com o meio ambiente, sendo difundidas pelo ar. Tais ideias deram origem à Teoria da Constituição Epidêmica, de acordo com a qual seriam necessárias medidas de saneamento ambiental para o controle das enfermidades, considerando o território e as condições de vida da população como fatores determinantes das condições de saúde (GUIMARÃES *et al.*, 2014).

Também foi nesse período que nasceu a Medicina Social, cujo objetivo era entender a relação entre a doença dos indivíduos e das populações com o lugar de vivência. As pesquisas no âmbito da Medicina Social relacionavam os aspectos ambientais, desde o natural ao social, às condições de saúde e de doença, considerando nas análises o modo de vida das populações, bem como as condições de saúde e de trabalho (GUIMARÃES *et al.*, 2014).

Segundo Foucault (1979), a medicina se tornou uma prática social com o desenvolvimento do capitalismo, em fins do século XVIII e início do XIX, pois o corpo era a força de produção e de trabalho. O mesmo autor apresenta três etapas na formação da Medicina Social: a medicina de Estado, que se desenvolveu no início do século XVIII, na Alemanha; a medicina urbana que se desenvolveu na França no final do século XVIII; e a medicina da força de trabalho, que se desenvolveu na Inglaterra (FOUCAULT, 1979). Guimarães *et al.* (2014, p. 58-59) infere que:

Na Alemanha, a construção de um Estado-Nação forte chamava a atenção para a necessidade de indivíduos sadios e de políticas de saúde por meio da polícia médica. [...] Na França, essa nova abordagem surge das preocupações burguesas com a higiene urbana, em cidades que estavam sendo unificadas sob uma mesma ordem política, para favorecer a produção e as relações comerciais. [...] Na Inglaterra, as experiências da Alemanha e da França foram levadas em consideração, mas a intensidade da Revolução Industrial e o consequente êxodo rural, que aglomerou nas cidades uma grande população operária, em condições de higiene precária, ambientes poluídos e habitações insalubres, configurou um higienismo voltado ao ambiente de trabalho, das fábricas e das moradias dos operários.

A primeira obra considerada de fato como um tratado científico de Geografia Médica foi publicada em 1792 por Ludwig Fink, sob o título: *Ensaio de uma Geografia Geral médico-prática, na qual é exposta a parte histórica da ciência curativa dos povos primitivos e Estados*. Fink dedicou sua obra a Hipócrates, pois o considerava como seu único precursor, e foi

influenciado pelo higienista de maior nome da época, *J. F. Frank*, um grande estudioso da vida humana relacionada com fatores ambientais, físicos e sociais no campo da saúde (PESSÔA, 1978; MAGALHÃES, 2013).

Segundo Pêsoa (1978), o interesse de Fink repousava sobre a distribuição geográfica das doenças e, em sua obra, fez algumas recomendações consideradas sempre usuais como o estudo de plantas nutritivas e medicinais, o microclima, a situação geográfica, da condição dos solos e dos minerais, das plantas e animais existentes e da influência do clima sobre as doenças. Propôs ainda o estudo de questões sociais como a política sanitária, a assistência social a pobres e enfermos, além de propor uma análise sobre a administração médica do Estado.

### 1.1.2. Geografia da Saúde e Epidemiologia

As pesquisas na área da Geografia da Saúde, Entre os séculos XVIII e XIX, se centraram nos fenômenos relacionados às endemias e às epidemias, principalmente as provocadas pelas doenças tropicais. Mazetto (2008) enfatiza que a grande influência dos naturalistas, como Humboldt, Martius e Darwin nos estudos desse período. Com isso, a tendência centrada em fenômenos físicos foi renovada (ALVES, 2014).

Com o desenvolvimento da microbiologia, em fins do século XIX, surge uma nova concepção de doença com uma única etiologia e um único agente infeccioso. Tal fato fez com que os aspectos da relação saúde/doença e o meio ambiente perdessem a importância que adquirira desde os estudos Hipócrates. Nas últimas décadas do século XIX, os trabalhos de Pasteur sobre a etiologia das doenças infecciosas desconsideraram a influência do meio físico sobre a saúde/doença do homem e fez com que a tradição da escola hipocrática ficasse relegada a um simples capítulo da história da medicina (ALVES, 2014).

Nesse contexto, as causas das doenças foram atribuídas exclusivamente à ação de bactérias e os estudos foram centrados no corpo humano, negando o conjunto de fatores que atuam sobre a saúde ou enfermidade do homem e o meio ambiente deixou de apresentar a importância que vinha assumindo para os hipocráticos, surgindo a *Teoria Bacteriana* ou *Teoria dos Germes* (MAGALHÃES, 2013; PESSÔA, 1978). Com o descobrimento das bactérias e parasitas por Pasteur (1842-1895) e Koch (1843-1910), ocorreram uma série de transformações nos conhecimentos médicos e reformulações na noção do processo saúde-doença (PEITER, 2005). Uma nova concepção de saúde é instituída, onde o corpo humano era visto como uma máquina. O modelo biomédico de saúde reduziu a vida humana ao corpo, separando o homem

da natureza, sob o paradigma cartesiano, devendo cada parte desta “máquina” ser estudada separadamente. A partir daí,

Desloca-se o foco das ações da população para o indivíduo, do território para o corpo. Com a Teoria dos Germes, o ambiente da saúde passou a ser o mundo dos micróbios, visto pelas lentes do microscópio, sob a égide das explicações unicasais, para cada doença, uma causa (GUIMARÃES *et al.*, 2014, p. 65).

Todavia, as explicações da unicausalidade passaram a não satisfazer os estudos no campo da saúde, uma vez que era preciso entender como os agentes patogênicos infectavam as pessoas, sendo necessário considerar novamente o meio ambiente nas questões sobre saúde. Logo, os estudos sobre saúde passaram a aceitar a existência da relação entre o patógeno, o vetor e o ambiente no caso das doenças infecciosas e parasitárias, considerando a multicausalidade em lugar da unicausalidade. Essa é a Teoria da Tríade Causal, que originou o modelo da História Natural das Doenças<sup>6</sup> proposta por Leavel e Clark em 1958 (GUIMARÃES *et al.*, 2014; MAGALHÃES, 2013).

Já no início do século XX, as ideias hipocráticas voltam ao centro do debate, com o advento da ciência moderna, uma vez que o mesmo reconhece em seus estudos a possível ação dos micróbios, além dos efeitos do clima e das condições meteorológicas sobre a saúde/doença (PESSÔA, 1978). Assim, na primeira metade do século XX, surgem os estudos de “epidemiologia geográfica”, que procuravam identificar e explicar a distribuição de doenças pelo espaço, especialmente as doenças infecciosas. Esta é considerada a primeira linha de abordagem da Geografia da Saúde (MAZETTO, 2008).

Com isso, inicia-se a aproximação da Geografia com a Epidemiologia. Embora, as duas ciências possuam certas similaridades, cada uma aborda as questões sobre saúde e doença sob sua própria perspectiva, sendo então complementares. A Geografia da Saúde considera o ponto de vista geográfico na análise da distribuição e evolução das doenças, enquanto na Epidemiologia é desenvolvido o espírito médico de indagação (PESSÔA, 1978).

Guimarães *et al.* (2014) afirma que a Geografia e a Epidemiologia se desenvolveram em meados do século XIX, sob forte influência positivista no que se refere às potencialidades de leitura da realidade. Assim, as duas disciplinas tinham como preceitos a neutralidade científica e a busca da descrição dos fatos em si, como critério de verdade. Tanto no método geográfico quanto no método epidemiológico, o sujeito deveria manter um distanciamento

---

<sup>6</sup> A história Natural da Doença é um modelo teórico que visou à compreensão global dos processos interativos entre o agente, o suscetível e o ambiente, desde o início até a sua resolução, na ausência de intervenção (GUIMARÃES *et al.*, 2014).

crítico do objeto de estudo, para a obtenção de resultados claros e corretos (ALVES, 2016). Foi nesse contexto que a Geografia Clássica, de caráter naturalista e empirista, sob a influência do positivismo, contribuiu para as descrições e interpretações epidemiológicas, uma vez que se baseava nos métodos da descrição e da observação, utilizando a cartografia como suporte para a espacialização das doenças, enfocando os aspectos físicos da natureza.

Merece destaque alguns estudos realizados neste período, como o trabalho do médico John Snow, no ano de 1855, sobre a espacialização de cólera em Londres, na Inglaterra, associando-a a distribuição do abastecimento de água nas áreas afetadas (MAZZETO, 2008). Os trabalhos desenvolvidos pelo parasitologista Evgeny Nikanorovich Pavlovsky, em 1939, deram importante contribuição para as análises da relação espaço-saúde-doença, a partir de vários estudos sobre doenças infecciosas pautados na teoria ecológica, de onde formulou a *Doutrina da Nidalidade* ou *Teoria Dos Focos Naturais Das Doenças Transmissíveis*. Com esses trabalhos, vertente ecológica das doenças retorna aos debates, introduzindo importantes conceitos como a circulação do agente no meio natural e a formação do complexo agente-ambiente (PEITER, 2005; ALVES, 2017).

Outra importante contribuição para o avanço da Geografia da Saúde veio com os estudos realizados pelo geógrafo francês Maximillian Joseph Sorre. Este, em 1943, desenvolveu o conceito de “complexo patogênico”, o que permitiu a abordagem mais abrangente de uma grande variedade de doenças infecciosas e parasitárias (ALVES, 2017). Os estudos de Sorre contribuíram sobremaneira para a reaproximação entre a Geografia e a saúde:

Maximillien Sorre é considerado o primeiro geógrafo acadêmico a impulsionar os estudos de Geografia da Saúde em França e centra o método de pesquisa em três grandes temas complexos: 1) a influência do clima sobre o ser humano e as formas de adaptação do mesmo ao clima, com forte influência de Vidal de La Blache e do conceito de gênero de vida; 2) as ações dos agentes patogênicos complexos, que incorporam a sua estreita relação com a Sociologia, a Biologia e a Medicina; e 3) os efeitos quantitativos e qualitativos dos sistemas alimentares (ALVES, 2017, p. 45)

Para Sorre (1984), os complexos patogênicos possuem número e variedade infinitos, e sempre podem surgir novos devido à imprevisão das mutações microbianas, e seu conhecimento constitui a base de toda a Geografia da Saúde. Os fatores determinantes para a proliferação e a distribuição espacial de doenças endêmicas são complexos, e o indivíduo possui a capacidade de determinar o curso das doenças, considerando seus aspectos socioculturais (ALVES, 2017). A aproximação de Sorre com Vidal de La Blache influenciou diretamente na formação do conceito de complexo patogênico, pois na perspectiva possibilista, o ser humano é um agente do meio que age através de técnica e do seu grau de cultura (NOSSA, 2014). A

influência de Sorre na Geografia da Saúde e de Pavlovsky na Epidemiologia pode ser observada ainda hoje em diversos estudos (PEITER, 2005).

A Epidemiologia, entretanto, não ficou imune ao paradigma microbiológico, fato que acabou por obscurecer o seu caráter social (GUIMARÃES *et al.*, 2014). Contudo, com o ressurgimento de doenças infectocontagiosas e com o aumento considerável das doenças crônico-degenerativas e da violência, a Geografia tem sido chamada para o debate teórico-metodológico, juntamente com a Epidemiologia, onde se observa também a mudança de foco no conceito de doença para o de saúde.

### 1.1.3. A Geografia da Saúde no pós-guerra

Até a primeira metade do século XX, os estudos em Geografia da Saúde estiveram centrados na abordagem tradicional com uma forte influência da perspectiva ecológica, ressaltando que a área de extensão de uma determinada endemia ou epidemia é também a área de extensão de um patógeno. A principal preocupação nesse período era espacialização e padronização das doenças associando-as aos fatores do meio físico, a fim de conhecer a sua localização, os seus movimentos de expansão na superfície e compreender as circunstâncias (condições sociais) em que estão inseridos (ALVES, 2017; NOSSA, 2014).

O advento das grandes Guerras Mundiais traz profundas transformações no campo metodológico da Geografia. Pôde-se verificar uma dualidade marcada pela tradição empírica clássica e a necessidade de consolidar um campo teórico-metodológico baseado no pensamento científico dominante (ALVES, 2017). Com isso, consolida-se uma nova perspectiva teórico-metodológica da Geografia, denominada de New Geography ou Geografia teórico-quantitativa, que se coloca a serviço do Estado. Segundo Nossa (2014), após a II Guerra Mundial, erradicar as patologias infecciosas passa a ser a maior preocupação dos países desenvolvidos e para alcançar este propósito era necessário conhecer o terreno, ficando relegado à Geografia prestar esses serviços ao Estado balizados por métodos matemático-estatísticos.

O período pós-guerras também trouxe mudanças para o paradigma teórico-metodológico da Geografia da Saúde e ficou conhecido como o Renascimento da Cartografia Médica, devido o retorno do interesse pelo mapeamento das doenças. O objetivo da especialidade volta a uma perspectiva puramente tradicional, fundamentada na influência dos fatores ambientais e nas condições do lugar para a distribuição das doenças (NOSSA, 2014). Foram publicados vários ensaios para analisar a distribuição espacial das enfermidades bem

como de seus fatores de riscos, sejam eles naturais ou ambientais. Como exemplo pode-se citar o *Welt-Seuchen-Atlas*, produzido pelo Corpo Sanitário do Exército Alemão durante a década de 1940 para servir as operações militares (ALVES, 2017).

Os ensaios sobre Geografia da Saúde publicados no período pós-guerra, geralmente eram apresentados em diversas escalas e traziam a distribuição das enfermidades, epidemias e os transmissores, bem como o clima e a densidade populacional, conhecimentos relevantes para explicar a ocorrência e a difusão das doenças no espaço. Deve-se destacar que, naquela época, a Geografia da Saúde encontrava-se numa posição favorável, do ponto de vista do ensino e da pesquisa, principalmente na Alemanha, pois existia um sistema universitário que incentivava a combinação de estudos médicos e geográficos (ALVES, 2017; NOSSA, 2014).

Nos Estados Unidos da América, a Geografia da Saúde também vai se desenvolver para atender ao advento das guerras extracontinentais e ao domínio real ou econômico de outros países, americanos ou não (PESSÔA, 1978). Merece destaque a obra *Atlas of World Disease*, confeccionado pela *American Geographical Society* e dirigida pelo médico francês Jacques Mey, em 1948. Segundo Alves (2017), o atlas possuía 17 mapas que enfatizavam os fatores naturais na perspectiva da Geografia Social, englobando aspectos a distribuição populacional, a densidade, o nível de vida e os costumes religiosos, entre outros fatores. A perspectiva de May incorporava um determinismo com um viés mais ecológico, em que as doenças ocorriam em determinados lugares tendo por base a ecologia dos agentes e vetores específicos de determinadas enfermidades, deixando de lado o determinismo clássico baseado no clima e na Geografia.

Percebe-se que, como aconteceu com a própria ciência geográfica em seu período clássico, onde esteve a serviço das classes dominantes, ou seja, da burguesia, dos Estados e dos Império (SANTOS, 1986), também os estudos da Geografia da Saúde estiveram a serviço do poder estabelecido. Dessa forma, tanto a ciência como a especialidade eram instrumentos estratégicos usados para atender as pretensões políticas desses grupos detentores do poder, sendo tratada mais como uma ideologia do que uma filosofia.

A emergência da corrente neopositivista na Geografia introduziu novos temas e métodos, trazendo transformações estruturais e estruturantes, pois os estudos geográficos vão além da mera descrição racional do mundo, colocando em evidência a evolução das formas da paisagem e das organizações territoriais. Através de novas ferramentas de interpretação da realidade e da incorporação dos modelos matemáticos e estatísticos, que serviram como resposta para contornar a falta de prestígio social, no qual estava imersa no pós-guerra. Também

é redimensionado o conceito estrutural de espaço em Geografia e passa a incorporar conceitos provenientes da física numa perspectiva cartesiana sobressaindo a lógica matemática e funcional (NOSSA, 2014).

Em relação à Geografia da Saúde, a New Geography promoveu o desenvolvimento dos *Modelos Teóricos de Difusão*, através da aplicação da *Teoria da Difusão* do geógrafo sueco Torsten Hägerstrand em *Innovation Diffusion as a Spatial Process* (1953). Esse conceito passou a ocupar uma posição de destaque nas investigações geográficas na década de 1950. O foco desses modelos era estudar a transmissão de doenças infecciosas para identificar as formas de propagação das enfermidades no tempo e no espaço (ALVES, 2017; REMOALDO *et al.*, 2010; NOSSA, 2014).

De acordo com Alves (2017), foi sob a influência da corrente neopositivista, de base metodológica quantitativa, que se desenvolveu e se consolidou a “Geografia dos Cuidados de Saúde”, considerada como uma linha da abordagem tradicional, cujo foco de investigação centra-se na provisão e oferta/consumo de serviços de saúde. Os estudos realizados nessa perspectiva eram influenciados pelos modelos de localização de Walter Christaller, da década de 1930, e de August Lösch, da década de 1950, e objetivavam a otimização da localização de serviços e equipamentos, dando importante contribuição para a organização espacial, funcional e eficiente, na oferta dos serviços de saúde. Merece destaque o pioneirismo do geógrafo sueco Sven Godlund ao publicar, na década de 1960, o primeiro ensaio dessa vertente, intitulado *Population, regional hospitals, transport facilities in regions: planning the location of regional hospitals in Sweden* (ALVES, 2017; NOSSA, 2014).

A Geografia da Saúde experimenta o seu pleno desenvolvimento na corrente neopositivista a partir da década de 1970, e a Geografia dos Cuidados de Saúde recebe da perspectiva humanista da Geografia do Comportamento e da Percepção, incorporando os paradigmas teóricos e metodológicos dessa corrente, que reconhece que os comportamentos e os estilos de vida são os fatores mais expressivos no desenvolvimento de patologias (REMOALDO, 2005; NOSSA, 2014). Nesse contexto, o espaço passa a ser concebido a partir das crenças, valores e significados da condição humana, com base abordagem qualitativa e na concepção fenomenológica e existencialista do humanismo. Há a revalorização da dimensão subjetiva na Geografia com a tríade do mundo vivido, percebido e concebido.

#### 1.1.4. Geografia Médica X Geografia da Saúde: a questão do nome

O termo *Geografia Médica* foi utilizado para designar os estudos geográficos da saúde por várias décadas. Contudo, com o alargamento do espectro de temas relacionados à saúde humana e a sua relação com o ambiente implicou em modificações na sua designação. Em decorrência, no ano de 1976, em Moscou, a Comissão de Geografia Médica da União Geográfica Internacional (UGI) solicitou a adoção de uma nova denominação, mais abrangente, adotando-se o termo Geografia da Saúde (SANTANA, 2014; PEITER, 2005).

De acordo com Santana (2014), a Geografia Médica passou a ser designada como Geografia da Saúde, por que melhor expressa a riqueza metodológica e de objetivos, uma vez que se dedica sobre as questões de saúde mais do que sobre as questões meramente médicas. As investigações centram-se em fatos que expressam a vulnerabilidade das populações, quer seja em relação aos efeitos das alterações climáticas para a saúde humana, ou no aumento dos tempos de deslocamento casa/ trabalho das populações, nas mudanças de comportamentos e estilos de vida, no consumo de bens e serviços onde se incluem a procura de cuidados de saúde (SANTANA, 2014).

Com o avanço tecnológico que ocorreu no século XX, foram incorporadas novas técnicas nas ciências e novos paradigmas na sociedade em geral, que se refletiram nas questões referentes ao processo saúde/doença. Percebe-se uma preocupação maior não somente com o indivíduo ou com a doença, mas também com a análise dos fatores que influenciam a ocorrência das doenças, sejam eles econômicos, sociais, ambientais ou culturais, por parte da Geografia da Saúde. Todavia, o termo Geografia Médica, pelo qual essa vertente é mais conhecida, ainda é utilizado, principalmente em alguns países anglo-saxões (PEITER, 2005).

Apesar das discussões em relação à nomenclatura, não há como negar que a Geografia da Saúde tem a sua base ontológica centrada nos estudos médicos subsidiados pelo conhecimento geográfico. Alves (2017, p. 50) infere que “A mudança de terminologia parece-nos revelar uma clara crise ontológica entre geógrafos e médicos, mas para além deste aspeto revela uma tardia, porém necessária, incorporação desta área como disciplina na Geografia”. Contudo, terminologia “Geografia da Saúde” é mais abrangente, traduzindo os interesses dos geógrafos por questões referentes ao bem-estar e a promoção da saúde distanciando-se da medicina e da doença, além de englobar os conteúdos da Geografia Médica (herança francesa), da Geografia das Enfermidades (origem anglo-saxónica) e da Geografia da Assistência Sanitária ou dos Equipamentos Sanitários (REMOALDO, 2015).

As investigações dentro da Geografia da Saúde mantêm uma relação estreita com a Medicina, a Epidemiologia, a Biologia, a Saúde Pública, a Demografia, a Sociologia, a

Psicologia, a Economia, entre outras, revelando o caráter interdisciplinar desses estudos, mas que utilizam as ferramentas e métodos da geografia para compreender os padrões espaciais das doenças (REMOALDO, 2005; ALVES, 2017).

Dentro da própria ciência geográfica, a Geografia da Saúde se situa na intercessão da Geografia Humana e da Geografia Física, dialogando de forma plena com outros subcampos da Geografia, como Climatologia, Hidrografia, Geografia Urbana, Geografia da População, entre outros. Assim, essa vertente se tornou inclusiva de conceitos, metodologias e questões relacionadas à saúde e à doença. Abarcou as ciências biológicas, ambientais e sociais, utilizando tanto as metodologias quantitativas e qualitativas de cartografia e análise estatística, como o trabalho de campo participativo, as técnicas de entrevista e até mesmo as percepções abordadas pelas ciências humanas (MEADE; EMCH, 2010).

Além da discussão em relação à terminologia adotada, está a questão relacionada à conceituação da Geografia Médica ou da Saúde. Existem diversos conceitos aplicados aos estudos geográficos sobre saúde, considerando o paradigma existente na época ou adotado pelo autor:

Heinz Zeiss (1931; 1932) define a Geografia Médica como um ramo da Geografia que trata dos efeitos do ambiente sobre a população, os animais e as plantas num determinado espaço. [...] Jacques May (1950) define a Geografia Médica como o estudo sistemático das correlações existentes entre as doenças presentes na superfície da terra e as doenças da população. Samuel Pessoa (1960), médico brasileiro, definiu a Geografia Médica como o estudo da distribuição das doenças na superfície da terra e as modificações oriundas e resultantes da influência dos distintos fatores geográficos e humanos existentes. Carlos Lacaz (1972) identificou-a como o estudo da geografia das doenças sob o ponto de vista geográfico. [...] Meade et al. (1988) definiram a Geografia Médica como a aplicação dos conceitos, métodos e técnicas da Geografia para abordar temas relacionados com a análise espacial da saúde, das doenças e dos cuidados de saúde (ALVES, 2017, p. 51).

Segundo Barcellos (2008, p. 10), a Geografia da Saúde “É um campo do conhecimento no qual devem participar os diversos técnicos e profissionais interessados em estudar os processos de saúde, doença e cuidado no espaço geográfico, para nele poder intervir”. Percebe-se que todos os conceitos trazem uma perspectiva dos estudos geográficos sobre saúde baseados na distribuição espacial das doenças humanas e a sua relação com as condições ambientais. Nota-se a incorporação da dimensão espacial no estudo da saúde, do planejamento dos serviços de saúde, com o uso de ferramentas e abordagens da Geografia na “promoção da saúde” e investimento em “cidades saudáveis” para atender as necessidades emergentes do estilo de vida contemporâneo. No âmbito deste trabalho, utiliza-se o espaço geográfico como conceito chave para as discussões em torno da problemática apresentada.

## **1.2. Abordagem Tradicional e Contemporânea em Geografia da Saúde**

De maneira geral, os geógrafos da saúde consideram dois cortes epistemológicos na evolução desta disciplina. Pode-se afirmar que tais estudos estão divididos em duas vertentes: uma mais tradicional, chamada de Geografia Médica Ecológica, marcada por uma forte cartografia médica, com estudos voltados para a ecologia das doenças; e a Geografia da Saúde, vertente mais contemporânea, com os estudos focados na análise espacial e na utilização dos serviços de saúde. Nota-se que ambas não são excludentes, ao contrário, vinculam-se principalmente no âmbito dos estudos sociais (DUTRA, 2011). Para Santana (2014) as duas visões são complementares entre si e se inscrevem no território. A primeira se aproxima mais da doença e suas causas, e a segunda, dedica-se com maior ênfase à oferta dos serviços de saúde oferecidos para a comunidade, com evidência para o impacto dos cuidados na saúde e no bem-estar da população.

### **1.2.1. A abordagem tradicional nos estudos geográficos sobre saúde**

A abordagem tradicional nos estudos geográficos da saúde se refere às investigações que, historicamente, estão nas origens da Geografia Médica. Tais estudos são desenvolvidos na perspectiva da Ecologia das Doenças, com enfoque para a padronização espacial das doenças e seus fatores de risco, além da espacialização da morbidade e mortalidade em decorrência de tais doenças. Segundo Alves (2016), alguns autores entendem que esta separação ocasionou a divisão entre a Geografia Médica e a Geografia da Saúde, onde a primeira é compreendida como a abordagem tradicional e é subdivida em três perspectivas: Cartografia Médica, Ecologia das Doenças e os estudos de Associação Ecológica.

Segundo Santana (2014), a Geografia Médica tem como objeto de estudo a descrição dos padrões da doença e da mortalidade. Esta definição vem de encontro com Pessoa (1978, p. 1), quando o autor afirma que “Tem por fim a Geografia Médica o estudo da distribuição e da prevalência das doenças na superfície da terra, bem como de todas as modificações que nelas possam advir por influência dos mais variados fatores geográficos e humanos”.

Para Rojas (1998, p. 703), a distribuição espacial “[...] es una distribución geográfica, a partir de la cuál pueden establecerse relaciones con premisas etiológicas, naturales o sociales de los daños estudiados, esta dirección es comúnmente empleada en la Geografía Médica, dentro de la Nosogeografía”. Nesse âmbito, os trabalhos abordam a ecologia de doenças específicas, dando maior importância às diferenças territoriais na ocorrência, prevalência e

incidência das mesmas, relacionando as enfermidades com o meio físico e humano (SANTANA, 2014).

De acordo com Lacaz (1972), a Geografia Médica procura estudar a geografia das doenças, isto é, a patologia à luz dos conhecimentos geográficos. Este autor afirma que na Geografia Médica:

[...] o estudo do enfermo é inseparável do seu ambiente, do biótopo onde se desenvolvem os fenômenos de ecologia associada com a comunidade a que ele pertence. Quando se estuda uma doença, principalmente metaxênica, sob o ângulo da Geografia Médica, devemos considerar, ao lado do agente etiológico, do vector, do reservatório, do hospedeiro intermediário e do homem suscetível, os fatores geográficos representados pelos fatores físicos [...], fatores humanos ou sociais [...], e os fatores biológicos [...] (LACAZ, 1972, p. 1).

Tais conceitos evidenciam a influência do determinismo ambiental nos estudos que envolvem Geografia e saúde. Mesmo que no período pasteuriano a influência do meio físico no determinismo das doenças tenha ficado em um plano secundário, ele não deixou de ser essencial no âmbito da Geografia Médica no que se refere aos estudos das peculiaridades regionais das doenças (ALVES, 2016). É neste sentido que tais estudos vêm contribuir para uma melhor atuação dos agentes públicos no setor de saúde, pois, como afirma Lacaz (1972), a Geografia Médica resulta da interligação dos conhecimentos geográficos e médicos, mostrando a importância do ‘meio geográfico’ no aparecimento e distribuição de uma determinada doença, visando também fornecer bases seguras para os programas de saúde pública.

Dentro da perspectiva tradicional, os estudos sobre saúde possuem características mais descritivas acerca dos padrões de difusão espacial das doenças. São representados cartograficamente e relacionados com fatores ambientais, mantendo uma relação mutualista com outras ciências como a Ecologia, a Saúde Pública e a Epidemiologia. Há ainda os estudos que abordam a padronização espacial dos serviços de saúde. Estes recebem influência da abordagem humanista e fenomenológica e centram-se no planejamento e na organização eficiente da provisão dos serviços de saúde considerando, sobretudo, a percepção dos indivíduos (NOSSA, 2014). Contudo, os geógrafos da abordagem tradicional sofreram críticas relacionadas à superficialidade na análise e na utilização de conceitos e elementos de outras áreas científicas, como a Ecologia, a Estatística, a Demografia, a Epidemiologia e a Sociologia Médica (REMOALDO, 2005; NOSSA, 2014).

#### 1.2.2. A abordagem contemporânea nos estudos geográficos sobre saúde

A abordagem contemporânea dos estudos geográficos sobre saúde contempla uma um arcabouço complexo de paradigmas teóricos e metodológicos. Sob influências marcantes da

Teoria Social Crítica e do pós-modernismo, pode-se afirmar que esta abordagem se desdobra em três correntes: humanista, pós-modernista (cultural) e estruturalista (NOSSA, 2014). A abordagem humanista recebe a influência das Ciências Sociais como a Sociologia e da Antropologia, utilizando métodos qualitativos com foco no indivíduo. Já a corrente pós-modernista é influenciada pela Geografia Cultural e pela Geografia Médica, enfoca a promoção e a manutenção do estado de saúde e desconsidera a ausência de saúde e as suas causas. Utiliza instrumentos de análise da Geografia Cultural e metodologias da Antropologia, como a etnografia. No que se refere à abordagem estruturalista, esta se aproxima da perspectiva da Economia e da Política, tendo como foco de análise as políticas de saúde e o planejamento e ordenamento espacial dos serviços e equipamentos de saúde (ALVES, 2017; NOSSA, 2014).

A influência que a vertente contemporânea da Geografia da Saúde recebeu dos paradigmas antes mencionados, acarretou o desenvolvimento de teorias fundamentais para a explicação dos padrões de distribuição das doenças. Segundo Alves (2017), entre as décadas de 1960 e 1970 surge a Teoria da Transição Epidemiológica, que explicava as mudanças dos padrões de morbimortalidade nos países desenvolvidos. Essa teoria foi importante para explicar as variações dos padrões das doenças do foro cardíaco e cerebrovascular, assim como do aumento das sociopatias e das infecções sexualmente transmissíveis (NOGUEIRA & REMOALDO, 2010).

É nesse contexto que surgem estudos inovadores que apresentam novas linhas de investigação em Geografia da Saúde, principalmente a partir da década de 1970. Destacam-se as pesquisas que tratam das inter-relações entre os processos atmosféricos e os organismos vivos em geral, conhecidos como Biometeorologia ou Meteorologia Médica, com influência marcante da escola japonesa. Surgem também os modelos de análise em Geografia da Saúde, com destaque para o *Modelo da Ecologia Humana das Doenças*, desenvolvido por Meade et al. (1988) e por Meade & Erickson (2000), o *Modelo da Epidemiologia e da História Natural das Doenças* de Leavell & Clark (1976) e o *Modelo do Enfoque Ecológico da Saúde Humana* de Minayo (2002) (ALVES, 2017; NOGUEIRA & REMOALDO, 2010).

Segundo Alves (2017), os modelos de explicação dos padrões de saúde/doença desse período baseiam-se no *Triangle of Human Ecology*, que considera a tríade habitat-população-comportamento na definição das condições de saúde da população, onde: o habitat é tido como o espaço socialmente produzido que afeta diretamente a saúde humana; a população são seres humanos enquanto organismos biológicos, sendo hospedeiros potenciais de doenças; e o comportamento se refere ao aspecto cultural e estilo de vida.

Também surgiram outros modelos nessa linha de abordagem e que consideravam como determinantes em saúde a hereditariedade, o ambiente, a oferta de serviços de saúde e o estilo de vida. O ambiente era apresentado tanto como o meio natural e o construído pela ação humana, e o sociocultural, que considera os aspectos da economia e da educação. Já o estilo de vida compreende os comportamentos e atitudes, enquanto a oferta de serviços de saúde abarca os recursos para os cuidados de saúde como a prevenção, a cura, os cuidados e a reabilitação (ALVES, 2016). Nossa (2008, p. 58) afirma que:

[...] a referência contemporânea, da investigação geográfica aborda não só a interposição das estruturas sociais e políticas no acesso aos cuidados de saúde e na consequente qualificação de ‘territórios de justiça e equidade’, mas também a influência que os mesmos detêm na depreciação do *stock* de saúde dos indivíduos.

Diante da variedade de temas passíveis de serem investigados pela vertente mais contemporânea da Geografia da Saúde, não é tarefa fácil definir o seu objeto de estudo. No entanto, pode se afirmar que este envolve o estudo geográfico da distribuição e do acesso aos serviços e avaliação das desigualdades em saúde, sem desconsiderar o estudo dos padrões de distribuição das doenças pelo espaço. As transformações que vêm ocorrendo em todo o planeta acarretam uma série de problemas que vão desde diferenças socioeconômicas marcantes, que refletem nas questões de saúde, ao envelhecimento da população, devido ao aumento da expectativa de vida em escala global.

Esses processos trazem para o debate, no seio da Geografia da Saúde, uma série de temas a serem pesquisados. Contudo, deve-se ter o cuidado de não converter a Geografia da Saúde em uma área científica de generalidades. É importante que ela se constitua como um palco para a reflexão sobre questões de saúde, quer no domínio da Geografia Física quer no domínio da Geografia Humana. Dessa forma, “[...] a Geografia da Saúde pode ser simultaneamente abrangente – potenciada pela interdisciplinaridade geográfica e científica mais vasta – e focalizada sobre determinados aspetos resultantes da aliança entre o território (espaço, sociedade, cultura) e o tempo” (SANTANA, 2014, p. 16).

Dentro da ciência geográfica, a Geografia da Saúde é uma das áreas que mais pode contribuir em nível multidisciplinar, analisando temas que envolvam, por exemplo, o impacto causado pelos fatores geográficos na acessibilidade aos cuidados de saúde, a avaliação das políticas de planejamento e a importância do ambiente (natural ou construído) para a promoção da saúde da população. Segundo Alves (2017), as pesquisas realizadas em Geografia da Saúde, à escala mundial, enquadram-se em três eixos estruturantes cujas variáveis podem ser

justapostas, aglutinadas e intercaladas, dependendo da matriz de pensamento adotada, a saber: a doença, o indivíduo e o ambiente.

A Geografia da Saúde é considerada uma área relativamente jovem dentro da ciência geográfica. Todavia, tem sido praticada por diversos investigadores à escala mundial. Seu desenvolvimento tem sido entremeado por períodos de crises e busca da afirmação como subcampo teórico-metodológico da Geografia, embora seu campo epistemológico ainda esteja em processo de construção. As crises se traduzem nos aspectos identitários da disciplina, muitas vezes ligadas ao seu caráter interdisciplinar, às dificuldades de se adotar uma única corrente epistemológica para compreender a complexidade dos fatores sociais, além da dificuldade de se adotar uma postura científica mais próxima das ciências naturais, com amostras e metodologias claras e alinhadas estatisticamente (ALVES, 2017; NOSSA, 2014).

Na atualidade, as abordagens da Geografia da Saúde se caracterizam pela reaproximação da Epidemiologia com a Geografia a partir das novas tecnologias como o geoprocessamento e o sensoriamento remoto. Duas vertentes se sobressaem, uma em que os estudos consistem na ecologia das doenças (variações espaciais e suas relações ambientais) e outra, que se dedica aos serviços de prevenção e tratamento de saúde, sendo esta a que recebe maior enfoque no presente trabalho. O uso das geotecnologias para a produção de mapas e uso das novas técnicas estatísticas e modelos aproximam os estudos da Geografia da Saúde à perspectiva quantitativa, atribuindo à cartografia importante participação em tais estudos (ANDRADE, 2000).

### **1.3. O Espaço Geográfico como Categoria de Análise em Geografia da Saúde**

O discurso epistemológico na Geografia é algo que vem acontecendo em anos recentes. Segundo Gomes (2009), a própria palavra ‘epistemologia’ foi criada no começo do século XX em desacordo com a visão autoritária e unívoca do Positivismo, uma vez que a epistemologia contribui criticamente com as discussões sobre as formas de pensamento científico” (GOMES, 2009). Segundo este autor, não se pode evitar certas discussões epistemológicas dentro da Geografia, principalmente sobre sua natureza, seus métodos e suas finalidades. Em relação à Geografia da Saúde, deve-se enfatizar que não é tarefa fácil contextualizá-la epistemologicamente, pois esta evoluiu mais por meio de seu desenvolvimento empírico e somente no final do século XX surgiu a preocupação com sua abordagem mais epistemológica.

A introdução do debate epistemológico na Geografia impulsionou as discussões sobre a definição do seu objeto de estudo, definido desde então como sendo o espaço geográfico (GOMES, 2009). Santos (1988) afirma que a Geografia e a teoria geográfica devem ser buscadas de dentro do seu domínio próprio, ou seja, a partir do espaço. Para Suertegaray (2001), o campo de atuação da Geografia está delimitado pelo conceito de espaço geográfico, sendo este conceito o mais abrangente e o mais abstrato. Assim, “Os geógrafos reconhecem o espaço como seu campo de trabalho, como a matéria-prima a partir da qual realizam seus estudos” (GUIMARÃES *et al*, 2014, p. 16).

Nesse sentido, julga-se importante construir uma breve abordagem sobre a evolução destes conceitos, considerados fundamentais para as análises que envolvem Geografia e saúde, pois é no espaço geográfico onde se desenvolvem as interações entre as sociedades humanas e destas com o ambiente, resultando nas condições de saúde ou doença das populações.

### 1.3.1 A evolução do conceito de espaço na Geografia

Na Geografia Tradicional o espaço não era considerado como um conceito-chave, sendo privilegiados os conceitos de paisagem e região no discurso geográfico. Contudo, o conceito de espaço aparece na obra de Ratzel como espaço vital e de Hatshorne como espaço absoluto<sup>7</sup>. Já na Geografia teórico-quantitativa, o espaço é concebido, de um lado, através da noção de planície isotrópica e, de outro, de sua representação matricial (SPÓSITO, 2004).

Sob influência do filósofo marxista e sociólogo francês Henri Lefebvre, o espaço é visto como um instrumento político e lócus das relações sociais dentro da Geografia Crítica. Assim, tempo passa a ser entendido como espiral, ou seja, como seta e ciclo. Nessa perspectiva, o espaço geográfico passa a ser concebido como a coexistência das formas herdadas, isto é, a convivência do passado e do presente, ou ainda, de um passado reconstituído no presente (SPÓSITO, 2004; CASTRO *et al.*, 2000).

Na Geografia Humanista e Cultural, o espaço se confunde com o lugar e passa a ser concebido como espaço vivido. Assim, o conceito de espaço passou por variações, de acordo com o tempo e o contexto histórico, no decorrer da construção epistemológica da ciência geográfica (SPÓSITO, 2004; CASTRO *et al.*, 2000).

---

<sup>7</sup> Ratzel considera o espaço é considerado como indispensável para a vida do homem, considerando as condições de trabalho, sejam as naturais, sejam as socialmente produzidas. Para Hatshorne, o espaço é um conjunto de pontos que existem em si, independentemente de qualquer outra coisa. Espaço e tempo estão dissociados (SPÓSITO, 2004; CASTRO *et al.*, 2000).

O espaço não pode ser compreendido sem sua relação com o tempo. Segundo Spósito (2004), é Kant quem concebe a ideia de tempo e espaço como categorias filosóficas fundamentais para a compreensão da realidade. Para Kant, o tempo possui forma sequencial e linear, sendo uma sucessão de fatos no espaço. O espaço geográfico também foi analisado sob uma ótica de tempo como ciclo. Nessa perspectiva, a compreensão do tempo denota a ideia de fatos sucessivos que retornam ao ponto inicial, numa dinâmica estável e num movimento que se repete (SPÓSITO, 2004)).

Surge assim, uma nova concepção de espaço, entendido como espaço relativo, passível de ser definido, delimitado e representado a partir de variáveis pré-estabelecidas. O espaço geográfico é, assim, um todo uno, múltiplo e complexo, aberto a múltiplas conexões. Para esta autora, o espaço é dinâmico, e sua dinamicidade o torna possível de ser analisado a partir de várias categorias analíticas. Assim, a associação entre espaço e tempo permite uma melhor compreensão da realidade, principalmente agora, onde o avanço científico introduz novos paradigmas para a compreensão da vida cotidiana das pessoas no espaço e no tempo (SPÓSITO, 2004).

### 1.3.2. O espaço como categoria principal nos estudos sobre saúde

Os estudos realizados pelos pensadores críticos, geógrafos ou não, foram os que mais contribuíram para o avanço das análises espaciais no campo da saúde. A concepção do espaço como um produto socialmente produzido, palco das relações sociais, levou à compreensão da relação saúde/doença como um processo social, espacial e temporalmente construído. Esta concepção favoreceu a aproximação dos estudos geográficos com a Epidemiologia (FARIA; BORTOLOZZI, 2009). Estes autores destacam os trabalhos de Harvey (1980; 2006), Soja (1993), Santos (1978; 1988; 1997; 2004; 2006), entre outros, como os responsáveis por nortear uma nova concepção de espaço que incorpora os conceitos das ciências sociais nos estudos epidemiológicos (ALVES, 2017).

É necessário, para o entendimento dos processos espaciais, que se reflita sobre a natureza do espaço. Harvey (1980) define uma visão tripartida para a compreensão do espaço-tempo, que compreende os espaços absoluto (que se refere à existência material), relativo (a relação entre objetos) e relacional (onde o espaço contém e que está contido nos objetos), sendo a essência deste conceito a relação dialética entre os termos. Harvey (1980, p. 4-5) afirma que o espaço:

[...] é nem absoluto, relativo ou relacional nele mesmo, mas ele pode tornar-se um ou todos simultaneamente dependendo das circunstâncias. O problema de propor uma conceitualização do espaço está resolvida dentro da prática humana com respeito a ele. Em outras palavras, não há perguntas filosóficas para questões filosóficas levantadas sobre a natureza do espaço – a resposta está na prática humana. A questão “o que é o espaço?” é conseqüentemente substituída pela questão “como é que diferentes práticas humanas criam e fazem uso de diferentes conceitualizações do espaço?”

A partir do momento que se aceita o espaço como um produto social, cuja organização surge da prática social deliberada, há a possibilidade da existência de uma intrincada dialética socioespacial relacionada a uma estrutura de base econômica, contrapondo a ideia materialista de organização espacial como uma expressão cultural ligada à superestrutura. Dessa forma, a visão do espaço como contexto físico gerou uma base epistemológica ilusória no que se refere à análise do sentido concreto e subjetivo da espacialidade humana. Dessa forma, o espaço produzido socialmente é uma estrutura criada, comparável a outras estruturas sociais resultantes da transformação de determinadas condições inerentes ao estar vivo, exatamente da mesma maneira que a história humana representa uma transformação social do tempo (SOJA, 1993).

Nesse contexto, pode-se afirmar que a utilização do conceito de espaço na Epidemiologia seguiu o desenvolvimento teórico da própria ciência geográfica, em especial da vertente Geografia Médica, uma vez que os estudos epidemiológicos se centram na distribuição e nos determinantes das doenças em populações humanas. Inicialmente, os estudos epidemiológicos compreendiam o espaço como resultado de uma interação entre organismo e natureza bruta, não sendo consideradas as ações e percepções humanas. Essa noção de espaço estava sobre a influência da Geografia Clássica, que o entendia como substrato de fenômenos naturais, como o clima, a hidrografia, a topografia, a vegetação. Contudo, já se manifestava certa dualidade desde a origem do desenvolvimento do objeto de estudo das duas ciências, onde se contrapunha natureza e cultura, natural e artificial, corpo e mente, subjetivo e objetivo, e que acompanharam a história de ambas desde o seu nascimento (CZERESNIA; RIBEIRO, 2000).

Com o desenvolvimento da microbiologia e o aumento da especialização sobre a etiologia e a terapêutica nos estudos sobre doença, reduziu-se o papel do meio à dimensão física e biológica, abdicando-se de uma visão sistêmica. “No modelo biomédico, de caris positivista-causal, as doenças existem como entidades distintas, retirando do processo interpretativo saúde-doença a dimensão espacial, social, cultural e simbólica” (NOSSA, 2014, p. 142). O foco dos estudos em Epidemiologia estava, inicialmente, na ocorrência das doenças transmissíveis, com o uso mais objetivo da categoria espaço, no sentido de agregar maior número de elementos,

fortalecendo a materialidade na apreensão da relação espaço/ocorrência de doenças, a partir da ideia de circulação de agentes específicos no mesmo espaço (CZERESNIA; RIBEIRO, 2000).

Entre os principais trabalhos que contribuíram para o desenvolvimento do conceito de espaço em Epidemiologia e em Geografia da Saúde cita-se o conceito de *Foco Natural das Doenças* de Pavlovsky, desenvolvido na década de 30, considerado uma das mais importantes elaborações teóricas do conceito de espaço geográfico vinculado ao estudo de doenças transmissíveis. A teoria de Pavlovsky possui uma perspectiva ecologista, cujo grande mérito foi o de estabelecer o conceito de que o espaço era o cenário no qual circulava o agente infeccioso – a patobiocenose; este cenário era classificado em natural, ou intocado pela ação humana, e antropopúrgico, alterado pela ação humana (CZERESNIA; RIBEIRO, 2000).

Outro trabalho indispensável para o desenvolvimento da categoria espaço no âmbito das duas ciências em questão é o conceito de complexo patogênico desenvolvido por Max Sorre, que foi além da abordagem de Pavlovsky, ao propor a importância da ação humana na formação e dinâmica de complexos patogênicos (CZERESNIA; RIBEIRO, 2000). Sorre (1984) refere-se ao conceito de gênero de vida<sup>8</sup> como o conjunto da organização social humana, considerando os aspectos materiais e espirituais, ao abordar o conceito de meio incluindo o ambiente produzido pelo homem. Nas palavras do autor:

A noção de gênero de vida é extremamente rica, pois abrange a maior parte, senão a totalidade das atividades do grupo humano. É precioso atingir um grau de cultura bastante avançado para que os indivíduos se libertem da tirania do costume. Esses elementos materiais e espirituais são técnicas transmitidas pela tradição, mediante as quais os homens asseguram domínio sobre a natureza. Técnicas de obtenção de energia, técnicas de produção de matérias-primas, de utensílios; elas são sempre produtos da arte, técnicas, e também, assim, as instituições que mantêm a coesão do grupo, assegurando-lhe a perenidade. Criações do gênio humano: a pressão do meio físico estimula, orienta esse gênio, mas é precioso ter sempre em mente sua força criadora. (SORRE, 1984, p. 99-100)

O pensamento de Pavlovsky e Sorre influenciou sobremaneira a base conceitual da Geografia da Saúde, orientando trabalhos posteriores, principalmente no âmbito interdisciplinar. Nossa (2014) afirma que as contribuições de Max Sorre, entre as décadas de 1930 a 1950, evidenciam a importância da observação multicausal com ênfase numa ecologia humana, na interpretação da doença. Para o autor, Sorre introduziu um duplo conceito de espaço nos estudos sobre doença a partir do conceito de Complexo Patogênico:

---

<sup>8</sup> A noção de gênero de vida foi desenvolvida pelo geógrafo francês Vidal de La Blache no âmbito de seus estudos regionais. Para Vidal, gênero de vida é o “[...] conjunto articulado de atividades que, cristalizadas pela influência do costume, expressam as formas de adaptação, ou seja, a resposta dos grupos humanos aos desafios do meio geográfico” (ANDRADE, 1987, p. 71).

[...] um espaço cujo conceito coincide com o da biologia, centrando a sua atenção nas relações existentes entre um meio externo que varia e um meio interno que necessita de se adaptar para garantir o equilíbrio; e um outro espaço que a postura possibilista de Sorre modela, que está para além do meio físico e que resulta da capacidade transformadora dos grupos humanos, organizados política, económica e socialmente, buscando a satisfação de suas necessidades através do conceito expresso de género de vida (NOSSA, 2014, p. 142-143).

No Brasil, merecem destaque os trabalhos de Samuel Pessôa, que dedicou importante contribuição aos estudos das endemias prevalentes no país, em especial as transmitidas por vetores como malária, Doença de Chagas, esquistossomose, entre outras, no seio da chamada medicina tropical. Outro importante pesquisador que merece destaque é Luís Jacinto da Silva, considerado um dos primeiros a inserir o conceito de espaço geográfico nos estudos epidemiológicos, através do estudo da esquistossomose e da disseminação e distribuição espacial da doença de chagas no Estado de São Paulo (CZERESNIA; RIBEIRO, 2000; FARIA; BORTOLOZZI, 2009). As discussões aqui apresentadas validam a escolha do conceito de espaço para embasar as discussões e análises na presente tese.

### 1.3.3. Os estudos da Geografia da Saúde no Brasil

No Brasil, desde a segunda metade do século XIX já se desenvolviam estudos que envolvem saúde e conhecimentos geográficos. Nota-se que, antes mesmo da era pasteuriana, já havia os primeiros relatos que descreviam a distribuição das doenças sobre o território brasileiro feitos por naturalistas e viajantes estrangeiros. Os estudos desse período possuíam alta carga determinista, uma vez que consideravam os aspectos físicos do ambiente, como clima, vegetação e temperatura, nas análises sobre a distribuição das doenças (PESSÔA, 1978; PEITER, 2005; ALVES, 2017).

A maior parte dos trabalhos produzidos no Brasil nessa temática foram realizados por médicos e sanitaristas. Entre as principais obras, destacam-se *Ensaio Médico Social*, de Samuel Pessôa (1978), e *Introdução à Geografia Médica no Brasil*, de Carlos Alberto da Silva Lacaz (1972). Apesar de tais obras apresentarem características da perspectiva tradicional da Geografia da Saúde, elas são consideradas históricas e fundamentais para os estudos atuais, pois retratam a importância conferida pelos autores aos estudos que buscavam auxiliar na compreensão dos problemas de doenças que afligiam grande parte da população.

A produção de estudos no âmbito da Geografia da Saúde no Brasil, também foi impactada com o desenvolvimento da Microbiologia. Com a chegada da era microbiana, os trabalhos desenvolvidos, principalmente pelos sanitaristas, priorizavam o estudo da etiologia e maneira de transmissão das doenças infecciosas, deixando de lado os trabalhos que abordavam

os aspectos da Geografia (PESSÔA, 1978). Alguns trabalhos merecem destaque como as obras *A Climatologia e Nosologia do Ceará*, escrita por Gavião Gonzaga em 1925; *Clima e Saúde*, produzida por Afrânio Peixoto no ano de 1938, e *A Geografia da Fome*, livro produzido pelo geógrafo e médico Josué de Castro em 1946, considerado por Samuel Pessôa como uma das mais importantes obras da Geografia Médica do Brasil (PEITER, 2005).

É possível perceber que uma nova agenda de investigações está em pleno desenvolvimento, centrada na polaridade entre as oportunidades de viver com saúde e as ameaças de morrer precocemente, dado o interesse crescente de pesquisadores por estudo que envolva as enfermidades e a distribuição espacial da morbimortalidade. Destaca-se também a preocupação com o uso de aplicativos em sistemas de informação e os múltiplos recortes territoriais que superpõem o perfil epidemiológico ao espaço geográfico. Crescem também os estudos a respeito da vulnerabilidade às enfermidades e aos processos de adoecer e morrer, considerando fatores como: o ambiente físico e psicossocial, a condição de vida, o acesso físico e social aos serviços de saúde, dentre outros (ALVES, 2017).

Andrade (2000, p. 160) afirma que “A Geografia Médica, como um campo do saber que se preocupa com as questões relacionadas ao espaço e o processo saúde/doença, trouxe para o debate interno novas questões teóricas e metodológicas”. Nesse contexto, o estudo e espacialização das doenças infectocontagiosas e parasitárias, as ditas doenças tropicais, e das doenças crônico-degenerativas, como os cânceres e doenças cardiovasculares, além dos estudos sobre a qualidade dos serviços de saúde, voltados para as pesquisas urbanas e regionais, ganharam ênfase nestas últimas décadas.

Nota-se um crescente interesse pelos estudos no âmbito da Geografia da Saúde no Brasil, o que está favorecendo um maior número de publicações nessa temática. O cume dessas publicações ocorre no Simpósio Nacional de Geografia da Saúde, onde sua décima primeira edição, ocorreu em 2023 na cidade de Manaus/AM. Também a Revista Brasileira de Geografia Médica - Hygeia, considerada como um periódico específico da temática, tem promovido a oportunidade de se publicar diversos estudos nessa área (ALVES, 2017).

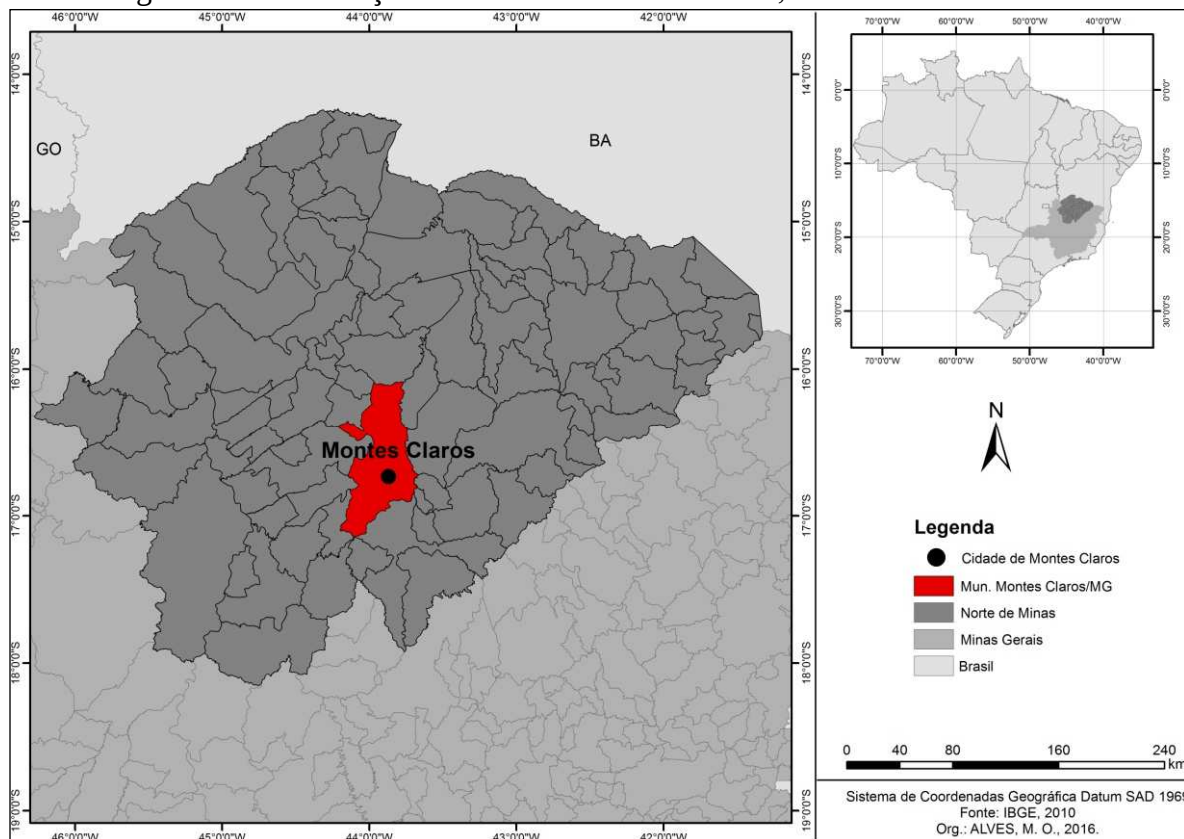
## 2. CAMINHOS METODOLÓGICOS

A Geografia da Saúde possui caráter interdisciplinar, tanto no que se refere aos pressupostos teóricos quanto aos métodos utilizados para coleta e análise de dados. Os procedimentos metodológicos, assim como as bases teóricas utilizadas nesta tese permeiam campos do conhecimento distintos e complementares. Neste sentido, este capítulo apresenta os caminhos metodológicos e os dados, tanto primários como secundários, coletados e processados para a consolidação dos argumentos presentes nesta investigação. Apresenta-se ainda a caracterização da área elegida para a pesquisa, situando a cidade de Montes Claros/MG no contexto local e regional.

### 2.1. Localização e caracterização da área de pesquisa

A presente pesquisa foi desenvolvida na cidade de Montes Claros, região Norte de Minas Gerais (Fig. 01).

Figura 01 - Localização da cidade de Montes Claros, Minas Gerais/Brasil.



O município de Montes Claros (Fig. 01) possui uma área territorial de 3.568,941 km<sup>2</sup>, localizada entre as coordenadas 16°43'41'' de latitude sul; 43°51'54'' de longitude oeste.

Ocupando a posição de sexto maior município do Estado de Minas Gerais em termos populacionais, no ano de 2022 a população total do município era de 361.915 habitantes e a densidade demográfica era de 101,41 hab/km<sup>2</sup>, com estimativa populacional de 402.027 habitantes para o ano de 2017. A população urbana do município contava com 344.427 habitantes e a rural com apenas 17.488 habitantes, segundo o censo demográfico de 2010 (IBGE, 2010).

A região na qual o município de Montes Claros está inserido, a Mesorregião Norte de Minas Gerais, é considerada uma região dual, onde podem ser encontrados espaços de riqueza e de pobreza, tradicionais e modernos, de produção e escassez, de discursos e de realidades (PEREIRA, 2007; MAGALHÃES, 2013). A região, considerada como um bolsão de pobreza, também é cheia de potencialidades, como afirma Pereira e Soares (2005), diferencia-se das demais regiões mineiras, tanto pelas características ambientais marcadas, principalmente, pelos impactos do clima semiárido, como pelas características socioeconômicas, uma vez que apresenta graves problemas econômicos e sociais à escala regional.

O município de Montes Claros é considerado um importante entroncamento rodoviário nacional em decorrência do cruzamento de importantes rodovias em seu território, como as BRs 135, 365, 251 e 122. O Produto Interno Bruto - PIB - *per capita* do município em 2015 foi de R\$ 20.199,41 e no período de 2009 a 2012 apresentou taxa média de crescimento de 11,51% e participação de 1,3% no PIB de Minas Gerais. O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal - IDHM - em 2010 foi 0,770 (IBGE, 2017).

A cidade de Montes Claros é considerada um polo regional, pois oferece os mais variados serviços como educação, saúde, serviços jurídicos, entre outros; além do comércio diversificado atendendo a toda região norte mineira e municípios de outros estados, como os do sul do Estado da Bahia. Dentre todos esses serviços, a cidade tem destaque importante no setor da saúde, por oferecer vários serviços médicos, com especialidades diversas, tendo uma rede hospitalar interligada com diversas clínicas médicas e hospitais, sendo referência regional (PEREIRA, 2007; MAGALHÃES, 2013) no tratamento de diversas doenças, principalmente aquelas que dependem dos serviços de alta complexidade, como é o caso do câncer.

O município de Montes Claros está inserido nos domínios da bacia sedimentar do Alto Médio São Francisco, sub-bacia do rio Verde Grande, onde predominam rochas sedimentares representadas pelos calcários pré-cambrianos do grupo Bambuí. Predomina um relevo ondulado com presença de serras e morros e altitude máxima de 638m. O clima predominante na região é o subtropical semiúmido com duas estações bem definidas: inverno seco e verão chuvoso,

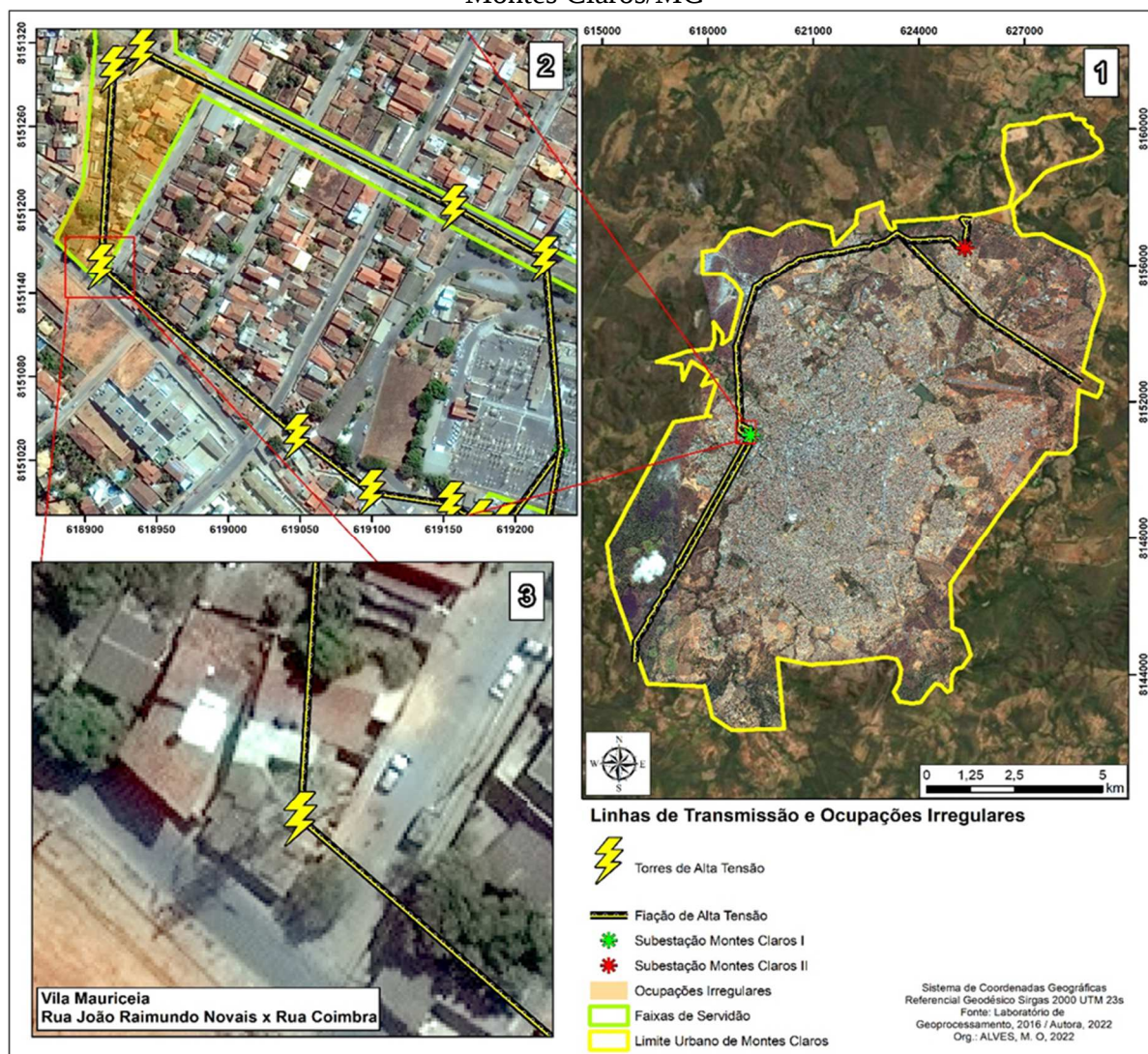
com temperatura média anual de 24°C e pluviosidade média anual de 1029mm. O município está inserido no bioma Cerrado, com áreas de transição para o bioma Caatinga, com incidência de aridez em determinados trechos (BARBOSA *et al.*, 2014).

O município de Montes Claros apresenta uma economia diversificada pelas atividades agropecuárias, industriais e de prestação de serviços, com predominância maior do setor terciário devido seus diversos segmentos de comércio e prestação de serviços, principalmente nas áreas de educação e saúde. No setor secundário, o município possui complexos industriais de grande porte e unidades produtivas de pequeno e médio porte. O parque industrial da cidade conta com unidades produtivas importantes para o cenário econômico nacional e mundial. Contudo, devido sua forte tradição regional, a produção pecuária e cultivo às margens de seus principais cursos d'água se mantêm e a produção no campo oferece um papel de destaque na economia local (PEREIRA, 2007).

Montes Claros experimentou um rápido e intenso desenvolvimento urbano durante as últimas décadas do século XX e o início do século atual. Esse crescimento foi impulsionado por um aumento significativo da população, principalmente devido à cidade ser um polo atrativo regional, especialmente devido à oferta de serviços de saúde e educação, e pela disponibilidade de melhores oportunidades de emprego. No entanto, esse processo de urbanização acarretou uma série de questões ambientais e sociais, com destaque para as condições precárias de habitação para os habitantes. Fica evidente que o crescimento urbano ocorreu sem um planejamento adequado, resultando na incapacidade dos órgãos responsáveis em controlar ou planejar eficazmente a dinâmica demográfica atual da cidade.

A área escolhida para o desenvolvimento da pesquisa contém em seu território duas subestações de fornecimento de energia elétrica (Montes Claros I e Montes Claros II) e uma elevada presença de poste e linhas de alta tensão que se misturam entre as residências. Através da figura 02, pode-se inferir a que distribuição espacial das linhas de transmissão de energia em AT predominam no sentido norte-sul de Montes Claros, concentrando do lado leste da cidade. É possível perceber também que as linhas foram alocadas nas áreas periféricas do limite urbano onde, possivelmente, ainda não existia os adensamentos populacionais.

Figura 02 – Áreas residenciais próximo das linhas de transmissão de energia elétrica em Montes Claros/MG



Através da figura 02, é possível observar a concentração populacional no entorno das subestações de energia elétrica em Montes Claros. Com o intenso crescimento populacional e as características socioeconômicas da população imigrante, essas áreas foram ocupadas de forma indiscriminada e sem um planejamento urbano adequado, fato que resultou numa grande quantidade de pessoas que vive exposta aos ricos provenientes dos CEM gerados por essas estruturas. Deve-se destacar aqui a importância do Sistema de Informação Geográfica – SIG, e das imagens de satélite de alta resolução para as análises espaciais, como a que é utilizada na construção do mapa da figura 02, nas mais diferentes áreas científicas que se dedicam a estudos dessa natureza.

As áreas em questão envolvem vários bairros distintos entre si, onde se podem encontrar diferentes realidades socioeconômicas, concentrando em seus territórios locais com

residências de boa estrutura de construção em contraste com habitações de construção precária, como é o caso de áreas de ocupações irregulares, onde a população construiu casas que utilizam os postes e torres de alta tensão como suporte para seus domicílios (Fig. 03).

Figura 03 - Área residencial construída junto às torres e linhas de distribuição de energia elétrica de alta tensão próximo à subestação Montes Claros I



Autor: ALVES, M. O., 2017.

A figura 03 é referente à umas das áreas envolvidas na investigação proposta neste trabalho. É possível perceber como as moradias foram construídas embaixo das linhas de transmissão de energia elétrica, muitas vezes utilizando os postes como sustento para a estrutura das construções, sem obedecer a nenhum critério de segurança para a população. A área representada na figura 03 começou a ser ocupada na década de 1970. Contudo, novas áreas residenciais estão sendo construídas na cidade de Montes Claros próximo a tais infraestruturas, como pode ser observado na figura 04.

Figura 04 - Construção de nova área residencial próximo à subestação de fornecimento de energia elétrica Montes Claros II.



Autor: ALVES, M. O., 2017.

Pela figura 04, é possível perceber que a construção de áreas residenciais próximo às linhas de distribuição elétrica em Montes Claros continua com limites bem inferiores ao proposto pela OMS (250m) no que se refere aos possíveis impactos sobre a saúde humana. Sabendo que esta é uma realidade que acompanha o crescimento das cidades brasileiras, ressalta-se uma vez mais a relevância de se investigar tais impactos e as possíveis formas de

amenizá-los, a fim de se garantir uma melhor qualidade de vida e saúde para as populações citadinas, principalmente daquelas que estão em situação de exclusão social.

## **2.2. Procedimentos metodológicos**

Esta pesquisa é um estudo de natureza básica, realizada com o intuito de gerar conhecimento para avanço da ciência. A pesquisa também é de caráter exploratório, uma vez se se buscou ter maior familiaridade com o problema em questão. A abordagem utilizada é quanti-qualitativa, pois foram utilizados dados quantitativos e qualitativos para embasar as discussões apresentadas. Sabe-se que a pesquisa qualitativa é caracterizada por um marcante elemento humanístico, interativo e empático. Este método de pesquisa aborda o conjunto de significados, valores, crenças e comportamentos sociais que não podem ser facilmente quantificados. Nos estudos sobre saúde, por exemplo, as pesquisas qualitativas proporcionam a compreensão das visões de usuários, profissionais e/ou gestores em relação às diversas questões que permeiam os serviços e cuidados oferecidos. Isso inclui a experiência e percepção em relação à saúde, à doença, à morte, entre outras situações (SATOS *et al.*, 2020).

Entretanto, o método qualitativo sofre constantes questionamentos com relação ao seu rigor científico, relacionados aos critérios de confiabilidade, validade e generalidade utilizados. Contudo, entende-se que os pressupostos quantitativos não respondem aos objetivos de uma pesquisa qualitativa, que busca compreender, analisar e descrever um determinado fenômeno e não apenas medi-lo ou quantificá-lo. Dessa forma, a pesquisa qualitativa não se baseia apenas em métodos estatísticos para garantir a validade de dados e resultados, mas é possível a utilização de estratégias metodológicas que asseguram transparência, e fidelidade às evidências através do refinamento dos dados produzidos, bem como credibilidade e confiabilidade durante o planejamento e realização dessa metodologia investigativa (ALVES, 2016; SATOS *et al.*, 2020).

Nesse sentido, deve se ressaltar que a metodologia aplicada neste estudo, do ponto de vista dos dados utilizados, se caracteriza como uma investigação mista, ou seja, utilizou-se o método da triangulação. A triangulação é uma estratégia de aprimoramento dos estudos qualitativos envolvendo diferentes perspectivas, inclusive dados quantitativos. Essa metodologia pode ser utilizada para aumentar a credibilidade da investigação ao utilizar diferentes métodos, teorias e fontes de dados, além de possibilitar a compreensão do fenômeno em diferentes níveis, dada a complexidade do objeto de estudo, que muitas vezes envolve problemas complexos e condições de vida complexas (ALVES, 2016; SATOS *et al.*, 2020).

O estudo foi realizado através de levantamento de informações sobre o tema proposto, através de dados primários, que responderam à dimensão subjetiva do estudo, obtidos por meio de entrevistas e questionários aplicados à população alvo e o público em geral, além de dados secundários, que responderam à dimensão objetiva, disponíveis nas plataformas e sites oficiais para divulgação de dados referentes às características gerais população. Os dados primários e secundários evidenciaram o caráter qualitativo e quantitativo, respectivamente, propostos na pesquisa. Realizou-se ainda revisão bibliográfica (literatura) e análise documental, além de observação *in loco* e registros fotográficos na área eleita para a investigação.

#### 2.2.1. Coleta dos dados

A revisão de literatura abordada neste estudo foi realizada com base em teses, dissertações, artigos científicos, livros, boletins e monografias, expedidos e publicados nos mais variados sites e editoras, tanto em escala nacional como em escala internacional. Também foram analisados Leis, Normas e Diretrizes elaboradas por diversos órgãos públicos nacionais e por agências internacionais responsáveis pela problemática abordada nesta investigação.

O levantamento da bibliografia e das leis e normatizações se fez através de buscas online por assunto discutido e tomou-se como referência o referencial teórico dos principais estudos analisados. De acordo com Lakatos e Marcone (2003), a finalidade da pesquisa bibliográfica é levar o pesquisador a ter contato direto com tudo o que foi escrito, dito ou filmado sobre um determinado assunto, incluindo-se ainda as conferências seguidas de debates que tenham sido transcritos de alguma forma, sejam publicadas ou gravadas.

Nesse sentido, as contribuições teóricas e pressupostos metodológicos utilizados na construção dessa tese, permeiam campos do conhecimento científico distintos e complementares entre si, como já foi afirmado anteriormente. Logo, a bibliografia analisada perpassa pela Geografia, Sociologia, Ciências da Saúde como a Epidemiologia e a Medicina, Direito, Engenharias Física, Ambiental e Elétrica, entre outros. Tal fato evidencia o caráter interdisciplinas dos estudos realizados no âmbito das Ciências Geográfica, principalmente aqueles produzidos no campo da Geografia da Saúde.

Foram realizadas visitas nas áreas de pesquisa para observação *in loco*, com intuito de obter conhecimento prévio e registros fotográficos. As visitas prévias ocorreram em julho de 2017. No entorno da subestação Montes Claros I, houve um diálogo informal com os moradores do local com o intuito de informá-los sobre a pesquisa que seria realizada na próxima visita à área, e sondar acerca da receptividade deles, uma vez que se trata de um local com áreas de

ocupações irregulares. Faz-se ainda uma visita nas dependências da Subestação Montes Claros I (Fig. 05), onde foi possível conhecer a parte interna da subestação e obter informações relevantes para a pesquisa. Também foi realizada observação *in loco* e registros fotográficos nos arredores da subestação Montes Claros II, no mesmo período, para verificar as novas áreas residenciais que foram construídas em torno da mesma.

Figura 05 - Parte interna da Subestação Montes Claros I



Fonte: Alves, M. O., 2017

Os dados secundários, referentes às condições socioeconômicas da população, foram coletados no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE e fornecidos pelo Laboratório de Geoprocessamento da Universidade Estadual de Montes Claros - Unimontes. Esses dados foram importantes para a caracterização geral do perfil socioeconômico da população investigada. Deve-se ressaltar que investigação das condições socioeconômicas foi realizada à escala das Regiões de Planejamento da cidade.

O Laboratório de Geoprocessamento também forneceu as bases cartográficas e imagens de satélite, assim como os *shapfiles* necessários para realizar a espacialização geográfica e mapeamentos apresentados neste trabalho. Os mapeamentos permitiram uma melhor visualização espacial acerca do adensamento populacional em torno das áreas consideradas de risco pela exposição aos CEM de frequência extremamente baixa, no caso as subestações e linhas de transmissão de energia elétrica de alta tensão, no espaço urbano de Montes Claros.

Os dados primários foram obtidos a partir de entrevistas semiestruturadas e questionários aplicados junto à população. Dessa forma, foi investigada tanto o grupo populacional considerado exposto aos CEM provenientes das linhas de alta tensão, como o

público em geral. Para isso, foi utilizada a técnica de amostragem por acessibilidade ou conveniência. Este método é muito utilizado nos estudos exploratórios e qualitativos, onde não se requer elevado nível de precisão, sendo classificada como uma técnica de amostragem não-probabilística. As características principais dessa técnica abarcam não se fazer uso de formas aleatórias de seleção e não se utilizar formas estatísticas para cálculo (MAROTTI *et al.*, 2008).

Dessa forma, esse procedimento é usado quando não se conhece o tamanho do universo de pesquisa e os indivíduos são selecionados através de critérios subjetivos do pesquisador. Logo, a técnica de amostragem por conveniência consiste em selecionar uma amostra da população que seja acessível, onde os indivíduos são selecionados por estarem disponíveis, e não por meio de um critério estatístico. A conveniência desse método representa ainda uma maior facilidade operacional e baixo custo de amostragem (GIL, 1999; MAROTTI *et al.*, 2008).

A escolha da técnica de amostragem no âmbito deste trabalho se deu pelas dificuldades em estabelecer a quantidade total de pessoas que aceitariam participar da pesquisa, uma vez que a área onde reside o público considerado exposto é difícil acesso pela resistência dos próprios moradores em oferecer informações. Já com o público em geral, o questionário foi realizado de forma digital e aleatória, não se podendo estabelecer previamente a quantidade de pessoas que o responderia, dado o caráter transfronteiriço das redes sociais.

O objetivo da pesquisa com o público em geral foi investigar o nível de percepção da população sobre os riscos à saúde humana provenientes da exposição aos CEM, principalmente aqueles provenientes das linhas de transmissão de energia em alta tensão. As perguntas que compuseram o questionário foram elaboradas de forma simplificada, de forma a não causar uma situação de alarde nos participantes, dada a complexidade do tema. Sendo assim, os questionamentos foram voltados para o conhecimento do público sobre as fontes emissoras de CEM, os possíveis impactos na saúde e sobre as possíveis precauções tomadas por eles para evitar ou amenizar o nível de exposição. Também, foram verificadas variáveis como idade e grau de escolaridade de que se propôs a responder o questionário.

O formulário eletrônico (Apêndice A) foi elaborado no aplicativo do *Google Formulário* e disponibilizado para o público através de grupos de WhatsApp e através de e-mails. Deve-se considerar que o grupo de participantes não se restringiu apenas à população de Montes Claros, podendo ter chegado a moradores de outras cidades ou regiões, dada a facilidade de compartilhamento através das redes sociais. Este fato é considerado relevante para a pesquisa uma vez que a problemática investigada não se restringe apenas ao espaço urbano da cidade de

Montes Claros, mas em todas as áreas urbanas de cidade médias e grandes (talvez até nas pequenas cidades) em nível nacional e global. O quadro 01 sintetiza as principais questões colocadas no formulário eletrônico que foi disponibilizado para o público em geral.

Quadro 01 - Variáveis de estudos elencadas para o público em geral

| <b>VARIÁVEIS DE ESTUDO</b>                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Idade e nível de escolaridade                                                  |
| 2. Conhecimento acerca dos CEM e seus possíveis impactos à saúde                  |
| 3. Conhecimento sobre as principais fontes de CEM e precaução acerca da exposição |
| 4. Conhecimento acerca das doenças relacionadas aos CEM                           |

Fonte: Elaboração própria com base no formulário eletrônico.

Também foram disponibilizados no próprio formulário as informações acerca da pesquisa como o objetivo e o tema pesquisado, nome dos pesquisadores e instituição de vínculo, no caso a Universidade Federal de Goiás - UFG. Foram inseridos também as considerações éticas e o número do parecer de aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da UFG. O formulário foi enviado através do link <https://forms.gle/XkWFQQ5kqa2zNXXd9> e ficou disponível para receber respostas do dia 11/11/2023 ao dia 18/11/2023. Ao todo, foram recebidas 112 respostas. Após o fechamento do formulário, o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE (Apêndice B), foi enviado para todos os e-mails coletados pelo próprio instrumento utilizado para a pesquisa.

A pesquisa com o grupo populacional considerado exposto aos riscos do CEM, ou seja, que habita nas proximidades da Subestação Montes Claros I, especificamente a população que ocupa a faixa de servidão por onde passam as torres e linhas de alta tensão, foi realizada de forma presencial. As entrevistas foram realizadas entre os dias 15/11 e 18/11 de 2023. O roteiro das perguntas (Apêndice C) foi organizado de forma semiestruturado, contendo questões sobre as condições socioeconômicas e ambientais, que abarcaram variáveis de estudos como sexo, idade, escolaridade, renda, condições do domicílio e tempo de residência no local. Também foram questionadas variáveis como as condições de saúde e principais doenças diagnosticadas nesse público, a percepção dos indivíduos sobre os impactos que os CEM podem causar na saúde dos seres humanos, além de outros condicionantes que foram verificados no decorrer das entrevistas. O quadro 02 apresenta uma síntese das principais variáveis de estudo investigadas nas entrevistas semiestruturadas aplicadas à população exposta.

Quadro 02 - Síntese das variáveis de estudo elencadas nas entrevistas realizadas com o grupo populacional considerado exposto aos CEM

| <b>GRUPOS TEMÁTICOS</b>                                    | <b>VARIÁVEIS DE ESTUDO</b>                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Caracterização socioeconômica                              | Sexo, idade, nível de instrução, profissão e renda.                                                                                                                                                                                                                               |
| Situação de domicílio                                      | Tempo de domicílio no local, horas de permanência diária em casa, parte da casa onde permanece mais tempo, eletrodomésticos que possui, local da habitação onde se encontram, frequência de utilização deles, presença de eletrodomésticos no quarto de dormir, uso do celular.   |
| Situação de saúde                                          | Passado e presente em termos de patologias, motivos que levam o entrevistado a consultar o médico, se sofre ou sofreu de algum tipo de doença, idade que tinha quando foi diagnosticado, algum familiar que tenha a mesma enfermidade, percepção acerca do estado de saúde atual. |
| Nível de percepção acerca dos riscos da exposição aos CEM. | Se o entrevistado tem alguma informação relativa à influência dos CEM gerados pelas linhas de alta tensão e de alguns eletrodomésticos na saúde das pessoas.                                                                                                                      |

Fonte: Elaboração própria com base no roteiro de entrevista semiestruturada.

Para o grupo de expostos, um total de 20 entrevistas foram realizadas. Deve-se ressaltar que todas as abordagens aos moradores que poderiam participar das entrevistas foram acompanhadas por uma moradora do local, a fim de se conseguir maior confiança por parte público-alvo. Todos os moradores abordados receberam as informações prévias referentes ao estudo como o tema, o objetivo e as considerações éticas da pesquisa. Os moradores que participaram efetivamente assinaram o TCLE concordando em responder as perguntas propostas.

No dia 17 de novembro de 2023, às 13h52min, foi realizada uma entrevista com o representante da comunidade pesquisada junto à Prefeitura de Montes Claros. A entrevista foi realizada via chamada telefônica com duração de aproximadamente 10 minutos. Além disso, foi feita uma solicitação de dados acerca das subestações Montes Claros 01 e Montes Claros 02, através de e-mail enviado à CEMIG. O e-mail, explicando sobre a pesquisa e os dados solicitados foi enviado no dia 03 de outubro de 2022 e respondido pelo setor responsável no dia 06 de outubro de 2022. Os dados coletados com as entrevistas e através do formulário eletrônico e e-mail foram apresentados no capítulo 05 desta tese e embasaram as discussões propostas no mesmo capítulo.

### 2.2.2. Processamento dos dados

Os dados utilizados para a produção dos mapeamentos apresentados nesse trabalho foram processados através do software *ArcGis* 10.6.1 e técnicas de geoprocessamento. Os mapas foram de grande importância para a visualização espacial da área de estudo, principalmente no que se refere ao adensamento populacional nas áreas consideradas sob risco, ou seja, no entorno das subestações e das linhas de transmissão. Também contribuíram para a melhor análise das informações referentes às condições socioeconômica da população. Todos os mapas foram feitos e compostos a partir de bases de dados disponibilizadas no Laboratório de Geoprocessamento, como a imagem de satélite *WorldView 3*, *Shapefiles* relacionados a expansão urbana de Montes Claros, Regiões de Planejamento e Bairros.

Para elaborar o mapa de exclusão social, além das bases disponíveis no Laboratório de Geoprocessamento, foi realizado o download dos arquivos agregados do IBGE referentes ao Censo de 2010. Desses arquivos, foram extraídos dados a partir dos setores censitários e compilados para as regiões de planejamento a partir de um *Join* na tabela de atributos, somando os valores de setores censitários para o total da Região de Planejamento.

Os mapas das Subestações, Linhas de Transmissão e distância das faixas de servidão, foram efetuados a partir de identificação prévia das coordenadas de cada uma das subestações. As linhas de transmissão, torres de alta tensão e faixas de servidão, foram feitos a partir de interpretação da imagem de satélite *WorldView 3*. Inicialmente, foram marcados os pontos das torres de transmissão por toda a cidade e em seguida foram traçadas as linhas de uma torre até outra, de forma manual, a partir da edição e manipulação dos arquivos *shapefile*. Para as faixas de servidão, foram traçados polígonos na área analisada, também por fotointerpreção, e evidenciadas as distâncias entre as linhas de transmissão, subestações e as edificações construídas próximo do local.

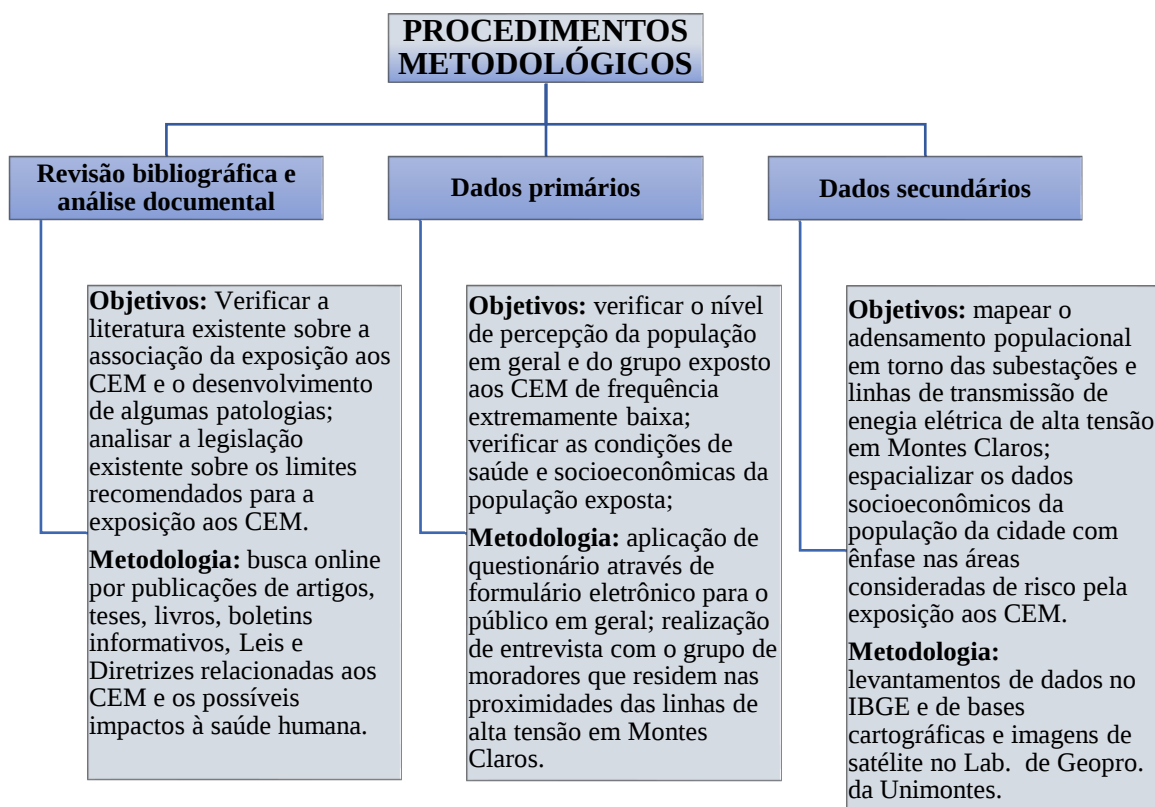
Na área invadida pela população, não foi possível visualizar a faixa de servidão através da imagem de satélite, uma vez que os moradores construíram habitações irregulares no local. Para delimitar esse trecho da faixa de servidão, foi utilizado o padrão de distância para se traçarem os polígonos de faixa de servidão, onde a distância está estabelecida em 40 metros para rede bifásica. Visto que não foi possível identificar a fase da rede, optou-se por traçar a margem do *buffer* em maior largura na área. As distâncias traçadas nos respectivos mapas também foram obtidas a partir de um *shapefile* contendo a informação espacial em metros, a partir do sistema de Coordenadas Geográficas Sirgas 2000 e UTM 23 sul.

Na metodologia empregado para a construção do mapa referente aos aglomerados subnormais, foi utilizado o software *Qgis* 3.28, para inserção dos arquivos *shapefile* do limite urbano de Montes Claros de 2014 e o *shapefile* dos Aglomerados Subnormais (IBGE, 2020). Para criar o *shapefile* de subestações e linhas de transmissão foi empregada a fotointerpretação e vetorização a partir do mosaico de imagens de satélite, disponibilizados gratuitamente pelo software *Google Earth Pro*.

Para o mapa dos empreendimentos do Programa Minha Casa Minha Vida - PMCMV, a identificação foi feita com base nos endereços disponibilizados por planilha do Ministério do Desenvolvimento Regional (2019), onde constavam endereços dos residenciais PMCMV e fotointerpretação. Também foi utilizado o software *Google Earth Pro*. Em seguida, os arquivos *shapefile* foram importados também para o software *Qgis* 3.28 para elaboração dos mapas.

Os gráficos referentes às respostas obtidas nas entrevistas e no formulário eletrônicos foram elaborados a partir de uma planilha do *Excel*, além de se ter utilizado os gráficos fornecidos automaticamente pelo aplicativo do *Google Formulário*. Também foram gerados quadro e tabelas a partir das informações obtidas. Alguns trechos específicos da entrevista foram transcritos em forma de texto, além de outras informações dadas pelos moradores que não constavam no rol de questões previamente elaboradas. Os registros fotográficos foram utilizados para mostrar a situação de domicílio dos moradores, no que tange à falta de infraestrutura do local e da proximidade das residências às linhas de alta tensão. O esquema da figura 06 resume os principais procedimentos metodológicos utilizados neste trabalho.

Figura 06 - Síntese dos procedimentos metodológicos



Fonte: Elaboração própria com base nos procedimentos metodológicos

Após o processamento dos dados, os resultados foram analisados e subsidiam as discussões apresentadas na tese. As novas informações e os produtos cartográficos foram utilizados para a elaboração final da tese e as informações obtidas serão disponibilizadas através de artigos científicos.

### 2.3. Considerações éticas da pesquisa

Em cumprimento à Resolução nº. 196/96, do Ministério da Saúde, que versa sobre Pesquisa Envolvendo Seres Humanos no Brasil, esta pesquisa está devidamente autorizada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFG, sob o parecer de número 3.412.537 (Anexo A), e o estudo só teve início após sua aprovação. Todos os participantes foram esclarecidos sobre os objetivos e metodologias adotadas e assinaram o TCLE.

### 3. DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO E SOCIEDADE DE RISCOS

Este capítulo é de grande relevância para dar seguimento às discussões propostas neste trabalho, uma vez que, nele, buscou-se fazer uma revisão teórica acerca dos riscos à saúde humana oriundos da revolução tecnológica característica das sociedades atuais. Julga-se necessário compreender o conceito de riscos e discuti-lo à luz do desenvolvimento tecnológico que apresenta um caráter ambíguo na história humana.

De um lado, sabe-se que a tecnologia traz diversos benefícios para a vida do ser humano, nos mais diversos setores de sua existência e, principalmente, no campo da saúde. Contudo, essa mesma tecnologia é considerada responsável por catástrofes que dizimaram centenas e até milhares de pessoas em um curto espaço de tempo, a exemplo das guerras mundiais com o advento da bomba atômica e o acidente nuclear que ocorreu no ano de 1986 em Chernobyl, cujas consequências sobre a saúde, provenientes da “nuvem de radiação”, ainda hoje são investigadas.

#### 3.1. Acepções polissêmicas do conceito de risco

A noção de risco, assim como as preocupações com a saúde, sempre esteve presente na história humana, geralmente associada às incertezas em relação ao futuro. A humanidade sempre enfrentou situações de ameaças, sejam estas decorrentes de fatos naturais como enchentes, terremotos, vulcões, furações, ou situações de riscos produzidas pelo homem como guerras e as tecnologias inovadoras. Ainda se tem aquelas que ocorrem na vida cotidiana em função dos modos e estilos de vida dos indivíduos e dos grupos sociais como as situações de trabalho, consumo de produtos, principalmente os alimentares, bens e serviços, hábitos culturais, entre outros (GONDIM, 2007; SPINK, 2001).

Num contexto sociológico, a noção de risco se mistura com a ideia de perigo, ou seja, permitem o cálculo de prováveis resultados adversos sobre determinado fato. Há ainda, a perspectiva de risco e perigo referentes a incertezas sobre perdas futuras, isto é, um dano incerto. Nessa perspectiva, a noção de perigo se refere a algo externo originado pela natureza enquanto os riscos seriam fruto de uma decisão (MACEDO, 2017).

O vocábulo risco é polissêmico e dá margem para diversas ambiguidades, uma vez que possui conotações no sensu comum e apresenta controvérsias quanto sua origem. O referido termo pode ter suas origens no baixo-latim *risicu* ou *riscu*, orindo do termo *resicare* que significa cortar, e no espanhol *risco*, penhasco escarpado. Tem ainda a conotação de perigo ou sua ideia de ocorrência. Mais recentemente, o termo ganhou significados ligados a desfechos

negativos e recebeu um grande impulso na Segunda Guerra Mundial, principalmente no campo das engenharias, dada a necessidade de se estimar os danos provenientes do manuseio de materiais perigosos como os explosivos, os radioativos e os combustíveis. Com isso, a Biomedicina pôde dimensionar os possíveis riscos na utilização de tecnologias e procedimentos médicos (CASTIEL, 1999).

### 3.1.1. As aplicações modernas do conceito de risco

Apesar da noção de risco já fazer parte do senso de perigo do ser humano em tempos remotos, risco é considerado um termo recente e essencialmente moderno, sendo reflexo da reorientação das relações das pessoas com eventos futuros. Antes da época moderna implicava fatalidade e hoje ele foi ressignificado para controle possível. Na Europa, a primeira referência do conceito de risco remonta ao final da Idade Média, e estava ligado ao advento das navegações e ao comércio (Macedo, 2017). Dessa forma, Beck (2011) afirma que a noção de risco não é uma invenção moderna e possuía, à época medieval, um teor de ousadia e aventura, ao contrário dos dias atuais, onde está ligada aos eventos de ameaças globais. Nesse sentido, Gomes (2011) apresenta, em síntese, a evolução do conceito de risco da seguinte forma:

[...] o risco começou por ser identificado, na Idade Média, com a ideia de destino, passando a ser associado, numa segunda fase, ao progresso – na sequência das profundas alterações aos processos de produção induzidas pela Revolução Industrial –, para ser hoje encarado como uma encruzilhada da civilização – sinónimo, a um só tempo, de desafio tecnológico e de temor generalizado. (GOMES, 2011, p. 141)

Deve-se destacar ainda que os riscos do período medieval eram sensorialmente perceptíveis. Já os riscos presentes nas civilizações atuais escapam à percepção humana e estão relacionados às formas físico-químicas como as toxinas nos alimentos e ameaças nucleares. Assim, pode-se dizer que os riscos atuais têm suas causas na superprodução industrial e, consequentemente, no desenvolvimento tecnológico (BECK, 2011). Aqui se enquadram os riscos provenientes da exposição à radiação eletromagnética, objeto de estudo deste trabalho, caracterizados como riscos decorrentes da evolução das tecnologias. Assim,

Os riscos e ameaças atuais diferenciam-se, portanto, de seus equivalentes medievais, com frequências semelhantes por fora, fundamentalmente por conta da globalidade de seu alcance (ser humano, fauna, flora) e de suas causas modernas. São riscos da modernização. São um *produto de série* do maquinário industrial do progresso, sendo sistematicamente agravados com seu desenvolvimento ulterior. (BECK, 2011, p. 26)

Para Gondim (2007), a concepção moderna de risco tem como ideia central controlar o futuro, se opondo ao conceito de fatalidade e destino. Concordando com Spink (2001) quando o autor afirma que a concepção moderna do risco traz uma ressignificação das situações de

perigo, na tentativa de contê-los em uma rede explicativa de fatos conhecidos, ou seja, seria uma tentativa de ‘domesticar o futuro’.

A dualidade inicial que circundava o conceito de risco o associava, simultaneamente, ao possível e ao provável, à positividade e à negatividade. Contudo, quando o conceito foi utilizado correntemente na língua inglesa no século XVII, tornou-se possível a introdução de outros significados. Nos séculos seguintes, à noção de risco que trazia o sentido de incerteza, ou seja, favorável ou desfavorável, em seus resultados, foram sendo incorporados outros significados ao seu conceito, resultando em um vasto vocabulário de múltiplos sentidos, representando as complexas relações dos homens com suas vivências (GONDIM, 2007).

De acordo com Spink (2001) e Gondim (2007), após emergir como vocábulo na pré-modernidade, o conceito de risco se torna fundamental na modernidade clássica, surgindo também a possibilidade de o utilizar como estratégia de governo, onde o uso de estatísticas e dos cálculos de probabilidade podem direcionar o gerenciamento de situações problemáticas, apesar das limitações existentes no desenvolvimento e na formalização que envolvem tal discurso.

### 3.1.2. Risco e estudos sobre saúde

Na atualidade, a noção de risco passou a ser aceita e utilizada indiscriminadamente pela população em geral e em qualquer parte do mundo. Conforme Gondim (2007),

Cada lugar e cada indivíduo percebem os perigos e as ameaças de formas diferentes, de acordo com seus repertórios culturais e de vida. Daí os múltiplos significados que o vocábulo assume na contemporaneidade, os quais se expressam, no cotidiano, nos modos e formas de as pessoas levarem a vida – nos comportamentos, no estilo de viver, nos desafios que assumem. Em certos contextos, pode estar relacionado a jogos de azar – apostas, perdas e ganhos; em outros, a resultados negativos referidos ao uso e à manipulação de substâncias perigosas, processos e tecnologias emergentes, nos quais existe a necessidade de dimensionar os seus efeitos sob os indivíduos e o ambiente. (GONDIM, 2007, p. 89)

No contexto da saúde e da doença, o conceito de risco se tornou indispensável. Toma-se como exemplo a Epidemiologia, tem como objetivo central determinar a frequência e distribuição de eventos relacionados à saúde das populações e suas causas podendo, assim, propor intervenções que visem o controle das desordens de saúde. Pode-se afirmar, portanto, que o objeto de estudo da Epidemiologia é a doença enquanto um fenômeno coletivo (PEDROSA; CAMPOS, 2006). Nesse sentido, o conceito de risco passa a ser um dos componentes centrais da Epidemiologia, pois embasa os estudos da distribuição populacional dos eventos de saúde e das de relações de causalidade entre diferentes exposições a fatores de risco e seus impactos na saúde humana (BARATA, 2022).

Castiel (1999), baseando-se no *Dicionário de Epidemiologia* de Last (1989), afirma que o conceito de risco traz duas conotações, uma relacionada à probabilidade de ocorrência de um evento (mórbido ou fatal); e a outra relacionada a um termo não-técnico incluindo diversas medidas de probabilidade de desfechos desfavoráveis. Para o autor, A própria ideia de probabilidade apresenta duas conotações: “... a) intuitivo, subjetivo, vago, ligado a algum grau de crença, isto é, uma incerteza não-mensurável; e b) objetivo, racional, precisável mediante técnicas probabilísticas, incerteza mensurável (CASTIEL, 1999, p. 40-41)”. Assim, concordando com autor, pode-se dizer que “... a abordagem dos fatores de risco está calcada nesta segunda acepção, isto é, marcadores que visam à predição de morbi-mortalidade futura (CASTIEL, 1999, p. 41)”.

Barata (2022) menciona importantes estudos de caráter epidemiológico que apresentam o desenvolvimento das medidas de risco, mesmo antes do conceito em questão ganhar novas conotações nas pesquisas em saúde. No século XVII, *John Graunt* produziu a obra *Natural and political observations made upon the bills of mortality*, considerado um dos primeiros livros de estatísticas de saúde. O objetivo central desse estudo foi descobrir padrões previsíveis na ocorrência de eventos vitais como nascimentos e óbitos.

Já no século XIX, o médico inglês *John Snow*, em sua pesquisa sobre as epidemias de cólera em Londres, utilizou medidas de risco para comprovar que a doença era proveniente da contaminação da água utilizada pela população, introduzindo assim a ideia de causalidade, tratando as medidas de risco como relação entre exposição e doença. Ainda no século XIX, *William Farr*, superintendente do Registro Geral da Inglaterra, instituiu taxas e riscos como as medidas epidemiológicas por excelência, dada a necessidade de se estabelecer diferentes tipos de medidas para uma caracterização mais eficaz da ocorrência de doenças agudas ou crônicas. Dessa forma, *Farr* foi capaz de diferenciar os riscos mensurados pela taxa de mortalidade e pela letalidade (BARATA, 2022). Segundo a autora, no século XX, a utilização do conceito de risco nos estudos em saúde assume a forma como se vê atualmente.

Percebe-se, portanto, que a evolução do conceito de risco acompanha a evolução da própria sociedade e da condição social humana. A incorporação da noção de risco é fruto de transformações sociais e tecnológicas. Está articulada às transformações nas relações econômicas do capitalismo comercial, à abertura do comércio e ao concomitante desenvolvimento de estruturas políticas inéditas, como a soberania sobre territórios nacionais (LUIZ; COHN, 2006).

Não é objetivo deste trabalho aprofundar-se no debate acerca do conceito de risco em seus usos gerais, e sim no que se refere aos estudos sobre saúde. Contudo, julgou-se necessário trazer essa breve explanação para que se possa, a partir daqui, compreender a questão dos riscos tecnológicos característicos da atual sociedade, mais especificamente, dos possíveis impactos à saúde humana provenientes da radiação eletromagnética, foco das discussões que estão por vir. Considerando que a Geografia da Saúde é uma vertente da ciência geográfica de caráter interdisciplinar, elege-se, para efeito deste estudo, aceita-se a noção de risco como a potencial ocorrência de um dano, no caso sobre a saúde de grupos populacionais expostos aos riscos provenientes da radiação eletromagnética.

### **3.2. Sociedade de risco**

Para compreender a dimensão dos riscos aos quais a sociedade contemporânea está exposta, toma-se como referência fundamental a obra “Sociedade de Riscos” do sociólogo alemão Ulrich Beck. A teoria da sociedade de risco é um conceito sociológico que descreve as mudanças na organização social da era moderna e pós-moderna. Nesse sentido, o autor enfatiza em sua obra a mudança no interior da modernidade que se rompe dos contornos da sociedade industrial clássica e assume a forma de uma sociedade industrial de risco, como afirma Beck (2011):

[...] assim como no século XIX a modernização dissolveu a esclerosada sociedade agrária estamental e, ao depurá-la, extraiu a imagem estrutural da sociedade industrial, hoje a modernização dissolve os contornos da sociedade industrial e, na continuidade da modernidade surge uma outra configuração social. (BECK, 2011, p. 12-13)

Spink (2001), baseando-se nas concepções de Ulrich Beck, apresenta três estágios para o desenvolvimento da modernidade, sendo estes a pré-modernidade, a modernidade clássica ou industrial e a modernidade reflexiva ou tardia. Para a autora, a modernidade clássica é aquela que rompe com a tradição da pré-modernidade, esta pautada nas características feudais. Já modernidade reflexiva ou sociedade de risco, rompe com as estruturas da modernidade clássica, trazendo novos contornos em relação à ciência e à tecnologia, às formas de trabalho, ao lazer, à família e à sexualidade. Para Beck (2011),

Na modernidade tardia, a produção social de riqueza é acompanhada sistematicamente pela produção social de riscos. Consequentemente, aos problemas e conflitos distributivos da sociedade da escassez sobrepõem-se os problemas e conflitos surgidos a partir da produção, definição e distribuição de riscos científico-tecnologicamente produzidos. (BECK, 2011, p. 23)

Nesse contexto, para uma compreensão mais aprofundada dos deslocamentos ocorridos na sociedade pelo advento da modernidade, torna-se necessário analisar três

características fundamentais da dita sociedade de risco: globalização, a individualização e a reflexividade. De acordo com Spinck (2001, p.1281) a globalização, nesse contexto, “... se refere à interseção de ausência e presença ou ao entrelaçamento de relações e eventos sociais que estão distantes dos contextos locais”. Logo, se trata da desterritorialização provocada pela separação das relações entre tempo e espaço, ou seja, o movimento dos fluxos que atravessam as fronteiras do tempo e do espaço, possibilitado pelo desenvolvimento tecnológico e dos meios de transportes e comunicação e, principalmente, da mídia eletrônica (BECK, 2011; SPINCK, 2001).

Em relação a individualização, essa se refere à destradicionalização, ou seja, supressão da influência da tradição sobre as instituições tradicionais como a família, o trabalho e a educação, fazendo com que as relações sociais tornem singulares e reflexivas e, como tal, processos centrais na constituição da subjetividade contemporânea (SPINCK, 2001).

Quanto à reflexividade, Spinck (2001, p.1281-1282) afirma que essa se refere à “... suscetibilidade à revisão crônica da maior parte dos aspectos da atividade social e das relações com a natureza, à luz de novas informações, processo esse que perpassa nossa vida cotidiana, pensada como esfera privada, o projeto da ciência e a própria atividade de governo”. Tal fato representa um sinal de que a ironia está presente nas formas de expressão na sociedade reflexiva, sendo compreendida como a habilidade não apenas de expressar informações sobre o mundo de forma específica, mas também de fazê-lo de forma alternativa (BECK, 2011; SPINCK, 2001).

Na sociedade de risco, a reflexividade consiste na revisão contínua com base em novas informações ou conhecimentos de uma grande parte dos aspectos da vida social. Como exemplo, pode-se citar o questionamento da própria ciência, onde o método científico aplicado à natureza, à sociedade e ao indivíduo vem sendo confrontado progressivamente, tendo seus defeitos e problemas secundários evidenciados. Assim, mesmo que a origem do questionamento esteja no âmbito da ciência, em algum ponto ele se transforma em um movimento social que demanda uma análise ética (LUIZ; COHN, 2006).

Surge então, uma necessidade de ressignificação da ética, que deixa de ser uma ética imposta e passa a ser uma ética que envolve o diálogo com representantes da sociedade civil. Logo, a reflexividade como característica da sociedade de risco, de acordo com Luiz e Cohn (2006, p. 2340), coloca em evidência “... um processo de substituição das biografias marcadas pela inserção em classe por biografias reflexivas, inscritas a partir de decisões individuais, implicando uma diversidade de estilos de vida”. Concordando com Beck (2011),

Não se trata mais, portanto, ou não se trata mais exclusivamente de uma utilização econômica da natureza para liberar as pessoas de sujeições tradicionais, mas também e sobretudo de problemas decorrentes do próprio desenvolvimento técnico-econômico. O processo de modernização torna-se “reflexivo”, convertendo-se a si mesmo em tema e problema. Às questões do desenvolvimento e do emprego de tecnologias (no âmbito da natureza, da sociedade e da personalidade) sobrepõem-se questões do “manejo político e científico – administração, descoberta, integração, prevenção, acobertamento – dos riscos de tecnologias efetiva ou potencialmente empregáveis, tendo em vista horizontes de relevância a serem especificamente definidos. (BECK, 2011, p. 24)

A sociedade de risco, tal como descrita por Beck (2011), é caracterizada por uma cultura de incerteza e medo, na qual os indivíduos são confrontados com riscos cada vez mais complexos e imprevisíveis. Esses riscos incluem ameaças ambientais, crises econômicas, exclusão social, desigualdades, violência, entre outros. Tais riscos são amplificados pelo rápido avanço da tecnologia e pela globalização, que criam ameaças e incertezas que antes eram desconhecidas e exige que as pessoas estejam sempre vigilantes e preparadas para enfrentar situações imprevisíveis. Logo, a definição de modernidade reflexiva como sociedade de risco baseia-se nos perigos introduzidos, induzidos e fabricados pelo processo de modernização como, por exemplo, um acidente nuclear, a contaminação das águas e do solo, os poluentes que afetam a camada de ozônio e, não obstante, a poluição eletromagnética (BECK, 2011; LUIZ; COHN, 2006).

Um dos aspectos mais notáveis da modernidade reflexiva é a maneira como os riscos são distribuídos na sociedade. Beck (2011) argumenta que os riscos afetam os indivíduos de forma desigual, dependendo de suas condições sociais, econômicas e culturais, agravando a exclusão social e as desigualdades. Os riscos globais e as incertezas desempenham um papel central, afetando não apenas os indivíduos, mas também as estruturas sociais. É importante destacar que, mesmo com o rompimento de estruturas sociais tradicionais, certas características da modernidade clássica ainda se mantêm articuladas com a nova dinâmica social da modernidade reflexiva, como as desigualdades sociais, que se agravam cada vez mais no cerne da sociedade de risco. (BECK, 2011; LUIZ; COHN, 2006; SPINCK, 2001).

### **3.3. Exclusão social na sociedade de risco**

A exclusão social é um fenômeno complexo e multifacetado que afeta milhões de pessoas em todo o mundo. Esse conceito refere-se à marginalização de indivíduos ou grupos da sociedade, impedindo-os de participar plenamente da vida econômica, política, cultural e social de uma comunidade. A exclusão social não é apenas uma questão de pobreza material, mas também envolve a negação de direitos, oportunidades e acesso a recursos essenciais. Uma das

definições mais amplamente aceitas de exclusão social é a de René Lenoir em sua obra *Les exclus: un français sur dix* (Os excluídos: um em cada dez franceses) publicada em 1974, onde o autor enfatiza que a exclusão social é um processo multidimensional que se manifesta na incapacidade de acesso aos direitos básicos, como educação, emprego, moradia e participação política. Essa perspectiva destaca a interconexão de vários elementos que contribuem para a exclusão social (SCOREL, 1999).

A noção de exclusão social passou por diferentes estágios e acompanhou as diversas transformações ocorridas na sociedade. Antes de ganhar a conotação conceitual utilizada hoje, os termos 'exclusão' ou 'excluídos' eram utilizados para designar grupos marginalizados como os moradores dos guetos norte-americanos, que sofriam preconceitos e eram estigmatizados pelo possível destino de gravidez precoce, desemprego, alcoolismo, família desestruturada e criminalidade (SCOREL, 1999).

Em 1976, na França, começou a surgir um fenômeno de empobrecimento que não afetava mais apenas os grupos populacionais que historicamente eram considerados "à margem" da sociedade, como imigrantes e residentes das áreas periféricas. Agora, esse empobrecimento também atingia aqueles que até então pareciam estar socialmente integrados e desfrutando, mesmo que de forma limitada dentro do sistema capitalista, dos benefícios do crescimento econômico e da proteção social. Mas foi a partir da metade dos anos 80, diante de uma realidade objetiva de aumento das desigualdades e de uma mudança no perfil da pobreza, que a noção de exclusão social começou a ser debatida de forma mais ampla tanto no âmbito público quanto acadêmico. Foi na França que esse tema ganhou proeminência, status teórico, relevância e visibilidade (SCOREL, 1999).

Já no final do século XX, com a crise do assalariamento como mecanismo de inserção social, provocada pelas mudanças no processo produtivo e na dinâmica de acumulação capitalista, fato que causou a diminuição de empregos e inviabilizou a constituição de solidariedades e de inserção social, a exclusão passou a ser percebida como uma marca profunda de disfunção societal assumindo, assim, uma multiplicidade de formas (CASTEL, 1998; SCOREL, 1999).

No Brasil, a partir da década de 1990, o conceito de exclusão social passa a ser debatido entre os estudiosos para analisar a emergência de fenômenos sociais ligados a processos históricos da sociedade brasileira que promoveram processos de exclusão, como é o caso da escravidão. A partir desse ponto estrutural, a sociedade apresentou ao longo de diferentes períodos históricos manifestações variadas, que refletiam processos sociais

influenciados por uma mesma lógica econômica e de cidadania excludente. Durante a década de 80, a mudança no regime político e os períodos de recessão econômica trouxeram à tona a questão social de forma mais evidente. Mas foi durante a década de 1990 que começaram a surgir indicadores claros de um agravamento nas condições de vida e a exclusão social se tornou visível e impactante, especialmente através do aumento da população de rua e do aumento da violência urbana (LOPES, 2006; NASCIMENTO, 1993; SCOREL, 1999).

O conceito de exclusão social abrange uma gama de termos e categorias que envolvem diversos segmentos da sociedade, como desvinculação, desfiliação, desqualificação, precariedade, vulnerabilidade, marginalização, discriminação e segregação social. Contudo, embora esse conceito abarque diversas situações e processos que se desenvolvem fora do campo da pobreza e das desigualdades sociais, a maior parte das situações de exclusão está relacionada com as condições econômicas dos grupos populacionais, tornando-se mais visível nas condições de extrema pobreza (LOPES, 2006; SCOREL, 1999). No contexto econômico, a exclusão social está intrinsecamente ligada à privação de capacidades e oportunidades que limitam o desenvolvimento humano. Dessa forma, a exclusão social é mais do que apenas pobreza material, pois priva as pessoas de atingir seus objetivos de viver uma vida digna e satisfatória.

Scorel (1999) classifica a pobreza em duas categorias, sendo estas a pobreza absoluta e a pobreza relativa. De acordo com autora, a pobreza absoluta se caracteriza pela falta de acesso aos bens e serviços essenciais para suprir as necessidades básicas, alimentares e não-alimentares de um indivíduo ou grupo social, ou seja, é um estado de miséria onde não se tem o mínimo necessário para sobrevivência física de uma pessoa.

Já a pobreza relativa, para a autora, está relacionada à falta de recursos para consumir aquilo que faz parte dos padrões sociais e que é considerado essencial para se manter uma vida digna. Assim, as desigualdades sociais se expressam na forma como são distribuídos bens e recursos numa sociedade, fato que coloca indivíduos e grupos em posições diferentes e relativizadas no que se refere ao acesso aos bens e serviços e, ainda, em relação ao prestígio dispensado ao lugar social que ocupa (SCOREL, 1999).

A exclusão social é considerada um fenômeno da modernidade, pois “... os paradigmas de desigualdade social estão sistematicamente relacionados a fases específicas do processo de modernização” (BECK, 2011, p. 24), opondo-se aos processos excludentes das sociedades tradicionais. As causas da exclusão estão diretamente ligadas a revolução tecnológica e suas

consequências sobre o mercado de trabalho, já que nas sociedades contemporâneas o trabalho é o eixo que constitui a organização social. Segundo Lopes (2006):

De fato, a concepção de “exclusão social” costuma ser relacionada a um plano de causalidade complexo e multidimensional, diferenciando-se da concepção de pobreza, sobretudo porque aquela é uma condição produzida na emergência do neoliberalismo, caracterizada pela estratégia de sobredeterminação constante dos termos que fundam e reproduzem os jogos contemporâneos entre mercado, trabalho, Estados, poder e desejos. (LOPES, 2006, p. 13)

Contudo, nas sociedades modernas a exclusão social representa uma ruptura com suas próprias ideias fundadoras de unidade, universalidade e mobilidade social (SCOREL, 1999). Nesse sentido,

A configuração do fenômeno de exclusão social é revelada através de âmbitos ou dimensões da vida em sociedade. Mas a ausência de recursos, a exclusão do mercado de trabalho, da educação e da formação profissional, a precariedade de habitação e de saúde constituem com um ‘núcleo’ tão abrangente de dimensões sociais, às quais se associa tal variedade de temas, que seria preferível falar e pesar sobre “as exclusões sociais”. (SCOREL, 1999, p. 66)

Giddens (1991), ao analisar o caráter modernidade, enfatiza que a mesma pode ser vista como um fenômeno de dois gumes, uma vez que implica na tecitura social aspectos dicotômicos como *segurança versus perigo* e *confiança versus riscos*. Para o autor, o avanço e a disseminação das instituições sociais modernas em nível global proporcionaram aos seres humanos oportunidades muito mais amplas de desfrutar de uma vida segura e satisfatória do que qualquer sistema que tenha existido antes da era moderna. Contudo, a modernidade também traz um lado negativo, principalmente no que se refere aos riscos que são desencadeados e potencializados em uma medida também desconhecida (BECK, 2011, GIDDENS, 1991). Ainda de acordo com Giddens (1991),

O mundo em que vivemos hoje é um mundo carregado e perigoso. Isto tem servido para fazer mais do que simplesmente enfraquecer ou nos forçar a provar a suposição de que a emergência da modernidade levaria à formação de uma ordem social mais feliz e mais segura. A perda da crença no “progresso”, é claro, é um dos fatores que fundamentam a dissolução de “narrativas” da história. Há, aqui, entretanto, muito mais em jogo do que a conclusão de que a história “vai a lugar nenhum”. Temos que desenvolver uma análise institucional do caráter de dois gumes da modernidade. (GIDDENS, 1991, p. 15)

Outro aspecto que deve ser considerado nas análises sobre o fenômeno da exclusão social é a sobreposição de situações de exclusão sobre um mesmo grupo social. Segundo Scorel (1999, p. 61), “Há uma somatória, uma concentração dos critérios sociais de discriminação, estigmatização e exclusão em certos grupos a um ponto tal que a exclusão social caracteriza o contexto de sociabilidade”. A exclusão social se apresenta, dessa forma, como uma tendência associativa e cumulativa, onde as desvantagens sociais que a caracterizam podem ser

simultâneas e se sobrepõem umas às outras. Logo, a situação de exclusão se apresenta como um processo e um estado, como afirma Scorel (1999):

A noção de exclusão social designa ao mesmo tempo um processo e um estado. Um processo porque fala de um movimento que exclui, de trajetórias ao longo de um eixo inserção/exclusão, e que é potencialmente excludente (vetores de exclusão ou vulnerabilidades). Mas é, ao mesmo tempo, um estado, a condição de exclusão, o resultado objetivo de um movimento. As formas de exclusão podem ser caracterizadas por trajetórias de labilidade dos vínculos sociais até a sua ruptura completa, atravessando terrenos de dissociação ou desvinculação. Entre o início da trajetória e a ruptura total existem, certamente, situações (ou zonas) intermediárias de rupturas parciais dos vínculos, eventualmente reconstruídos a partir da criação de novos vínculos, mais ou menos lábeis. (SCOREL, 1999, p. 67)

A noção de exclusão social abarca uma série de características negativas e faz alusão a grupos sociais também denominados de os “sem”, sem teto, sem pão, sem-terra, sem trabalho. Nas discussões sobre a situação de exclusão são incorporados temas como precariedade, vulnerabilidade, discriminação social, marginalização e segregação social. Dessa forma,

[...] *precariedade e vulnerabilidade* são fases ou momentos de qualquer processo; *marginalização* adquire dois sentidos principais: um que o adscribe à delinquência e outro que situa uma posição específica de inserção no modo de produção capitalista dependente; *segregação* tem significado essencialmente geográfico e espacial; *discriminação* envolve o ‘colocar à parte’ pela acentuação da diferença (de base racial, étnica, sexual), o que em geral abrange processos de estigmatização com ou sem institucionalização. (SCOREL, 1999, p. 69)

As análises de todos esses mecanismos demonstram consequências negativas em diversos âmbitos da inserção social dificultando o acesso e o usufruto de direitos e oportunidades de indivíduos e grupos na sociedade, principalmente em espaços urbanos (SCOREL, 1999). No que tange às discussões propostas nesse trabalho, dois desses temas são de fundamental importância, a saber, a noção de segregação social e de vulnerabilidade, já que as análises aqui propostas baseiam-se na vulnerabilidade da população exposta aos riscos provenientes dos campos eletromagnéticos gerados pelas linhas de transmissão de energia elétrica de alta tensão, presentes em áreas segregadas socialmente. Não deixando, porém, de considerar outros vieses da exclusão social que se sobrepõem aos mencionados, como a dificuldade de acesso aos serviços de saúde.

A segregação social e a vulnerabilidade são questões interconectadas que perpetuam desigualdades profundas em sociedades por todo mundo. Esses problemas estão intrinsecamente ligados, e é essencial entender como eles se entrelaçam para abordar de forma eficaz os desafios enfrentados por muitas comunidades marginalizadas.

A segregação social refere-se à separação sistemática de grupos de pessoas com base em características como raça, etnia, classe social, gênero, orientação sexual e origem

geográfica. Essa segregação cria divisões claras na sociedade, onde alguns têm acesso a oportunidades e recursos, enquanto outros são sistematicamente excluídos. Bourdieu (1997) afirma que as hierarquias sociais se traduzem nos espaços físicos e se expressam nas estratificações e distâncias sociais. A segregação social muitas vezes se manifesta em bairros empobrecidos, onde as oportunidades educacionais e econômicas são limitadas, levando a uma perpetuação da pobreza e da marginalização (CARVALHO, 2020; SCOREL, 1999).

A vulnerabilidade está ligada à segregação social, pois os grupos segregados se tornam mais vulneráveis a situações de riscos sociais e ambientais e, frequentemente, enfrentam condições de vida precárias, falta de acesso a serviços básicos e uma maior exposição a fatores de risco à saúde. A vulnerabilidade pode ser agravada por desastres naturais, conflitos ou crises econômicas e diversas formas de poluição ambiental, tornando essas comunidades ainda mais suscetíveis a impactos adversos. Nesse sentido, o conceito de vulnerabilidade permite analisar a exposição de determinados grupos a riscos externos e avaliar suas capacidades em responder a estes desafios (SCOREL, 1999).

A falta de acesso aos serviços de saúde é uma consequência direta da segregação social e da vulnerabilidade. A exclusão em saúde significa a negação do direito de um indivíduo ou um grupo de satisfazer suas necessidades em saúde. Comunidades segregadas muitas vezes têm acesso limitado a instalações de saúde de qualidade, devido à localização geográfica inadequada, falta de recursos financeiros e infraestrutura deficiente. Esses processos geram disparidades na área de saúde que reforçam e intensificam as vulnerabilidades em relação à exposição a fatores de risco e nas habilidades de proteção, ampliando ainda mais a estratificação social.

Concordando com Scorel (1999), a estratificação social que ocorre nas quatro dimensões - social, política, econômica e cultural - na qual indivíduos, grupos, comunidades ou nações são colocados em posições de maior ou menor inclusão, experimentando processos mais ou menos segregadores, está diretamente ligada à exposição variada a situações prejudiciais à saúde. Ao mesmo tempo, essa posição social determina as habilidades das pessoas (sejam elas de natureza biológica, social, psicológica ou econômica) para se protegerem, ou não, contra essas situações, bem como influencia a sua capacidade de acesso aos serviços de saúde e a outros serviços cruciais para a proteção e promoção da saúde.

É necessário salientar que os grupos sociais que estão em situação de exclusão não são (ou serão) os únicos expostos aos riscos produzidos pela modernidade, embora a distribuição e o incremento desses riscos acompanhem a desigualdade de extratos sociais. Todavia, aqueles

que produzem os riscos (os detentores dos meios de produção), em algum momento, acabam sendo alcançados por eles. Isso não apenas no que se refere aos impactos sobre a saúde, mas também como ameaça à legitimidade, à propriedade e ao lucro, pois com “... o reconhecimento social dos riscos da modernização, estão associadas desvalorizações e desapropriações ecológicas, que incidem múltipla e sistematicamente a contrapelo dos interesses de lucro e propriedade que impulsionam o processo de industrialização” (BECK, 2011, p. 27).

Deve-se considerar ainda que, nas sociedades industriais, a produção e mercantilização dos riscos seguem a lógica capitalista de desenvolvimento, sendo os riscos considerados como *big business* (BECK, 2011). Dessa forma, os riscos “... são as necessidades insaciáveis que os economistas sempre procuram. A fome pode ser saciada, necessidades podem ser satisfeitas, mas os riscos civilizatórios são um barril de necessidades sem fundo, interminável, infinito, autoproduzível” (BECK, 2011, p. 28). Para satisfazer as “necessidades” humanas na modernidade, a sociedade industrial produz as ameaças e o potencial político da sociedade de risco.

Todavia, são as classes menos favorecidas, os grupos sociais em situação de exclusão, que podem ser mais impactados pela exposição aos riscos da modernidade, principalmente no que se refere aos impactos sobre a saúde. Isso porque, como foi discutido nos parágrafos acima, a exclusão social se caracteriza, principalmente, pelas desigualdades socioeconômicas. O Índice de Desenvolvimento Humano – IDH, considera fatores como uma vida longa, acesso ao conhecimento e o padrão de vida para avaliar o nível de desenvolvimento de uma população. A renda é um fator primordial para assegurar uma melhor qualidade de vida às pessoas, inclusive para facilitar o acesso aos serviços da saúde. Da mesma forma, a educação (ou grau de escolaridade) tem um papel fundamental, pois facilita o acesso das pessoas ao conhecimento, inclusive sobre os tipos de ameaças às quais estão expostas.

Os riscos produzidos pela sociedade industrial, muitas vezes, fogem à percepção humana imediata, como a radioatividade, toxinas presentes no ar, na água e nos alimentos e a poluição eletromagnética. Também os seus impactos sobre a saúde humana, dos animais e plantas, muitas vezes são desconhecidos. Somente quando esses impactos ganham certa relevância, à luz das descobertas científicas, esses riscos passam a ser divulgados no âmbito do conhecimento social. Nesses casos, a consciência sobre os riscos é que vai determinar a existência deles. Nesse sentido, “O conhecimento adquire uma nova relevância política. Consequentemente, o potencial político da sociedade de risco tem de se desdobrar e ser

analisado numa sociologia e numa teoria do surgimento e da disseminação do conhecimento sobre os riscos” (BECK, 2011, p. 28).

A partir do momento em que os riscos são socialmente conhecidos, geram discussões que contêm um teor político de combate às suas causas. A esfera pública e os órgãos governamentais passam a reger o discurso sobre o gerenciamento e gestão dos riscos. Contudo, os discursos não abarcam apenas os impactos na saúde do ser humano e do ambiente, mas também seus efeitos colaterais no âmbito social, econômico e político como perda de mercados, depreciação do capital, abertura de novos mercados, procedimentos judiciais, perda de prestígio. A sociedade de risco é, por assim dizer, uma sociedade catastrófica, onde o estado de exceção ameaça se converter em normalidade (BECK, 2011). A prevenção e o manejo dos riscos podem acabar envolvendo uma reorganização do poder e da responsabilidade.

### **3.4. Riscos tecnológicos**

De acordo com as discussões já elencadas em tópicos anteriores, é possível entender que o risco pode ser considerado como um conceito de análise inerentemente ligado, desde o início, às ideias de incerteza, exposição a situações perigosas. Associa-se a isso a possibilidade de perdas de natureza material, econômica e humana devido a eventos associados a fenômenos naturais, como os processos geológicos e climáticos, ou relacionados ao ambiente de trabalho e às interações humanas.

De uma forma mais ampla, o termo risco refere-se, portanto, à probabilidade de ocorrência de eventos em momentos e locais diversos, caracterizados pela sua falta de constância e ausência de previsibilidade, e à forma como esses eventos impactam, direta ou indiretamente, a vida das pessoas (CASTRO *et al.*, 2005). Contudo, no âmbito deste trabalho, utilizar-se-á o risco ambiental como conceito chave para explicitar a problemática da poluição eletromagnética em ambientes urbanos e seus possíveis impactos sobre a saúde humana.

Apesar de haver diversos estudos que abordam a questão do risco, as definições de risco ambiental ainda são escassas, tanto na literatura nacional como internacional. Na literatura estrangeira, o termo ‘risco’ costuma ser substituído pelo termo ‘perigo’ e suas categorias. A exemplo disso, pode-se citar o uso do termo ‘perigos naturais’ considerados sinônimos de ‘perigos ambientais’, onde o conceito de ambiente está ligado à ideia de natureza (CASTRO *et al.*, 2005). A noção de risco ambiental teve origem no setor de energia nuclear e foi sistematizada, *a priori*, por Talbot Page, em 1978, quando este distinguiu a visão tradicional da noção de poluição da noção de risco (Castro *et al.*, 2005; EGLER, 1996). Contudo, Castro *et*

al. (2005, p. 20) afirma que “... esta classificação tende a ser cada vez menos utilizada, por não ser mais possível distinguir os riscos/perigos naturais, tecnológicos e sociais, devido à complexidade existente”.

O conceito de risco ambiental compreende uma variedade de ameaças que vão desde desastres naturais, como catástrofes, até os efeitos provocados pela implantação de infraestruturas econômicas em determinadas regiões, afetando também as condições de vida da sociedade. Isso implica que, para avaliar as situações de risco, é necessário considerar diversas escalas e diferentes intervalos de tempo (CASTRO *et al.*, 2005; EGLER, 1996). Egler (1996) afirma que as análises de risco ambiental devem ser putadas nas relações entre os sistemas naturais, a estrutura produtiva e as relações sociais de reprodução humana em um determinado lugar e momento. O autor considera que o conceito de risco ambiental abrange três categorias básica:

- a) risco natural, associado ao comportamento dinâmico dos sistemas naturais, isto é, considerando o seu grau de estabilidade/instabilidade expresso na sua vulnerabilidade a eventos críticos de curta ou longa duração, tais como inundações, desabamentos e aceleração de processos erosivos;
- b) risco tecnológico, definido como o potencial de ocorrência de eventos danosos à vida, a curto, médio e longo prazo, em consequência das decisões de investimento na estrutura produtiva. Envolve uma avaliação tanto da probabilidade de eventos críticos de curta duração com amplas consequências - explosões, vazamentos ou derramamentos de produtos tóxicos -, como também a contaminação a longo prazo dos sistemas naturais por lançamento e deposição de resíduos do processo produtivo.
- c) risco social, visto como resultante das carências sociais ao pleno desenvolvimento humano que contribuem para a degradação das condições de vida. Sua manifestação mais aparente está nas condições de habitabilidade, expressa no acesso aos serviços básicos, tais como água tratada, esgotamento de resíduos e coleta de lixo. No entanto, em uma visão a longo prazo pode atingir as condições de emprego, renda e capacitação técnica da população local, como elementos fundamentais ao pleno desenvolvimento humano sustentável. (EGLER, 1996, p. 34)

Para a categoria de risco tecnológico, Egler (1996) aponta a ocorrência de eventos que causam danos à vida provenientes das atividades industriais. O autor aponta, como critério para analisar essa categoria de risco, uma avaliação pautada na densidade e no potencial de expansão da estrutura produtiva, principalmente no que se refere à alocação de fixos e fluxos econômicos numa determinada porção do território.

Nesse sentido, “...vem se firmando o conceito de riscos tecnológicos ambientais, sendo associados às novas tecnologias químicas, radioativas e geneticamente engenheiradas e seus perigos para a saúde e o meio ambiente” (PORTO; FREITAS, 1997, p. 60). Esse processo tem impulsionado a avaliação científica dos riscos industriais, explorando-os em um nível mais amplo, considerando várias perspectivas da tecnologia, incluindo aspectos técnicos, cognitivos, sociais, culturais e até mesmo filosóficos (PORTO; FREITAS, 1997).

Já foi discutido em tópicos anteriores que os riscos tecnológicos são produtos da sociedade industrial, que em decorrência deles, se transformou também numa sociedade de risco. Logo, os riscos tecnológicos podem ser entendidos como ameaças ou perigos associados ao uso e desenvolvimento das tecnologias. Eles abrangem diversas áreas, desde a segurança cibernética até os impactos ambientais das inovações tecnológicas que se intensificaram vertiginosamente no último século e início deste, tornando-se onipresentes nas sociedades contemporâneas. Macedo (2017) afirma que:

A capacidade humana de inovar e produzir tecnologias se encontra num patamar sem precedentes. A todo momento, surge uma profusão de novos conhecimentos e tecnologias que rapidamente alteram paradigmas, modificam o modo de vida das pessoas e, com ainda maior agilidade, tornam-se indispensáveis para a sociedade. (MACEDO, 2017, p. 421)

A habilidade dos seres humanos para modificar o ambiente cresceu de forma notável, resultando na criação de novas ameaças que têm características globais e podem causar danos irreversíveis a todas as formas de vida. Esses riscos (tecnológicos) são ainda mais acentuados devido ao contínuo avanço das tecnologias. Além disso, com o desenvolvimento do conhecimento científico, acentuou a habilidade de se fazer previsões de futuros impactos negativos decorrentes desses riscos, aumentando a sensação de insegurança. Segundo Macedo (2017), a sociedade contemporânea se caracteriza por uma mentalidade voltada para o risco, sendo produto de dois fenômenos: “... a expansão da capacidade de investigação e do conhecimento, e o aumento de percepção acerca das potenciais consequências negativas do desenvolvimento tecnológico” (MACEDO, 2017, p. 421).

É fato que a modernidade trouxe consigo, através do desenvolvimento tecnológico, condições favoráveis para uma existência humana mais segura e confortável, como jamais se observou em sistemas pré-moderno (BECK, 2011). Essas tecnologias são indispensáveis para inúmeras áreas das atividades humanas, como a segurança, a medicina, as comunicações, funcionando como suporte para diversas funções essenciais das quais a sociedade não conseguiria se desvincular.

Por outro lado, sobretudo a partir do século XX, a modernidade evidenciou o potencial destrutivo em larga escala das forças de produção ao gerar possíveis riscos ao meio ambiente e à saúde humana. Os efeitos desses riscos, em muitos casos, ainda são desconhecidos, gerando um cenário de medo e incertezas globais, pois não há garantias quanto à segurança integral de um novo produto ou atividade, ou seja, não se sabe, sem nenhuma dúvida, se haverá impactos negativos ao ambiente e à saúde das pessoas e nem a potencial extensão desses impactos (BECK, 2011; MACEDO, 2017).

Entre os possíveis riscos referentes ao desenvolvimento tecnológico, estão aqueles provenientes dos Campos Eletromagnéticos produzidos por fontes que estão presentes em todas as sociedades modernas. Essas fontes referem-se aos equipamentos e aparelhos tecnológicos que são utilizados constantemente em diversas atividades humanas, seja nas residências, no trabalho, no lazer, nos serviços de saúde, entre outras. Cita-se, como exemplo, o uso de aparelhos celulares e a internet sem fio (*wi-fi*), cujo uso combinado causaram uma revolução na vida cotidiana das pessoas, pois proporcionam uma infinidade de aplicações como o uso massificante das redes sociais (MACEDO, 2017).

Na medida que essas tecnologias atingem mais usuários, são necessárias mais alocações de infraestruturas que garantam seu funcionamento. E estas são fixadas em áreas públicas de grande densidade populacional como hospitais, escolas, creches ou áreas residenciais. Dessa forma, a população fica cada vez mais exposta a uma infinidade de ondas de rádio, televisão, telefonia, tanto de seus aparelhos particulares como dos aparelhos alheios e, ainda, das infraestruturas transmissoras de toda essa energia e informação que são transportadas pelas ondas eletromagnéticas (MACEDO, 2017). Logo, mesmo aqueles que não fazem uso desses aparelhos, estão submetidos à essa exposição.

Deve-se destacar que grande parte dos avanços tecnológicos e científicos foram (e ainda são) possibilitados pelo uso da energia elétrica. Os sistemas de transmissão e distribuição de energia elétrica são essenciais para a sociedade atual, uma vez que permitem o funcionamento eficiente da comunicação à distância, o pleno funcionamento do setor industrial, de escolas, de hospitais, de supermercados, de shoppings, entre outros empreendimentos de grande importância para a vida moderna (MACEDO, 2017). Todavia, nas últimas décadas, estudos e pesquisas da comunidade científica internacional, que serão apresentados em capítulo posterior, apontam que as linhas de transmissão de energia elétrica também emitem radiação através dos Campos Eletromagnéticos que podem colocar em risco a saúde ambiental e das populações que habitam nas suas proximidades.

Para efeitos neste trabalho, considera-se que a radiação proveniente dos Campos Eletromagnéticos gerados pelas linhas de transmissão de energia elétrica de alta tensão se enquadra na categoria de risco tecnológico, que pode causar danos ao ambiente e à saúde humana, considerando ainda o risco social que pode ser potencializado a depender das condições de vida da população exposta à essa poluição. Apesar das incertezas científicas acerca dessa problemática, é importante analisar a natureza desses riscos e seus possíveis impactos negativos a fim de avaliar os instrumentos disponíveis para sua gestão.

### 3.5. Gestão de riscos: avaliação, comunicação e percepção

Sabe-se que a noção de risco está ligada ao desconhecido e que sua gestão é primordialmente uma responsabilidade das autoridades públicas, que têm a incumbência de proteger interesses essenciais da sociedade, como a saúde, a segurança pública e o meio ambiente. A incerteza que está associada ao risco requer que os gestores públicos façam uma avaliação que leve em consideração o nível de imprevisibilidade do evento lesivo, o grau de lesividade e o valor dos bens jurídicos afetados pela decisão. A gestão do risco envolve também a formação de estruturas administrativas especializadas para lidar com as questões técnicas, a identificação e a avaliação adequada dos possíveis eventos lesivos (GONÇALVES, 2017; MACEDO, 2017).

A complexidade dos riscos tecnológicos tem relação direta com uma classificação doutrinária e reflexiva acerca das escolhas civilizacionais feitas em uma sociedade, principalmente na relação de custos e benefícios. Um exemplo disso, citado por Macedo (2002), foi o caso *Kalkar*, julgado pelo Tribunal Constitucional Alemão na década de 1970, referente à expansão da central nuclear de mesmo nome. Segundo a autora, na ocasião foram debatidas questões de grande impacto na sociedade, como é o caso do uso de energia nuclear, bem como a dificuldade de acompanhar as alterações para incremento de segurança por conta da evolução tecnológica, fato que demonstra a importância da gestão do risco.

O caso deu origem a uma classificação dos riscos baseada no conceito de tolerabilidade ou não de um determinado risco pela sociedade em um tempo específico. Os riscos foram classificados em riscos residuais, riscos em sentido estrito e riscos intoleráveis. Os riscos residuais seriam aqueles relacionados ao desenvolvimento tecnológico e às utilidades que o progresso científico proporciona, optando-se por utilizá-los ou não. Para Macedo (2017, p. 439) “É nesse estágio que estariam inseridos os riscos tecnológicos associados aos campos eletromagnéticos”.

O risco em sentido estrito (ou simples) se refere àqueles em que é provável a ocorrência de um dano, sendo necessárias providências para sua gestão adequada. O risco intolerável é aquele que não é aceito por uma sociedade em um dado momento, por circunstâncias éticas e morais, como o uso de armas biológicas ou a clonagem humana. Foram discutidos, ainda, os riscos do desenvolvimento, desconhecidos no momento de sua produção, mas que poderiam ser revelados sob novas descobertas e assim, passariam a ser controlados (MACEDO, 2017). Nesse contexto,

[...] quando se trata de riscos tecnológicos, o atual estágio do conhecimento da ciência e da técnica é um aspecto que deve ser considerado, pois interfere diretamente nas decisões adotadas para a gestão do risco. A inovação tecnológica pode, ainda, dar ensejo a uma potencialidade de alterações significativas no tratamento dispensado a um produto ou atividade, demonstrando a revisibilidade que está relacionada à gestão dos riscos. (MACEDO, 2017, p. 440)

Diante das características dos riscos tecnológicos, não é tarefa fácil antever um cenário que envolva um alto grau de previsibilidade e segurança. Com as incertezas científicas, os efeitos negativos de determinada tecnologia somente poderão ser evidenciados com o decorrer do tempo (MACEDO, 2017). No caso da poluição eletromagnética, o cenário de incertezas ao qual estes estão associados se configura como um desafio para a gestão eficiente desses riscos. Ainda assim, é necessário que sejam discutidos e avaliados os possíveis danos que esses riscos podem (ou poderiam) causar com intuito de contribuir para a tomada de decisões da administração pública, privada e da sociedade em geral, apontando um conjunto de procedimento e opções possíveis para a gestão eficiente da problemática em tese.

Um outro ponto a se considerar na gestão dos riscos tecnológicos (incluindo a poluição eletromagnética), é que o conceito de risco se refere ao futuro, ou seja, se refere a um dano cuja ocorrência é incerta, que pode ou não ocorrer. Contudo, deve-se considerar o intervalo de tempo em que essas projeções são feitas, pois ainda que os impactos negativos não se concretizem num futuro próximo, poderá ocorrer nas gerações subsequentes. Para Macedo (2017),

Uma relação ainda mais estreita com os riscos tecnológicos é estabelecida, pois enquanto nos riscos naturais um dano futuro seria vinculado primordialmente a uma origem natural – ainda que possa ser agravado por causas provocadas pelo homem –, nos riscos tecnológicos é marcante a intervenção humana, que os produz. (MACEDO, 2017, p. 427)

Para exemplificar o exposto, determinada geração pode desenvolver um produto tecnológico que traga benefícios imediatos, mas que pode gerar riscos às gerações futuras. Ao lado das utilidades e comodidades que seriam herdadas, estariam também os possíveis impactos negativos. Concordando com Macedo (2017),

[...] ao lado dessa *herança*, é possível vislumbrar riscos tecnológicos que tenham consequências muito negativas em potencial, como a perda de biodiversidade; os resíduos atômicos; a associação até então desconhecida a uma doença grave causada por determinada atividade (como pode ser o caso em relação às radiações eletromagnéticas); ou, ainda, uma modificação irreversível do ecossistema como conhecemos (do qual é exemplo o aquecimento global). (MACEDO, 2017, p. 428)

Dessa forma, para uma gestão eficiente dos riscos tecnológicos, é necessária uma avaliação ética que considere os possíveis danos tanto para a atual geração como para as gerações futuras, caracterizando um caráter ‘transtemporal’ para a tomada de decisão. Fato que agrega maior complexidade para a administração pública na adoção de medidas para a gestão

desses riscos, pois uma medida acrítica poderia acarretar empecilhos para o desenvolvimento tecnológico que traria mais benefícios para a humanidade. Cita-se como exemplo a própria radiação eletromagnética e seus usos com fins medicinais (MACEDO, 2017). Essa radiação é utilizada em exames de ressonância magnética fundamentais para a detecção de diversos tipos de neoplasias malignas (câncer). Mas, por outro lado, essa é uma das doenças de maior gravidade que pode estar associada à exposição à essa radiação, como será discutido em um capítulo posterior.

A problemática em torno da gestão dos ricos tecnológicos e, em especial, daqueles provenientes da radiação eletromagnética, requer decisões que envolvam todos os seguimentos da sociedade. Os critérios para avaliar esses riscos precisam considerar os interesses políticos, econômicos e sociais presentes nas relações sociais da atualidade. Logo, a deve-se considerar os potenciais interessados na tomada de decisão, sobretudo a participação popular. Segundo Macedo (2017), a participação popular, por sua vez, poderia resultar em benefícios adicionais, incluindo a possível diminuição de erros e abusos na ponderação dos interesses envolvidos.

No que se refere principalmente aos danos à saúde humana, é necessário um olhar mais aguçado sobre os impactos negativos nos grupos sociais que estão em situação de exclusão que, muitas vezes, desconhecem os riscos a que estão expostos. Para isso, torna-se fundamental a educação e informação da população em geral para o risco através da comunicação, para que haja uma participação efetiva e eficaz.

### 3.5.1. Percepção e avaliação dos ricos tecnológicos

É indiscutível que a tecnologia moderna disponibiliza recursos eficazes para promover uma variedade abrangente de vantagens para a sociedade, indo além do crescimento econômico. No entanto, o avanço tecnológico em sua concepção mais ampla tem sido associado a ameaças e riscos, sejam eles percebidos ou reais, como acontece como as aplicações industriais, comerciais e domésticas de Campos Eletromagnéticos (OMS, 2002).

Em todas as partes do mundo alguns integrantes do público em geral têm manifestado a preocupação de que a exposição a CEM devidos a fontes como linhas de transmissão de alta voltagem, radares, telefones móveis e suas estações rádio-base, poderia levar a consequências adversas à saúde, especialmente em crianças. (OMS, 2002, p. 09)

Essa preocupação social em relação às inovações tecnológicas está relacionada com a falta de conhecimento acerca das possíveis consequências danosas à saúde por conta dos avanços tecnológicos e com a desconsideração por diferenças na percepção de risco que não são adequadamente refletidas na comunicação por parte dos cientistas, governos, indústria e o

público. Por esse motivo, a percepção e a comunicação de risco são aspectos fundamentais para gestão dos riscos tecnológicos (OMS, 2002; MACEDO, 2017).

Nas sociedades qualificadas pelo risco, é necessária uma leitura social de um ambiente caracterizado por ameaças e perigos revestidos por um estado de invisibilidade seja este social, político, institucional ou sistêmico, que impede que as causas desses riscos sejam de conhecimento público e dificulta qualquer medida de diminuir ou eliminar tais ameaças. Gattas (2015) caracteriza esses riscos da seguinte forma:

Os novos riscos ambientais pertencentes à Sociedade de Risco, não são os riscos conhecidos e manipuláveis da sociedade industrial, não podem ser limitados quanto ao tempo e ao espaço, não se enquadram nas regras tradicionais de responsabilidade e são dificilmente indenizáveis e restituíveis. São caracterizados pela invisibilidade, globalidade e imprevisibilidade, são difíceis de percebermos, sem a ajuda de ferramentas próprias, como o estudo e a avaliação de impacto ambiental ou através de perícia técnica. (GATTAS, 2015, p. 300)

A avaliação de risco consiste num processo organizado para descrever e estimar a possibilidade de efeitos adversos à saúde, decorrentes da exposição ambiental a um agente. Nesse sentido, foram elaborados quatro passos fundamentais para a avaliação eficiente de riscos, de acordo com a OMS (2002, p. 13):

1. Identificação da ameaça: a identificação de um agente ou exposição potencialmente danosos (por exemplo, uma determinada substância ou fonte de energia).
2. Avaliação de resposta à dose: a estimativa da relação entre dose ou exposição ao agente ou situação e a incidência e/ou gravidade de um efeito.
3. Avaliação da exposição: a avaliação da extensão da exposição ou a exposição potencial em situações reais.
4. Caracterização do risco: a síntese e sumário das informações sobre uma situação potencialmente danosa em uma forma útil aos tomadores de decisão e envolvidos.

A identificação da ameaça e a avaliação científica dos riscos são pontos fundamentais para a definição de um programa eficaz de gerenciamento de risco, podendo assim incorporar ações e estratégias como encontrar opções, tomar decisões, implementar essas decisões, e avaliar o processo. Ressalta-se que esses processos não são excludentes e nem possuem uma ordem pré-definida, pois dependem do grau de urgência para a tomada de decisão e da disponibilidade de informação e recursos (OMS, 2002). De acordo com a Constituição da OMS,

[...] health is a state of complete physical, mental and social well-being and not merely the absence of disease or infirmity. A risk assessment is a conceptual framework for a structured review of information relevant to estimating health or environmental outcomes. The health risk assessment can be used as an input to risk management that encompasses all the activities needed to reach decisions on whether an exposure requires any specific action(s) and the undertaking of these actions. (WHO, 2007, p. 11)

No campo da saúde, a avaliação dos riscos deve ser realizada de forma a ponderar e estimar criticamente toda a evidência científica existente e não baseada unicamente em

informação quantificável, uma vez que “... o risco percebido pode atingir um grau de importância tão grande quanto à de um risco mensurável, na determinação de um investimento comercial ou de uma política governamental” (OMS, 2002, p. 13).

A percepção de risco entre os indivíduos é baseada em fatores que abarcam valores básicos sociais e pessoais (tradições, costumes) assim como experiências anteriores com projetos tecnológicos (tipo represas, usinas elétricas). Esse fato pode explicar as preocupações, tendências ou inclinações possíveis e pressuposições. Assim, a gestão do risco deve considerar tanto o risco medido quanto o risco percebido, dedicando atenção às sociais, para que tenha êxito (OMS, 2002; MACEDO, 2017; GOMES, 2011).

Contudo, os gestores de riscos tecnológicos tendem a não considerar como o público em geral percebe e entende esses riscos, pois costumam tomar decisões apoiados numa abordagem tradicional de análise dos riscos, baseada em resultados experimentais e probabilísticos, que caracteriza os chamados ‘riscos objetivos’, desconsiderando os ‘riscos subjetivos’ que refletem a percepção do público em geral (MARTINI JÚNIOR, 2010). Para Porto e Freitas (1997),

As análises técnicas de riscos, ao ignorarem ou subestimarem a dimensão social, a qual inevitavelmente interage com os próprios riscos e suas análises, acabam por deixar de lado uma questão fundamental, ou seja: os riscos tecnológicos ambientais não podem ser analisados somente enquanto entidades físicas – sistemas tecnológicos nos processos de produção ou substâncias perigosas enquanto matéria prima e produto – que existem independentemente dos seres humanos que os analisam e vivenciam, sendo simultaneamente constituídos por processos sociais. (PORTO; FREITAS, 1997, p. 67)

Nesse sentido, abordagem técnica se mostra incompleta ao não considerar os aspectos sociais em suas análises. O mesmo autor enfatiza a importância de se considerar a percepção pública no gerenciamento dos riscos tecnológicos, mas alerta que a forma de avaliar tal percepção “... não deve ser a mesma para todos os grupos, pois, as experiências sociais variam e a seleção dos tipos de atributos de percepção, e suas respectivas magnitudes, mudam em cada situação” (MARTINI JÚNIOR, 2010, p. 138). Porto e Freitas (1997) afirmam que a tecnologia e o ambiente são continuamente construídos e desconstruídos pelos processos sociais, sendo o risco um produto dessa interação. Sendo assim,

Considerar a tecnologia, o meio ambiente e o risco como resultantes de processos sociais conduz à formulação de uma nova visão de gerenciamento de riscos, onde são considerados aqueles que percebem os riscos (populações vizinhas às indústrias e trabalhadores), as instituições públicas e privadas envolvidas – entendidas enquanto porta-vozes de interesses sociais, políticos e econômicos estruturados na sociedade – e os contextos sociais e culturais em que o risco é analisado e gerenciado. (PORTO; FREITAS, 1997, p. 67)

Diante dos diversos fatores que influenciam na percepção dos riscos, a população em geral tende a considerá-los como desprezível, aceitável, tolerável, ou inaceitável, em comparação com os benefícios percebidos. Essa percepção depende de fatores pessoais como idade, sexo, nível cultural e educacional, de fatores externos e da natureza dos riscos. A aceitação do risco é uma decisão pessoal que depende da habilidade de se exercer algum controle sobre ele (OMS, 2002).

Mas há os riscos em que o indivíduo sente que não tem nenhum domínio sobre eles, como é o caso da exposição aos Campos Eletromagnéticos, cujos campos são invisíveis, o risco é difícil de ser quantificável, e o grau de exposição está além do controle imediato (OMS, 2002; MACEDO, 2017). Nesse caso, a resposta do público vai depender de fatores externos como:

[...] a informação científica disponível, dos meios de comunicação e de outras formas de disseminação de informação, da situação econômica do indivíduo e da comunidade, de movimentos de opinião, e da estrutura do processo regulatório e da tomada de decisões políticas na comunidade (OMS, 2002. p. 15).

Dessa forma, quanto maior for o número de fatores que se sobrepõem para a percepção pública dos riscos, maior será o potencial de preocupações. Segundo a OMS (2002), diversos estudos indicam que as seguintes combinações de atributos em uma situação frequentemente influenciam a forma como o risco é percebido:

- Tecnologia familiar x não-familiar – diz respeito ao grau de familiaridade do público com determinada tecnologia. Quando mais familiar, mais reduzido será o nível de percepção. Em relação aos Campos Eletromagnéticos, acontece o contrário, por ser uma tecnologia não-familiar ou de difícil compreensão.
- Controle pessoal x ausência de controle sobre uma situação – o risco tende a ser mais percebido se o público sentir que não tem controle sobre ele.
- Exposição voluntária x involuntária – as pessoas percebem menos os riscos quando escolhem voluntariamente estarem expostos a eles.
- Consequências temíveis x não-temíveis – quando as possíveis consequências de um risco causam medo na população, a percepção tende a ser aumentada. A exemplo das doenças e situações graves de saúde como câncer, doenças crônicas e severas e incapacitação física.
- Benefícios diretos x indiretos – se as pessoas não perceberem qualquer benefício direto de uma determinada tecnologia, estarão menos propensas a aceitarem os riscos associados.

- Exposição justa x injusta – situações de justiça social podem ser questionadas no caso de exposição a determinado risco tecnológico. No caso dos Campos Eletromagnéticos, por exemplo, se instalações são implantadas em territórios pobres por razões econômicas (preço mais baixo da terra), as pessoas estarão injustamente sendo exposta aos potenciais riscos.

Chama a atenção, no âmbito deste trabalho, a questão da exposição injusta a situações de risco que se refere às comunidades que se encontram em situação de exclusão social, principalmente no que tange à exposição à poluição eletromagnética gerada pelas linhas de transmissão de energia elétrica de alta tensão. Como já foi discutido em tópicos anteriores, essas infraestruturas estão afixadas nos ambientes urbanos em áreas menos favorecidas geograficamente, afastadas das regiões centrais, e os residentes que habitam esses locais, por escolha ou não, estão sujeitos à essa exposição e, em tese, nem sequer imaginam os riscos a que estão expostos. As comunidades têm o direito de saber sobre esses riscos e conhecer o que está sendo proposto e planejado com respeito a construção de fontes de Campos Eletromagnéticos e participar da tomada de decisão. Para isso, é necessário que haja um sistema eficaz de informação e comunicação pública entre cientistas, governos, a indústria e o público.

### 3.5.2. A comunicação dos riscos tecnológicos

A comunicação do risco é uma importante estratégia para sua gestão eficiente. Essa se constitui como um processo contínuo de informação aos interessados e se inicia com a avaliação de um risco. É um processo interativo de troca de informação e opiniões entre indivíduos, grupos e instituições. Implica em diversas mensagens relacionadas à natureza do risco, bem como outras que não estão diretamente ligadas a eles, mas que expressam preocupações, pontos de vista ou reações em relação à natureza do risco ou aos arranjos legais ou institucionais relacionados ao seu gerenciamento (OMS, 2002; MACEDO, 2017).

Nesse sentido, Martini Júnior (2010) afirma que os objetivos de uma comunicação de risco podem ser alocados em seis categorias: Educação e informação; Aprimoramento do conhecimento público; Mudança de comportamento e ações preventivas; Metas organizacionais; Metas de cunho legal; e Resolução de problemas e conflitos. Logo, segundo Martini Júnior (2010, p. 136), a comunicação de risco pode ser elaborada visando diversos objetivos, tais como:

- Alertar o público para um risco específico;

- Acalmar o público para um risco específico;
- Informar sobre a revisão de estimativas de risco;
- Mudar o comportamento;
- Auxiliar ou buscar auxílio;
- Buscar a participação pública e governamental no processo decisório;
- Superar oposição pública e governamental às decisões; e
- Garantir a sobrevivência da organização.

O processo de comunicação do risco abrange também informações sobre a autorização de um produto ou serviço e, posteriormente, a comunicação sobre o *status* da atividade e possíveis alterações decorrentes de algum novo conhecimento científico. Logo, seus destinatários não são apenas a população ou o público em geral, mas também pode ter como interessados pessoas específicas. Para Macedo (2017, p. 456) “Não se trata de mera faculdade das autoridades competentes e mesmo de empreendedores (com sua parcela de atribuições como um dos atores envolvidos na gestão do risco); há um verdadeiro direito da população de conhecer os riscos a que está sujeita”.

Nesse contexto, a comunicação do risco não pode ser apenas uma apresentação do cálculo do risco, mas deve se constituir em um fórum para a discussão a respeito de questões mais amplas, como as preocupações éticas e morais, principalmente no que se refere às questões ambientais que envolvem incertezas quanto aos riscos à saúde. A comunicação entre os interessados, nesses casos, precisa ser qualificada e que seja feita com clareza e eficácia. Segundo a OMS (2002),

Para este fim, os cientistas devem comunicar a evidência científica com clareza; as agências governamentais devem informar ao público sobre regulamentações de segurança e medidas políticas; e os cidadãos envolvidos devem decidir em qual medida estão dispostos a aceitar esses riscos. (OMS, 2002, p. 21)

Outro fato que deve ser considerado pelos gestores é que a comunicação dos riscos tecnológicos, entre eles o risco eletromagnético, é bastante complexa, uma vez que envolve conhecimento técnico especializado em diversas áreas, como a física, a medicina, a biologia e diversas engenharias, além das ciências sociais e da Geografia, pois esta desempenha um papel fundamental nas análises espaciais, fornecendo uma estrutura conceitual e ferramentas para compreender a distribuição e interconexão de fenômenos na superfície terrestre. Enquanto o perigo, também condicionante externa da decisão, vincula o decisor a tomar uma medida que se oponha frontalmente à probabilidade de ocorrência, o risco levanta dificuldades especiais,

dada a impossibilidade de estabelecer nexos causais definitivos (GOMES, 2011). Por isso é importante que a comunicação para o público em geral considere a sua percepção dos riscos pois,

As pessoas, em geral, têm mais medo do desconhecido, do que é incomum, do risco tecnológico em oposição ao risco natural, sem embargo do fato de que cada sociedade pode ter uma percepção diversa sobre um mesmo risco ou, ainda, essa percepção pode se alterar ao longo do tempo. Conhecer essas características e investigar a percepção de cada risco é essencial para permitir ao gestor fazer a adequada comunicação do risco à população, o que proporciona uma sensação maior de segurança. (MACEDO, 2017, p. 457)

É fato que pode haver divergências entre a percepção dos riscos pela população e a avaliação objetiva dos riscos feita com base em critérios científicos, como tem sido apontado por estudos científicos. Tais divergências podem ser explicadas pela superioridade da racionalidade científica e a ideia de que a percepção pública não abarca informações e conhecimentos especializados. Tal fato pode gerar conflitos no que se refere à aceitação democrática das percepções do risco pela população ou somente das opiniões dos cientistas, embasadas pelo conhecimento científico (MACEDO, 2017).

Este é mais ponto que demonstra a importância de uma comunicação adequada à população, pois a compreensão dos riscos tecnológicos e do fenômeno eletromagnético deve ser alcançada por todos os seguimentos da sociedade. Para isso, é necessário que os potenciais atingidos pelos efeitos lesivos de determinado risco sejam ouvidos, ainda que a ocorrência desse dano não possa ser plenamente comprovada. Nesse cenário, “A incerteza que rodeia uma decisão sobre o risco requer um acréscimo de legitimidade que a participação pública pode incrementar” (GOMES, 2011, p. 147).

Nos anos de 2006<sup>9</sup> e 2010<sup>10</sup>, a Comissão Europeia realizou uma série de pesquisas para avaliar o grau de informação e percepção das pessoas em relação ao risco eletromagnético, através de uma iniciativa chamada Eurobarometro. O estudo foi realizado em todos os países da União Europeia. Nos resultados da pesquisa, o risco eletromagnético ocupou as últimas colocações no apontamento de fatores de risco à saúde. Sobre as fontes emissoras desse risco, a população demonstrou maior preocupação foram as fontes de transmissão de energia elétrica. Os telefones celulares, que são fontes usadas massivamente pela população, foram menos apontados que as linhas de transmissão (MACEDO, 2017).

---

<sup>9</sup> Ver *Electromagnetic Fields* (2006) em: [https://ec.europa.eu/health/ph\\_determinants/environment/EMF/ebs272a\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/health/ph_determinants/environment/EMF/ebs272a_en.pdf)

<sup>10</sup> Ver *Electromagnetic Fields* (2010) em: [file:///D:/- %20Documentos%20n%C3%A3o%20delete%20backup%20dia%2026-03-21/Downloads/ebs\\_347\\_en.pdf](file:///D:/- %20Documentos%20n%C3%A3o%20delete%20backup%20dia%2026-03-21/Downloads/ebs_347_en.pdf)

Comparados os resultados da pesquisa de 2006 para a de 2010, verificou-se que houve decréscimo da percepção das pessoas em relação ao risco eletromagnético e, ainda, que apenas uma pequena parte da população havia recebido alguma informação sobre tal risco. Dessas, a maior parcela dos entrevistados não estava satisfeita com a informação recebida e não acreditavam que os gestores tomavam as providências necessárias para a proteção do público em relação aos impactos à saúde (MACEDO, 2017).

Percebe-se que, mesmo em ‘países desenvolvidos’, existe um certo grau de deficiência no que tange à informação sobre os riscos eletromagnéticos para a população. Este fato evidencia a relevância de estudos dessa natureza no Brasil onde, em tese, grande parte da população não tem acesso (ou o acesso é restrito) às informações científicas referentes aos potenciais riscos eletromagnéticos à sua saúde, por conta do alto índice de exclusão social presente na sociedade brasileira.

Na medida em que a população se torna mais informada sobre os possíveis riscos ambientais sobre a saúde, principalmente sobre os riscos tecnológicos, pode haver uma maior desconfiança em agentes públicos, na comunidade técnica e científica e nos gerentes das grandes indústrias pública e privadas. Pode haver também a ideia de que os gestores não consigam acompanhar o ritmo acelerado das mudanças científicas e tecnológicas no que se refere às medidas de proteção para a sociedade (OMS, 2002).

Segundo Martini Júnior (2010), a existência de incertezas científicas, comuns no gerenciamento de riscos tecnológicos dada a complexidade das informações, e muitas vezes usadas para evidenciar o caráter provisórios dos resultados técnicos, podem provocar desconfiança e uma percepção pública negativa. Para o autor “Confiança e credibilidade são valores construídos, paulatinamente, através da coerência e consistência de ações, competência e ética. Contudo, podem ser rapidamente desconstruídos se for percebida a incompetência, omissão ou manipulação” (MARTINI JÚNIOR, 2010, p. 138). Logo, os responsáveis pela comunicação do risco devem garantir confiança e credibilidade ao comunicar as informações ao público, para que o processo ocorra de forma eficaz.

Além disso, é importante considerar que em sociedades com sistemas políticos abertos, os cidadãos estão dispostos e têm a capacidade de se envolver ativamente. Tanto os indivíduos, comunidades e organizações não-governamentais, estão prontos para tomar medidas que influenciem nas decisões ou interromper atividades, caso sejam excluídos do processo decisório. Este fato corrobora para uma efetiva comunicação do risco entre todos os

interessados pois, para uma abordagem eficaz de avaliação e comunicação do risco deve-se considerar todos os aspectos e todas as partes envolvidas (OMS, 2002; GOMES 2011).

Em vista do exposto, pode-se afirmar que a comunicação é um instrumento de grande importância para uma gestão democrática e eficiente dos riscos tecnológicos, em especial no que se refere a poluição eletromagnética. A tarefa de informar a população, especialmente dos riscos tecnológicos, deve partir de ações do poder público juntamente com as instituições privadas, bem como da comunidade científica, pois numa sociedade de risco, é de grande valia a divulgação e a explicitação das medidas para evitar ou amenizar os impactos à saúde que podem surgir num futuro próximo ou mesmo distante.

Contudo, deve-se levar em conta a percepção da população em geral na avaliação desses riscos, inclusive dos grupos sociais que estão em situação de exclusão, dada a possível exposição injusta destes aos campos eletromagnéticos. Deve-se ressaltar, ainda, que a comunicação para essa parcela da população (e para os demais), deve ser feita de forma clara e eficaz, considerando seu nível de conhecimento sobre o assunto, a fim evitar distorções na percepção pública, fato que pode acarretar efeitos negativos tanto na participação popular quanto no gerenciamento eficaz desses riscos.

## **4. OS RISCOS DA RADIAÇÃO ELETROMAGNÉTICA PARA A SAÚDE HUMANA**

O propósito deste capítulo é abordar o fenômeno físico denominado de campos eletromagnéticos e discutir seus possíveis efeitos sobre a saúde humana. Para isso, foi realizada uma caracterização dos CEM e de suas fontes emissoras no que se refere às suas frequências e intensidades. Discute-se também como a radiação eletromagnética interage com o corpo humano provocando alterações celulares, fato que pode levar ao surgimento de diversas enfermidades. Busca-se utilizar uma linguagem clara e simplificada, dada a complexidade do tema abordado, para que todos os possíveis leitores consigam compreender o que são os CEM e como eles podem trazer efeitos adversos para a saúde.

Apresenta-se, sob a ótica de pesquisas já desenvolvidas em escala global, as possíveis doenças provenientes da exposição aos CEM com foco nas neoplasias malignas, bem como as dificuldades de comprovar a relação causa-efeito dessas enfermidades com a radiação eletromagnética. Faz-se ainda uma análise sobre a diretrizes existentes em escala nacional e internacional sobre as normas e limites recomendados para o controle da exposição aos CEM, e da abordagem preventiva baseada no ‘princípio da precaução’, no intuito de que seus possíveis impactos na saúde não venham a se tornar um problema de saúde pública. Por fim, é apresentada uma análise do perfil epidemiológico do Brasil, a fim de se evidenciar a gravidade das principais doenças que impactam o sistema público de saúde, cujas causas podem estar relacionadas à exposição humana aos CEM.

### **4.1. Considerações iniciais**

O advento da industrialização verificado nos últimos séculos ocasionou uma mudança significativa no padrão populacional global, onde a maior parte das pessoas passaram a viver em cidades, provocando uma rápida e intensa urbanização. Nos países ditos ‘subdesenvolvidos’, como o Brasil, o crescimento urbano se acentuou a partir da segunda metade do século XX, e ocorreu de forma desordenada, já que não havia um planejamento urbano adequado para receber esse contingente populacional. Essa mudança no perfil demográfico acarretou alterações no estilo de vida das populações citadinas, pois o desenvolvimento industrial e tecnológico está entre os principais fatores para o crescimento dos centros urbanos.

Ao mesmo tempo em que se intensifica a industrialização, o ambiente, principalmente o urbano, vai sendo invadido por diferentes tipos de poluentes que estão associadas com os danos à saúde humana. No espaço urbano ocorrem diferentes atividades produtivas e sociais,

articuladas por fluxos de pessoas e mercadorias. São espaços hegemônicos de produção e troca de alto nível, de concentração urbana, de acúmulo de população e de complexas infraestruturas. Logo, são espaços onde indivíduos e sociedade estão mais vulneráveis a perdas advindas de processos variados, ou seja, são espaços de risco (CASTRO *et al.*, 2005). Deve-se ressaltar ainda que, nas cidades,

[...] o risco também pode ocorrer, frequentemente, em função da inadequação ou de características conflitantes das formas de ocupação e uso do solo e os processos produtivos/tecnológicos, sociais e "naturais", que determinam situações de perdas potenciais ou efetivas. Deste modo, a apropriação e uso dos recursos naturais através de processos produtivos e a própria dinâmica dos processos da natureza e dos processos sociais tendem a gerar riscos à sociedade, relacionando-se à sua dinâmica socioespacial. (CASTRO *et al.*, 2005, p. 27)

Todos os tipos de poluição são frequentes nas cidades, principalmente nas cidades grandes e médias. A concentração desses poluentes está diretamente associada com o desenvolvimento industrial e tecnológico e com a crescente demanda por produção de energia elétrica para garantir a sobrevivência e o conforto da população aglomerada nos centros urbanos (SOLLITTO, 2009). Cita-se, como exemplo, a poluição do ar pela concentração de gás carbônico e outros gases, a poluição das águas pela falta de saneamento básico e de coleta de esgotos, a poluição dos solos pelo depósito irregular de resíduos sólidos, poluição sonora e visual e, não obstante, a poluição eletromagnética.

A poluição eletromagnética, também chamada de ‘poluição invisível’, é proveniente da concentração de campos eletromagnéticos geradas a partir do uso de energia elétrica e aparelhos que emanam ondas eletromagnéticas, como por exemplo os aparelhos de telefonia fixa, televisores, celulares, fornos de micro-ondas, entre outros (SOUZA *et al.*, 2016). Os campos eletromagnéticos ocorrem naturalmente no Universo e, dessa forma, sempre estiveram presentes no ambiente terrestre. O Sol, por exemplo, é a fonte natural de radiação eletromagnética mais intensa a que o ser humano está exposto. No entanto, o crescimento tecnológico, as mudanças no comportamento social e nos hábitos de trabalho deixaram o ambiente terrestre exposto a outras fontes de radiação eletromagnética. Essas fontes, criadas artificialmente, aumentou consideravelmente a exposição do ser humano a uma mistura complexa de campos elétricos e magnéticos de frequências diferentes, em casa ou no trabalho (OMS, 2002; SOUZA *et al.*, 2016).

Os efeitos potenciais de CEM gerados pelo homem sobre a saúde têm sido tópicos de interesse científico desde o final do século XIX. Contudo, nas últimas décadas, percebe-se uma crescente preocupação pública com os possíveis efeitos sobre a saúde dos campos

eletromagnéticos gerados pelas linhas de transmissão de energia elétrica, assim como do uso de diversas tecnologias como estações rádio base de telefonia celular móvel. As preocupações se baseiam nos resultados de estudos científicos que apontam para uma possível relação entre a exposição a esses campos eletromagnéticos e o desenvolvimento de doenças consideradas graves para a saúde pública (OMS, 2002).

Apesar de não haver consenso entre a comunidade científica sobre esses possíveis efeitos adversos a saúde, isso porque algumas das pesquisas desenvolvidas nesse âmbito não apresentarem evidências claras que comprovem tal relação, agências internacionais como a OMS, apontam os campos eletromagnéticos como possíveis carcinogênicos para humanos, além de outros males que são evidenciados nas pesquisas. O fato de não haver consenso entre a comunidade científica sobre esses possíveis riscos à saúde se apresenta como um desafio na tomada de decisões. Para a OMS (2002), esses desafios incluem determinar se existe ameaça na exposição aos CEM e qual o impacto potencial sobre a saúde (avaliação de risco), reconhecer as razões que levam à preocupação por parte do público (percepção de risco) e implementar políticas que protejam a saúde pública e respondam às preocupações do público (gerência de risco).

#### **4.2. Caracterização dos CEM e suas fontes emissoras**

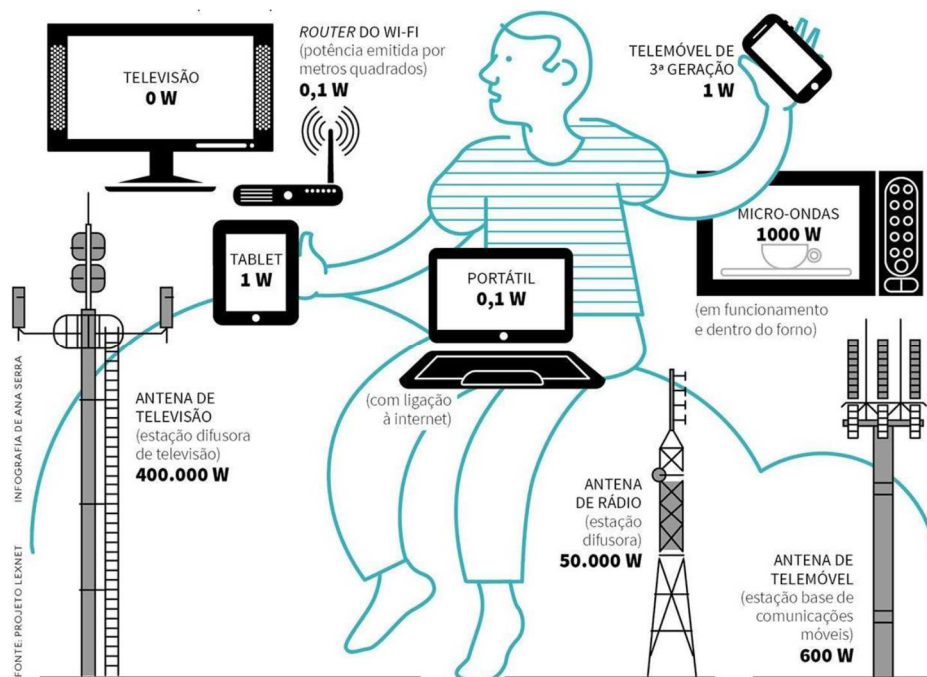
Como já foi destacado em tópicos anteriores, a energia elétrica é fundamental para a manutenção dos sistemas modernos de produção industrial e para a utilização das diversas tecnologias em todas as atividades da vida em sociedade. Contudo, nas últimas décadas, a presença das linhas de transmissão de energia elétrica de alta tensão nos aglomerados urbanos tem sido motivo de discussões no meio científico, uma vez que essas estruturas geram campos eletromagnéticos que podem trazer malefícios à saúde humana.

Para embasar as discussões desse tópico, julga necessário conceituar os Campos Eletromagnéticos. No Brasil, de acordo com a Lei Federal 11.934 de 5 de maio de 2009 (Anexo 2), em seu Art. 3º, item III, os Campos Eletromagnéticos são definidos como campo radiante em que as componentes de campo elétrico e magnético são dependentes entre si, capazes de percorrer grandes distâncias; para efeitos práticos, são associados a sistemas de comunicação.

Os Campos Eletromagnéticos podem ser de origem natural como o Sol, e as fontes de origem artificial, por exemplo, antenas de telefonia móvel, e eletrodomésticos e torres de transmissão de energia elétrica. Assim, as fontes de CEM podem ser classificadas como fontes móveis, como os telefones celulares, máquinas industriais e diversos eletrodomésticos (forno

micro-ondas, televisão, computadores), e fontes fixas como as antenas de telefonia e as linhas de transmissão de energia elétrica (DIAS, 2018). A figura 07 demonstra algumas fontes artificiais de radiação eletromagnética a que o ser humano é exposto diariamente.

Figura 07 - Fontes de artificiais de radiação eletromagnética

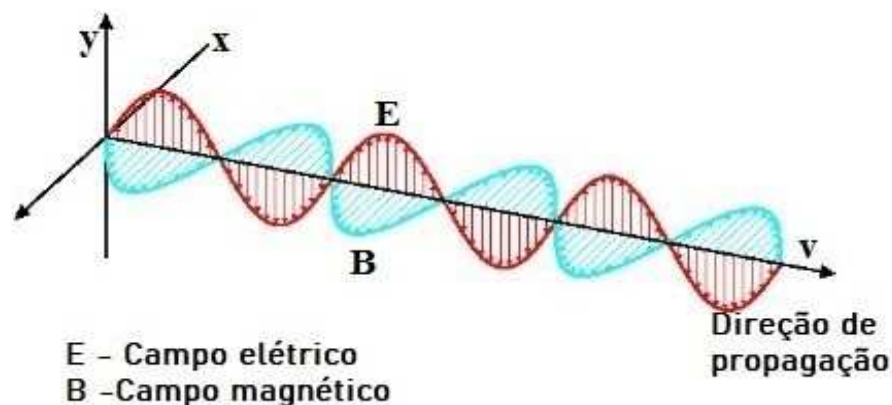


Fonte: <https://sustentabilidadenaopalavraeaccao.blogspot.com/2016/11/poluicao- eletromagnetica.html>

A eletricidade é uma forma de energia que resulta da associação de partículas de cargas positivas e negativas, onde as propriedades das cargas elétricas determinam o movimento das partículas e contribuem para a ocorrência do fluxo ou corrente elétrica. A concepção moderna de eletricidade está relacionada com o campo elétrico, que é o espaço em torno da partícula carregada eletricamente. O magnetismo é um fenômeno referente aos campos magnéticos que se manifesta também na presença de cargas elétricas em movimento. Daí ser considerado como parte integrante dos estudos sobre eletricidade (SOLLITTO, 2009)

Na radiação eletromagnética, a energia se propaga pelo espaço através das ondas eletromagnéticas geradas pela movimentação, oscilação e aceleração da energia elétrica. Essas ondas são constituídas por duas entidades interdependentes, o campo elétrico e o campo magnético, que oscilam perpendicularmente entre si e não precisam de um meio para se propagar, como pode ser observado na figura 08. O produto destes dois campos resulta na densidade de potência e a faixa de variação em que as ondas eletromagnéticas se propagam posicionam-se entre zero (0) a  $10^{23}$  Hz (Hertz) (CARREIRO JÚNIOR, 2019; SOLLITTO, 2009).

Figura 08 - Esquema representativo da propagação de uma onda eletromagnética



Fonte: <https://vamosestudarfisica.com/ondas-mecanicas-e-eletromagneticas/>

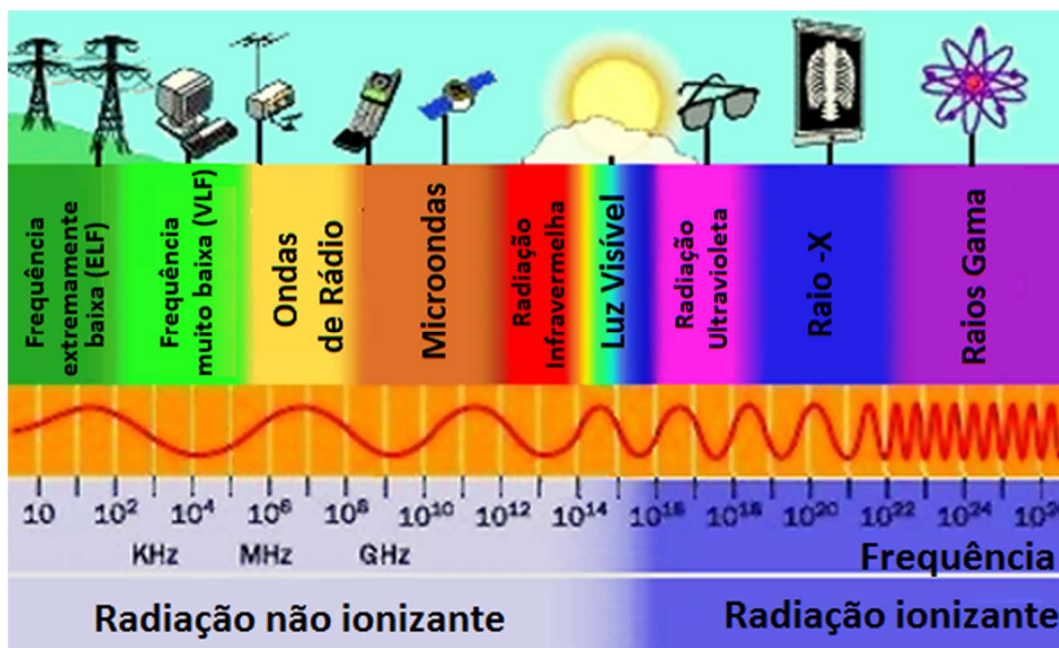
Os campos elétricos são produzidos por carga elétrica e a sua intensidade é medida em Volts por metro (V/m) ou em Kilovolts por metro (KV/m). A intensidade da tensão elétrica (voltagem) se mede em Volts (V). Quanto mais próximos da sua fonte, mais intensos são os campos elétricos, e sua intensidade diminui com a distância e pela presença de outros materiais como madeira e metal. Os campos magnéticos são produzidos quando as cargas elétricas estão em movimento, ou seja, quando há corrente elétrica. A intensidade desses campos se mede em Ampères por metro (A/m), que pode ser expressa em função da indução magnética que produz, medida em Teslas (T), militeslas (mT) ou microteslas ( $\mu$ T). Dessa forma, todo circuito elétrico que estiver ligado e com corrente circulante, gerará um campo magnético ao seu redor proporcional a quantidade de corrente que a fonte possui. A intensidade do campo magnético gerado será maior quanto mais próximo estiver do circuito elétrico e diminuirá com a distância, mas não serão impactados pela presença de outros materiais (CARREIRO JÚNIOR, 2019; MARTIN; TANAKA, 2011; SOLLITTO, 2009).

Os campos elétricos são originados em diferentes voltagens e, quanto maior for essa voltagem, mais forte será o campo resultante. Os campos magnéticos se originam nas correntes elétricas e serão tão mais fortes quanto mais intensas forem essas correntes. A magnitude do campo magnético decai com o consumo da eletricidade e a força do campo elétrico diminui igualmente. Uma das principais características que define um Campo Eletromagnético é a sua frequência e o seu comprimento de onda correspondente. As diferentes frequências desses campos interagem com o corpo humano de formas diferentes. A frequência descreve o número de oscilações ou ciclos por segundo, já o comprimento de onda descreve a distância entre uma onda e a seguinte. Logo, o comprimento de onda e a sua frequência são indissociáveis pois,

quanto maior a frequência, menor o comprimento de onda (MARTIN; TANAKA, 2011; OMS, 2016; SOLLITTO, 2009).

Os Campos Eletromagnéticos existem por toda parte no planeta e são invisíveis para o ser humano. Tanto as fontes naturais como as fontes produzidas pelo homem estão presentes no espectro eletromagnético, como pode ser observado na figura 09.

Figura 09 - Espectro eletromagnético, faixas de frequências e utilizações



Fonte: <https://www.whcengenharia.com.br/post/o-que-%C3%A9-r%C3%A1dio-fre%C3%A7a-rf>

Observa-se, pela figura 09, que as fontes de Campos Eletromagnéticos de baixa frequência incluem linhas de transmissão, aparelhos eletrodomésticos e computadores. Já entre as fontes que geram campos de alta frequência estão os radares, as instalações de emissoras de rádio e televisão, os telefones móveis e suas estações rádio base, os aquecedores de indução e os dispositivos antirroubo.

Segundo Sollitto (2009), o comprimento da onda e sua frequência determinam outra característica importante dos CEM. As ondas eletromagnéticas são transportadas por partículas denominadas quantum de luz. O quantum de luz das ondas de alta frequência (menor comprimento de onda) transportam mais energia do que o quantum das ondas de baixa frequência (maior comprimento de onda). A quantidade de energia transportada pelas ondas vai determinar o tipo de radiação que será emitida. Nesse sentido, a radiação pode ser classificada em radiação ionizante e radiação não-ionizante - RNI.

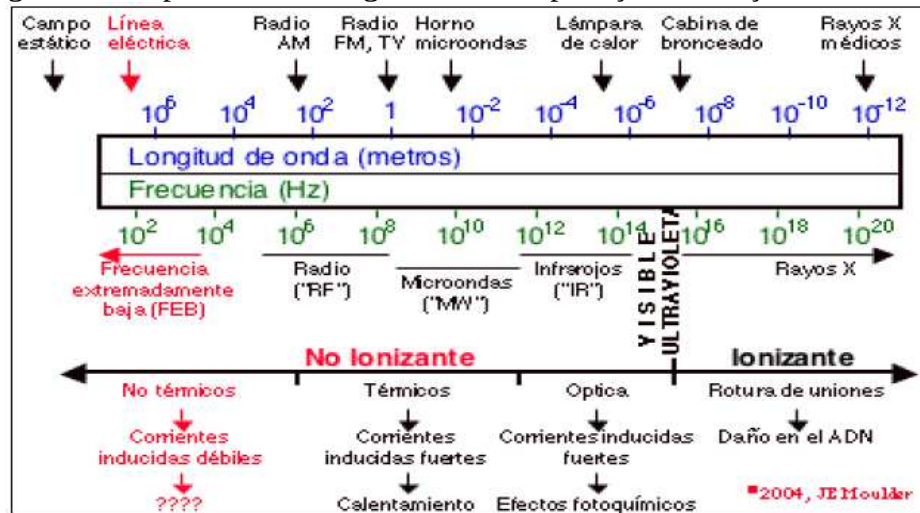
A radiação ionizante é proveniente das ondas eletromagnéticas com frequência muito alta e, portanto, comprimento de onda pequeno. Essas ondas transportam uma elevada

quantidade de energia por quantum de luz que são capazes de romper as ligações químicas entre as moléculas, como os raios gama emitidos por materiais radioativos, raios cósmicos e raios-X. Já as radiações não-ionizantes são compostas por quantum de luz sem energia suficiente para romper as ligações entre as moléculas celulares e, por isso, não podem produzir ionização. Por essa razão os CEM são chamados de radiações não-ionizantes. Entre as fontes de RNI estão os equipamentos elétricos e eletrônicos, as linhas de transmissão, a radiação por radiofrequência de dispositivos sem fio como celular, pontos de acesso de internet, torres de transmissão de TV e rádio, entre outros (CARREIRO JÚNIOR, 2019; MARTIN; TANAKA, 2011; OMS, 2002; SOLLITTO, 2009).

A diferença entre a radiação ionizante e não-ionizante está relacionada com a quantidade de energia transportada pela onda eletromagnética que, ao interagir com um átomo, pode ou não remover elétrons dele, fazendo com que seja ionizado ou não. No corpo humano as correntes elétricas existem de forma natural e fazem parte das funções corporais normais. O funcionamento do sistema nervoso e a maioria das reações bioquímicas, desde aquelas associadas com a digestão até as envolvidas com a atividade cerebral, envolve processos e impulsos elétricos. Já as implicações da exposição externa do corpo humano aos CEM dependem da frequência e da intensidade desses campos (OMS, 2002).

Nas baixas frequências, os CEM atravessam o corpo humano. Os campos elétricos influenciam a distribuição de cargas elétricas na superfície dos tecidos condutores e causam um fluxo de corrente elétrica no corpo. Os campos magnéticos induzem correntes que circulam dentro do corpo humano. A intensidade dessas correntes é proporcional a intensidade do campo externo e do comprimento de onda pelo qual a corrente flui. Se essas correntes tiverem intensidade suficiente, podem causar o estímulo de nervos e músculos. Nas frequências mais altas (radiofrequência), os campos são parcialmente absorvidos e penetram apenas em uma pequena profundidade dos tecidos, ou seja, percorrem uma pequena distância dentro do corpo humano. A energia absorvida desses campos coloca as moléculas em movimento onde a fricção entre essas moléculas resulta em um aumento de temperatura. Este é o mesmo processo utilizado em aparelhos domésticos como forno de micro-ondas, e industriais para a soldagem de plásticos e aquecimento de metais (CARREIRO JÚNIOR, 2019; OMS, 2002; SOUZA *et al.*, 2016). A figura a seguir representa o espectro eletromagnético com suas frequências e intensidades bem como suas utilizações e implicações no corpo humano.

Figura 10 - Espectro eletromagnético, suas aplicações e relação com a saúde



Fonte: SOLLITTO, 2009.

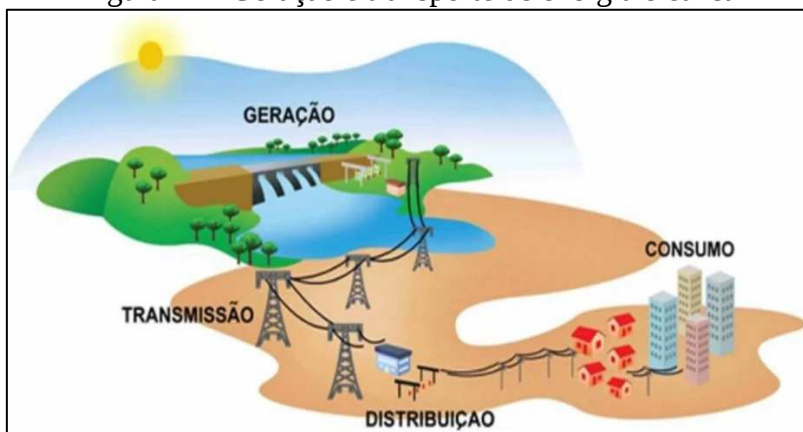
Os Campos Eletromagnéticos são mais intensos na medida em estão mais próximos das suas fontes e tendem a diminuir quando ficam mais distantes destas. Contudo, existem materiais condutores como metais e materiais de construção e até mesmo as árvores, que possuem uma proteção eficaz contra os campos elétricos. Sendo assim, as paredes, edifícios e as árvores têm a capacidade de reduzir a intensidade dos campos gerado na parte externa das residências. Um exemplo disso é que os campos elétricos gerados pelas linhas de transmissão de energia, cujo cabeamento está enterrado no solo, quase não são detectados na superfície. Já os campos magnéticos não podem ser bloqueados por materiais comuns como as paredes dos edifícios (OMS, 2006; SOLLITTO, 2009).

Os efeitos dos Campos Eletromagnéticos sobre o organismo dependem de sua frequência, intensidade e energia, como já foi discutido em parágrafos anteriores. Os CEM que operam com frequências de até 300 Hz são considerados campos de frequência extremamente baixa (Extremaly Low Frequency – ELF), e suas principais fontes são as linhas de transmissão de energia elétrica e todos os circuitos elétricos. Os campos de frequência intermediária (FI) operam com frequências de 300 Hz a 10 MHz e suas principais fontes são as telas de computadores e os sistemas de segurança. Já os campos de radiofrequência (RF) possuem frequências que variam de 10 MHz a 300 GHz e suas fontes principais são rádio, televisão, telefones celulares, antenas de radares e os fornos de micro-ondas. Os campos de RF são a base das telecomunicações, pois são utilizados para transmitir informação a longas distâncias. As micro-ondas são campos de RF com frequências bastante altas (GHz). Todos esses campos podem induzir correntes no corpo humano e podem produzir efeitos adversos como aumento

de temperatura e choques elétricos. Esses efeitos vão depender da amplitude e frequências desses campos (OMS, 2006; SOLLITTO, 2009).

Para efeitos nesse estudo serão considerados os Campos Eletromagnéticos de ELF, gerados pela transmissão de energia elétrica de alta tensão. De forma convencional, grande parte da utilização de energia elétrica está relacionada com o uso da corrente alternada - CA. No Brasil, a transmissão e a distribuição de energia elétrica sob CA utilizam-se uma frequência padrão de 60 Hz. Para transportar essa energia de forma adequada desde o local onde ela é gerada (fonte) até a subestação de distribuição utiliza-se a linha de transmissão - LT - em alta tensão. Para levar essa energia da subestação até o consumidor final utiliza-se as linhas de distribuição (SOLLITO, 2009). O esquema a seguir representa o padrão brasileiro para utilização de energia elétrica.

Figura 11 - Geração e transporte de energia elétrica



Fonte: <https://abradee.org.br/visao-geral-do-setor/>

A transmissão de eletricidade a longas distâncias é realizada por linhas elétricas de alta tensão. A tensão é reduzida por meio dos transformadores presentes nas subestações para a distribuição local em residências e empresas. Tanto as linhas de transmissão como as de distribuição, assim como os circuitos elétricos domésticos, geram campos elétricos e magnéticos nas residências. No entanto, nos espaços situados próximos ou abaixo das linhas de transmissão, esses campos são mais intensos, ou seja, quanto maior as distâncias dessas estruturas, menos intensos serão esses campos. Dessa forma, a partir de 100 metros de distância a intensidade dos campos equivale a de áreas afastadas das linhas de alta tensão (MARTIN e TANAKA, 2011; OMS, 2006; SOLLITTO, 2009).

Os Campos Eletromagnéticos estão presentes em todos os ambientes e em quase todas as atividades da vida moderna e tendem a aumentar frente ao avanço das tecnologias, ainda que possam causar interferências nos sistemas biológicos humanos. De acordo com a OMS (2002,

p. 4) “*Efeitos biológicos* são respostas mensuráveis de organismos ou células a um estímulo ou a uma mudança no ambiente”. Essas respostas nem sempre são prejudiciais à saúde, uma vez que reações a mudanças no ambiente fazem parte da vida humana. Contudo, o organismo humano pode não possuir mecanismos para compensar de forma adequada todas essas mudanças ou pressões ambientais. Sabe-se que “Em seres humanos um *efeito adverso à saúde* resulta de um efeito biológico que cause um agravo detectável na saúde ou bem-estar dos indivíduos expostos” (OMS, 2002, p. 4). Logo, uma exposição ambiental a determinado fator de risco, por um tempo prolongado, pode resultar em danos à saúde.

No que se refere à exposição humana aos Campos Eletromagnéticos, principalmente aos ELF, as regulamentações nacionais e internacionais recomendam a observância dos limites de exposição, no intuito de tentar controlar os possíveis prejuízos à saúde provenientes dos riscos dessa exposição. Há também discussões no seio das pesquisas científicas que se centram em investigar se a exposição durante longos períodos em níveis abaixo dos limites de exposição pode causar efeitos negativos à saúde ou impactar o bem-estar das pessoas. As autoridades científicas e governamentais se ocupam em analisar e legislar sobre o tema em questão a fim de evitar que este se torne mais um problema de saúde pública provocado por poluentes ambientais produzidos pela ação humana sobre o ambiente (SOLLITTO, 2009; OMS, 2002).

#### **4.3. Principais pesquisas sobre os CEM e seus efeitos na saúde humana**

Como tem sido discutido, ao longo deste trabalho, é fato que a população mundial está exposta aos Campos Eletromagnéticos, seja em maior ou menor grau, a depender do nível de desenvolvimento industrial de cada região e do acesso da população às tecnologias. E é fato também que essa exposição tende a aumentar conforme avançam as inovações tecnológicas. Daí a importância de se continuar os estudos científicos que averiguam os possíveis impactos dessa exposição na saúde das pessoas.

Na vida cotidiana, os campos de radiofrequência são utilizados em diversos setores, como no setor de saúde para diagnóstico e tratamento de doenças, na indústria, na transmissão de sinais de rádio e televisão e nas telecomunicações, principalmente na telefonia móvel. Nesse cenário, diversos estudos têm sido desenvolvidos a fim de verificar possíveis impactos à saúde pela exposição a esses campos de RF oriundos das antenas de telefonia móvel, além do fato de que os telefones móveis são utilizados muito próximos à cabeça dos usuários. No que se refere à exposição aos campos provenientes das redes elétricas de alta tensão (ELF - 50/60 Hz), estudos epidemiológicos já realizados, principalmente em áreas residenciais, sugerem uma

relação entre essa exposição e o desenvolvimento de câncer, inclusive Leucemias em crianças, além de outros males à saúde dos expostos (MARTIN; TANAKA, 2011; SOLLITTO, 2009).

Becker (1972) foi um dos primeiros pesquisadores<sup>11</sup> a sugerir que os CEM no meio ambiente era o responsável por algumas doenças, pelo fato de o CEM produzir correntes internas no organismo que competem com os que são produzidos naturalmente. Em 1977, o mesmo pesquisador conduziu um estudo que analisou a ocorrência de câncer em um grupo de aproximadamente 1.100 residentes de uma área rural no norte de Syracuse em Nova York. A área analisada era cruzada por linhas de alta tensão e a incidência de câncer entre os anos de 1974 e 1977 foi duas vezes superior ao estimado para todo o Estado. Ainda no mesmo ano, um estudo conduzido por Zaret (1977), apontou uma possível associação entre o desenvolvimento de câncer em homens expostos aos CEM em seus ambientes de trabalho (ANSELMO *et al.*; 2005).

Em 1979, um estudo apresentado pelos norte-americanos Nancy Wertheimer e Ed Leeper, publicado no *American Journal of Epidemiology*, indicou que os ambientes expostos aos campos eletromagnéticos de 50 e 60 Hz podem aumentar o risco de mortalidade por câncer em crianças. O referido estudo, realizado em Denver, no Colorado, entre 1976 e 1977, apontou uma possível associação entre o desenvolvimento de leucemia infantil e a proximidade com as linhas de transmissão de energia elétrica. O estudo foi classificado como “wire codes” (códigos de configuração elétrica), e inclui variáveis como dimensões, número, tipo e distância da residência e dos condutores externos. De acordo com os dados da pesquisa, os casos de Leucemia foram mais elevados nas crianças que viviam no local desde que nasceram, sugerindo uma forte correlação com o tempo de exposição aos CEM (ALVES, 2017; ANSELMO *et al.*, 2005; SOLLITTO, 2009).

Na década de 1980, um estudo realizado por David Savitz *et al.* (1988), avaliou a relação entre a exposição residencial a CEM e o desenvolvimento de câncer infantil, a partir de uma amostra de 356 residentes de Denver, no Colorado, entre 0 e 14 anos, entre os anos de 1976 e 1983. Os dados demonstraram que as taxas de câncer infantil foram cinco vezes mais elevadas no grupo de maior exposição do que no grupo de menor de exposição. Um outro estudo realizado por Milham (1982), demonstrou relação entre a Leucemia e o trabalho em ambientes expostos aos CEM. O estudo baseou-se em registros de óbitos que incluía tipos de emprego e informações sobre a mortalidade por câncer, em Washington. Estudos similares foram

---

<sup>11</sup> O primeiro estudo sobre a ocorrência de efeitos biológicos decorrentes da exposição à eletricidade foi realizado na antiga União Soviética, na década de 1960, por Asanova e Rakov (MATTOS e KOIFMAN, 2004)

realizados em Los Angeles por Wright *et al.* (1985) e na Inglaterra por Coleman *et al.* (1983), com resultados semelhantes aos obtidos por Milham em 1982 (ALVES, 2016; ANSELMO *et al.*, 2005).

A partir da divulgação do estudo de Wertheimer e Leeper (1979), diversas pesquisas passaram a ser realizadas em escala mundial sobre a temática. Como exemplo cita-se os estudos de: Fulton *et al.*, 1980; Myers *et al.*, 1985; Tomenius, 1986; Savitz *et al.*, 1988; Coleman *et al.*, 1989; London *et al.* 1991; Feychting e Ahlbom, 1993; Olsen *et al.*, 1993; Verkasalo *et al.*, 1997; Michaelis *et al.*, 1997; Linet *et al.*, 1997; Tynes e Haldorsen, 1997; Kleinerman *et al.*, 2000. Grande parte desses estudos sugeriram estimativas de Risco Relativo – R.R.<sup>12</sup> entre 1,5 e 3,0. As evidências científicas relatadas nesses estudos levaram o *National Institute of Environmental Health Sciences* – NIEHS, no ano de 1998, a classificar os CEM como “possível carcinogênicos para humanos”. A *International Agency for Research on Cancer* – IARC – adotou a mesma classificação em 2002 e a OMS a manteve em 2007 (ALVES, 2017; MATTOS; KOIFMAN, 2004; WHO, 2007).

A partir da década de 1990, conforme análise de Alves (2016), surgiram novos estudos que associaram a exposição aos CEM ao surgimento de outras doenças como: crônico-degenerativas (NRPB, 1992,1993,1994; ORAU, 1992; Savitz, 1993; Health, 1996; Stevens e Davis, 1996; Tenforde, 1996; NAS, 1996); doenças neurodegenerativas como a esclerose lateral amiotrófica (Ahlbom, 2001; Feychting *et al.*, 2003; Hakansson *et al.*, 2003; Marcilio *et al.*, 2011; Seelen *et al.*, 2014); Leucemia em adultos (Ahlbom, 2000; Greenland *et al.*, 2000; Tynes e Haldorsen, 2003; O’Carroll e Henshaw, 2008); aborto (Savitz, 2002; Lee, 2002; Cao, 2006; Auger *et al.*, 2012; Wang *et al.*, 2013); asma (Li *et al.*, 2011); e depressão (Verkasalo *et al.*, 1997; McGregor, 2002; Yousefi e Nasiri, 2006; Souza *et al.*, 2012).

Os estudos supracitados apresentam teorias acerca dos mecanismos que processam os efeitos adversos à saúde pela exposição aos CEM, como a interrupção da produção de melatonina pela glândula pineal. Outros se baseiam na propagação dos íons atmosféricos (Íons positivos ou negativos de Oxigênio, Nitrogênio e elétrons livres produzidos durante a descarga corona<sup>13</sup>), decorrentes das linhas de transmissão de energia. Esses poluentes são transportados

---

<sup>12</sup> O Risco Relativo – R.R., é à estimativa da importância da associação entre a exposição ao fator de risco e o desfecho. Refere-se à probabilidade de um determinado evento ocorrer no grupo exposto versus a ocorrência deste evento no grupo de controle. Se não há aumento do risco significa que R.R.= 1, então não há diferença no risco entre os dois grupos; Se R.R.<1, o risco é menor no grupo exposto relativo ao grupo não-exposto; Se R.R.>1, há um maior risco do grupo exposto relativo ao grupo não-exposto. (ALVES, 2016; MATTOS e KOIFMAN, 2004)

<sup>13</sup> O Efeito Corona é um mecanismo de descarga eletrostática que acontece devido a ionização em um material isolante, geralmente um gás, sujeito a um campo elétrico de intensidade acima de um nível crítico. Uma descarga de corona é formada pela emissão de elétrons por eletrodos de alta tensão, no qual chocam-se com átomos do

pelos ventos e entram através do ar nas vias respiratórias dos seres humanos, podendo se acumular nos pulmões potencializando o desenvolvimento de doenças (ALVES, 2017; MATTOS; KOIFMAN, 2004).

Outro ponto a se considerar sobre os estudos epidemiológicos já realizados é que a maioria considera um raio de 100 metros de distância para a exposição humana aos CEM provenientes das linhas de alta tensão. Contudo, propagação deste risco pode atingir distâncias maiores, podendo chegar a até 600 metros. Uma pesquisa desenvolvida pelo *Childhood Cancer Research Group/University of Oxford* por Draper e colaboradores em 2005, no Reino Unido, apontou evidências para o aumento de 70% nos casos de Leucemia infantil em expostos que vivem a menos de 200 metros das linhas de transmissão de energia e de 23% para aqueles que vivem entre 200 metros e 600 metros. A pesquisa também apontou uma incidência relativa de 1.67 (intervalo de incerteza de 0.4 a 7 e com 95% de intervalo de confiança) para distâncias até 50 metros, 1.68 para distâncias entre 50 e 200 metros (intervalo de incerteza entre 0.83 e 3.19), e de 1.23 para distâncias entre 200 e 600 metros (intervalo de incerteza de 1.02 a 1.49) (ALVES, 2017; WHO, 2007).

Em relação à pesquisa desenvolvida por Draper e colaboradores em 2005, a OMS em sua monografia *Environmental Health Criteria 238: Extremely Low Frequency Fields* (2007), reconhece a dimensão da amostra estudada, que abarca 59 milhões de habitantes referente a toda população da Inglaterra, Gales e Escócia, no período de 1962 a 1995, com dados de 29081 crianças com câncer e 9700 destas com leucemias infantis. A OMS também menciona a metodologia que foi utilizada pelos investigadores para abordarem a correlação dos casos de câncer com os campos eletromagnéticos, onde adotou-se apenas a distância das fontes emissoras, a partir de mapas digitalizados e códigos postais como referência geográfica, não tendo havido nenhum contato com a população alvo do estudo. Dessa forma, a OMS reconhece a consistência do estudo, mas questiona a ausência da correlação com o valor do campo magnético, enfatizando que a distância apresentada na pesquisa é pouco significativa (ALVES, 2017; WHO, 2007).

Segundo Alves (2016), outras pesquisas realizadas pela *University of Bristol* e a *University of Tasmania* apontaram que crianças expostas aos CEM a uma distância de até 300 metros das linhas de alta tensão podem desenvolver câncer linfático e câncer na medula óssea na idade adulta. Já aqueles que estiveram expostos a uma distância de 50 metros apresentaram

---

dielétrico adjacente ao eletrodo. O choque provoca a liberação de novos elétrons liberando o excesso de energia em forma de calor, luz, energia acústica e radiações eletromagnéticas. (WEDY, 2009)

o dobro de risco para desenvolver estes dois tipos de câncer do que aqueles que nunca residiram no raio de 300 metros de distância. Contudo, nos estudos<sup>14</sup> publicados pela OMS, há mais evidências sobre a correlação entre a exposição aos CEM e o aumento nos casos de Leucemia infantil. No Reino Unido, instituições como a *National Grid* e o *The Institution of Engineering and Technology - The IET*, reconhecem uma possível associação entre a proximidade das linhas de alta tensão e o aumento nos casos de Leucemia infantil, mas consideram que a exposição entre 50 e 100 metros não é suficiente para desenvolver este tipo de câncer, pois a essa distância os CEM se tornam demasiadamente fracos. A hipótese mais aceita é que há uma correlação indireta para a causa da doença proveniente da ionização do ar provocada pelo efeito corona (ALVES, 2017; WHO, 2007). O quadro a seguir apresenta as principais pesquisas em escala internacional, sobre a exposição aos CEM e efeitos na saúde.

Quadro 03: Principais pesquisas relacionadas aos CEM e efeitos na saúde humana (continua)

| DÉC. | REFERÊNCIA PRINCIPAL                       | TIPO DE ESTUDO                                                                                       | TEMAS ABORDADOS                                                                                 | RESULTADOS PRINCIPAIS                                                                                 | INSTITUIÇÕES CRIADAS                                                                                                         |
|------|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1960 | T. P. Asanova; A. N. Rakov (1963).         | Predominância de estudos realizados na antiga União Soviética.                                       | Publicações sobre a exposição ocupacional de trabalhadores em subestações de energia elétrica.  | Alterações no sistema nervoso e cardiovascular.                                                       | 1965<br>Formação da IRPA.                                                                                                    |
| 1970 | W. Wertheimer; E. Leeper (1979).           | Pesquisas sobre a exposição ocupacional e primeiros estudos sobre a exposição residencial.           | Pesquisas que abordam alterações funcionais e subjetivas.                                       | Funcionais: sistema nervoso central e cardiovascular; Subjetivas: dores de cabeça, fadiga e náuseas.  | 1974<br>Grupo de Trabalho sobre radiação não-ionizante.                                                                      |
| 1980 | R. G. Stevens (1987); D. A. Savitz (1988). | Pesquisas sobre a correlação entre exposição ocupacional e residencial com o surgimento de cânceres. | Publicações sobre leucemia infantil, leucemia em adultos e câncer de mama em homens e mulheres. | Leucemia, câncer cerebral (exposição ocupacional) e câncer cerebral infantil (exposição residencial). |                                                                                                                              |
| 1990 | D. A. Savitz; D. P. Loomis (1995).         | Estudos do tipo caso-controle e coorte – grandes amostras.                                           | Leucemia infantil, leucemia em adultos, câncer de mama em homens e mulheres.                    | Publicações ressaltam a ausência de alterações na saúde, outras destacam o desenvolvimento de câncer. | 1992 - ICNIRP.<br>1996 - The International EMF Project -WHO.<br>1998 – Normas ICNIRP<br>1999 - CE adota as normas da ICNIRP. |

<sup>14</sup> A Tese de Alves (2016), em seu Anexo III, apresenta uma coletânea de 118 artigos científicos publicados sobre o tema em diversos jornais internacionais entre os de 1963 a 2014.

Quadro 03: Principais pesquisas relacionadas aos CEM e efeitos na saúde humana (conclusão)

| DÉC.          | REFERÊNCIA PRINCIPAL                               | TIPO DE ESTUDO                                                                                                            | TEMAS ABORDADOS                                    | RESULTADOS PRINCIPAIS                                                                                                 | INSTITUIÇÕES CRIADAS                                                                                                |
|---------------|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2000          | S. Davis; D. K. Mirick; R. G. Stevens (2002).      | Estudos do tipo caso-controle – grandes amostras sobre o uso de equipamentos elétricos e o risco de desenvolver cânceres. | Exposição residencial e o risco de câncer de mama. | Falta de consenso sobre o uso de cobertores elétricos e o aumento do risco de câncer.                                 | 2002 - IEEE estabelece normas de proteção.<br><br>2004 - Legislação Portuguesa incorpora as normas da C.E. (ICNIRP) |
| 2010/<br>2015 | N. Auger; D. Joseph; M. Gouneau; M. Daniel (2011). | Estudos com enfoque na exposição residencial.                                                                             | Risco de impactos adversos no nascimento.          | Falta de consenso sobre o tema – possível relação entre alterações congênitas associadas à exposição materna aos CEM. | 2007 - WHO – Environmental Health Criteria 238.                                                                     |

Fonte: Adaptado de Alves (2016)

No quadro 03 são apresentadas as principais pesquisas realizadas, por década de estudo, referentes aos possíveis efeitos à saúde humana pela exposição aos CEM, inclusive aqueles provenientes das linhas de transmissão de energia elétrica em AT. Também foram sintetizados os tipos de estudo, os temas abordados e os principais resultados elencados pelos pesquisadores. Aborda-se, ainda, os principais órgãos de pesquisas, criados no plano institucional, com o objetivo de estabelecer normas e diretrizes para o estudo e controle da exposição humana aos CEM.

Pela análise dos estudos apresentados no quadro 03, pode-se afirmar que os primeiros estudos sobre os impactos dos CEM na saúde humana começaram a ser realizados nas décadas de 1960 e 1970. As pesquisas desse período, que tiveram início na antiga União Soviética, centram-se na exposição ocupacional e se referem principalmente aos efeitos biológicos dos CEM no corpo humano, além das possíveis alterações no sistema nervoso e no sistema cardiovascular. Na década de 1980 surgem os primeiros estudos referentes ao desenvolvimento de Leucemia infantil e em adultos, pela exposição aos CEM em áreas residenciais. Esses estudos se basearam na publicação da pesquisa de Wertheimer e Leeper (1979), que teve uma grande repercussão na comunidade científica internacional (ALVES, 2017).

A partir da década de 1990, os estudos sobre a exposição aos CEM que se seguiram, ainda focados no desenvolvimento de Leucemia infantil e em adultos, passaram a incorporar grandes amostras, se enquadrando na metodologia de caso-controle. Nesse período começaram a ser organizadas as instituições para estudo e criação de normas de proteção para a exposição

humana aos CEM, como a *International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection* – ICNIRP- em 1992, e o *International EMF Project*, criado pela OMS em 1996. A partir de 2002, as investigações passam a incorporar os possíveis impactos da exposição aos CEM provenientes de eletrodomésticos e o risco de se desenvolver câncer de mama. Entre 1010 e 2015, são incorporados nos estudos sobre a temática as possíveis alterações congênitas pela exposição materna aos CEM (ALVES, 2017; WHO, 2007).

Em síntese, percebe-se que, a partir de 1980, iniciou-se um intenso esforço por parte da comunidade científica para investigar os efeitos nocivos dos CEM e suas possíveis associações com o desenvolvimento de câncer, tanto em crianças como em adultos, além da relação com doenças cardiovasculares, neurológicas e psicológicas em adultos e dos impactos no sistema reprodutivo humano. Em relação ao câncer, Mattos e Koifman (2004) periodiza esses estudos em três etapas, com características metodológicas distintas, tomando como ponto inicial o trabalho de Wertheimer e Leeper em 1979.

#### *a) Primeira fase dos estudos epidemiológicos*

Mattos e Koifman (2004) consideram os estudos epidemiológicos da etapa inicial, em sua maior parte, como descritivos, e alguns analíticos, de natureza residencial e ocupacional, realizados com metodologias distintas, mas sem realizar medições diretas da exposição aos CEM. Parte dessas pesquisas evidenciaram aumento na incidência e mortalidade por câncer, principalmente de leucemias e tumores no cérebro, além de linfomas não-Hodgkin, melanoma e câncer masculino de mama, tanto em grupos de trabalhadores com exposição potencial aos CEM (radioamadores, trabalhadores do setor elétrico, de telefonia, entre outros) como em grupos de residentes em áreas situadas próximo de linhas de transmissão de energia elétrica em AT. A fragilidade metodológica mais importante desses estudos é a falta de clareza na definição da exposição a que os grupos estudados estiveram submetidos ao longo do tempo, seja através das medidas dos níveis de CEM, como de outras variáveis que poderiam distorcer os resultados encontrados (MATTOS; KOIFMAN, 2004).

Os estudos dessa primeira etapa demonstraram uma relativa consistência da relação entre a exposição aos CEM e o desenvolvimento de câncer, pois foram conduzidos em diferentes países utilizando-se de metodologias distintas com populações heterogêneas. Mesmo não sendo conclusivos, esses estudos afastaram a hipótese de uma associação causal, uma vez que evidenciaram pequenas elevações no risco de algumas neoplasias nos grupos expostos, especialmente leucemias e tumores de cérebro. Os resultados obtidos apresentaram estimativas

de riscos reduzidas ou moderadas, nas diferentes metodologias aplicadas. Contudo, evidenciaram a necessidade da continuidade dos estudos sobre a temática, já que a exposição aos CEM é característica das sociedades industriais contemporâneas e, caso seja confirmada a veracidade dessa associação, poderiam ser evitados novos casos de leucemia, tumores de cérebro e de outras neoplasias com o controle da exposição (MATTOS; KOIFMAN, 2004).

*b) Segunda fase dos estudos epidemiológicos*

Na segunda fase, os estudos sobre a relação da exposição aos CEM e o desenvolvimento de cânceres continuou crescendo, tanto na Epidemiologia como na área de pesquisas básicas. Em relação aos estudos epidemiológicos, essa etapa se caracteriza pelo aprimoramento da qualidade dos trabalhos publicados, propiciando uma melhor análise dos resultados obtidos. Outra característica dessa fase é a incorporação das medições dos CEM aos quais as populações estudadas estavam expostas. Para isso, vários modelos de dosímetros foram criados para aferir o nível de exposição a esses campos. Atualmente, esses dosímetros permitem a realização de medições relativamente precisas das exposições, mas são considerados débeis para os estudos epidemiológicos, por não informam sobre exposições pregressas aos CEM (MATTOS; KOIFMAN, 2004).

Nessa segunda fase dos estudos, foram incorporadas medições pontuais dos CEM no interior das residências com casos de câncer assim como nas residências dos controles (algumas com todos os aparelhos eletrodomésticos ligados/desligados), bem como no ambiente externo próximo ao domicílio, junto à determinação indireta da exposição através da aplicação do código de configuração elétrica de Wertheimer e Leeper (1979). Os estudos que utilizaram medidas diretas de exposição revelaram ausência de associação ou associação fraca entre a exposição aos CEM e o desenvolvimento de câncer. Contudo, em alguns desses mesmos estudos, quando a exposição era determinada através do código de configuração elétrica, a associação se mostrava presente. Tal fato acarretou ao debate a questão de qual tipo de medida seria mais eficaz para evidenciar melhor uma exposição pregressa (MATTOS; KOIFMAN, 2004).

Pode-se afirmar então, de acordo com Mattos e Koifman (2004), que a segunda fase dos estudos sobre os impactos dos CEM sobre a saúde humana se caracteriza por procedimentos metodológicos mais cuidadosos. Mesmo não apresentando respostas definitivas em relação a associação da exposição aos CEM e o desenvolvimento de câncer, esses estudos evidenciaram que uma associação causal não poderia ser descartada, atribuída ao efeito de tendenciosidades

em seu viés de seleção ou de confusões entre as variáveis analisadas. A maioria desses estudos também demonstrou que o número de casos de câncer estudados em cada investigação era relativamente reduzido e, conseqüentemente, as estimativas de risco relativo obtidas variavam bastante em seus intervalos de confiança.

### *c) Terceira fase dos estudos epidemiológicos*

A terceira etapa das pesquisas, de acordo com Mattos e Koifman (2004), incluiu medições diretas dos CEM e foi caracterizada pelas análises de grandes grupos populacionais, objetivando garantir o arsenal estatístico dos estudos para encontrar uma associação estatisticamente significativa entre a exposição aos CEM e a ocorrência de câncer. De acordo com os autores,

Três grandes estudos epidemiológicos devem ser destacados nessa etapa. São eles, o estudo caso-controle aninhado de Feychting e Ahlbom (1993), onde aproximadamente 500.000 pessoas que viviam nas proximidades de linhas de transmissão, na Suécia, foram acompanhadas retrospectivamente, desde o início dos anos 70, para avaliar a incidência de câncer em casos e controles, sendo a exposição definida em função da maior ou menor proximidade às linhas de transmissão; o estudo de Thériault e co-autores (1994), também com um desenho caso-controle aninhado, que avaliou a incidência de câncer em aproximadamente 20.000 trabalhadores de duas companhias canadenses do setor elétrico (Hydro-Québec e Ontario-Hydro) e da companhia estatal francesa Electricité de France; o estudo de Savitz e Loomis (1995), avaliando a incidência de câncer em 138.000 trabalhadores de empresas norte-americanas do setor elétrico. (MATTOS; KOIFMAN, 2004, p. 63)

Nos estudos mencionados acima, foram utilizadas metodologias distintas e obtiveram resultados distintos. O estudo de Feychting e Ahlbom em 1993, detectou 142 casos de câncer, sendo 39 leucemias e 33 tumores do sistema nervoso central, em um grupo de controle de 558 pessoas. É importante destacar que na Suécia, são disponibilizadas informações relacionadas à intensidade de fluxo da eletricidade em cada linha, para cada período de interesse, tornando possível o cálculo da exposição aos CEM durante os anos mais próximos ao diagnóstico. Contudo, na maioria dos países não há disponibilidade desses registros, fato que dificulta as pesquisas científicas sobre a problemática em questão (MATTOS; KOIFMAN, 2004).

O estudo de Thériault *et al.* (1994) foi considerado, naquele período, um dos trabalhos de maior consistência em termos metodológicos. O estudo revelou um risco mais elevado de desenvolver Leucemia aguda (mielóide e linfocítica) entre os trabalhadores com exposição cumulativa aos CEM maior do que a mediana observada para o grupo como um todo. Também se percebeu uma associação não estatisticamente significativa para câncer de cérebro, no grupo de trabalhadores que se encontravam no percentual mais elevado de exposição. Já o estudo realizado por Savitz e Loomis (1995) utilizou dosímetros para medir o nível da exposição aos

CEM de trabalhadores durante sua jornada de trabalho em companhias de energia elétrica dos Estados Unidos. Foi identificada uma elevação no risco desenvolver câncer de cérebro, diretamente proporcional ao aumento da exposição cumulativa aos CEM, mas não foi encontrada nenhuma associação com leucemia (MATTOS; KOIFMAN, 2004).

Savitz *et al.* (1993), citados por Mattos e Koifman (2004), destacam a importância de se considerar a exposição a outros fatores carcinogênicos nas áreas em que os grupos populacionais são estudados para que, assim, se possa avaliar com clareza a influência da exposição aos CEM no desenvolvimento de cânceres em localizações específicas. Os autores enfatizam, ainda, a necessidade de um refinamento maior das medidas de exposição em áreas residenciais e ocupacionais, para que se possa obter dados fiéis da exposição pregressa dos indivíduos que compõem as populações de estudo. Contudo, determinar a exposição pregressa aos CEM se constitui como um desafio para a Epidemiologia (MATTOS; KOIFMAN, 2004).

Em relação aos estudos supracitados, Mattos e Koifman (2004) afirmam que eles foram cuidadosamente desenhados do ponto de vista metodológico, para conseguir detectar possíveis elevações no risco de câncer em função da exposição aos CEM e possibilitaram concluir que hipótese da existência de associação causal entre a exposição aos CEM e a ocorrência de câncer, principalmente leucemias e câncer de cérebro, não pode ser afastada. Os autores concluíram ainda que a associação entre a exposição aos CEM e o desenvolvimento de câncer, caso seja comprovada futuramente, não parece ser muito elevada, diante dos resultados do conjunto de pesquisas realizadas. Mas deve-se considerar que esse risco pode ser elevado frente às diversas fontes de exposição aos CEM que existem nas sociedades industrializadas.

Quanto aos estudos epidemiológicos realizados mais recentemente, Mattos e Koifman (2004) inferem que estes foram conduzidos, de modo geral, com um grande número participantes, e buscaram superar as limitações metodológicas de pesquisas realizadas anteriormente. Em relação aos cânceres na infância, o foco dos estudos se centrou nas leucemias. Já para o câncer em adultos, foram retomadas as investigações sobre tumores de mama no campo das exposições residenciais. Percebe-se que, nessa etapa, as publicações abarcam estudos de revisão e de meta-análise com enfoque nas leucemias infantis.

No âmbito internacional, é possível verificar um grande volume de pesquisas sobre os impactos na saúde pela exposição aos CEM, seja essa exposição ocupacional ou ambiental. No Brasil, percebe-se que esses estudos ainda são incipientes, principalmente aqueles referentes à exposição humana aos CEM provenientes das linhas de transmissão de energia elétrica. De acordo com Marcílio *et al.* (2009), em uma busca realizada nas bases de dados Medline e Lilacs,

visando estudos epidemiológicos realizados no Brasil até o ano de 2009, encontrou apenas três artigos publicados, incluindo um de revisão de literatura.

Em um estudo realizado por Mattos e Koifman, em 1996, comparou-se a mortalidade específica por alguns tipos de cânceres entre trabalhadores de uma companhia de energia elétrica do Estado de São Paulo com relação à população do Município de São Paulo. No estudo, foram incluídos 695 óbitos por câncer entre trabalhadores da companhia, ocorridos entre 1975 e 1985. A exposição foi determinada de acordo com a ocupação de cada trabalhador. Os resultados da pesquisa demonstraram uma razão de mortalidade padronizada - RMP, aumentada para óbitos por doenças do aparelho circulatório (RMP: 1,1; IC 95%: 1,0 – 1,3) entre os trabalhadores mais expostos. Para os outros tipos de câncer encontrou-se o RMP de 1,1 (IC 95%: 0,9 – 1,4).

Ouro estudo realizado por Koifman e colaboradores em 1998, investigou a ocorrência de um *cluster* de câncer em 1992 entre índios de uma tribo da Amazônia situada próxima a duas LT de 500 kV, construídas 10 anos antes. O estudo comparou a incidência de câncer observada na aldeia com a incidência observada em outras cidades brasileiras. O estudo também considerou os resultados de medições focais dos CEM por um período de 24 horas, em diferentes locais da aldeia, durante as atividades cotidianas. O *cluster* foi definido pelo diagnóstico de 3 casos de câncer entre 306 moradores da aldeia. A probabilidade de ocorrência ao acaso do agrupamento de casos observado na aldeia foi considerada remota. Em 62% das medições a exposição pessoal cumulativa foi considerada baixa ( $< 0,01 \mu\text{T}$ ), e em 33% média ( $0,1 - 0,2 \mu\text{T}$ ) (MARCÍLIO *et al.*, 2009).

Koifman *et al.* (2005) realizou um estudo que investigou a associação entre leucemias na infância e a exposição aos CEM em moradores que habitam próximo às linhas de transmissão no Município de São Paulo. Foi realizado um estudo epidemiológico descritivo da mortalidade (1993-2002) e da incidência de leucemias na infância (1997-2003), comparando-se a distribuição espacial de óbitos e casos de leucemias em menores de 15 anos em relação ao traçado das linhas de transmissão de alta tensão elétrica na área de estudo. Não foi constatada associação entre ambas as distribuições espaciais.

Outra pesquisa sobre a relação de leucemia na infância e a exposição aos CEM foi realizada por Sollitto (2009). O objetivo do estudo foi investigar a relação de casos notificados de Leucemia na faixa etária de 0 a 19 anos e a proximidade das linhas de transmissão de energia na cidade de São Paulo, entre os anos de 1997 e 2004, através de georreferenciamento. Observou-se que os casos georreferenciados têm uma distribuição homogênea quando

comparados ao município como um todo. Contudo, quando comparada a distribuição dos casos em relação a distância das residências às linhas de transmissão, observou-se que a incidência é maior em distâncias de até 200 metros do que em distâncias maiores (400m, 600m, 800m e 1000m). A incidência da doença nessas áreas também se apresentou maior quando comparada com a incidência geral do município (SOLLITTO, 2009).

Percebe-se que, no decorrer dos anos, o interesse por essa problemática tendeu a aumentar, principalmente no que se refere às exposições a longo prazo à radiação não-ionizante de baixa e extrema baixa frequência, como é o caso dos CEM emitidos pelas linhas de transmissão de energia elétrica em AT. O debate sobre o tema é complexo e pouco consensual, causando controvérsias entre a comunidade científica e até mesmo entre as instituições internacionais responsáveis pelo tema. Segundo Dias (2018), é possível classificar duas vertentes que analisam o tema. Uma das vertentes defende que as pesquisas sobre os efeitos adversos à saúde pela exposição aos CEM são inconclusivas e inconsistentes, baseando-se na teoria de que a RNI não possui energia suficiente para extrair elétrons e causar câncer. Embora reconheçam que não se pode desconsiderar as possíveis relações com o desenvolvimento de cânceres, sobretudo a Leucemia infantil, advertem que os riscos são baixos e podem estar associados a outros fatores causais.

A outra vertente, de acordo com Dias (2018), defende que a RNI prejudica a saúde humana, principalmente nos centros urbanos, onde está predominantemente concentrada. Esse grupo defende que, além do desenvolvimento de cânceres, esse tipo de radiação pode provocar problemas reprodutivos, Eletro-Hipersensibilidade – EHS – ou intolerância ambiental idiopática, além de causar outras doenças crônicas comuns. Um ponto de consenso entre todos os interessados pela temática é que mais estudos são necessários para que de fato as evidências sejam comprovadas ou descartadas, como sugere a própria OMS.

Segundo Sá (2008), apesar das várias patologias vêm sendo investigadas, combinando estudos epidemiológicos com investigações experimentais quer *in vitro*, quer *in vivo* com animais e pessoas, a OMS adverte que não existe evidência adequada para a correlação dessas com os Campos Eletromagnéticos de Extrema Baixa Frequência – CEMEBF. O quadro 04 apresenta um resumo das principais doenças e suas tipologias, que podem ocorrer devido a exposição aos CEM. Deve-se salientar que as patologias são de diversas naturezas e começaram a ser sistematizadas sobretudo a partir de meados do século XX.

Quadro 04 - Possíveis efeitos biológicos no corpo humano pela exposição aos CEM

| TIPOLOGIAS                      | PATOLOGIAS                                                                                                            |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Neurocomportamentais            | Depressão, suicídio.                                                                                                  |
| Perturbações neurodegenerativas | Alzheimer, esclerose amiotrófica lateral, Mal de Parkinson.                                                           |
| Imunologia e Hematologia        | Aumento/diminuição de valores de referência (glóbulos vermelhos).                                                     |
| Reprodução e desenvolvimento    | Aborto e malformação fetal.                                                                                           |
| Câncer                          | Leucemia infantil, linfomas, câncer cerebral, câncer no sistema nervoso central, câncer da mama feminino e masculino. |
| Outras patologias               | Alterações no sistema endócrino (glândula pineal), alterações cardiovasculares, alterações no sono.                   |

Fonte: Elaboração própria com base em Sá (2008) e WHO (2007).

Deve-se ressaltar que as evidências científicas existentes para as patologias apresentadas no quadro 04 e sua relação com a exposição aos CEM são consideradas insatisfatórias ou incipientes pelos órgãos responsáveis. Contudo, a ausência ou não identificação de evidências suficientes que comprovem o aumento da incidência de doenças, não significa a exclusão de efeitos adversos à saúde, mas exige mais estudos que possam comprovar ou descartar tais evidências, principalmente por parte da Epidemiologia (Sá, 2008).

Quanto às doenças cardiovasculares e o câncer de mama, a OMS ressalta que os estudos realizados até 2007 não apontam qualquer relação dessas doenças com a exposição aos CEMEBF. Entretanto, as evidências científicas existentes permitem maiores suspeitas de correlação patológica entre os CEMEBF e a saúde pública no que se refere ao desenvolvimento de alguns tipos de cânceres. Fato que levou a IARC, em 2002, fundamentada pelas associações observadas em estudos epidemiológicos sobre a leucemia infantil, a classificar os CEM como “possivelmente carcinogênicos”. Houve ainda uma extensão de suspeitas de correlação com os CEMEBF com a leucemia em adultos e ao câncer de cérebro, embora os estudos publicados posteriormente não alteram a conclusão de que a evidência total para uma associação entre os CEMEBF e o risco destas doenças permanece insuficiente (SÁ, 2008; WHO, 2007).

Em relação ao possível potencial carcinogênicos dos CEM, a OMS publicou, em junho de 2007, o *Environmental Health Criteria 238: Extremely Low Frequency Fields*, onde reafirmou as recomendações que já haviam sido publicadas pela IARC no documento *Monographs on the evaluation of cancerinogenic risks to humans*, em 2002. O quadro 05

apresenta a classificação dos CEM de frequência extremamente baixa, de acordo com esses dois documentos, além de outras substâncias analisadas pelos estudos científicos.

Quadro 05 - Carcinogenicidade de alguns agentes de acordo com a classificação IARC<sup>15</sup>

| GRUPO | CLASSIFICAÇÃO                                | AGENTES                                                                                                              |
|-------|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | Carcinogênico para humanos                   | Amianto, gás mostarda, tabaco, radiação Gama.                                                                        |
| 2A    | Provavelmente carcinogênico para humanos     | Gases de motor diesel, solários, radiação ultravioleta, formaldeído.                                                 |
| 2B    | Possivelmente carcinogênico para humanos     | Café, estireno, gases de motor a gasolina, gases de soldadura, <b>campos magnéticos de extrema baixa frequência.</b> |
| 3     | Não classificável quanto à carcinogenicidade | Chá, dióxido de enxofre, campos elétricos de extrema baixa frequência.                                               |
| 4     | Provavelmente não carcinogênico              | Caprolactama.                                                                                                        |

Fonte: Elaboração própria de acordo com IARC (2011)

De acordo com o quadro 05, os campos magnéticos de frequência extremamente baixa são classificados no grupo 2B “possivelmente carcinogênicos para humanos”, assim como o café e outros agentes. Nota-se que os campos elétricos de mesma frequência estão no grupo 3, na condição de “não classificáveis quanto à carcinogenicidade”. A OMS manteve a classificação da IARC após intensa revisão da literatura existente e dos estudos epidemiológicos sobre o tema, considerando que as evidências científicas não eram suficientemente conclusivas para serem agrupadas como “provavelmente carcinogênico para humanos” no grupo 2A.

De acordo com a classificação da IARC (2011), a categoria 2B é usada para agentes cujas evidências de carcinogenicidade em humanos. Também pode ser utilizada quando há evidências inadequadas de carcinogenicidade em humanos, mas há evidências suficientes de carcinogenicidade em animais experimentais. Em alguns casos, um agente para o qual existem evidências inadequadas de carcinogenicidade em humanos e evidências menos que suficientes de carcinogenicidade em animais experimentais, juntamente com evidências de suporte a partir de dados mecanicistas e outros relevantes, pode ser classificado nesse grupo. Um agente pode ser classificado nessa categoria exclusivamente com base em evidências fortes de dados mecanicistas e outros relevantes.

Embora exista um vasto repertório de publicações científicas sobre a exposição humana aos CEM, ainda não se pode estabelecer, segundo a OMS, uma relação de causa-efeito dessa exposição, devido as inconsistências científicas e à própria natureza deste tipo de

<sup>15</sup> Ver IARC, Agents Classified by the IARC Monographs, Volumes 1–123, pág. 21. Disponível em: <https://monographs.iarc.who.int/wp-content/uploads/2018/09/ClassificationsAlphaOrder.pdf>.

poluição. A poluição eletromagnética é gerada por infraestruturas que estão massivamente presentes no cotidiano da vida urbana e vinculadas a grandes segmentos do capital. Nesse sentido, é necessário considerar os interesses político-econômicos velados que podem estar subjacentes às essas infraestruturas. É perceptível que as instituições de referência para os estudos acerca dos efeitos dos CEM sobre a saúde humana utilizam posturas informativas e educativas para lidar com público em geral, propondo a auto precaução e auto prevenção. A OMS enfatiza a necessidade de medidas preventivas e recomenda a monitorização e medição das fontes dos CEM produzidos artificialmente (ALVES, 2017; WHO, 2007).

É fato que não existe consenso entre a comunidade científica em relação aos efeitos dos CEM à saúde humana, apesar de diversos estudos apresentarem evidências de possíveis riscos da ocorrência de certas doenças, muitas consideradas de alta gravidade, como é o caso do câncer. De acordo com a OMS (2002), quando se trata da avaliação de um determinado risco à saúde, a informação necessária para que haja uma tomada de decisão deve ser baseada no conhecimento científico. Contudo, a avaliação científica de respostas biológicas à exposição ambiental de um risco raramente apresenta conclusões unânimes, pois os estudos epidemiológicos podem ser tendenciosos, e sua validade pode ser questionável, principalmente se as evidências resultam de estudos com animais.

Nesse sentido, deve-se considerar o “peso da evidência”, que determina se os resultados disponíveis apoiarão ou refutarão uma dada hipótese. Os estudos que apresentam estimativas de riscos baixos em áreas complexas que envolvem a ciência e a sociedade, não são capazes de oferecer uma resposta definitiva. Deve-se avaliar os pontos fortes e fracos de cada pesquisa e seus resultados devem ser interpretados na medida em que alteram o “peso da evidência”. Assim, as incertezas são inerentes ao processo de investigação e devem ser consideradas no planejamento de qualquer ação de gerenciamento ou de comunicação de risco (OMS, 2002).

#### **4.4. Diretrizes internacionais relativas à exposição humana aos CEM**

De acordo com a OMS (2002), todos os países têm autonomia para elaborar suas normas de proteção e controle da exposição aos CEM. Contudo, as normas nacionais são, geralmente, elaboradas com base nas Diretrizes estabelecidas pela Comissão Internacional para a Proteção contra Radiação Não-Ionizante (*International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection*) - ICNIRP. A ICNIRP é uma organização não-governamental credenciada pela OMS, que tem o objetivo de avaliar os resultados dos estudos científicos de todas as partes

do mundo e produzir diretrizes com recomendação sobre os limites de exposição aos CEM, além de revisá-las e atualizá-las quando necessário. Todas as Comissões Nacionais trabalham em parceria com a OMS, a Agência Internacional de Energia Atômica – AIEA, a Organização Internacional do Trabalho – OIT, o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente – PNUMA, entre outros (DIAS, 2018; OMS, 2002).

Antes da criação da ICNIRP, em 1974, a Associação Internacional de Proteção à Radiação – IRPA, organizou um grupo de trabalho sobre a Radiação Não Ionizante – RNI, a International Non-Ionizing Radiation Committee – INIRC, durante o Congresso da IRPA, em 1977, em Paris. Em 1992, durante o oitavo Congresso Internacional da AIEA em Montreal, foi então criada a ICNIRP, para investigar os possíveis riscos associados a RNI, desenvolver diretrizes internacionais relativas aos limites de exposição de caráter ocupacional e público aos CEM, como já mencionado, além de criar as normas de proteção a RNI (SOLLITTO, 2005).

As diretrizes elaboradas pela ICNIRP tiveram como base os estudos científicos já publicados naquela época sobre os efeitos biológicos resultantes da exposição a Campos Eletromagnéticos estáticos e de Extrema Baixa Frequência. No entanto, em 1990, a Environmental Protection Agency – EPA, ressaltou a fragilidade da relação entre os CEM e os processos biológicos no desenvolvimento de câncer, afirmando que os estudos científicos existentes, apesar das evidências apontadas, não comprovaram que a exposição aos CEM de 60 Hz proveniente de linhas de alta tensão e de outras fontes no interior das habitações estava diretamente relacionado com o desenvolvimento da doença (ALVES, 2017; SOLLITTO, 2005).

Diante do cenário de preocupações públicas em relação aos impactos na saúde pela exposição aos CEM, no ano de 1996, a OMS em parceria com a ICNIRP e a IARC, iniciaram o The International EMF Project com a participação de 54 países e 8 organizações internacionais. O projeto é desenvolvido em Genebra, na Suíça, sede da OMS, única organização das Nações Unidas responsável por investigar os impactos na saúde pela exposição à RNI. A proposta central do projeto é avaliar as evidências científicas sobre os possíveis efeitos na saúde devido à exposição aos CEM, nas faixas de frequência de 0 a 300GHz<sup>16</sup> (ALVES, 2017; SÁ 2008; SOLLITTO, 2009; WHO, 2007). Dentre os principais objetivos propostos no projeto (OMS. 2002) destacam-se:

---

<sup>16</sup> O The International EMF Project divide as faixas de frequência em: Estático (0 Hz), Frequência extremamente baixa (ELF, 0 a 300 Hz), frequências intermediárias (IF, 300 Hz a 10 MHz), e radiofrequência (RF, 10 MHz a 300 GHz).

- Fornecer uma resposta internacional coordenada para as preocupações com possíveis efeitos à saúde da exposição a CEM;
- Avaliar a literatura científica e gerar relatórios de status sobre esses efeitos;
- Identificar hiatos no conhecimento que necessitem de mais pesquisas para permitir melhores avaliações de risco;
- Encorajar programas de pesquisa focalizados e de alta qualidade;
- Incorporar os resultados das pesquisas nas monografias "Guia dos Critérios de Saúde Ambiental" da OMS (WHO's Environmental Health Criteria Guide), nas quais avaliações de risco à saúde formais devido à exposição a CEM serão feitas;
- Facilitar o desenvolvimento de padrões internacionalmente aceitos para a exposição a CEM;
- Fornecer informação sobre o gerenciamento de programas de proteção de CEM para autoridades nacionais e outras, incluindo monografias sobre percepção de risco de CEM, comunicação e gerenciamento;
- Fornecer aconselhamento a autoridades nacionais e outras sobre efeitos à saúde e ambientais de CEM e quaisquer medidas ou ações de proteção necessárias.

Desde 1998 a ICNIRP estabeleceu valores para os limites de exposição aos CEM. Estas orientações foram adotadas na recomendação do Conselho Europeu 519/EC de 1999 e, posteriormente, foram adotadas por outros países. A OMS, em 2006, definiu as normas de proteção, com a publicação do documento *Framework for Developing Health-Based EMF Standards*, quando adotou as normas de proteção estabelecidas pela ICNIRP em 1998. No documento, a OMS enfatiza os esquemas e critérios da IARC (1987) a fim de manter a transparência no processo de avaliação do efeito dos riscos na saúde. No mesmo ano, a OMS publicou o documento *Model Legislation For Electromagnetic Fields Protection*, regularizando juridicamente as diretrizes para a proteção contra os CEM e estabeleceu níveis de exposição diferentes para a exposição ambiental que originaram os documentos desenvolvidos pela ICNIRP (ALVES, 1016; SOLLITTO, 2009; MARTIN e TANAKA, 2011).

A ICNIRP é, portanto, o órgão responsável por formular as diretrizes de proteção para a exposição humana aos CEM. Essas diretrizes são periodicamente revisadas e atualizadas de acordo com o resultado de novas pesquisas científicas que são realizadas em nível internacional. Toda a literatura produzida sobre a temática é submetida ao processo de revisão por pares. Os limites de exposição propostos pela ICNIRP são baseados nos efeitos relacionados à exposição intensa de curta duração. Em relação aos efeitos de longo prazo e de baixa intensidade de

exposição aos CEM, como o aumento do risco de câncer, a informação científica disponível é considerada insuficiente para estabelecer limites quantitativos, embora as pesquisas epidemiológicas tenham apontado para uma possível associação entre efeitos carcinogênicos da exposição humana aos fluxos magnéticos de 50/60Hz em níveis inferiores aos recomendados (OMS, 2002; SOLLITTO, 2009).

Na definição das diretrizes para a exposição intensa de curta duração, a ICNIRP utiliza o nível de exposição aproximado, ou limiar, que potencialmente levaria a efeitos biológicos adversos. Ao considerar as incertezas científicas, esse limiar se torna mais reduzido no que se refere aos limites para a exposição humana. Sendo assim, a ICNIRP utiliza um fator de redução de 10 ao propor limites ocupacionais para trabalhadores e um fator de redução de até 50 para chegar aos limites de exposição do público em geral. Esses limites variam de acordo com a frequência e são diferentes para campos de baixas frequências como linhas de transmissão, e de altas frequências como telefones móveis (ICNIRP, 2010; OMS, 2002, SOLLITTO, 2009).

De acordo com a literatura já produzida, os riscos dos efeitos da exposição intensa de curta duração têm origem na resposta transitória do sistema nervoso, como a estimulação do sistema nervoso periférico - SNP - e do sistema nervoso central - SNC, a indução de fosfenos na retina e possíveis efeitos sobre alguns aspectos da atividade cerebral. Nesse sentido, ao limitar os efeitos adversos dos campos elétricos induzidos nas células e redes do sistema nervoso, a ICNIRP considera importante definir a distância ou o volume para os quais precisam ser calculados os valores médios do campo elétrico induzido. Para isso, recomenda-se a determinação do campo elétrico induzido como uma média vetorial do campo elétrico num pequeno volume de tecido contíguo de  $2 \times 2 \times 2 \text{ mm}^3$ . No caso de um tecido específico, recomenda-se um percentual de 99% do campo elétrico como valor para ser comparado com a limitação básica (ICNIRP, 2010). A tabela 01 apresenta os valores de exposição básica ao campo elétrico recomendados pela ICNIRP (2010).

Tabela 01 - Limitações básicas para exposição humana a CEM variáveis no tempo

| Características da exposição          | Gama de frequências | Campo eléctrico interno ( $V\ m^{-1}$ ) |
|---------------------------------------|---------------------|-----------------------------------------|
| <b>Exposição ocupacional</b>          |                     |                                         |
| Tecido do SNC da cabeça               | 1-10 Hz             | $0,5/f$                                 |
|                                       | 10 Hz-25 Hz         | 0,05                                    |
|                                       | 25 Hz-400 Hz        | $2 \times 10^{-3}f$                     |
|                                       | 400 Hz-3 kHz        | 0,8                                     |
|                                       | 3 kHz-10 MHz        | $2,7 \times 10^{-4}f$                   |
| Todos os tecidos da cabeça e do corpo | 1 Hz-3 kHz          | 0,8                                     |
|                                       | 3 kHz-10 MHz        | $2,7 \times 10^{-4}f$                   |
| <b>Exposição do público em geral</b>  |                     |                                         |
| Tecido do SNC da cabeça               | 1-10 Hz             | $0,1/f$                                 |
|                                       | 10 Hz-25 Hz         | 0,01                                    |
|                                       | 25 Hz-1000 Hz       | $4 \times 10^{-4}f$                     |
|                                       | 1000 Hz-3 kHz       | 0,4                                     |
|                                       | 3 kHz-10 MHz        | $1,35 \times 10^{-4}f$                  |
| Todos os tecidos da cabeça e do corpo | 1 Hz-3 kHz          | 0,4                                     |
|                                       | 3 kHz-10 MHz        | $1,35 \times 10^{-4}f$                  |

Fonte: Elaboração própria com base em ICNIRP (2010), onde  $f$  é a frequência em Hz.

Pelos dados apresentados na tabela 01, é possível perceber que a gama de frequências de 10 Hz a 25 Hz, para a exposição ocupacional, é ser limitada aos campos que induzem intensidades de campos elétricos no tecido do SNC na cabeça (ou seja, no cérebro e na retina) e são inferiores a  $50\ mV\ m^{-1}$ , para evitar a indução de fosfenos na retina e outros possíveis efeitos temporários sobre a função cerebral. Apesar de esses efeitos não serem considerados adversos para a saúde, a ICNIRP reconhece que eles podem ser perturbadores em determinadas circunstâncias profissionais e devem ser evitados, embora não seja aplicado nenhum fator adicional de redução. Já os limites para os fosfenos tendem a aumentar em frequências mais elevadas e mais baixas, cruzando-se com os limites para a estimulação das fibras nervosas mielínicas do sistema nervoso central e periférico a 400 Hz. Nas frequências acima de 400 Hz, os limites sobre a estimulação dos nervos periféricos aplicam-se para todas as áreas do corpo humano (ICNIRP, 2010).

Nas limitações apresentadas na tabela 01, considera-se que a exposição aos CEM em ambientes controlados, onde os trabalhadores são informados sobre os riscos de efeitos transitórios dessa exposição, os limites aos CEM que induzem campos elétricos na cabeça e no corpo são inferiores a  $800\ mV\ m^{-1}$ , para evitar estimulação das fibras nervosas mielínicas do sistema nervoso central e periférico. É aplicado um fator de redução de 5 ao limite de fosfenos de  $4V\ m^{-1}$ , considerando as incertezas científicas. Nota-se que essas limitações aumentam acima dos 3 kHz. Para o público em geral, é aplicado um fator de redução de 5 no que tange ao tecido

do SNC da cabeça, com uma limitação básica de  $10 \text{ mV m}^{-1}$  entre 10 e 25 Hz. Em valores acima e abaixo destes, aumentam-se as limitações básicas. Na gama de 1.000 Hz, as limitações básicas cruzam-se com as que protegem contra a estimulação das fibras nervosas mielínicas do sistema nervoso central e periférico, onde é aplicado um fator de redução de 10, originando uma limitação básica de  $400 \text{ mV m}^{-1}$ , que também deve ser aplicada aos tecidos de todas as partes do corpo (ICNIRP, 2010).

Em relação aos níveis de referência, estes são determinados a partir das limitações básicas através de modelação matemática de dados publicados e são calculados para uma situação de acoplamento máximo do campo ao indivíduo exposto, além de considerar dependência da frequência e as incertezas dosimétricas, a fim de estabelecer uma proteção máxima. Desse modo, esses níveis consideram dois efeitos distintos e combinam os campos elétricos induzidos no cérebro, relevante para efeitos no SNC, com os campos elétricos induzidos em outros tecidos em qualquer parte do corpo, relevante para efeitos no SNP<sup>17</sup> (ICNIRP, 2010). As tabelas 2 e 3 apresentam os níveis de referência para a exposição ocupacional e para o público em geral, respectivamente. Os níveis de referência assumem uma exposição por um campo homogêneo relativo à extensão espacial do corpo humano, onde a variação do campo elétrico ou magnético no espaço ocupado pelo corpo é relativamente pequena.

Tabela 02 - Níveis de referência para a exposição ocupacional a CEM variáveis no tempo

| Gama de frequências | Intensidade do campo elétrico<br>E ( $\text{kV m}^{-1}$ ) | Intensidade do campo magnético<br>H ( $\text{Am}^{-1}$ ) | Densidade do fluxo magnético<br>B (T) |
|---------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| 1 Hz–8 Hz           | 20                                                        | $1,63 \times 10^5 / f^2$                                 | $0,2/f$                               |
| 8 Hz–25 Hz          | 20                                                        | $2 \times 10^4 / f$                                      | $2,5 \times 10^{-2}/f$                |
| 25 Hz–300 Hz        | $5 \times 10^2 / f$                                       | $8 \times 10^2$                                          | $1 \times 10^{-3}$                    |
| 300 Hz–3 kHz        | $5 \times 10^2 / f$                                       | $2,4 \times 10^5 / f$                                    | $0,3/f$                               |
| 3 kHz–10 MHz        | $1,7 \times 10^{-1}$                                      | 80                                                       | $1 \times 10^{-4}$                    |

Fonte: Elaboração própria com base em ICNIRP (2010), onde f é a frequência em Hz.

De acordo com ICNIRP (2010), o nível de referência do campo elétrico para a exposição ocupacional (Tabela 02) na gama de até 25 Hz considera uma margem suficiente para evitar os possíveis efeitos da estimulação por correntes de contato na maior parte das

<sup>17</sup> Na gama de 50 Hz, o fator utilizado para converter a limitação básica para os efeitos sobre o SNC de uma exposição a um campo magnético externo é de  $33 \text{ V m}^{-1}$  por T, e para os efeitos sobre o SNP é de  $60 \text{ V m}^{-1}$  por T. Foi aplicado um fator de redução adicional de 3 aos valores assim calculados para ter em conta a incerteza dosimétrica (ICNIRP, 2010).

condições práticas apresentadas pelas evidências científicas. Já entre as gamas de 25 Hz e 10 MHz, os níveis de referência baseiam-se exclusivamente na limitação básica sobre campos elétricos induzidos, podendo não estabelecer uma margem suficiente para evitar os efeitos da estimulação provocada por correntes de contato sob todas as condições possíveis nessa banda de frequências.

Tabela 03 - Níveis de referência para a exposição do público em geral a CEM variáveis no tempo

| Gama de frequências | Intensidade do campo elétrico<br>E (kV m <sup>-1</sup> ) | Intensidade do campo magnético<br>H (Am <sup>-1</sup> ) | Densidade do fluxo magnético<br>B (T) |
|---------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| 1 Hz–8 Hz           | 5                                                        | $3,2 \times 10^4 / f^2$                                 | $4 \times 10^{-2} / f^2$              |
| 8 Hz–25 Hz          | 5                                                        | $4 \times 10^3 / f$                                     | $5 \times 10^{-3} / f$                |
| 25 Hz–50 Hz         | 5                                                        | $1,6 \times 10^2$                                       | $2 \times 10^{-4}$                    |
| 50 Hz–400 Hz        | $2,5 \times 10^2 / f$                                    | $1,6 \times 10^2$                                       | $2 \times 10^{-4}$                    |
| 400 Hz–3 kHz        | $2,5 \times 10^2 / f$                                    | $6,4 \times 10^4 / f$                                   | $8 \times 10^{-2} / f$                |
| 3 kHz–10 MHz        | $8,3 \times 10^{-2}$                                     | 21                                                      | $2,7 \times 10^{-5}$                  |

Fonte: Elaboração própria com base em ICNIRP (2010), onde f é a frequência em Hz.

Os níveis de referência dos campos elétricos para a exposição do público em geral (Tabela 03) na gama de até 10 MHz evitam os efeitos indiretos adversos, como choques e queimaduras, em mais de 90% dos indivíduos expostos. Já a margem dos níveis de referência dos campos elétricos de até 50 Hz é suficiente para evitar, na maior parte das pessoas, os efeitos de cargas elétricas superficiais como a percepção (ICNIRP, 2010). Deve-se considerar que, na maior parte dos casos, a distância até à fonte de CEM é muito reduzida e a distribuição do campo é não uniforme e nem localizada numa parte do corpo. Nesses casos, a medida da intensidade máxima do campo na posição espacial ocupada pelo corpo resulta determina uma avaliação segura da exposição segura, apesar de muito conservadora. No caso de uma fonte muito localizada a uma distância de poucos centímetros do corpo, a ICNIRP (2010) recomenda uma avaliação da exposição caso a caso, determinando dosimetricamente o campo elétrico induzido.

Outro ponto a ser considerado, é que cada um dos campos elétricos e magnéticos induz uma componente de campo elétrico no tecido que se somam vetorialmente. Dessa forma, a ICNIRP recomenda que, para uma análise de exposição baseada nos campos elétricos e magnéticos externos, deve-se considerar que tanto as componentes do campo magnético como do campo elétrico induzidos atingem o valor máximo no mesmo ponto crítico e em fase, o que implica que as exposições a esses campos externos seriam cumulativas. Nesse contexto,

fornecer normas adicionais sobre situações de exposição específicas, em que se possa aplicar a determinação da média espacial, compete aos organismos de normalização, que poderão apresentar novos níveis de referência para tipos especiais de exposição não uniforme. Contudo, tais recomendações devem ser baseadas numa dosimetria bem estabelecida (ICNIRP, 2010)<sup>18</sup>.

Nota-se, com base nas informações apresentadas acima, que a ICNIRP estabelece valores de restrição diferentes nos limites para a exposição aos CEM do contingente ocupacional e do público em geral. De acordo com a OMS (2002), isso ocorre porque a população em situação de exposição ocupacional é composta por trabalhadores adultos e conscientes dos possíveis efeitos da exposição aos CEM. Os trabalhadores são orientados sobre o risco e treinados para tomar as medidas de precaução adequadas. Em contrapartida, o público em geral é composto por indivíduos de todas as idades e de graus de saúde variáveis que, geralmente, não têm conhecimento sobre os riscos da exposição aos CEM. Considera-se ainda, que os trabalhadores estão expostos durante sua jornada de trabalho de geralmente 8 horas por dia, enquanto o público em geral está sob uma exposição de até 24 horas por dia. Com base nessas considerações, a ICNIRP entende que as restrições para a exposição do público em geral devem ser mais rigorosas do que para a população ocupacional (OMS, 2002; ICNIRP, 2010). A OMS (2002) enfatiza alguns pontos importantes a se considerar sobre as diretrizes da ICNIRP, a saber:

- Em geral, as normas para campos eletromagnéticos de baixas frequências são determinadas para evitar efeitos adversos à saúde devido a correntes elétricas induzidas dentro do corpo, enquanto normas para campos de radiofrequências previnem efeitos à saúde causados por aquecimento localizado, ou no corpo inteiro;
- Níveis máximos de exposição diária estão tipicamente abaixo dos limites das diretrizes;
- Diretrizes de exposição não têm a intenção de proteger contra a interferência eletromagnética em dispositivos eletromédicos. Novas normas industriais estão sendo desenvolvidas para evitar tal interferência.

Considerando todas as diretrizes apontadas pela ICNIRP, os diversos países elaboram suas normas nacionais de proteção acerca da exposição da população aos CEM. De acordo com Alves (2016), em vários países da União Europeia, como a Alemanha, a Espanha, a França, a

---

<sup>18</sup> Para mais informações, consultar “Limites de exposição a campos eléctricos e magnéticos variáveis ao longo do tempo”, ICNIRP (2010). Disponível em: <https://www.icnirp.org/cms/upload/publications/ICNIRPLFgdl.por.pdf>

Finlândia, a Grécia e o Reino Unido, são adotadas as diretrizes da ICNIRP de forma parcial ou total. A Bélgica e a Itália, por exemplo, utilizam níveis de referência mais reduzidos do que os propostos pela ICNIRP, enquanto Portugal segue os valores de limitação básica e de referência recomendados. A Suíça, apesar de adotar os limites propostos pela ICNIRP, utiliza valores mais reduzidos para as áreas residenciais. Na Austrália, no Canadá, no Japão e na Nova Zelândia são utilizados valores de limite similares aos da ICNIRP. Nos Estados Unidos são utilizados valores superiores aos das diretrizes.

A divergência nos valores para níveis de exposição humana aos CEM adotadas pelos diversos países é explicada pelos diferentes fatores de segurança utilizados, pelos locais de exposição para os quais os limites são estabelecidos (faixas de segurança das linhas de alta tensão, locais sensíveis como creches, escolas e hospitais, prédios e escritórios) e, os fatores políticos, sociais, geográficos e econômicos, característicos de cada país, que são considerados para se aplicar as medidas de precaução. Observa-se também que a maioria dos países desenvolvidos seguem as orientações da ICNIRP, como os Estados Unidos, Portugal, Austrália e Japão. Dentre as organizações que normatizam as diretrizes sobre os níveis de exposição aos CEM baseados em estudos científicos, as recomendações da ICNIRP apresentam os valores mais conservativos e com maiores índices de segurança (SOLLITO, 2009).

#### 4.4.1. Legislação brasileira sobre a exposição aos CEM

No Brasil, a Lei 11.934 de 5 de maio de 2009 dispõe sobre limites à exposição humana a campos elétricos, magnéticos e eletromagnéticos, na faixa de frequência de até 300 GHz, gerados por estações transmissoras de radiocomunicação, de terminais de usuário e de sistemas de energia elétrica, visando garantir a proteção da saúde e do meio ambiente. Nesse sentido, adota-se as recomendações de limites da OMS da ICNIRP. A referida Lei enfatiza que enquanto não houver novos parâmetros da OMS as diretrizes existentes devem ser adotadas.

De acordo com a referida Lei, as prestadoras de serviço que utilizam de estações transmissoras de radiocomunicação, os fornecedores de terminais de usuário comercializados no País e as concessionárias, permissionárias e autorizadas de serviços de energia estão todas sujeitas às obrigações desta Lei. A Lei 11.934/2009, em seu Art. 7º, determina que o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FNDCT - e o Fundo para Desenvolvimento Tecnológico das Telecomunicações – FUNTTEL, são os responsáveis pelo desenvolvimento e financiamento de pesquisas sobre exposição humana aos CEM (BRASIL, 2009).

O Art. 2º da Lei supracitada define que os limites estabelecidos se referem à exposição: da população em geral aos campos elétricos, magnéticos e eletromagnéticos; e de trabalhadores aos campos elétricos, magnéticos e eletromagnéticos em razão de seu trabalho. Já no Art. 5º é afirmado que, as estações transmissoras de radiocomunicação, os terminais de usuário e os sistemas de energia elétrica em funcionamento no território nacional deverão atender aos limites de exposição humana aos campos elétricos, magnéticos ou eletromagnéticos estabelecidos pelas diretrizes da OMS e da ICNIRP (SILVA, 2020).

Nesse sentido, o órgão regulador federal de telecomunicações (Art. 12 da Lei 11.934/2009) deve adotar as seguintes medidas:

- II- implementar, manter, operar e tornar público sistema de monitoramento de campos elétricos, magnéticos e eletromagnéticos de radiofrequências para acompanhamento, em tempo real, dos níveis de exposição no território nacional; realizar medição de conformidade, 60 (sessenta) dias após a expedição da respectiva licença de funcionamento, no entorno de estação instalada em solo urbano e localizada em área crítica;
- III- realizar medições prévias dos campos elétricos, magnéticos e eletromagnéticos no entorno de locais multiusuários devidamente identificados e definidos em todo o território nacional; e
- IV- realizar medições de conformidade, atendendo a solicitações encaminhadas por autoridades do poder público de qualquer de suas esferas (BRASIL, 2009).

Em relação aos serviços de energia elétrica, Lei 11.934/2009, em seu Art. 15º, define que o órgão regulador federal de serviços de energia elétrica deve adotar as seguintes providências:

- I - editar regulamentação sobre os métodos de avaliação e os procedimentos necessários para verificação do nível de campo elétrico e magnético, na fase de comissionamento e autorização de operação de sistemas de transmissão de energia elétrica, e sobre os casos e condições de medição destinada à verificação do atendimento dos limites estabelecidos por esta Lei;
- II - tornar públicas informações e banco de dados sobre medições realizadas, segundo estabelecido pela normatização metodológica vigente, de campos elétricos e magnéticos gerados por sistemas de transmissão de energia elétrica para acompanhamento dos níveis de exposição no território nacional; e
- III - solicitar medição ou verificação, por meio de relatório de cálculos efetuados com metodologia consagrada e verificação de conformidade, na fase de comissionamento, para autorização de operação de novo sistema de transmissão de energia elétrica a ser integrado à Rede Básica Nacional (BRASIL, 2009).

Em julho de 2002, a Agência Nacional de Telecomunicações - ANATEL publicou a Resolução nº 303, que traz valores para exposição ocupacional e populacional a campos elétricos e magnéticos. Os limites estabelecidos são condizentes aos recomendados pela ICNIRP. Contudo, há uma diferença específica na divisão das faixas de frequências, a ANATEL considera as frequências mais altas, partindo de 9 kHz, enquanto a ICNIRP considera as frequências de 1Hz até 300 GHz (MARTIN; TANAKA, 2011).

Segundo Silva (2018), a ANATEL realizou, em 2011, uma consulta pública intitulada “Proposta de regulamento sobre exposição a Campos Elétricos, Magnéticos e Eletromagnéticos na faixa de radiofrequência”, da qual resultou a Resolução 303/2002, que utiliza os limites de exposição da ICNIRP para as faixas de frequência de 9KHz a 300GHz. Dessa forma, foram estabelecidos os limites para a exposição humana em áreas de estações transmissoras de radiocomunicação de serviços de telecomunicações, e foram definidos os métodos de avaliação e procedimentos a serem observados para a implantação dessas estruturas. Em relação à exposição ocupacional, a Norma Regulamentadora-NR-9 (Segurança e Medicina do Trabalho) dispõe sobre as RNI como agentes causadores de risco físico para os trabalhadores a ela expostos. De forma complementar, a NR-15 dispõe que as operações ou atividades que exponham os trabalhadores às RNI, sem a proteção adequada, serão consideradas insalubres, em decorrência de laudo de inspeção realizada no local de trabalho (SILVA, 2018).

Em relação às prestadoras de serviços de energia elétrica, a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, através da Nota Técnica nº 0122/2009-SRD/ANEEL, apresentou a proposta de regulamentação da Lei nº 11.934, de 2009, com intuito de limitar a exposição humana a campos elétricos e magnéticos produzidos por instalações de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica na frequência de 60 Hz aos limites estabelecidos pela Organização Mundial de Saúde - OMS. Através da Resolução Normativa/ANEEL Nº 915, de 23 de fevereiro de 2021, ficou estabelecido que todas as instalações elétricas em território nacional devem seguir as normas e diretrizes estabelecidas pela ICNIRP/OMS e adotadas pela Lei 11.934/2009.

Percebe-se que, apesar de tardias, as instituições brasileiras responsáveis pelos setores de energia elétrica e telecomunicações, vêm adotando as medidas de proteção estabelecidas pela ICNIRP e OMS no que se refere à exposição da população em geral aos Campos Eletromagnéticos de Baixa Frequência. Contudo, as pesquisas científicas sobre essa temática no país ainda são incipientes, sendo necessário mais estudos, principalmente de cunho epidemiológico, para verificar a situação das populações expostas a esses riscos e, investigar a possível associação dessa exposição com o desenvolvimento de doenças consideradas graves, como é o caso do câncer.

#### 4.4.2. Abordagens preventivas e o princípio da precaução

É fato que avanço tecnológico e os progressos industriais que vêm ocorrendo desde meados do século XX, e se intensificaram no início do século XXI, acarretaram para as

sociedades tanto os benefícios científicos e tecnológicos, como diversos tipos de riscos à saúde humana e ao meio ambiente. Como já foi discutido nesse trabalho, parte desses riscos são de caráter tecnológico, ou seja, produzidos pelo próprio homem, configurando a sociedade de risco, conforme dispõe o sociólogo Ulrich Beck. No paradigma da sociedade de risco, predominam as incertezas científicas, o medo, os riscos desconhecidos, os danos irrefreáveis e transnacionais e a complexidade social (GATTAS, 2015). Dentre esses riscos estão os possíveis impactos das radiações eletromagnéticas à saúde humana e ambiental.

De acordo com a OMS (2002), existe um movimento crescente por todo o mundo, nas esferas governamentais e fora delas, em busca da adoção das abordagens preventivas para o gerenciamento de riscos à saúde diante da incerteza científica. Contudo, as ações serem tomadas dependem sempre da severidade do dano à saúde e do grau de incerteza em face da problemática. Nesse sentido, se o dano associado a um risco é pequeno e sua ocorrência é incerta, as medidas tomadas são substanciais. Mas se o dano é potencialmente relevante, embora exista incerteza quanto a sua ocorrência, devem ser implementadas ações significativas para a precaução dos possíveis eventos danosos à saúde.

Segundo Gonçalves (2013), o conceito de precaução tem recebido relevância na regulação ambiental em muitos países. Embora a legislação existente ainda seja incipiente, o princípio da precaução tem recebido atenção recente no âmbito de quadros e modelos de interpretação econômica e da sua aplicação adequadas à natureza dos riscos ambientais. O Princípio da Precaução é geralmente aplicado quando existe um elevado grau de incerteza científica e existe a necessidade de agir com relação a um risco potencialmente sério, sem esperar pelos resultados de pesquisas científicas adicionais (OMS, 2002). Nesse sentido,

O princípio da precaução ganhou relevância nas últimas décadas com a emergência dos “novos riscos tecnológicos ou ambientais”, caracterizados genericamente por conhecimento científico limitado e incerto, pela sua natureza coletiva e involuntária, e por baixas probabilidades, mas danos potencialmente elevados ou mesmo irreversíveis. [...] É o caso, por exemplo, das alterações climáticas, da perda da biodiversidade, das exposições radiológicas, dos efeitos de substâncias químicas, da segurança alimentar, da biotecnologia e das nanotecnologias (GONÇALVES, 2013, p. 123)

O Princípio da precaução foi definido no Tratado de Maastricht, em 1992, como a tomada de ação prudente quando há evidência científica suficiente, mas não há necessariamente prova absoluta, de que a falta de ação pode implicar em dano, e quando a ação pode ser justificada com base em julgamentos razoáveis de custo-benefício (OMS, 2002). No entanto, existem muitas interpretações e aplicações diferentes do princípio da precaução. Apesar de

haver diferentes discursos sobre a precaução, Gonçalves (2013) afirma que a maior parte das definições têm pontos de concordância entre a comunidade científica e os tomadores de decisões, que não divergem na identificação das principais questões a considerar na implementação prática da precaução, como:

- O dever de agir antecipadamente para proteção do ambiente e da saúde pública em face de riscos suspeitos (incertos), em especial os potencialmente graves ou irreversíveis;
- A procura de mais e melhor informação científica para a avaliação de perigos e riscos;
- A consideração de um conjunto amplo de alternativas de ação;
- A realização de análises e de avaliações tão completas quanto possível de custos e de benefícios das diferentes alternativas de ação, incluindo a análise da sua distribuição entre os diferentes atores;
- A monitorização e revisão contínua das medidas adotadas tendo em conta o desenvolvimento da informação e do conhecimento científico. (GONÇALVES, 2013, p. 122)

Em relação aos possíveis danos da exposição humana aos CEM, notadamente os de frequências extremamente baixas, as organizações internacionais responsáveis por elaborar as diretrizes para a segurança da população frente a esses riscos, vêm adotando o “Princípio da Precaução”. Diante desse fato, é possível inferir que, apesar das incertezas científicas que circundam a questão dos CEM e a saúde humana, a OMS, o IARC, a ICNIRP e outros, admitem a possibilidade desses riscos. As avaliações dos fatores de risco com base científica sobre a exposição a CEM, formam parte da avaliação desses riscos e se apresentam como uma resposta de política pública apropriada (OMS, 2002).

As abordagens preventivas, como o Princípio da Precaução, lidam com incertezas adicionais sobre possíveis efeitos adversos à saúde, mesmo que não sejam comprovados cientificamente. São políticas de gestão de risco que adotam medidas graduais diante de questões emergentes. Para isso, devem considerar aspectos de custo-benefício e ser encaradas como um complemento, e não uma substituição, às abordagens baseadas na ciência. Essas medidas visam auxiliar os formuladores de políticas públicas na tomada de decisões.

Em relação aos CEM, alguns governos nacionais e locais têm adotado como medida política a “abstenção por prudência”, uma variante do princípio da precaução. Essa medida foi aplicada inicialmente para campos ELF e é caracterizada por utilizar ações simples, facilmente atingíveis e de baixo custo-benefício, para reduzir a exposição individual ou pública aos CEM, ainda que não exista certeza de que essas medidas podem reduzir o risco (OMS, 2002).

De acordo com a OMS (2002), o reconhecimento claro de que um risco pode não existir é um componente essencial das abordagens preventivas. Se os estudos científicos concluírem que não há risco decorrente da exposição aos CEM ou se a possibilidade de risco

for muito especulativa, a resposta adequada às preocupações públicas seria um programa educativo eficaz. No caso de ser confirmada a existência de um risco, é apropriado basear-se na comunidade científica para recomendar medidas específicas de proteção, usando critérios bem definidos para a gestão e avaliação do risco para a saúde pública. Se persistirem grandes incertezas, serão então necessárias mais pesquisas para esclarecer a problemática em questão.

Em vista do que já foi discutido sobre a exposição aos CEM, é possível afirmar que as possíveis patologias relacionadas à essa exposição fazem parte, em sua maioria, de um grupo de doenças consideradas graves do ponto de vista da saúde pública, as DANT. Nesse sentido, antes de dar seguimento às discussões deste capítulo, torna-se relevante analisar o perfil epidemiológico do Brasil no que se refere a tais patologias.

#### **4.5. Perfil epidemiológico do Brasil referente às DANT<sup>19</sup>**

É fato que houve uma profunda transformação no perfil epidemiológico do país nas últimas décadas do século XX e início deste. Segundo a Fundação Nacional de Saúde – FUNASA, nesse período o perfil epidemiológico do Brasil apresentou uma significativa queda na morbimortalidade por doenças infecciosas e transmissíveis, e um considerável e progressivo aumento da morbimortalidade por doenças que compõem o grupo das DANT. Essa transição epidemiológica reflete o conjunto de mudanças ocorridas na sociedade brasileira, do ponto de vista econômico, social e demográfico, que provocaram o aumento das doenças provenientes de uma gama de fatores modernos característicos da sociedade de risco.

Dentre as patologias que compõem as DANT, as Doenças Crônicas Não Transmissíveis – DCNT. Destas, as doenças cardiovasculares, cânceres, diabetes e doenças respiratórias crônicas ocupam lugar de destaque. Estas são causadas por diversos fatores ligados às condições de vida dos sujeitos. Estes fatores são determinados pelo acesso da população a bens e serviços públicos, garantia de direitos, informação, emprego e renda e possibilidades de fazer escolhas favoráveis à saúde. Percebe-se que as DCNT constituem o grupo de doenças de maior magnitude no País, atingindo, especialmente, as populações mais vulneráveis, como as de baixas renda e escolaridade (BRASIL, 2021).

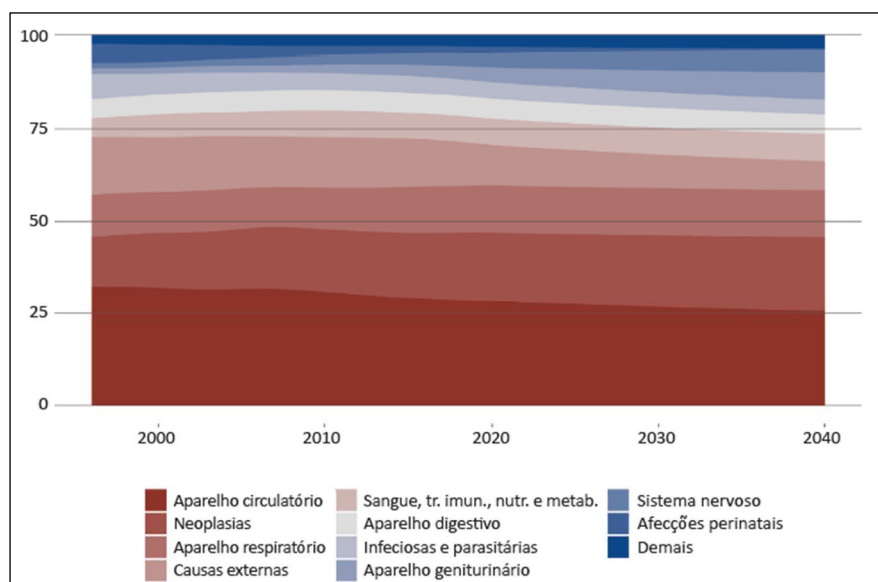
Em relação ao perfil epidemiológico do Brasil, a Mortalidade Proporcional - MP - pelos Capítulos da Classificação Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde

---

<sup>19</sup> Doenças e agravos não transmissíveis (DANT) são doenças ou agravos cuja etiologia não está diretamente relacionada a um agente biológico, mas a múltiplas causas de origem física, social, econômica e ambiental. No Brasil, as DANT congregam as chamadas Doenças Crônicas não Transmissíveis (DCNT) acrescidas dos acidentes e violências. (<https://www.vi.saude.ms.gov.br/>)

- CID-10, não apresentou muitas alterações nos últimos vinte anos, fato que se repete também nas projeções para o período até 2040. No ano de 2018, os óbitos por doenças do aparelho circulatório - AC, por neoplasias - Neo - e por doenças do aparelho respiratório – AR, organizados pela ordem de grandeza, ocupam as três primeiras posições com as maiores proporções de óbitos para todo o período analisado. Vale destacar a participação crescente dos óbitos por Doenças Crônicas Não Transmissíveis – DCNT, que fazem parte do grupo de DANT, no qual se encaixam as neoplasias malignas ou cânceres (BARBOSA e RAMALHO, 2021). Os fatos descritos podem ser observados na figura 12.

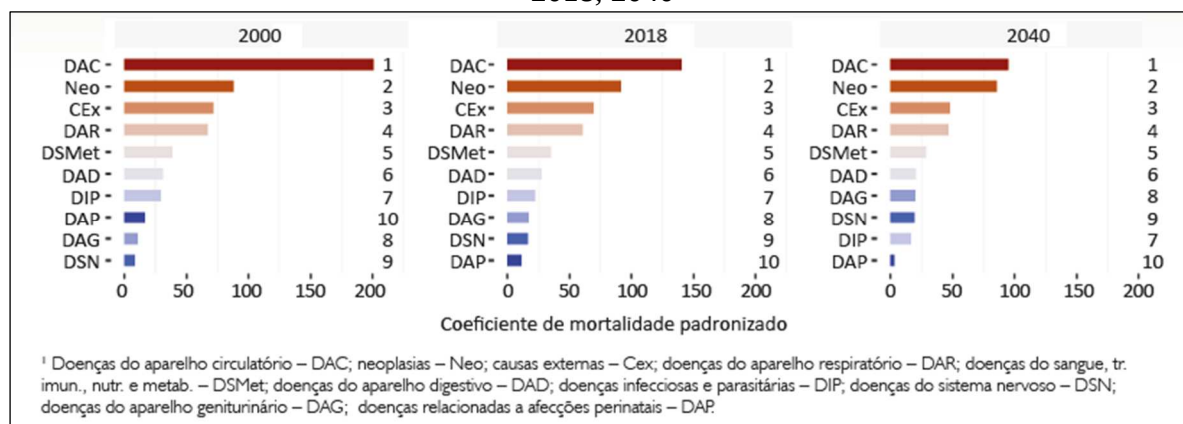
Figura 12 - Mortalidade proporcional por grupos de causa (capítulos da CID), estratificada segundo os dez grupos de maior peso para o ano de 2018 – Brasil, 2000 a 2040.



Fonte: BARBOSA e RAMALHO, 2021.

Pela análise da figura 12, percebe-se que as mortes por doenças do aparelho circulatório, as neoplasias e as doenças do AC ocupam e irão ocupar as três primeiras posições em casos de óbitos no Brasil até 2040. As doenças do AC, responsáveis por 32,4% de todos os óbitos em 1996, reduzirão progressivamente no seu peso proporcional, apresentando um valor de 25,6% em 2040; as Neo, que correspondiam a 13,4% no início do período analisado, poderão aumentar sua participação e alcançar 20,2%; já os óbitos causados doenças do AR, terão um aumento discreto em sua participação, indo de 11,4% para 12,6% dos óbitos totais no período final do analisado (BARBOSA e RAMALHO, 2021). Essas variações podem ser percebidas na figura 13.

Figura 13 - Coeficiente de mortalidade padronizado por sexo e idade, por 100.000 habitantes, para os dez grupos de causa (capítulos da CID) I de maior risco no ano de 2018, Brasil, 2000, 2018, 2040

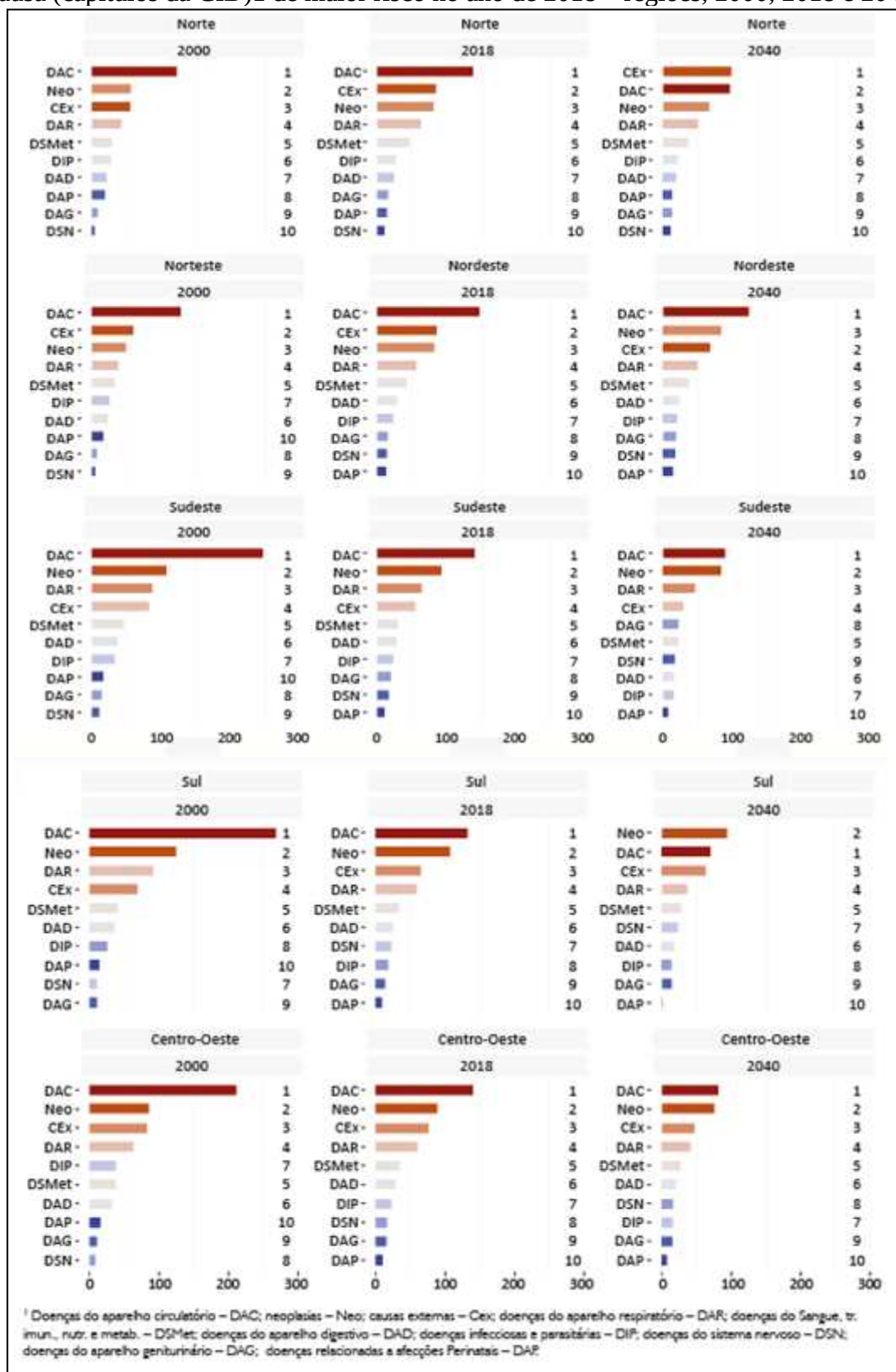


Fonte: BARBOSA e RAMALHO, 2021.

Pode-se observar na figura 13 que as doenças do AC, apesar de ainda ocuparem a primeira posição nas causas de óbitos no Brasil, terão uma redução considerável até o ano de 2040, apresentar uma diminuição de até 57% no seu risco. Segundo Barbosa e Ramalho (2001), essa redução poderá ser mais acentuada com a adoção de estratégias mais eficientes pelo SUS, com o intuito de promover o acesso ao diagnóstico e ao tratamento adequado da hipertensão arterial, considerada o principal fator de risco de mortalidade para as duas principais causas de morte por doenças do AC, a saber, a doença isquêmica do coração e a doença cerebrovascular.

Já as Neo, continuarão ocupando a segunda posição e ainda poderão aumentar sua participação no *ranking*. É válido ainda analisar esse perfil epidemiológico segundo as regiões brasileiras (Fig. 14), uma vez que estas apresentam entre si uma gama de divergências no que se refere, principalmente, às questões socioeconômicas.

Figura 14 - Taxas de mortalidade por sexo e idade, por 100.000 hab., para os dez grupos de causa (capítulos da CID)<sup>1</sup> de maior risco no ano de 2018 – regiões, 2000, 2018 e 2040



Fonte: BARBOSA e RAMALHO, 2021.

Como pode ser observado na figura 14, as variações no perfil epidemiológico relacionado aos óbitos por regiões brasileiras seguem um padrão semelhante ao dos dados gerais do país, onde as doenças dos quatro capítulos principais se repetem como as principais causas de morte e as doenças do AC mantêm a primeira posição, apesar da diminuição notável em suas taxas. Destaca-se a região Sul, onde as neoplasias tendem a ocupar a posição de principal causa de óbito. É fato que não é possível atribuir uma causa específica para o câncer baseada apenas em dados substanciais, mas pode-se enfatizar que no Sul do país, assim como no Centro Oeste e no Sudeste, é possível que os indivíduos estejam mais expostos aos riscos à saúde introduzidos pela modernidade, como a radiação proveniente dos CEM, por serem as regiões mais industrializadas do Brasil. Deve-se destacar que as neoplasias malignas (câncer), são consideradas como as doenças mais graves que podem decorrer da exposição à essa radiação.

As DCNT são consideradas responsáveis pela maior carga de morbimortalidade em nível global, causando perda de qualidade de vida, limitações, incapacidades, além de alta taxa de mortalidade prematura. No Brasil, no ano de 2019, as doenças do aparelho circulatório ocuparam o primeiro lugar em número de óbitos por capítulos da CID-10. Nas faixas etárias acima de 50 anos, as principais causas de óbito foram as doenças do aparelho circulatório, as neoplasias malignas e as doenças do aparelho respiratório (BRASIL, 2021). A figura a seguir apresenta as principais causas de óbito segundo capítulos da CID-10 no Brasil em 2019.

Figura 15 - Ranking das causas básicas de óbito (CID-10) e o número absoluto de óbitos por faixa etária no Brasil em 2019

| Posição | 0 a 9 anos              | 10 a 19 anos            | 20 a 29 anos          | 30 a 49 anos           | 50 a 69 anos            | 70 a 79 anos           | ≥80 anos                 | Total                   |
|---------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|--------------------------|-------------------------|
| 1       | C. Perinat.<br>20.269   | C. Ext.<br>13.384       | C. Ext.<br>32.100     | C. Ext.<br>43.961      | D. Ap. Circ.<br>113.488 | D. Ap. Circ.<br>91.237 | D. Ap. Circ.<br>130.243  | D. Ap. Circ.<br>364.132 |
| 2       | Malform.<br>9.420       | Neoplasias<br>1.406     | Neoplasias<br>2.735   | D. Ap. Circ.<br>25.019 | Neoplasias<br>98.966    | Neoplasias<br>58.088   | D. Ap. Resp.<br>75.657   | Neoplasias<br>235.301   |
| 3       | C. Ext.<br>2.926        | D. Sist. Nerv.<br>1.109 | D. Ap. Circ.<br>2.461 | Neoplasias<br>23.847   | D. Ap. Resp.<br>35.272  | D. Ap. Resp.<br>38.018 | Neoplasias<br>48.997     | D. Ap. Resp.<br>162.005 |
| 4       | D. Ap. Resp.<br>2.917   | C. Mal Def.<br>988      | C. Mal Def.<br>2.379  | D.I.P.<br>10.506       | D. Endocr.<br>26.946    | D. Endocr.<br>21.997   | D. Endocr.<br>27.238     | C. Ext.<br>142.800      |
| 5       | D.I.P.<br>1.933         | D. Ap. Resp.<br>777     | D.I.P.<br>2.268       | D. Ap. Dig.<br>10.043  | C. Ext.<br>25.940       | D. Ap. Dig.<br>14.369  | C. Mal Def.<br>25.185    | D. Endocr.<br>83.483    |
| 6       | D. Sist. Nerv.<br>1.430 | D. Ap. Circ.<br>776     | D. Ap. Resp.<br>1.566 | C. Mal Def.<br>9.703   | D. Ap. Dig.<br>25.935   | C. Mal Def.<br>13.688  | D. Sist. Nerv.<br>24.194 | C. Mal Def.<br>74.972   |

Fonte: BRASIL, 2021.

Nota: D.I.P.: doenças infecciosas e parasitárias; neoplasias; C. Exter.: causas externas; C. Perinat.: afecções do período perinatal; Mal form.: anomalias cromossômicas e malformações congênitas; D. Ap. Resp.: doenças do aparelho respiratório; D. Sist. Nerv.: doenças do sistema nervoso; D. Ap. Circ.: doenças do aparelho circulatório; D. Ap. Dig.: doenças do aparelho digestivo; D. Endócr.: doenças endócrinas; D. Ap. Uri.: doenças do aparelho geniturinário; C. Mal Def.: causas mal definidas (sintomas, sinais e achados anormais de exames clínicos e de laboratório não classificados em outra parte).

Dentre as enfermidades apontadas na figura 15, é possível visualizar a participação das Neoplasias Malignas, Doenças do Aparelho Circulatório, anomalias cromossômicas e malformações congênitas e doenças endócrinas como as principais causas de óbitos em diversas faixas etárias. Vale destacar as Neoplasias nas faixas etárias de 10 a 19 anos e de 20 a 9 anos ocupando a segunda colocação. Os estudos científicos sobre a exposição aos CEM e a saúde humana apontam evidências para a associação dessa exposição e o desenvolvimento dessas patologias, inclusive a Leucemia Infantil, embora as evidências tenham sido consideradas insuficientes pelos organismos internacionais, como a OMS e a ICNIRP. A mortalidade por neoplasias malignas vem crescendo em todo o mundo e representa a segunda causa de morte na maioria dos países.

Para o controle das DCNT, é necessário conhecer o comportamento da população, que pode impactar sua saúde em todas as fases da vida, uma vez que as condições em que as pessoas vivem e trabalham influenciam sua qualidade de vida e saúde. Parte das mortes prematuras está ligada a fatores de risco modificáveis, tais como obesidade, hábito alimentar inadequado, inatividade física, tabagismo, consumo de bebidas alcoólicas, poluição ambiental e saúde mental. Considerando o ambiente, a poluição do ar é um importante determinante de saúde e o principal fator de risco ambiental para a saúde humana (BRASIL; 2021; WHO, 2013).

Estima-se que ocorram, anualmente, 4,2 milhões de mortes prematuras atribuídas à poluição do ar no mundo, que pode ser responsável pelo desenvolvimento, pelo agravamento e pela morte por doenças crônicas e agudas. Estima-se que a poluição do ar tenha sido responsável, no ano de 2016, por aproximadamente 58% de mortes prematuras por doenças cerebrovasculares e doenças isquêmica do coração; 18% por doença pulmonar obstrutiva crônica e infecção respiratória aguda baixa; e 6% por câncer de pulmão, traqueia e brônquios (BRASIL, 2018; Brasil; 2021; WHO, 2013). Sabe-se que a radiação eletromagnética se enquadra como uma poluição ambiental que impacta a qualidade do ar, principalmente em ambientes urbanos.

Como já foi enfatizado anteriormente, as DCNT constituem o grupo de patologias de maior magnitude no mundo, impactando sobretudo, as populações mais vulneráveis, como as de média e baixa renda e escolaridade, devido à maior exposição aos fatores de risco ou ao acesso restrito às informações e aos serviços de saúde. Contudo, a maior parte dessas patologias são consideradas de causas multifatoriais, ou seja, não há uma causa definida para seu desenvolvimento. Esse é o caso das Neoplasias Malignas, cujo desenvolvimento é atribuído a uma somatória de fatores que podem ser externos ou internos ao indivíduo, como as condições

ou modos de vida, fatores ambientais, fatores genéticos e hereditários, envelhecimento, entre outros (WHO, 2020). Esse fato dá validade ao cuidado que as organizações internacionais têm em relação às evidências científicas sobre os CEM e impactos na saúde, recomendando que mais estudos sejam realizados a fim de esclarecer as dúvidas sobre tal questão.

Diante da magnitude dos impactos das DCNT na saúde humana e no sistema público de saúde, foi criado em 2011, no Brasil, o Plano de Enfrentamento das DCNT. O Plano tem como objetivo desenvolver e implementar políticas públicas efetivas, integradas, sustentáveis e baseadas em evidências, para prevenir e controlar as DCNT e seus fatores de risco, além de apoiar os serviços de saúde voltados às doenças crônicas. O Plano aborda os quatro principais grupos de DCNT (cardiovasculares, neoplasias, respiratórias crônicas e diabetes) e seus fatores de risco modificáveis como o tabagismo, o consumo abusivo de álcool, a inatividade física, a alimentação inadequada e a obesidade), partir de diretrizes e ações agrupadas em três eixos: vigilância, informação, avaliação e monitoramento; promoção da saúde; cuidado integral (BRASIL, 2021).

Todavia, ressalta-se a importância de que sejam incorporadas nas diretrizes do Plano de Enfrentamento das DCNT, ações voltadas para gestão do risco relacionada à exposição humana aos CEM, principalmente no que se refere à comunicação adequada do risco, para que a população em geral e exposta, especialmente os grupos mais vulneráveis do ponto de vista socioeconômico, esteja ciente desses possíveis danos e optem, ou não, por medidas que possam ao menos diminuir os possíveis impactos à sua saúde. É necessário ainda, seguindo as recomendações da OMS e da IARC, e de outras instituições, a avaliação e monitoramento epidemiológico da população exposta, por meio inclusive de estudos científicos, a fim de verificar o estado de saúde dessa população e o desenvolvimento de doenças que possam estar relacionadas à exposição aos CEM.

## **5. PROBLEMÁTICA SOBRE OS RISCOS DA RADIAÇÃO ELETROMAGNÉTICA EM MONTES CLAROS/MG**

Neste último capítulo discute-se o processo de ocupação e expansão urbana da cidade de Montes Claros. A caracterização da área de estudo centra-se na dimensão socioeconômica à escala da cidade e das regiões de planejamento urbano. A caracterização é realizada em várias vertentes (população, saúde, educação, renda, ambiente), a partir dos indicadores e dados disponibilizados pelas autoridades e instituições oficiais, além da aplicação e entrevistas com o público em geral e exposto aos CEM. São apresentados os resultados da pesquisa a partir da análise dos dados, obtidos tanto com o mapeamento urbano nas áreas que possuem as fontes emissoras de radiação eletromagnética, no caso as linhas de transmissão de energia elétrica em AT. O mapeamento é apresentado junto com a questão da expansão urbana da cidade de Montes Claros e todas as suas implicações.

Também são apresentados os dados obtidos com os questionários aplicados junto à população em geral e a população exposta. São comparados e analisados dados que refletem a problemática gerada pela presença dessas infraestruturas no espaço urbano de Montes Claros e a construção de áreas residenciais em seu entorno, bem como a observância dos limites orientados pelas organizações de saúde como a OMS. Discute-se fatores como as condições socioeconômicas e de saúde da população, principalmente a que se encontra em situação de exclusão social além da percepção dos riscos provenientes da exposição aos CEM pelos moradores que residem nessas áreas e pela população em geral. Apresenta-se ainda um plano de ações para gestão democrática desse risco e recomendações para estudos futuros. Os resultados das pesquisas são apresentados em forma de mapas, gráficos, quadros e tabelas e as discussões são baseadas na bibliografia apresentada nesse estudo.

### **5.1. Linhas de transmissão de energia em AT e o crescimento urbano de Montes Claros**

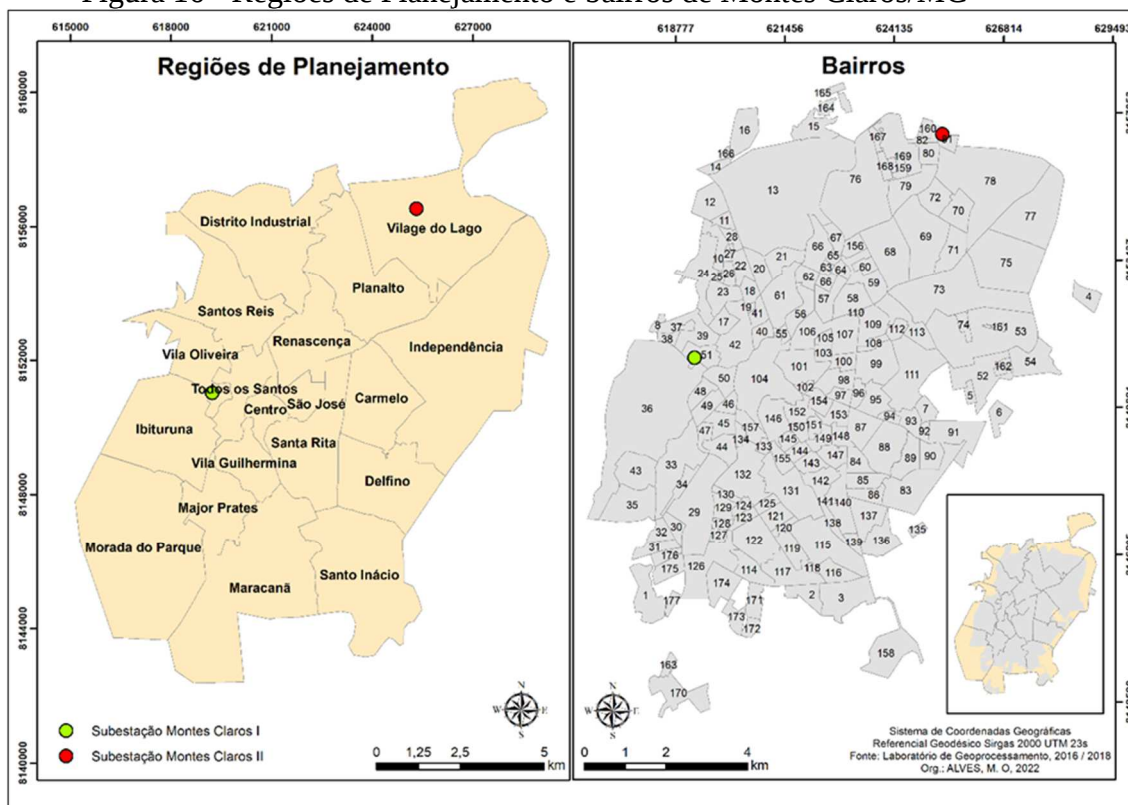
O crescimento urbano no Brasil começou a se desenvolver a partir da década de 1930, juntamente com o processo de industrialização que ganhou espaço no país em detrimento da base econômica agroexportadora. Apesar de incipiente, foi a partir desse período que as cidades brasileiras começaram a se urbanizar através do financiamento proveniente do capital agrário e incentivada pelo poder público. Contudo, foi somente a partir da década de 1970 que acontece a transição demográfica no Brasil, onde a população urbana supera a população rural, e o país se torna urbano do ponto de vista demográfico (BATISTA; PEREIRA, 2017).

A princípio, a industrialização brasileira, e a consequente urbanização, se concentrou na Região Sudeste, notadamente nos estados do Rio de Janeiro e São Paulo, cujas capitais se transformaram rapidamente em regiões metropolitanas. Contudo, a partir da década de 1970, diante das mudanças ocorridas com as crises econômicas vivenciadas após a Segunda Guerra Mundial, como a crise do sistema fordista, houve uma reconfiguração espacial da industrialização brasileira, através da desconcentração da produção industrial e do consumo que, através dos incentivos governamentais, passaram a se inserir nas cidades médias (BATISTA; PEREIRA, 2017; SPÓSITO, 2015).

É nesse contexto que se insere a cidade de Montes Claros, cujo desenvolvimento industrial atrelado ao crescimento urbano se destacou a partir da década de 1970. Montes Claros é classificada como uma cidade média, considerada polo de desenvolvimento da região Norte de Minas Gerais, pois exerce forte influência sobre as demais cidades da região e do sul da Bahia, por desempenhar um importante papel como centro urbano comercial e de prestação de serviços, além do parque industrial (PEREIRA, 2007). A cidade centraliza os serviços de saúde, educação, suporte administrativo e serviços financeiros, mesmo estando inserida numa região caracterizada historicamente pelo baixo desempenho econômico e com graves problemas sociais. (PEREIRA; SOARES, 2005).

Segundo Pereira e Soares (2005), a dinâmica urbana de Montes Claros, apesar de ter características semelhantes às de outras cidades denominadas médias, apresenta certas especificidades em virtude da ação dos múltiplos agentes da estruturação socioespacial, das condições econômicas e do contexto regional e histórico no qual a cidade se encontra inserida. Nesse sentido, a localização de Montes Claros numa área marcada pela exclusão social cada vez maior gera um padrão de crescimento cujas transformações refletem a realidade de sua região no seu espaço urbano, influenciando nas condições de vida e saúde da população citadina. No sentido de melhor administrar as dicotomias presentes no espaço urbano da cidade, foram criados os setores de Planejamento Urbano (Fig. 16).

Figura 16 - Regiões de Planejamento e bairros de Montes Claros/MG



| Bairro                      | Número | Bairro                 | Número | Bairro                   | Número | Bairro                    | Número | Bairro                  | Número |
|-----------------------------|--------|------------------------|--------|--------------------------|--------|---------------------------|--------|-------------------------|--------|
| Gran Royale                 | 1      | Sagrada Família        | 44     | Santo Antônio II         | 86     | Jardim São Geraldo        | 128    | São Geraldo II          | 170    |
| Olga Benário                | 2      | Candida Câmara         | 45     | Jardim Palmeiras         | 87     | São Geraldo               | 129    | Residencial Sul Ipês    | 171    |
| Santo Amaro                 | 3      | Cidade Santa Maria     | 46     | Delfino Magalhães        | 88     | Vargem Grande             | 130    | Residencial Jacarandás  | 172    |
| Jardim Alegre               | 4      | Funcionários           | 47     | Novo Delfino             | 89     | São Judas Tadeu           | 131    | Mirante do Sol          | 173    |
| São Bento                   | 5      | São Norberto           | 48     | Vila Anália              | 90     | Canelas                   | 132    | Residencial Monte Belo  | 174    |
| Residencial Portal dos Ipês | 6      | Jardim São Luiz        | 49     | Vila Camilo Prates       | 91     | Cidade Nova               | 133    | Reserva Real            | 175    |
| Lagos Belvedere             | 7      | Melo                   | 50     | Colorado                 | 92     | Santo Expedito            | 134    | Residencial Serrano     | 176    |
| Vila Nova                   | 8      | Vila Maurícia          | 51     | Veneza Park              | 93     | Duque de Caxias           | 135    | Chácara Santa Terezinha | 177    |
| Nova Morada                 | 10     | Acácias                | 52     | Vila Fênix               | 94     | Sion                      | 136    |                         |        |
| Santa Eugênia               | 11     | Independência          | 53     | Santa Lúcia              | 95     | Alto Boa Vista            | 137    |                         |        |
| Eldorado                    | 12     | Chácara Ceres          | 54     | Regina Peres             | 96     | Vila Maria Cândida        | 138    |                         |        |
| Distrito Industrial         | 13     | Vila João Gordo        | 55     | Monte Alegre             | 97     | Vila Telma                | 139    |                         |        |
| Vila Castelo Branco         | 14     | Vila Regina            | 56     | Lourdes                  | 98     | José Carlos Valle de Lima | 140    |                         |        |
| Cidade Industrial           | 15     | Raul José Pereira      | 57     | Monte Carmelo            | 99     | Conjunto Hava             | 141    |                         |        |
| Quintas da Boa Vista        | 16     | Aldides Rabelo         | 58     | Jardim Ipiranga          | 100    | Doutor João Alves         | 142    |                         |        |
| Barcelona Park              | 17     | Jardim Planalto        | 59     | São José                 | 101    | Antônio Pimenta           | 143    |                         |        |
| Nossa Senhora Aparecida     | 18     | Raul Lourenço          | 60     | Roxo Verde               | 102    | Sumaré                    | 144    |                         |        |
| Condomínio Pai João         | 19     | Edgar Pereira          | 61     | Vila Marciano Simões     | 103    | Jomo Botelho              | 145    |                         |        |
| Jardim Brasil               | 20     | Alice Maia             | 62     | Centro                   | 104    | Morrinhos                 | 146    |                         |        |
| Amazonas                    | 21     | Tancredo Neves         | 63     | Cidade Cristo Rei        | 105    | Jardim Alvorada           | 147    |                         |        |
| Santos Reis                 | 22     | Vila Tiradentes        | 64     | São João                 | 106    | Nossa Senhora de Fátima   | 148    |                         |        |
| Vila Antônio Narciso        | 23     | Santa Cecília          | 65     | Vera Cruz                | 107    | Santa Rita II             | 149    |                         |        |
| Vila Atlântida              | 24     | Renascença             | 66     | Parque Pampulha          | 108    | Francisco Peres I         | 150    |                         |        |
| Bela Vista                  | 25     | Floresta               | 67     | Esplanada do Aeroporto   | 109    | Clarindo Lopes            | 151    |                         |        |
| Vila São Francisco de Assis | 26     | Planalto               | 68     | Vila Tupã                | 110    | Santa Rita I              | 152    |                         |        |
| Bela Paisagem               | 27     | Jaraguá III            | 69     | Carmelo                  | 111    | Cintra                    | 153    |                         |        |
| Vila Áurea                  | 28     | Jaraguá II             | 70     | Santa Laura              | 112    | Vila São Luiz             | 154    |                         |        |
| Major Prates                | 29     | Jaraguá I              | 71     | Interlagos               | 113    | Vila Luiza                | 155    |                         |        |
| Morada do Parque            | 30     | Clarice Athayde Vieira | 72     | José Corêa Machado       | 114    | JK                        | 156    |                         |        |
| Chácara Paraíso             | 31     | Guarujá                | 73     | Santo Inácio             | 115    | Vila Guilhermina          | 157    |                         |        |
| Morada da Serra             | 32     | Vila Real              | 74     | Santa Rafaela            | 116    | Residencial Parque Verde  | 158    |                         |        |
| Morada do Sol               | 33     | Jardim Primavera       | 75     | Alterosa                 | 117    | Monte São                 | 159    |                         |        |
| Augusta Mota                | 34     | Universitário          | 76     | Itatiaia                 | 118    | Recanto das Águas         | 160    |                         |        |
| Jardim Liberdade            | 35     | Recanto dos Araçá      | 77     | Nossa Senhora das Graças | 119    | Santos Dumont             | 161    |                         |        |
| Ibituruna                   | 36     | Novo Jaraguá           | 78     | Dona Gregória            | 120    | Nova Suíça                | 162    |                         |        |
| Vila Oliveira               | 37     | Village do Lago I      | 79     | Vila Campos              | 121    | Residencial Montes Claros | 163    |                         |        |
| Jardim Panorama II          | 38     | Village do Lago II     | 80     | Maracanã                 | 122    | Vitória                   | 164    |                         |        |
| Jardim Panorama             | 39     | Nova América           | 81     | Ciro dos Anjos           | 123    | Vitória II                | 165    |                         |        |
| Vila Brasília               | 40     | São Lucas              | 82     | Joaquim Costa            | 124    | Rio do Cedro              | 166    |                         |        |
| Vila São Mateus             | 41     | Jardim Olímpico        | 83     | Vila Greice              | 125    | Monte São IV              | 167    |                         |        |
| Todos os Santos             | 42     | Santo Antônio          | 84     | Chácara dos Mangues      | 126    | Residencial Minas Gerais  | 168    |                         |        |
| Jardim Parque Morada do Sol | 43     | Conjunto Bandeirantes  | 85     | Chiquinho Guimarães      | 127    | Monte São II              | 169    |                         |        |

Nota-se, pela figura 16, que os 177 bairros de Montes Claros foram agrupados em 19 Regiões de Planejamento, onde população apresenta semelhanças socioeconômicas entre si, cujo objetivo é direcionar melhor as ações públicas do município para atender com eficiência

as necessidades de cada grupo populacional, no que se refere aos diferentes serviços públicos oferecidos.

Como já foi mencionado, a expansão territorial urbana de Montes Claros ganhou ênfase a partir da década de 1970, quando teve início o processo de industrialização possibilitado por uma política desenvolvimentista do Estado. A cidade passou a ser foco de um intenso fluxo migratório, fato que colaborou para o crescimento urbano desordenado (LEITE; PEREIRA, 2005). É necessário salientar que Montes Claros já desempenhava um papel relevante como polo regional mesmo antes da década de 1970. A cidade originou-se de uma fazenda de criação de gado fundada por bandeirantes paulistas que percorreram a região. Ainda no período colonial, já era um importante ponto de passagem de tropeiros e comerciantes que se deslocavam pelo estado mineiro e sul da Bahia. No século XIX, a cidade já era conhecida como a capital do sertão mineiro, pois já se destacava no cenário regional pela intensa função comercial que desempenhava (LEITE; PEREIRA, 2005).

Outro importante fator que contribuiu para a consolidação de Montes Claros como o principal ponto coletor e distribuidor de produtos regionais e extrarregionais foi a implantação do projeto da ferrovia Central do Brasil em 1858, cujo objetivo era integrar o Centro-Sul ao Nordeste do país através de uma linha férrea que passa obrigatoriamente por Montes Claros. Tal fato impulsionou o crescimento econômico e demográfico do município, pois permitiu uma integração territorial e comercial entre o norte e o sul do país. Porém, até meados do século XX, a economia do município era baseada no comércio e na agropecuária e a maior parte da população residia na área rural. Nesse contexto, as feiras e festas religiosas representavam os períodos em que a cidade experimentava uma maior concentração de pessoas (LEITE; PEREIRA, 2005; BRANDÃO; SILVA, 2016).

Mas foi com a incorporação do Norte de Minas à área de jurisdição da Sudene, em meados da década de 1960, que a expansão demográfica em Montes Claros foi impulsionada. Segundo Barbosa *et al.*, (2014), a inserção de Montes Claros no polígono das secas e as tentativas de sua inclusão no mapa do semiárido brasileiro são considerados como atos sociopolíticos e econômicos. A região do Polígono das Secas, definida pela Lei 175/36 no ano de 1936, não incluía o Norte de Minas Gerais que, em 1946 através do Decreto Lei 9.857, passa a ser considerada como pertencente ao Polígono das Secas.

Para Barbosa *et al.*; (2014), a inclusão de Montes Claros no semiárido é uma construção sociopolítica com vistas à indução da industrialização, já que os indicadores de temperatura, umidade e precipitação, observados entre as décadas de 1960 e 1990, permitem

classificar o clima de Montes Claros/MG como semiúmido, de acordo com Ross (2005). Assim, a inserção de Montes Claros no Polígono das Secas do Nordeste Brasileiro e na área de abrangência da Sudene deve ser considerada como uma estratégia política administrativa, cujo objetivo era o acesso às políticas e programas públicos federais de incentivo à industrialização a partir dos incentivos fiscais e recursos vindos do Fundo de Investimentos do Nordeste – FINOR - e do Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste - FNE (BARBOSA *et al.*, 2014).

A partir daí, com os incentivos da União, começaram a se instalar diversas indústrias na cidade favorecendo o crescimento econômico do município. Este fato acarretou uma série de transformações na configuração espacial de Montes Claros, refletindo principalmente na sua área urbana. O poder atrativo da indústria recém-instalada provocou fortes fluxos migratórios do campo para a cidade. Inicia-se, assim, o processo de urbanização de Montes Claros, que se intensificou nas décadas seguintes. (LEITE; PEREIRA, 2005).

Leite (2003) definiu esse período como o marco de transição da Montes Claros agrícola para a Montes Claros urbano-industrial, pois juntamente com a industrialização veio o processo de urbanização, já que a população urbana passou a crescer em um ritmo maior que a população rural provocando também a expansão territorial urbana. A tabela 04 apresenta a dinâmica populacional de Montes Claros entre os anos de 1960 e 2010.

Tabela 04 - Evolução da População de Montes Claros/MG: 1960/ 2010.

| Ano  | Pop. Urbana | Porcentagem | Pop. Rural | Porcentagem | Pop. Total |
|------|-------------|-------------|------------|-------------|------------|
| 1960 | 43.097      | 42%         | 59.020     | 58%         | 102.117    |
| 1970 | 85.140      | 73%         | 31.332     | 27%         | 116.486    |
| 1980 | 155.483     | 87%         | 22.075     | 13%         | 177.558    |
| 1991 | 250.573     | 89%         | 30.969     | 11%         | 281.542    |
| 2000 | 289.183     | 94%         | 17.764     | 6%          | 306.947    |
| 2010 | 344.427     | 95%         | 17.488     | 5%          | 361.915    |

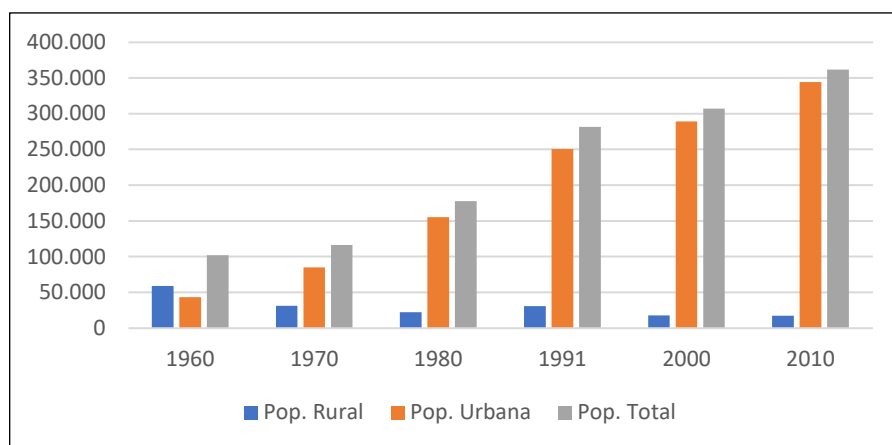
Fonte: IBGE, Censos Demográficos 1960 a 2010.

Os dados da tabela 04 permitem inferir que antes da década de 1970, a população rural do município era superior à população urbana. Percebe-se que, entre o período de 1960 a 2010, houve um crescimento contínuo da população total de Montes Claros, com um considerável aumento da população urbana em detrimento da população rural, superada já no ano de 1970. Notadamente, a atividade industrial impulsionou a migração campo-cidade não só dentro do

município em questão, mas provocou o esvaziamento da zona rural do Norte de Minas, fato que gerou uma grande explosão demográfica em Montes Claros, contribuindo também para a dinamização do setor de serviços.

A partir desse período, o município de Montes Claros passa por uma intensa modificação em seu perfil demográfico, onde a maior parte de sua população que era predominantemente rural migra para a área urbana em busca por oportunidades de trabalho e de melhores condições de vida. Nota-se também a chegada de fluxos migratórios oriundos de outros municípios, uma vez que o Norte de Minas é considerado uma região de baixos indicadores sociais e econômicos, além das transformações vivenciadas no espaço rural brasileiro com a mecanização da agricultura. Dessa forma, o crescimento urbano se intensificou e hoje Montes Claros é considerada uma cidade média (MARTINS; LEITE, 2015). O gráfico 01 apresenta a evolução da população urbana de Montes Claros a partir da década de 1960.

Gráfico 01 - Perfil demográfico de Montes Claros entre os anos de 1960 e 2010.



Fonte: elaboração própria com base no Censo Demográfico de 2010

Nota-se, pela análise do gráfico 01, que na década de 1960 a população rural do município de Montes Claros era superior a população urbana. Contudo, esse dado se inverte a partir da década de 1970 pelos fatores acima mencionados. Até a década de 2010, é possível perceber um intenso crescimento populacional urbano e na população total do município, e o decréscimo da população rural. O crescimento população total é explicado pelas levas de migrantes que chegam a Montes Claros a cada ano, em busca dos mais variados serviços que a cidade oferece, o que a caracteriza hoje no cenário nacional como uma cidade média. De acordo com o Censo de 2022, a população total de Montes Claros aumentou para 414.240 pessoas, com uma densidade demográfica de 115,39 hab/km<sup>2</sup> (IBGE, 2022).

Nesse contexto, Montes Claros tem a ampliação da sua malha urbana, que ocorreu de forma intensa e sem um planejamento efetivo, fato que contribuiu para a formação de um tecido urbano bastante fragmentado. A cidade não estava preparada para receber um grande contingente populacional e o rápido processo de urbanização com a falta de planejamento resultou numa diferenciação espacial intraurbana, com várias áreas demarcadas por focos de pobreza. Segundo Leite e Pereira (2005) é a justaposição dos diferentes usos do solo que define as características de determinado espaço urbano, ou seja, a forma como uma cidade cresce e o direcionamento da expansão de sua malha urbana é definido conforme os interesses dos agentes responsáveis pela produção do espaço urbano.

Não se pode desconsiderar o papel da especulação imobiliária, que é um fator ordenador do crescimento urbano influenciando na valorização da área e estabelecendo quais grupos de pessoas habitarão determinado espaço. O plano diretor e a própria legislação municipal não estabelecem medidas para conter a ação desses agentes, tendo trazido uma série de problemas socioambientais, pois a população pobre da cidade é forçada a se fixar em áreas sem infraestrutura, desencadeando a degradação ambiental e riscos à sua saúde, riscos estes muitas vezes desconhecido devida à falta de informação (LEITE; PEREIRA, 2015). Este é caso da população que habita próximo das linhas de distribuição de energia elétrica de alta tensão que cruzam o espaço urbano de Montes Caros.

Não existe consenso na comunidade científica em relação aos critérios para se classificar uma cidade como média. Geralmente, toma-se como base o perfil demográfico, onde cidades com população de 100 a 500 mil habitantes são consideradas como médias. Contudo, alguns autores consideram que apenas esse critério é substancial, apesar de expressar o tamanho da cidade, a infraestrutura urbana e o mercado consumidor. Mas alertam que é necessário incorporar a esse conceito outros aspectos como o contexto regional, a dinâmica socioeconômica e a relação entre a cidade e sua área de influência. Assim, a conceituação de cidades médias, além dos aspectos populacionais, deve abarcar a complexidade dos papéis desempenhados por esses centros urbanos dentro de uma rede urbana, considerando-se as relações internacionais e nacionais que tem influência na conformação de um sistema urbano (BATISTA; PEREIRA, 2017; SPÓSITO, 2006).

Nesse cenário, Montes Claros faz jus ao conceito de cidade média, uma vez que, além do elevado contingente populacional, exerce a função de polo regional, pois se destaca na rede urbana da região na qual está inserida, ofertando os mais variados serviços nos setores de saúde, educação, serviços jurídicos, comércio variado, entre outros. A cidade é considerada um polo

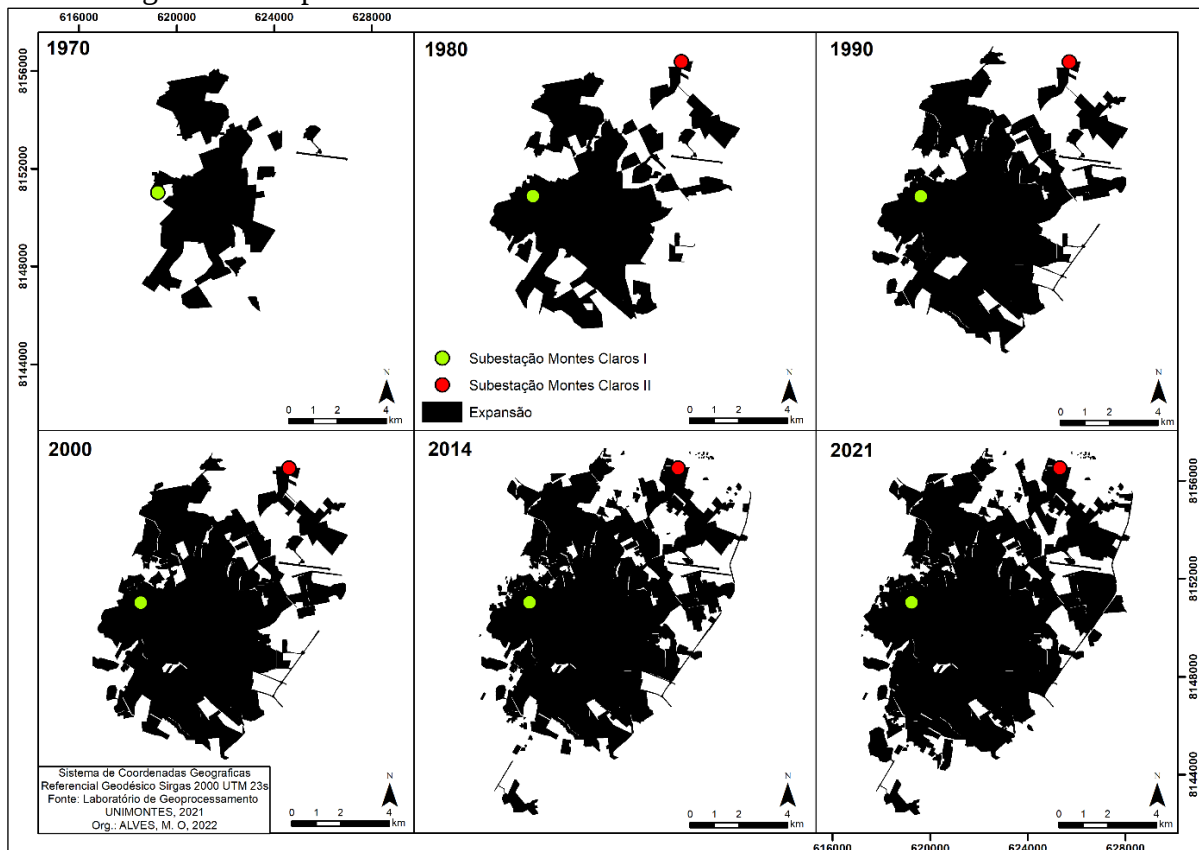
educacional que oferta desde a educação infantil até a educação superior. Sedia diversas faculdades particulares e universidades públicas, fato que favorece a migração de uma grande população jovem para a cidade a cada ano. No setor de saúde, a cidade se destaca por ofertar serviços de média complexidade, como o tratamento para doenças graves, a exemplo do câncer, atendo toda a população da região Norte de Minas e até do sul da Bahia.

É fato que o advento da industrialização e o crescimento urbano acelerado de Montes Claros trouxeram (e trazem) diversos benefícios, principalmente para sua economia, colocando a cidade em evidência no cenário nacional. Em 2020, o Produto Interno Bruto – PIB *per capita* - do município foi de 23.426,26 e o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDHM – era de 0,770 em 2010 (IBGE, 2022). Contudo, juntamente com os benefícios, verificou-se a proliferação de diversos problemas de ordem social e ambiental no espaço urbano da cidade, já que não havia planejamento urbano eficiente para acomodar o grande contingente populacional que chegou à Montes Claros a partir da década de 1970.

Segundo Leite e Pereira (2005), a ampliação da malha urbana de uma cidade ocorre como resultado de uma construção histórica e social, moldada pela interação entre a sociedade e a natureza. Os distintos usos do solo são responsáveis por determinar as particularidades de um espaço urbano específico. Nesse sentido, o crescimento da cidade e a orientação de sua expansão são delineados conforme os interesses dos agentes envolvidos na produção desse espaço urbano.

Grande parte dos imigrantes que vieram para Montes Claros, oriundos da zona rural e dos municípios vizinhos, era desprovida de recursos financeiros para adquirir imóveis nas áreas mais nobres da cidade. Sendo assim, tiveram que se estabelecer nas áreas periféricas, onde o valor do solo urbano era acessível às suas condições financeiras, ou mesmo invadir terrenos públicos e privados, e ocupar áreas de risco ambiental que abarcam tanto os riscos naturais como os riscos tecnológicos, inclusive áreas poluídas pela radiação eletromagnética. Começa-se aí o processo de periferização com a proliferação dos aglomerados subnormais (favelas) no espaço urbano de Montes Claros. A figura 17 mostra a expansão da malha urbana de Montes Claros a partir da década de 1970.

Figura 17 - Expansão da malha urbana de Montes Claros/MG – 1970 a 2021



Pela figura 17 é possível perceber que o crescimento da malha urbana de Montes Claros foi intensificado a partir da década de 1980. Nota-se que a ocupação urbana até a década de 1970 se concentrava na região central e bairros vizinhos. Outro ponto a se considerar é que a ocupação do solo na cidade não ocorreu de forma homogênea, sendo possível observar várias áreas com vazios demográficos. Verifica-se que o crescimento do tecido urbano um padrão disperso caracteristicamente horizontal, ou seja, com a incorporação de novas áreas nas margens da cidade, sustentando a ocupação das áreas periféricas.

Tal fato revela um contraste no espaço urbano de Montes Claros, onde há áreas com alto grau de concentração dos equipamentos e infraestrutura, notadamente em bairros de alta renda, e áreas desprovidas desses equipamentos, situadas em sua maioria nas periferias, evidenciando a segregação socioespacial marcante na cidade. Ainda é possível observar que as direções do crescimento urbano perfazem uma trajetória norte, sul e leste. Já na região oeste, onde o valor do solo urbano é mais elevado, o crescimento é notadamente mais lento, conforme demonstrado na figura 17.

Ainda com base na figura 17, nota-se a presença das subestações de energia elétrica Montes Claros I, situada na porção oeste da cidade, e a Montes Claros II, localizada na porção

nordeste. Com o crescimento urbano, um considerável número de pessoas passou a residir nas imediações dessas subestações. No caso da Montes Claros I, nota-se que esse processo se intensificou a partir da década de 1980. Já no entrono da Montes Claros II, a ocupação humana se acentuou a partir da década de 2000. De acordo com as informações fornecidas pela CEMIG, a subestação Montes Claros I foi energizada no ano de 1958 e opera com uma tensão de 138.000 Volts. A Montes Claros II foi energizada no ano de 1984 e sua tensão é de 345 .000 Volts. É possível inferir, diante desses dados, que a população ocupou as áreas adjacentes às subestações, ambas já estavam presente no local, considerando o ano de energização e o crescimento da malha urbana de Montes Claros.

Ainda de acordo com a CEMIG, os limites em relação área das subestações é o próprio limite do terreno, ou seja, o muro. Em relação as linhas de transmissão que chegam e que saem, o limite é de 11,5 ou 20 metros do eixo de cada lado e de cada linha, depende da tensão da mesma. Contudo, a largura das faixas de servidão pode variar ao longo do percurso das linhas. Na oportunidade, a CEMIG informou que é expressamente proibido a construção de residências sob as linhas de transmissão e de distribuição e que as construções habitacionais devem respeitar os limites da servidão. Contudo, é possível observar que as residências nesses locais estão muito próximas das subestações e das linhas de transmissão, com distâncias menores que 10 metros, em muitos casos, inclusive as habitações legalizadas do ponto de vista fundiário, como pode ser observado na figura 18.

Figura 18 - Área residencial em frente a subestação de energia elétrica Montes Claros I



Fonte: ALVES, 2023.

Pela análise da figura 18, é possível perceber a proximidade das residências às linhas de alta tensão e da subestação Montes Claros I. A imagem à esquerda foi obtida na rua paralela aos muros da subestação, que também é uma faixa de servidão por passam as torres e linhas de energia elétrica. A imagem à direita mostra a construção de edifícios residenciais em frente à faixa de servidão e à subestação. É interessante ressaltar que os estudos relacionados à exposição humana aos CEM de frequências baixas e extremamente baixas e seus possíveis impactos à saúde ganharam ênfase a partir da década de 1980, porém em âmbito internacional.

Considerando a origem (zona rural e cidades pequenas) e o perfil socioeconômico (baixa escolaridade, baixa renda e falta de acesso à informação) da população que passou a habitar essas áreas, a partir da década de 1970, é possível inferir que essas pessoas não tinham nenhuma percepção dos riscos aos quais estariam expostas. Deve-se considerar ainda que, naquele período, a informação não se propagava com a velocidade que se propaga atualmente, isso devido à própria revolução tecnológica. Através da figura 19, é possível visualizar a problemática acerca das áreas habitacionais em torno das subestações e linhas de transmissão de energia elétrica no espaço urbano de Montes Claros.

Figura 19 - Área residencial no entorno da subestação Montes Claros I



Nas proximidades dessa subestação também existe uma área cuja ocupação se deu de forma irregular, pois o local foi delimitado pela Companhia Energética de Minas Gerais – CEMIG, como uma faixa de servidão para a instalação das torres e passagem dos cabamentos para o transporte da energia elétrica. Essa área foi invadida por um grupo populacional, notadamente de baixo poder aquisitivo, uma vez que não tiveram condições financeiras suficientes para adquirirem suas residências em áreas legalizadas do ponto de vista fundiário. Essa população vive, literalmente, sob os riscos à saúde pela exposição aos CEM, além de

outros riscos, como os acidentes pela queda de torres e fiações energizadas, o que poderia ocasionar incêndios e choques elétricos, entre outros. A figura 20 mostra uma residência que tem uma torre de fixação e passagem das linhas no próprio quintal, fato que pode ser observado em diversas residências nessa área.

Figura 20 - Área residencial nas proximidades da subestação Montes Claros I



Fonte: ALVES, 2023.

A situação dos domicílios evidenciada na figura 20 é bastante comum na área que circunda a subestação Montes Claros I, tanto das residências com regulação fundiária quanto daquelas que estão irregulares. Deve-se considerar que o adensamento populacional em torno da Montes Claros I já está consolidado à algumas décadas. Já no entorno da Montes Claros II, nota-se que essas áreas residenciais vêm sendo construídas recentemente, como é mostrado na figura 21.

Figura 21 - Adensamento populacional no entorno da subestação Montes Claros II



A figura 21 retrata o adensamento populacional próximo à subestação Montes Claros II, que se localiza na porção norte de Montes Claros. Pela análise da imagem é possível perceber que no entorno da subestação ainda existem espaços de vazios demográficos circundando esse local. Contudo, nota-se que as construções habitacionais tendem a se intensificar, uma vez que essa região se configura como uma das novas frentes de expansão do perímetro urbano de

Montes Claros. Deve-se considerar ainda, que as habitações presentes nesse local também possuem um baixo padrão de construção. Esse fato denota que a população residente nessa área não possui um poder aquisitivo muito elevado. De acordo com Barbosa e Pereira (2017), a área mencionada é historicamente ocupada por uma população de menor renda, pois nessa região também se o distrito industrial da cidade, e residir nas suas proximidades acaba por reduzir os gastos com o transporte para o local de trabalho.

Outro fato que deve ser considerado a respeito da área acima mencionada, é que esta é uma das porções da cidade com menor valor de solo, fato que favorece a concentração de áreas residenciais para grupos populacionais com menor poder de compra. Concordando com Batista e Pereira (2017), o baixo valor de determinadas porções do solo urbano favorece o processo de segregação socioespacial, pois materializa as desigualdades socioeconômicas, uma vez que lava a população mais abastada financeiramente a ocupar as áreas de alto valor agregado ao solo urbano. Em contrapartida, a população mais carente passa a habitar áreas periféricas e vulneráveis do ponto de vista social e ambiental, inclusive no que se refere aos ambientes poluídos que oferecem riscos à saúde, como é o caso da poluição eletromagnética nas áreas próximas às subestações e linhas de energia elétrica de AT.

Outro ponto importante a se ponderar no âmbito dessas discussões se refere à intensificação dos empreendimentos habitacionais em Montes Claros nas duas últimas décadas. A esse respeito, França e Soares (2007) afirmam que o crescimento urbano de Montes Claros em direção à periferia se deu em razão do incremento populacional e das novas dinâmicas econômicas, que fez aumentar a demanda por habitação e por outros serviços. Como consequência, intensificou-se a especulação imobiliária na cidade, que implantou loteamentos de forma aleatória e, muitas vezes, sem corresponder às políticas de controle urbanístico e de proteção ambiental. Dessa forma,

O crescimento demográfico acelerado numa cidade, independentemente do seu tamanho, quando desvinculado da prática do planejamento desencadeia uma série de problemas de ordem social, econômica e ambiental que contribuem para a perda da qualidade de vida da população e a instalação de uma "crise urbana" típica das cidades grandes. (LEITE; PEREIRA, 2005)

Esse fato acarretou uma dualidade nas áreas periféricas da cidade, onde pode-se observar bairros com elevado valor do solo e alto padrão de residências ao lado de bairros com habitações e infraestrutura precárias, como é o caso do bairro Ibituruna e da Vila Mauricéia, respectivamente. Nesse contexto, observa-se que o espraiamento da malha urbana de Montes Claros se deu através da ação do mercado imobiliário juntamente com a atuação do Estado por

meio das políticas públicas de habitação, que têm como objetivo reduzir as desigualdades sociais marcantes nos espaços urbanos. Contudo, observa-se que:

Existem na cidade duas periferias, sendo uma com bairros consolidados com infraestrutura urbana completa e que são habitados por uma população de maior renda. Esses bairros são inacessíveis à parcela da população de menor renda devido ao alto valor do solo. E a outra periferia é marcada pelo planejamento ineficiente, equipamentos urbanos precários e insuficientes, pela escassez de bens materiais e variados problemas sociais. (LEITE; MELO, 2017)

No entanto, o que se percebe é que essas políticas mantêm a segregação socioespacial através dos planos diretores e leis de zoneamento urbano, privilegiando os mais ricos com áreas residenciais com melhor infraestrutura e equipamentos de uso coletivo. Os mais pobres são alocados em área precárias, periféricas e longe dos estabelecimentos que oferecem os serviços necessários para uma moradia digna, visto que o local de residência não se refere apenas à casa, mas também ao acesso aos serviços de saúde, de educação, oferta de emprego, melhor renda, dentre outros, necessários para garantir uma melhor qualidade de vida dos cidadãos (BATISTA; PEREIRA, 2017).

De acordo com informações disponíveis no site do Ministério das Cidades, do Governo Federal, os imóveis da faixa 1 são destinados às famílias cuja renda mensal bruta é de até 2.640,00. Já os imóveis das faixas 2 e 3, abrangem rendas brutas mensais que variam de 2.640,01 a 4.400,00 e 4.400,01 a 8.000,00, respectivamente<sup>20</sup>. No mesmo site também é informado que o novo PMCMV que os beneficiários subsidiados na faixa 1 de renda, serão isentos de prestações desde que recebam Benefício da Prestação Continuada – BPC<sup>21</sup>, ou sejam participantes do Bolsa Família, onde o imóvel para essas famílias será totalmente gratuito.

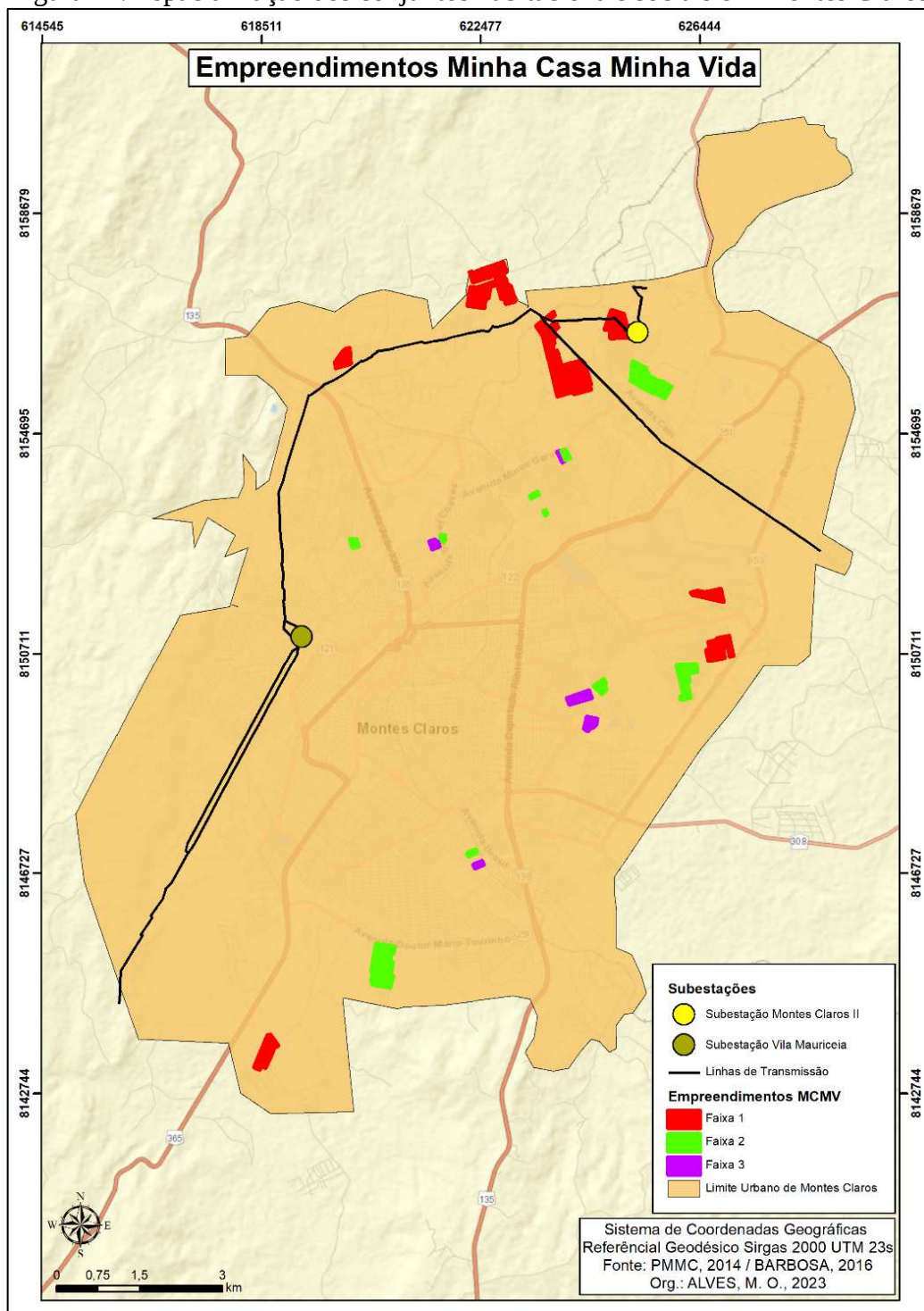
Contudo, o fato de o imóvel ser gratuito não elimina as condições precárias a que essas pessoas são submetidas, uma vez que são expostas à diversos risco que podem impactar de forma irreversível a sua saúde e de seus familiares. A figura 22 apresenta a espacialização dos empreendimentos voltados para as habitações sociais no espaço urbano de Montes Claros.

---

<sup>20</sup> As faixas apresentadas são das novas diretrizes do MCMV (2023). Antes dessa atualização a faixa de renda para imóveis da Faixa 1 era de até 1.800,00. A informações estão disponíveis no site: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/assuntos/noticias-1/conheca-o-programa-minha-casa-minha-vida>

<sup>21</sup> O BPC BPC, previsto na Lei Orgânica da Assistência Social – LOAS, é a garantia de um salário mínimo por mês ao idoso com idade igual ou superior a 65 anos ou à pessoa com deficiência de qualquer idade. No caso da pessoa com deficiência, esta condição tem de ser capaz de lhe causar impedimentos de natureza física, mental, intelectual ou sensorial de longo prazo (com efeitos por pelo menos 2 anos), que a impossibilite de participar de forma plena e efetiva na sociedade, em igualdade de condições com as demais pessoas. (<https://www.gov.br/mds/pt-br/acoes-e-programas/assistencia-social/beneficios-assistenciais/beneficio-assistencial-ao-idoso-e-a-pessoa-com-deficiencia-bpc>)

Figura 22: Espacialização dos conjuntos habitacionais sociais em Montes Claros



A espacialização dos empreendimentos habitacionais vinculados ao Programa Federal Minha Casa, Minha Vida – PMCMV - no espaço urbano de Montes Claros (Fig. 22) valida as discussões acima apresentadas. Nota-se que esses conjuntos habitacionais tendem a se localizar nas áreas mais periféricas da cidade. Para Batista e Pereira (2017), esse fato decorre da ação do mercado privado de moradias, juntamente com a ação do Estado, que constroem esses

empreendimentos em áreas periféricas, onde o valor do solo é baixo, o que faz aumentar o lucro das construtoras. Dessa forma, a moradia passa a ser vista como uma mercadoria que gera lucro, atendendo à lógica capitalista.

Considerando as faixas de renda estipuladas para a aquisição desses imóveis em áreas urbanas, a situação ainda se revela mais grave. Nota-se que os empreendimentos que são destinados à faixa 1 de renda, no caso a população mais carente, são alocados nas áreas de maior distância, ou seja, mais periféricas, como está demonstrado na figura 22. Ainda é possível observar que os conjuntos habitacionais localizados na porção norte da cidade, foram construídos muito próximo das linhas de transmissão de energia elétrica, inclusive no entorno da subestação Montes Claros II, como também foi mostrado na figura 21, elevando a quantidade de pessoas expostas aos riscos dos CEM gerados por essas linhas. A relação entre a presença das linhas de transmissão, as subestações de energia da CEMIG e a localização dos residenciais do programa "Minha Casa Minha Vida" na faixa 1 em Montes Claros, principalmente na parte norte da área urbana onde a renda per capita é mais baixa, possui aspectos importantes sobre a distribuição espacial da moradia subsidiada e seu impacto nas comunidades mais vulneráveis.

A presença de conjuntos habitacionais juntos das linhas de transmissão e subestações pode gerar preocupações sobre possíveis impactos na qualidade de vida dos moradores, devido a quantidade de residências ou moradias da Faixa 1 do Programa MCMV que se verifica nessas áreas, devido ao grande número de famílias concentradas nessas áreas residenciais: Residencial Monte Sião (498 moradias), Monte Sião II (300 moradias), Monte Sião IV (393 moradias), Recanto das Águas (500 moradias), Vitória (499 moradias), Vitória II (660 moradias), Rio do Cedro (266 moradias), Minas Gerais (499 moradias) (Ministério Do Desenvolvimento Regional, 2019). Esses números demonstram a densidade populacional nessas áreas específicas, próximas às infraestruturas de energia elétrica, evidenciando uma concentração significativa de moradores nestes locais.

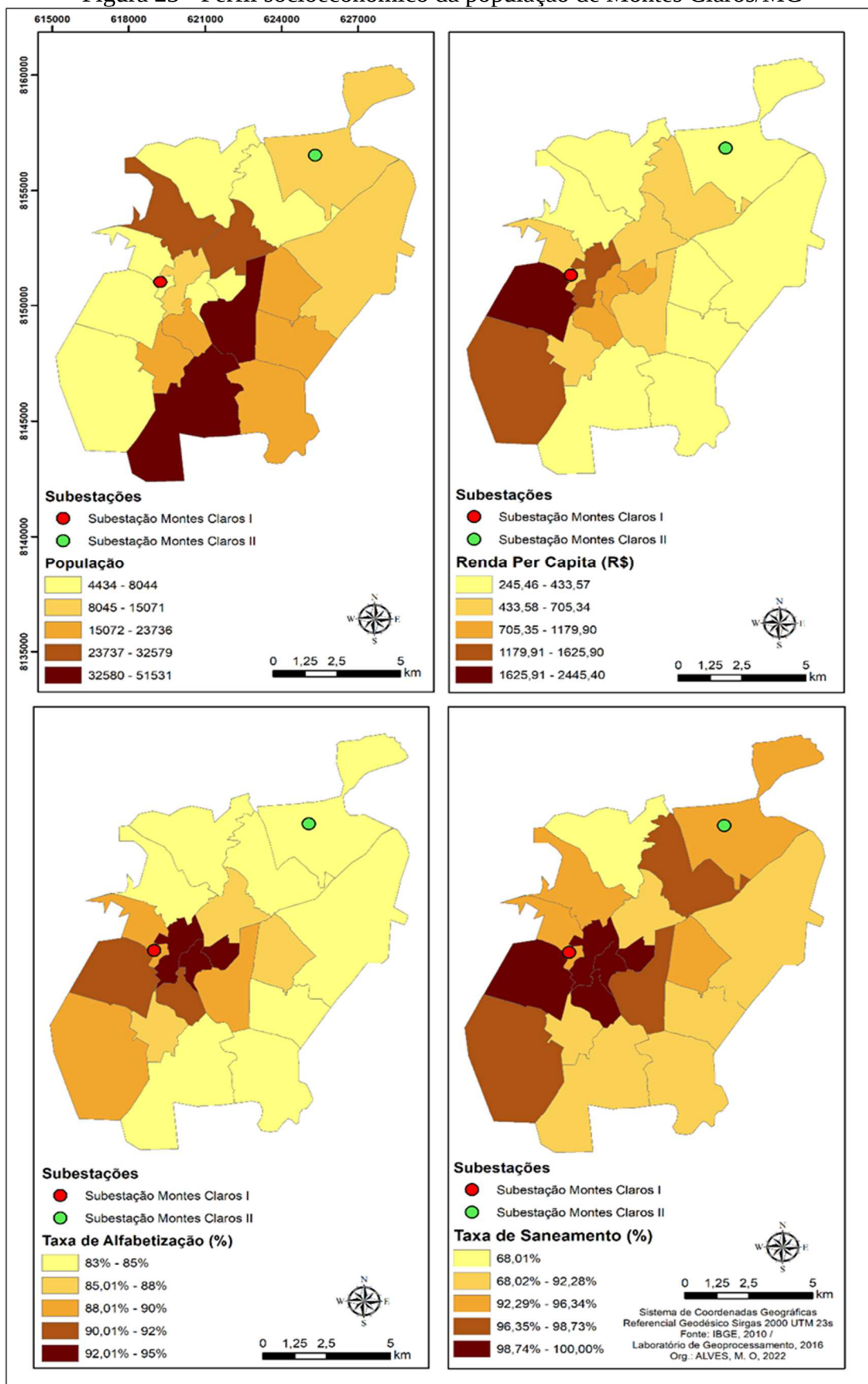
Diante do exposto, pode-se afirmar que a segregação socioespacial na cidade de Montes Claros é acentuada pela ação do mercado imobiliário, uma vez que o parcelamento do solo mantém a hierarquia urbana onde a população de maior poder aquisitivo ocupa as áreas bem localizadas, próximas dos equipamentos urbano e de amenidades. Já a população de baixa renda tende a ser fixada em áreas mais longínquas e que oferecem riscos sociais e ambientais, descumprindo assim as diretrizes do plano diretor e do Estatuto da Cidade, que preconizam que a área de instalação dos conjuntos habitacionais deve estar inserida na malha urbana adensada e deve ser construída próximo do local de origem de moradia dos beneficiados, a fim de reduzir

gastos com infraestrutura e transporte e de oferecer melhor condição de vida, especialmente para aqueles que estão em situação de exclusão social.

Esses dados ressaltam a importância de se ofertar não apenas a habitação, mas também a qualidade de vida e a segurança das populações que ocupam essas áreas em relação à infraestrutura crítica presente. O planejamento urbano e as políticas públicas devem levar em conta não apenas a quantidade de moradias, mas também os potenciais riscos e impactos na saúde e no desenvolvimento dessas comunidades. Considerando esses fatores, é crucial que o planejamento urbano leve em consideração não apenas a disponibilidade de moradia, mas também as condições de vida, saúde e segurança das populações que ocupam essas áreas.

Estratégias de mitigação de riscos (tanto ambientais como tecnológicos), desenvolvimento de infraestrutura adequada e programas sociais complementares, podem ser necessários para melhorar a qualidade de vida nessas localidades e diminuir as situações de exclusão social. Cabe ainda analisar, no âmbito dessas discussões, o padrão socioeconômico da população de Montes Claros para evidenciar as áreas da cidade que são mais vulneráveis socialmente. Para isso, foi realizada uma análise com base em dados socioeconômicos como educação, renda, saneamento básico e densidade populacional, que foram especializados (Fig. 23) segundo as Regiões de Planejamento Urbano de Montes Claros.

Figura 23 - Perfil socioeconômico da população de Montes Claros/MG



Pela análise da figura 23, no que se refere ao mapa de densidade populacional, observa-se que esta é mais intensa na faixa que se inicia na área central da cidade e se prolonga no sentido sul, correspondente às Regiões de Planejamento Santa Rita e Maracanã. A segunda área mais densamente povoada corresponde às Regiões do Renascença e Santos Reis. Na região de Planejamento da Vila Oliveira, onde está localizado bairro Vila Mauricéia e a subestação Montes Claros I, a densidade demográfica é menor em comparação com a Região Village do Lago, onde se situa a subestação Montes Claros II, embora esta não esteja ainda entre as áreas mais adensadas de Montes Claros. No entanto, percebe-se que a Região Village do Lago tende a se tornar mais concentrada em termos populacionais, pela ação dos empreendimentos habitacionais que operam nessa região, como foi apontado no tópico anterior.

Em relação à renda *per capita* (segundo mapa da figura 23), observa-se que a região de planejamento do Ibituruna, concentra as maiores taxas. É interessante apontar que na Região Vila Oliveira, limítrofe com a Região do Ibituruna, o valor da renda não é tão expressivo. Na Região do Village do Lago, são expressos os menores valores de renda, assim como em outras áreas periféricas da cidade. Fato que valida a informação de que nessas áreas habitam as pessoas mais carentes e mais vulneráveis do ponto de vista socioeconômico e ambiental.

No que se refere ao nível educacional (terceiro mapa da figura 23), percebe-se que as áreas mais centrais apresentam as maiores taxas de alfabetização. Nas áreas mais periféricas, como na Região Vila Oliveira e na Região do Village do Lago observa a concentração das menores taxas de alfabetização. Em relação à taxa de saneamento básico (quarto mapa da figura 23), tanto as Regiões Vila Oliveira e Village do Lago apresentam taxas mais baixas se comparadas às áreas centrais e a Região do Ibituruna, que concentram as melhores taxas de saneamento básico em Montes Claros. Esses dados permitem reafirmar que as áreas periféricas da cidade em questão, cujo valor do solo é mais baixo, as infraestruturas e equipamentos urbanos, assim como a oferta de serviços públicos, essenciais para uma melhor qualidade de vida, são precários e ineficientes, evidenciando ainda mais a segregação socioespacial no espaço urbano de Montes Claros.

Nas discussões elencadas acima, referentes à figura 23, buscou-se destacar as Regiões de Planejamento da Vila Oliveira e do Village do Lago, já que nessas áreas se insere o foco da problemática apresentada nesse trabalho. As análises permitiram observar que áreas onde o valor da parcela do solo urbano é mais elevado, para onde a população de melhor poder aquisitivo é direcionada, apresentam as melhores taxas no que se refere às condições socioeconômicas e apresentam uma melhor infraestrutura urbana, caso do bairro Ibituruna. Já nas áreas de menor

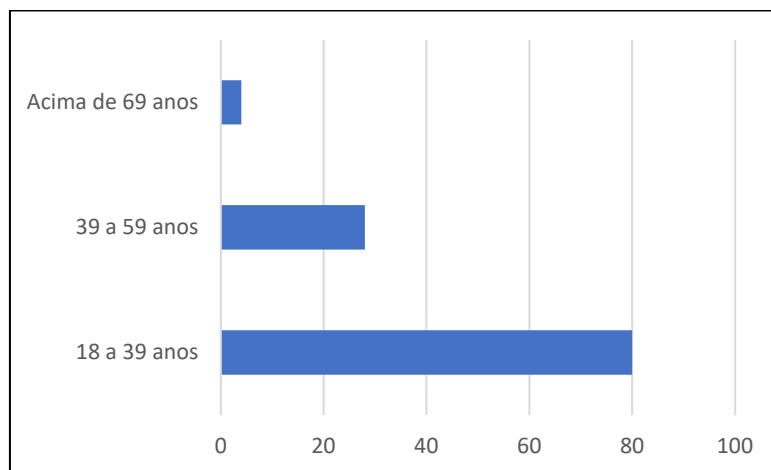
valor do solo, onde aglomera a população de baixa renda, como é o caso da Vila Mauricéia e do Village do Lago, a situação socioeconômica é precária e a infraestrutura e equipamentos urbanos são incipientes.

## 5.2. A percepção de risco do público em geral acerca dos CEM

Em vista da magnitude das DCNT e seus impactos no perfil epidemiológico no Brasil, e considerando que algumas dessas patologias foram apontadas nos estudos científicos, realizados em escala global, que investigaram a relação entre o desenvolvimento dessas doenças e a exposição aos CEM, julgou-se necessário sondar a percepção pública em relação a esse risco.

Para isso, utilizou-se o questionário eletrônico contendo questões relacionadas aos possíveis impactos à saúde pela exposição aos CEM, além de suas fontes emissoras. O questionário foi enviado de forma aleatória, com intuito de alcançar um público de diferentes seguimentos da sociedade. Dessa forma, um total de 112 pessoas com idade igual ou superior a 18 anos se propuseram a responder o questionário (pergunta 01), no período em este ficou disponível para receber as contribuições do público. A variação da idade dos participantes pode ser visualizada no gráfico 02.

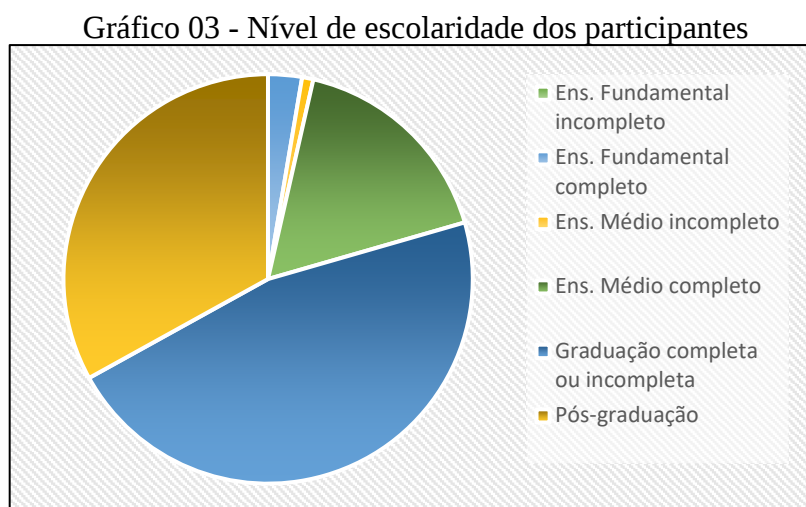
Gráfico 02 - Faixas de idade do público participante da pesquisa eletrônica



Fonte: elaboração própria com base nos resultados da pesquisa.

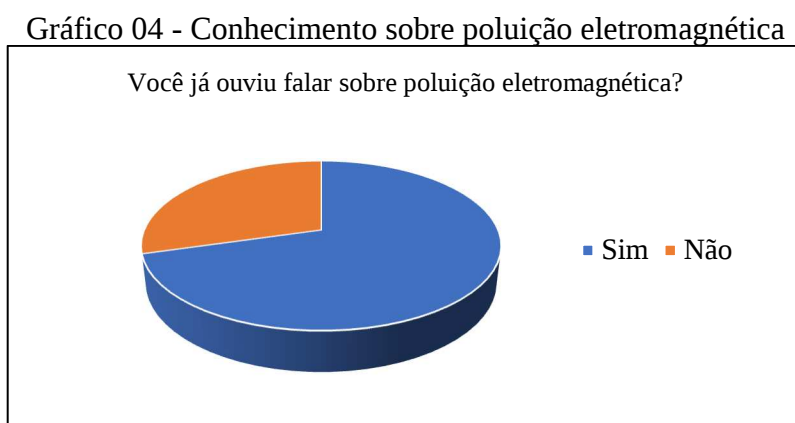
Pelo que foi exposto no gráfico 02, percebe-se que a maior parte dos participantes da pesquisa se insere na faixa de idade entre 18 e 39 anos (71,4%). Já na faixa entre 39 e 59 anos participaram um percentual de 25% e na faixa acima de 60 anos apenas 3,6% do total de participantes responderam o questionário. A maior participação da população mais jovem pode ser explicada pela facilidade desse público em lidar com as redes sociais e com instrumentos

eletrônicos. O gráfico 03 apresenta o nível de formação escolar do público participante (pergunta 02).



Fonte: elaboração própria com base nos resultados da pesquisa.

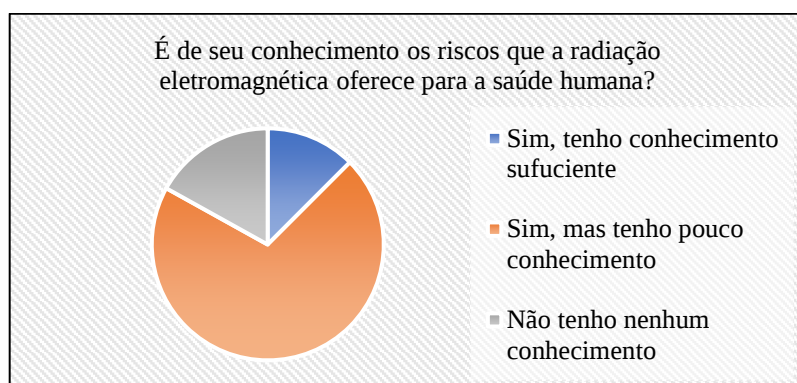
Um dos fatores mais importantes a se considerar para a análise da percepção de risco de um grupo populacional é o nível de escolaridade, uma vez que o acesso ao conhecimento está atrelado à formação educacional. Pela análise do gráfico 03 percebe-se que a maior parte dos participantes da pesquisa possuem graduação completa ou incompleta e pós-graduação, compondo um percentual de 44,3% e 33% respectivamente. Do restante, 17% dos pesquisados possuem Ensino Médio completo, 0,9% possuem Ensino Médio incompleto e 2,7% têm Ensino Fundamental Completo. Não houve participantes com Ensino Fundamental incompleto. Nesse sentido, o nível de escolaridade dos participantes pode ser classificado como elevado dentre as perspectivas educacionais no Brasil. Em relação à pergunta 03 do formulário, referente ao conhecimento dos participantes sobre poluição eletromagnética, obteve-se os resultados apontados no gráfico 04.



Fonte: elaboração própria com base nos resultados da pesquisa.

Com base no gráfico 04, percebe-se que do total de pesquisados, a maior parte afirmou já ter ouvido falar sobre a poluição eletromagnética (70,5%). Apenas 29,5% não ouviu falar sobre esse tipo de poluição. Quando questionados sobre os possíveis riscos dessa poluição para a saúde humana (pergunta 04), obteve-se o resultado apresentado no gráfico 05.

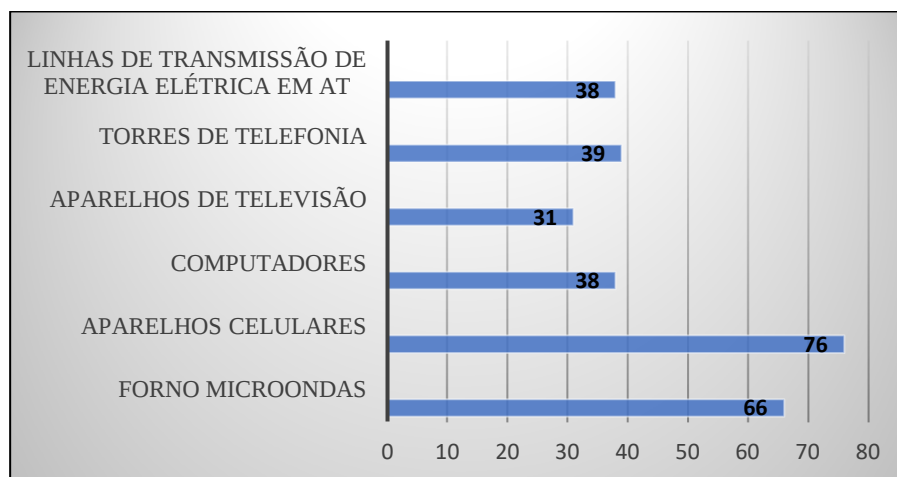
Gráfico 05 - Percepção dos participantes sobre os riscos aos CEM para a saúde



Fonte: elaboração própria com base nos resultados da pesquisa.

Pelos resultados do gráfico 05, percebe-se que a maior parte dos participantes não têm conhecimento suficiente sobre os riscos da exposição aos CEM sobre a saúde humana (70,5%). Apenas 12,5% das pessoas afirmaram ter conhecimento suficiente sobre essa questão e 17% relataram não ter nenhum conhecimento. Esse resultado pode ser explicado pelo fato de que não há, no Brasil, uma comunicação pública eficiente sobre os possíveis riscos dessa poluição para a saúde humana, baseada em informações científicas. Em relação às fontes de CEM, presentes no cotidiano das pessoas, que podem impactar a saúde humana (pergunta 05), obteve-se o resultado apresentado no gráfico 06.

Gráfico 06 – Fontes de CEM que podem impactar a saúde humana

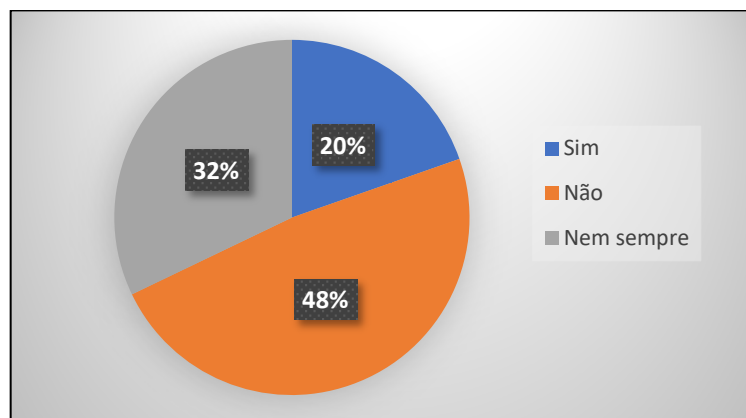


Fonte: elaboração própria com base nos resultados da pesquisa.

A pergunta 05 do questionário eletrônico permitia múltipla marcação das fontes de CEM mais conhecidas pelos participantes. Nota-se, pelos dados do gráfico 06, que a maior parte dos participantes apontaram os aparelhos de celular e forno microondas (76 e 66 pessoas respectivamente), seguidos das torres de telefonia (39 pessoas). Este fato pode ser explicado pelo fato que vem sendo desenvolvidos no Brasil alguns estudos sobre os impactos da telefonia móvel na saúde da população, especialmente em crianças, cujos resultados já foram divulgados pela mídia.

Em relação às linhas de transmissão de energia elétrica em AT, apenas 38 pessoas apontaram como fontes de CEM que pode impactar a saúde humana. Fato este, que evidencia a falta de conhecimento público acerca do tema. Como já foi exposto anteriormente, percebe-se que nos países desenvolvidos, a exemplo dos Estados Unidos e de vários países da União Europeia, o tema é pesquisado com mais intensidade e a população tem acesso a esses dados. No Brasil, percebe-se que esses estudos ainda são incipientes, o que pode impactar na percepção do público sobre esses riscos, já que não há, pelo menos até o momento, informação suficiente sobre este assunto. Quando questionados sobre as possíveis precauções tomadas pelos participantes para evitar ou amenizar a exposição aos CEM (pergunta 06), obteve-se os resultados apresentados no gráfico 07.

Gráfico 07 – Perfil dos participantes sobre medidas para evitar a exposição aos CEM



Fonte: elaboração própria com base nos resultados da pesquisa.

Diante dos dados do gráfico 07, pode-se afirmar que a maioria (48%) dos pesquisados não tomam nenhuma precaução para evitar ou amenizar sua exposição aos CEM, 20% afirmaram adotar precauções e 32% nem sempre tenta se proteger dessa exposição. Todavia, as informações das pessoas que afirmaram adotar algum tipo de medida para evitar ou amenizar os riscos da exposição aos CEM é questionável, uma vez que esses riscos são originados por fontes que estão presentes no cotidiano das pessoas e que lhes garante conforto e comodidade

característicos da vida moderna, a exemplo dos aparelhos de celulares e da própria energia elétrica. Deve-se considerar que os riscos tecnológicos possuem caráter facultativo, cabendo às pessoas decidirem se vale a pena renunciar às comodidades tecnológicas em prol da sua saúde.

A pergunta 07 do questionário objetivou sondar se os participantes tinham conhecimento das doenças que podem ser desenvolvidas pela exposição aos CEM. Do total de pesquisados, 58% afirmaram não ter conhecimento sobre essas doenças e 42% disseram já pelo menos ter ouvido sobre o assunto. Diante disso, na pergunta 08 os participantes poderiam escrever quais doenças eram de seu conhecimento. Os resultados foram expressos no quadro 06. O quadro 06 foi elaborado com base nas principais doenças apontadas pelos estudos científicos como passíveis de serem desenvolvidas pela exposição humana aos CEM, juntamente com o quantitativo de respostas obtidas na pesquisa referentes à pergunta 08 do formulário eletrônico.

Quadro 06 – Principais doenças apontadas pelos participantes da pesquisa

| <b>Tipologias e doenças</b>                                                                          | <b>Quantidade de respostas</b> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| Neurocomportamentais: depressão e ansiedade                                                          | 4 respostas                    |
| Perturbações neurodegenerativas (danos ao SNC)                                                       | 3 repostas                     |
| Imunologia e Hematologia (redução na produção de glóbulos vermelhos)                                 | 1 resposta                     |
| Reprodução e desenvolvimento                                                                         | 0 respostas                    |
| Câncer (leucemias tumores cerebrais)                                                                 | 41 respostas                   |
| Outras patologias: Alterações no sistema endócrino, alterações cardiovasculares, alterações no sono. | 3 respostas                    |

Fonte: elaboração própria com base nos resultados da pesquisa.

Com base nos dados do quadro 06, observa-se que os participantes da pesquisa têm uma maior percepção dos riscos da exposição aos CEM relacionados com o desenvolvimento de cânceres, principalmente as leucemias e tumores cerebrais. As outras patologias foram pouco relatadas pelos pesquisados. Considerando que no questionário não foi especificado os tipos de radiação (se ionizante ou não ionizante), algumas pessoas apontaram o câncer de pele e problemas oftalmológicas, mais decorrentes da exposição à radiação ionizante. Contudo, esta não faz parte das discussões no âmbito desse trabalho.

Com base nos resultados obtidos através da pesquisa realizada por formulário eletrônico, percebe-se que a percepção dos riscos relacionadas aos CEM, principalmente

daqueles de frequência baixa e extremamente baixa, é incipiente, embora grande parte dos participantes possuam um nível de escolaridade elevado e tenham apontado o câncer como principal doença proveniente da exposição aos CEM, como foi evidenciado em diversos estudos. Deve-se considerar que, pela forma que a pesquisa foi realizada, os participantes podem ter pesquisado sobre o assunto na internet para responderem o questionário. Todavia, ainda que isso tenha ocorrido, não invalida os dados apresentados, pois as informações foram substanciais e elementares, fato que denota a falta de uma comunicação eficiente desses riscos, mesmo que se pesquise a respeito via internet.

### **5.3. Áreas de exclusão social e as linhas de transmissão em Montes Claros: o caso da Vila Mauricéia**

A problemática discutida no tópico anterior reflete a situação da população que se encontra em estado de exclusão social no espaço urbano de Montes Claros, principalmente os grupos populacionais que habitam nos aglomerados subnormais que ficam próximos ou junto das linhas de transmissão de energia elétrica de AT.

O IBGE conceitua o aglomerado subnormal - AGSN - como uma forma de ocupação irregular de terrenos públicos ou privados para fins de habitação em áreas urbanas. Em geral, essas áreas são caracterizadas por um padrão urbanístico irregular, carência de serviços públicos essenciais e localização em áreas com restrição à ocupação. Esse é o caso das áreas destinadas às faixas de servidão para passagem de linhas de transmissão de energia elétrica.

Conforme já mencionado, O fenômeno de favelização em Montes Claros ganhou impulso significativo a partir da década de 1970, concomitantemente ao substancial crescimento populacional da cidade, resultado direto do processo de industrialização e das mudanças que ocorreram no meio rural durante esse período. Assim, a expansão do tecido urbano de Montes Claros desencadeou uma série de alterações na sua configuração socioespacial.

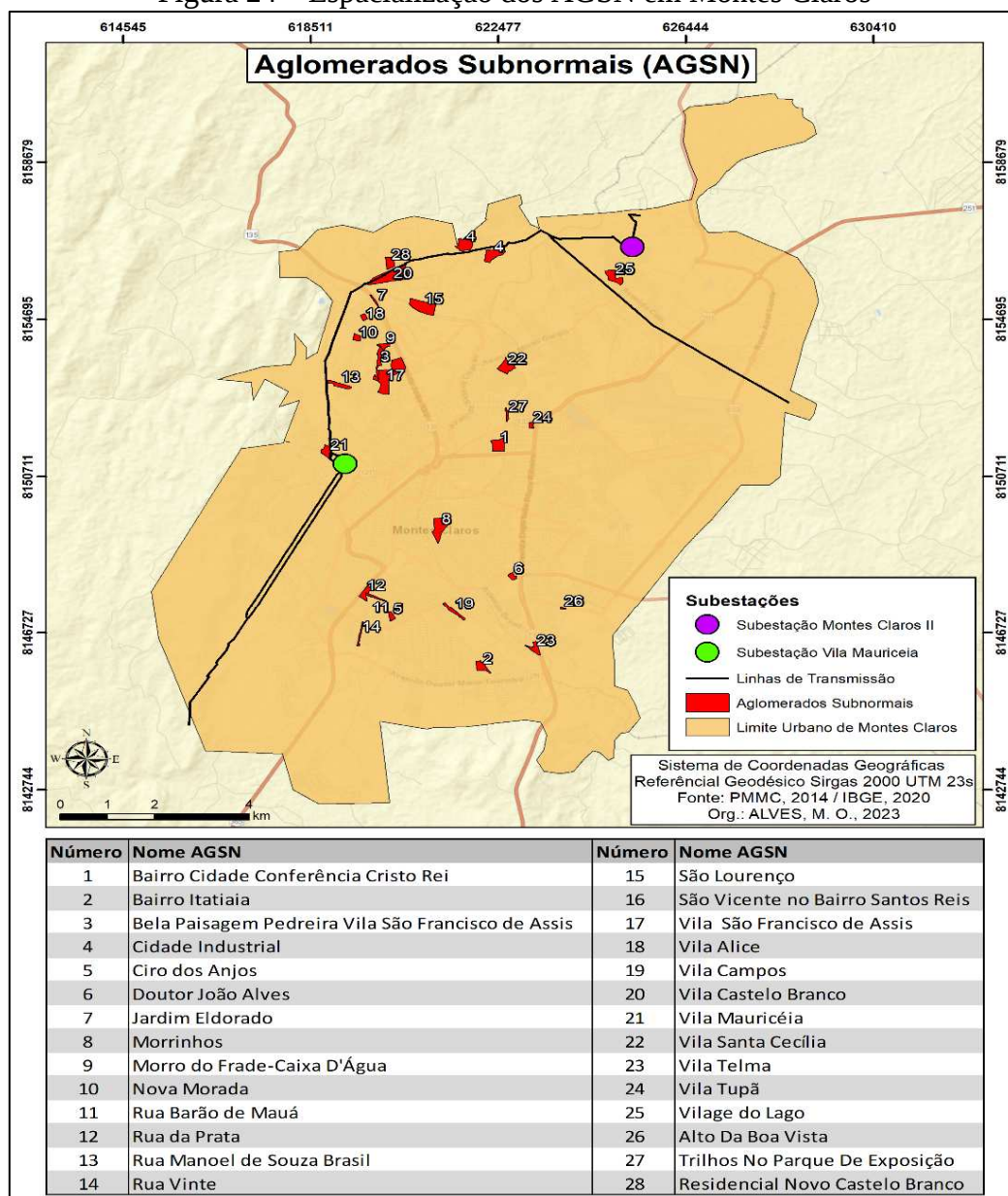
O crescimento desordenado da cidade, a falta de planejamento urbano e a ineficácia das ações do poder público em ofertar a infraestrutura necessária para atender à demanda populacional, contribuíram para manter os grupos populacionais das classes mais baixas expostas a uma série de problemas socioambientais, impactando diretamente a qualidade de vida dessas pessoas (LEITE; PEREIRA, 2005). Para a população mais carente, sem nenhuma condição de adquirir uma habitação com o mínimo de conforto necessário à sua sobrevivência,

restou invadir áreas, tanto públicas como privadas, e construir seus barracos, fazendo com que a favelização na cidade de Montes Claros se intensificasse.

As discussões nesse tópico e no próximo são direcionadas para a área eleita para a pesquisa *in loco*, no caso o bairro Vila Mauricéia, onde está também localizada a subestação Montes Claros I. A Vila Mauricéia localiza-se na região oeste de Montes Claros, é uma aglomeração com grande parte das residências fixadas embaixo de torres e linhas de transmissão de energia elétrica. Devido à localização extremamente perigosa das residências, a população encontra-se em risco constante. O bairro em questão, como já foi relatado, possui em seu território uma área de invasão, considerada um aglomerado subnormal ou favela, que corresponde à faixa de servidão da CEMIG, onde os moradores vivem em barracos improvisados e sem nenhuma infraestrutura, como ruas sem asfalto, esgotamento sanitário e sem acesso legalizado à água tratada nem energia elétrica.

Diante da realidade percebida no local, viu-se a necessidade de verificar se outras áreas do espaço urbano de Montes Claros estavam sujeitas às mesmas condições presenciadas na área em questão. Nesse sentido, com o intuito de averiguar o padrão espacial dos aglomerados subnormais em Montes Claros, foi realizado a espacialização destes juntamente com o perfil das linhas de transmissão. O resultado pode ser verificado na figura 24.

Figura 24 – Espacialização dos AGSN em Montes Claros



Pela análise da espacialização dos AGSN e Montes Claros, apresentada na figura 24, é possível perceber que o padrão espacial de várias favelas segue o perfil das linhas de transmissão, podendo-se inferir que a realidade da favela na Vila Mauricéia (21) é vivenciada em outras áreas no espaço urbano da cidade, notadamente a Vila Castelo Branco (20), o Residencial Novo castelo Branco (28) e o Cidade Industrial (4), que estão muito próximos das linhas de transmissão. A localização desses aglomerados, na sua grande maioria, indica padrões de distribuição socioeconômica na cidade onde se acentuam os processos de segregação socioespacial. A presença de 28 aglomerados subnormais dentro do limite urbano destaca áreas com características de ocupação informal ou irregular, geralmente com habitações precárias e

infraestrutura básica deficiente, como foi verificado no AGSN da Vila Mauricéia. A imagem a seguir retrata bem essa situação.

Figura 25 – Área de ocupação irregular no Bairro Vila Mauricéia



Autor: ALVES. 2023.

O mosaico de imagens apresentado na figura 25 reflete a realidade socioeconômica e ambiental dos moradores do AGSN da Vila Mauricéia. É possível observar as construções habitacionais precárias em meio às torres e linhas de alta tensão, além da falta de infraestrutura urbana como ruas sem pavimentação e lixo espalhados pelos quintais das casas. A proximidade dos AGSN com as subestações de elétrica pode influenciar negativamente nas questões de segurança, qualidade de vida e saúde dos residentes dessas áreas. A presença das faixas de servidão para a passagem das linhas de transmissão pode influenciar esse tipo de invasão, já que são áreas alargadas e sem muros ou cercas de proteção, contendo unicamente as torres ou

postes de sustentação das linhas, o que facilita a construção dos barracos no decorrer dessas faixas.

Pelas características gerais dos moradores de favelas, que geralmente apresentam baixo nível de escolaridade e, conseqüentemente, pouco ou nenhum acesso à informação, é possível deduzir que as pessoas que habitam as áreas acima descritas não têm percepção dos riscos gerados por essas infraestruturas, do ponto de vista da poluição eletromagnética. Mas pode-se indagar a seguinte questão: Será que se esses moradores tivessem essa percepção eles deixariam de habitar essas áreas? A questão que se coloca baseia-se no fato de que grande parte desse grupo populacional não tem condições de adquirir um imóvel em áreas de menor risco, haja vista a situação financeira precária deles. Contudo, acredita-se que através de políticas públicas eficientes, inclusive as políticas habitacionais já citadas, é possível resolver essa situação, pelo menos em sua maior parte, desde que sejam considerados outros aspectos necessários para uma moradia digna e melhor qualidade de vida e saúde dessa população.

Diante de todas as questões acima relacionadas, percebeu-se a importância de verificar as condições de vida e saúde, além da percepção do risco relacionado aos CEM, da população que reside no aglomerado subnormal da Vila Mauricéia. Essa população foi eleita para a pesquisa *in loco*, devido sua condição de “exposta a esses riscos” agravada pela situação de vulnerabilidade social e ambiental verificada no local. Para fazer essa análise, utilizou-se como instrumento de pesquisa uma entrevista semiestruturada realizada presencialmente com os moradores, onde um total de 20 pessoas concordaram em participar. O roteiro das entrevistas foi organizado de forma a abordar os seguintes aspectos: Caracterização socioeconômica; Situação de domicílio; Situação de saúde; Nível de percepção acerca dos riscos da exposição aos CEM. O primeiro bloco de perguntas foi relacionado às características socioeconômicas, abrangendo critérios como sexo, idade, nível de instrução, profissão e renda, e os resultados serão discutidos com base na tabela 05.

Tabela 05 – Perfil socioeconômico da população exposta

| GRUPOS ETÁRIOS                      |                                 |         | SEXO |     | TOTAL |
|-------------------------------------|---------------------------------|---------|------|-----|-------|
|                                     |                                 |         | FEM  | MAS |       |
|                                     | 18 a 28 anos                    |         | 1    |     | 1     |
|                                     | 29 a 39 anos                    |         | 7    | 1   | 8     |
|                                     | 40 a 49 anos                    |         | 2    |     | 2     |
|                                     | 50 a 69 anos                    |         | 7    | 2   | 9     |
|                                     | 70 anos ou mais                 |         | -    | -   | -     |
|                                     | Total                           |         | 17   | 3   | 20    |
| ESCOLARIDADE                        |                                 |         |      |     |       |
|                                     | Não sabe ler nem escrever       |         | -    | 1   | 1     |
|                                     | Ensino Fundamental incompleto   |         | 8    | 2   | 10    |
|                                     | Ensino Fundamental completo     |         | 2    | -   | 2     |
|                                     | Ensino Médio incompleto         |         | 3    | -   | 3     |
|                                     | Ensino Médio completo           |         | 4    | -   | 4     |
|                                     | Ensino Superior incompleto      |         | -    | -   | 0     |
|                                     | Ensino Superior completo        |         | -    | -   | -     |
| RENDIA                              |                                 |         |      |     |       |
|                                     | Menos que um salário mínimo     |         | 11   | 1   | 12    |
|                                     | De um a dois salários mínimos   |         | 7    | 1   | 8     |
|                                     | De dois a três salários mínimos |         | -    | -   | -     |
|                                     | Acima de três salários mínimos  |         | -    | -   | -     |
|                                     | Menos que um salário mínimo     |         | -    | -   | -     |
| PROFISSÃO                           | ATIVO                           | INATIVO |      |     |       |
| Diarista; Doméstica                 | 5                               | 4       | 9    |     | 9     |
| Desempregados; À procura de emprego | 5                               | 1       | 5    | 1   | 6     |
| Autônomos                           | 2                               |         | 1    | 1   | 2     |
| Operador de caixa                   | 1                               |         | 1    |     | 1     |
| Agente de saúde                     | 1                               |         | 1    |     | 1     |
| Jardineiro                          | 1                               |         |      | 1   | 1     |
| Total                               | 15                              | 5       | 17   | 3   | 20    |

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados das entrevistas (2023).

Com base nos dados dispostos na tabela 05, referente à condição socioeconômica dos entrevistados, nota-se que a maior parte destes é do sexo feminino (17 em 20 entrevistados), e que a faixa etária que prevaleceu foi de pessoas entre 29 e 39 anos (8 entrevistados) e entre 50 e 69 anos (9 entrevistados). Em relação à escolaridade, prevaleceu um maior número de pessoas com Ensino Fundamental incompleto (10 em 20). Um dos entrevistados não sabe ler nem escrever, e os outros participantes não ultrapassaram o nível de Ensino Médio completo, onde apenas quatro dos entrevistados afirmaram ter concluído a Educação Básica. Em relação à renda total das famílias dos participantes da pesquisa, observa-se que a maior parte vive com menos de um salário-mínimo ao mês (12 em 20). Os outros oito participantes afirmaram que a renda familiar se enquadra entre um e dois salários-mínimos. Considerando o valor do salário-mínimo no Brasil atualmente, percebe-se que a maior parte dessas famílias vivem com menos de

1.320,00 mensais. Vários desses moradores, no momento da entrevista, afirmaram que suas rendas provêm de benefícios sociais do Governo Federal, como o Bolsa Família e a LOAS<sup>22</sup>.

A renda dessas famílias é reflexo do baixo nível de escolaridade observado na tabela 05, uma vez que o nível de formação do indivíduo influencia a sua inserção no mercado de trabalho e, como consequência, na renda familiar. Logo, a parcela da população que apresenta baixas taxas de escolaridade, ocupa funções menos favorecidas financeiramente, além do alto nível de desempregados característico desses grupos populacionais que, conseqüentemente, habitam áreas das cidades com elevado grau de vulnerabilidade social e ambiental, como nas favelas e nas periferias. A situação profissional dos entrevistados, apresentada na tabela 05, evidencia tal situação, onde a maioria afirmou realizar trabalhos como diarista ou doméstica (9 em 20 e do sexo feminino), seguido de desempregados e/ou à procura de emprego (6 em 20).

Diante dos dados apresentados nesse tópico, é possível deduzir que a situação socioeconômica dos entrevistados, reflete a condição dos moradores da Vila Mauricéia, notadamente aqueles habitam no AGSN desse bairro, e de outras localidades que possuem a mesma característica, ou seja, áreas periféricas de menor valor do solo urbano dos aglomerados subnormais, tanto em Montes Claros como em outros centros urbanos no Brasil, principalmente as cidades médias e grandes, cujo crescimento populacional ocorreu de forma intensa e sem um planejamento urbano eficiente.

No que se refere à essas áreas em Montes Claros, torna-se preocupante a situação daquelas que estão muito próximas das linhas de transmissão de energia elétrica, considerando não somente os riscos acidentais de queda de torres e linhas energizadas, que pode ocasionar acidentes graves como choques elétricos incêndios, mas também os possíveis danos à saúde desses indivíduos pela exposição aos CEM de frequência extremamente baixa gerados por essas infraestruturas. Deve-se considerar, ainda, que as condições socioeconômicas relatadas impactam o ambiente de moradia e o acesso dessa população aos serviços básicos, como os serviços de saúde, fato que é agravado pela falta de informação.

#### **5.4. Condições de saúde e percepção de risco dos moradores da Vila Mauricéia**

---

<sup>22</sup> LOAS é a sigla utilizada para referir-se à Lei Orgânica de Assistência Social que rege a regulamentação do Benefício de Prestação Continuada (BPC), pela Lei n.º 8.742/93 e do Decreto 1.744/95. Para ter direito de receber o BPC, é preciso que os beneficiários cumpram alguns requisitos previamente estabelecidos, entre os quais estão renda por pessoa do grupo familiar de até ¼ de salário-mínimo atual e comprovar ser pessoa com deficiência.

Este tópico do trabalho é dedicado a apresentar e discutir os resultados obtidos na pesquisa com os moradores do AGSN da Vila Mauricéia, no que se refere às outras dimensões de análise utilizadas no roteiro das entrevistas: Situação de domicílio; Situação de saúde; Nível de percepção acerca dos riscos da exposição aos CEM. Em relação à situação de domicílio, buscou-se evidenciar, principalmente, o tempo de moradia dos participantes na área, a fim de verificar também o tempo de exposição deles aos riscos dos CEMEBF. Os resultados estão apresentados na tabela a seguir.

Tabela 06 - Tempo de permanência na área de risco

| <b>Tempo de domicílio no local</b> |   | <b>Doença ou sintoma relacionados aos CEM</b> |
|------------------------------------|---|-----------------------------------------------|
| <10 anos                           | 2 | 1                                             |
| 10 a 20 anos                       | 2 | 1                                             |
| 21 a 30 anos                       | 4 | 2                                             |
| 31 a 40 anos                       | 9 | 7                                             |
| Acima de 40 anos                   | 3 | 0                                             |

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados das entrevistas (2023).

Pode-se perceber, pelos dados da tabela 06, que a maior parte dos entrevistados (12 em 20) mora no local há, pelo menos, 30 anos. Percebe-se ainda que o grupo de moradores que habita a área entre 31 e 40 anos apresentou mais queixas (7 em 9) de doenças cujas causas podem estar relacionadas à exposição aos CEMEBF, conforme as evidências científicas existentes. Essa inferência pôde ser feita a partir dos dados da tabela 07. Deve-se enfatizar que a radiação emitida pelos CEMEBF é considerada não ionizante, cujos efeitos biológicos e danos à saúde humana demandariam um tempo longo de exposição para serem percebidos (OMS, 2002).

Tabela 07 - Doenças relatadas por grupos etários

| Doenças relatadas                                     | GRUPOS ETÁRIOS |              |              |              |                 | Total |
|-------------------------------------------------------|----------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|-------|
|                                                       | 18 a 28 anos   | 29 a 39 anos | 40 a 49 anos | 50 a 69 anos | 70 anos ou mais |       |
| Diabetes (açúcar no sangue)                           |                | 1            |              | 3            |                 | 4     |
| Hipertensão                                           |                |              | 1            | 6            |                 | 7     |
| Aborto                                                |                | 1            |              | 2            |                 | 3     |
| Depressão                                             |                | 3            |              | 1            |                 | 4     |
| <b>Outros Sintomas</b>                                |                |              |              |              |                 |       |
| Distúrbios do sono (insônias, dificuldades em dormir) |                | 3            |              | 2            |                 | 5     |
| Cansaço                                               |                | 4            |              | 1            |                 | 5     |
| Irritabilidade (nervosismo, stress)                   |                | 5            |              | 1            |                 | 6     |

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados das entrevistas (2023).

Através dos dados relacionados na tabela 07, é possível perceber que vários entrevistados relataram apresentar sintomas relacionados aos distúrbios do sono, irritabilidade e cansaço, além de alguns relatos de aborto e depressão. Esses agravos à saúde foram evidenciados nos estudos científicos referentes ao tema. Há ainda relatos de diabetes, cuja não foi apontada nos estudos analisados. Nota-se um quantitativo mais elevado de casos de hipertensão entre os participantes da pesquisa, principalmente no grupo etário entre 50 e 69 anos. A hipertensão está relacionada a problemas cardiovasculares que também foram apontados nos estudos científicos. Com tudo, não se tem informação suficiente para relacionar essa doença à exposição aos CEMEBF. Todavia, o diabetes e a hipertensão são doença graves que compõem o grupo das DANT, cuja magnitude tem impactado o sistema público de saúde no Brasil.

Além dos problemas de saúde dispostos no roteiro de entrevistas, foi relatado por alguns entrevistados outros sintomas em familiares ou conhecidos, relevantes nessa discussão como a asma e desmaios em crianças e um caso de paralisia (Esclerose Múltipla). Também foi relatado pelos moradores um certo incômodo pelo ruído (zumbido, barulho) gerado pelas linhas de alta tensão. Este é um fato a se considerar nessas discussões, já que o ruído de baixa frequência é apontado numa pesquisa realizada por Aves (2017), como um tipo de poluição sonora proveniente dessas infraestruturas e que pode desencadear danos à saúde da população exposta.

Não foi relatado nenhum caso de câncer entre os moradores pesquisados, sendo está a doença considerada mais grave que pode estar relacionada à exposição humana aos CEMEBF,

principalmente a Leucemia e tumores cerebrais, cujas evidências levou a IARC a classificar esse tipo de CEM como “possivelmente carcinogênico para humanos”. O fato de não ter sido relatado nenhum caso de câncer, não significa que esses moradores, expostos aos riscos, não possa vir a desenvolver a doença, já que esta é considerada uma doença silenciosa, ou seja, não apresenta sintomas expressivos nos estágios iniciais e sua detecção precoce depende do monitoramento das condições de saúde de cada indivíduo. Esse fato é agravado pelas condições socioeconômicas e culturais dos grupos populacionais em situação de exclusão social, já que apresentam pouco ou nenhum acesso aos serviços de saúde, até mesmo pela falta de informação acerca dos possíveis agravantes à saúde humana.

Deve-se ressaltar que não foi objetivo central dessas entrevistas apontar que as doenças acometidas nos entrevistados e seus familiares estão relacionadas à exposição destes aos CEMEBF. Para isso, é necessário um estudo epidemiológico mais aprofundado e com uma amostragem mais abrangente. O intuito dessa dimensão da entrevista foi simplesmente de sondar se existe nesse grupo de expostos ao risco algum sintoma ou doença evidenciados estudos analisados no âmbito das discussões deste trabalho. Outra dimensão abordada nas entrevistas se refere à frequência com que os participantes procuram os serviços de saúde e a avaliação destes acerca do seu estado de saúde e de seus familiares, cujos dados estão apresentados na tabela 08.

Tabela 08: Estado de saúde dos entrevistados

| <b>ESTADO DE SAÚDE</b>          |              |
|---------------------------------|--------------|
| <b>Motivos de ida ao médico</b> | <b>Total</b> |
| Consulta de rotina              | 13           |
| Controle de doença              | 7            |
| <b>Avaliação de saúde</b>       | <b>Total</b> |
| Muito bom                       | 1            |
| Bom                             | 7            |
| Razoável                        | 10           |
| Ruim                            | 1            |
| Muito ruim                      | 1            |

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados das entrevistas (2023).

Pode-se afirmar, com base na tabela 08, que a maior parte dos entrevistados (13 em 20) procuram os serviços médicos e de saúde esporadicamente para consultas de rotina. Os outros participantes relataram procurar esses serviços para controle de algumas doenças, como a hipertensão e diabetes, cuja medicação para controle é disponibilizada pelo sistema de saúde pública no Brasil. Em relação à autoavaliação sobre o estado de saúde tanto dos entrevistados como de seus familiares, a metade dos participantes o considera razoável. Apenas um

participante disse ter um estado de saúde muito bom e sete o consideram bom. Um dos participantes afirmou ter estado de saúde ruim e outro diz que seu estado é muito ruim. Considerando o caráter subjetivo de saúde, que pode ser influenciado por questões culturais como a religiosidade, esse resultado é passível de questionamentos, uma vez que a condição socioeconômica desse grupo populacional revela a falta de alimentação de qualidade, moradias precárias, falta de saneamento básico, exposição à riscos ambientais e pouco acesso aos serviços de saúde e à informação. Fatores esses que influenciam diretamente na qualidade de vida e saúde de uma determinada população.

No decorrer do roteiro das entrevistas, outras variáveis também foram abordadas. No que se refere à exposição dos moradores aos CEM originados de outras fontes artificiais, como alguns eletrodomésticos e celulares, percebeu-se que a maior parte dos entrevistados possuem em suas residências apenas eletrodomésticos básicos como geladeira, televisão, ventiladores. O mais utilizado deste é a televisão e não se têm o hábito de desligá-la da tomada que não está sendo utilizada. Os locais do domicílio onde passam mais tempo é bastante variado, sendo quarto, sala, cozinha e quintal. O tempo que dormem é em média oito horas por dia, e a maior parte permanece o dia todo em suas casas, principalmente os que estão desempregados ou inativos. Em relação ao celular, todos os entrevistados fazem seu uso, mas o utilizam mais para acessar redes sociais e enviar mensagens através delas. Chamadas por ligações diretas são bastante raras e o tempo de duração varia de acordo com o teor das conversas.

A última dimensão das entrevistas é referente à percepção dos riscos à saúde relacionados aos CEMEBF provenientes das linhas de alta tensão. Do total de entrevistados, apenas seis afirmaram já ter ouvido falar que a radiação pode causar câncer. Os outros quatorze participantes afirmaram não ter conhecimento nenhum sobre a questão. Percebeu-se, no decorrer das entrevistas, que os moradores têm maior percepção acerca dos riscos acidentais como a queda de torres e linhas energizadas, que podem causar choques elétricos e incêndios. Foi relatado por vários moradores que a comunidade vive em estado de alerta pelo medo desses acidentes, principalmente em épocas de tempestades, com chuvas e ventos muito fortes. Alguns disseram que até saem de suas casas e ir para casas de parentes em outras áreas nesses períodos. Diante do exposto, pode-se afirmar que situação dos moradores do AGSN da Vila Mauricéia, e de outros semelhantes, é preocupante e precisa ser resolvida, não só pelo que se refere aos riscos da exposição aos CEMEBF, mas também pela condição de vulnerabilidade social, econômica e ambiental, a que essas pessoas estão sujeitas.

Deve-se mencionar que o poder público municipal, em parceria com a CEMIG e a União, vem desenvolvendo ações que objetivam solucionar os problemas relacionados com a situação de vulnerabilidade dos AGSN em Montes Claros que se encontram sobre as faixas de servidão das linhas de alta tensão. No caso da Vila Mauricéia, no ano de 2002, foi iniciado um projeto de intervenção social, entre a Prefeitura Municipal de Montes Claros e recursos financeiros da CEMIG e da União, com o objetivo de ofertar moradias para a população que ocupa irregularmente a faixa de servidão da Vila Mauricéia. O Programa Habitacional Reassentamento Vila Mauricéia, implementado no âmbito do Programa de Urbanização da Vila Mauricéia, compreendia a construção de um conjunto habitacional composto de 11 prédios com 16 apartamentos cada, com infraestrutura adequada no entorno e regularização fundiária. Foi o primeiro programa em Montes Claros que projetou contemplar os beneficiários com unidades habitacionais verticalizadas (NUNES, 2011).

A princípio seriam beneficiadas aproximadamente 176 famílias. A primeira etapa do Programa contemplou 32 famílias entre os meses de setembro e novembro de 2010. O prazo de execução do projeto seria de 36 meses e o critério de seleção dos moradores que seriam contemplados era habitar na área onde houvesse o maior número de moradores favoráveis à remoção. Para isso, foram realizadas reuniões na comunidade para anunciar o projeto e convidar os moradores a participar de todo o processo, além de realizar domiciliares para verificar a infraestrutura do imóvel e a situação socioeconômica das famílias (NUNES, 2011).

Todavia, foi relatado pelos moradores durante as entrevistas que as obras do projeto não foram concluídas, pois foram construídos apenas seis prédios dos 16 propostos. O local destinado para a construção dos prédios fica bem próximo (cerca de 200m) da área invadida pela população. Segundo os moradores, poucas famílias se mudaram para um dos blocos de prédios, e o outro foi invadido por moradores de rua e usuários de drogas. Os entrevistados afirmaram ainda que o local se encontra em péssimas condições, fato que impossibilita outros moradores a se mudarem para os apartamentos que não estão ocupados. Diante desses relatos, fez-se uma visita ao local para averiguar as informações relatadas. A situação dos prédios e da área pode ser analisada através da figura 26.

Figura 26 – Estado atual dos prédios destinados aos moradores do AGNS da Vila Mauricéia



Autor: ALVES, 2023.

As imagens apresentadas na figura 16 confirmam os relatos dos moradores. Percebe-se que a obra de construção dos prédios foi abandonada. A área vaga onde deveriam ser construídos os outros prédios virou um local de descarte irregular de lixo e a estrutura dos prédios construídos está em situação precária. Os entrevistados também relataram que os prédios foram vandalizados pelos usuários de droga, que retiraram portas, janelas, fiação elétrica, acessórios de banheiros e cozinha, entre outros. A figura 27 retrata a situação relatada.

Figura 27 – Situação dos prédios vandalizados



Autor: ALVES, 2023

Percebe-se, pela figura 17, que os prédios estão sem portas e janelas e as com paredes pichadas. As caixas de distribuição de energia elétrica foram arrombadas e as fiações foram retiradas. O local não oferece, no momento, nenhuma segurança e nem infraestrutura adequada para se morar. De fato, como foi afirmado pelos entrevistados, é impossível se mudar para o local, sem haja antes uma reforma e que seja afixada toda a infraestrutura proposta no projeto inicial.

Também foi relatado pelos moradores e pelo representante da comunidade local, que está em trâmite na Prefeitura Municipal de Montes Claros um novo programa que visa a regularização fundiária de várias moradias do AGSN da Vila Mauricéia e de outros locais que apresentam as mesmas condições de vulnerabilidade e irregularidade. O Programa de Regularização Fundiária de Interesse Social da Prefeitura de Montes Claros - REURB, instituído através da Lei Complementar de nº 113/2023. Esse programa visa promover a regularização fundiária à população carente através da concessão de uso especial para fins de moradia, da concessão de autorização de uso de imóvel público e da regularização das ligações

de energia, água e esgotamento sanitário, bem como da numeração dos respectivos imóveis. Alguns moradores relataram já ter recebido um formulário a ser preenchido para se cadastrarem no programa. Contudo, o programa visa a regularização fundiária de alguns dos imóveis, mas não se tem informação acerca da retirada das linhas de alta tensão que estão próximas desses domicílios, ou seja, não se percebe a preocupação com a saúde da população diante dos ricos avindo da proximidade com os CEM gerados pelas linhas de alta tensão.

Foi possível perceber, durante a realização das entrevistas, que existem divergências entre os moradores da área sobre qual seria a melhor forma para solucionar a situação no local. Há um grupo que prefere receber indenizações financeiras para saírem da área e comprarem suas casas em outro local. Outro grupo prefere receber os imóveis ofertados pelas políticas habitacionais sociais, mas questionam os locais em que esses condomínios populares são construídos, ou seja, em áreas periféricas e distantes da área central da cidade. Há ainda aqueles moradores que gostariam que seus imóveis no local fossem regularizados para que possam ter acesso a ligações de energia, água e esgotamento sanitário, afirmando que possuem laços de afinidade com o lugar em que moram há tanto tempo. Essa falta de consenso entre os próprios moradores dificulta as ações do poder público e da própria CEMIG para solucionar a questão.

Um último ponto a se considerar nessas discussões, relacionado à exposição desses moradores, e de outros, aos CEMEBF provenientes das linhas de transmissão de energia de alta tensão e seus possíveis impactos à saúde é que, mesmo que a população que se encontra exposta a esses riscos seja remanejada para outra área, este fato não anula o tempo de exposição aos CEM em que essas pessoas já foram submetidas. Diante disso, afirma-se a necessidade de que sejam realizados estudos epidemiológicos mais aprofundados, que verifiquem o estado de saúde dessas pessoas enquanto estão expostas e posteriormente, caso sejam retiradas dos locais de exposição.

## **5.5. Gestão democrática dos riscos relacionados aos CEM**

Tendo em vista toda a problemática apresentada no decorrer desse trabalho, referente aos CEM e seus impactos na saúde humana, agravada pela presença de infraestruturas que emitem essa poluição em ambientes urbanos, pode-se afirmar que não tarefa fácil para a gestão pública elaborar diretrizes com o objetivo de eliminar ou mesmo mitigar esse risco, uma vez que esses são uma constata na ‘sociedade de risco’, pois tendem a aumentar na medida em que se avança o desenvolvimento tecnológico. Para alcançar esse objetivo, é preciso conciliar interesses que podem variar consideravelmente no que diz respeito à radiação eletromagnética,

uma situação que também é comum em diversas áreas relacionadas à preservação do meio ambiente. A ênfase na proteção ambiental e da saúde, que sugere a busca pela redução dos níveis de exposição, pode entrar em conflito com os objetivos de crescimento econômico ligados à fabricação e comercialização de dispositivos que emitem radiação eletromagnética, assim como com a política energética relacionada às redes de transmissão de energia. Além disso, é necessário ponderar a importância dessas atividades de risco para a sociedade, considerando os inúmeros benefícios e utilidades que proporcionam.

No que se refere aos CEMEBF, provenientes das linhas de transmissão de energia elétrica de AT e seus riscos para a saúde, as autoridades governamentais, nos diversos setores da gestão pública, devem ficar alertas para mais esse tipo de poluição ambiental, que pode aumentar a incidência de doenças graves como o câncer e outros agravos à saúde da população em geral, e principalmente daqueles que se encontram em grave estado de vulnerabilidade social e econômica e que dependem integralmente do sistema público de saúde.

Apesar de as organizações internacionais responsáveis pela elaboração de diretrizes relacionadas ao CEM, como a OMS e a ICNIRP, considerarem que existam lacunas nas análises científicas sobre o tema, os estudos realizados apontaram evidências de que a radiação eletromagnética derivada dos CEMEBF pode estar associada ao desenvolvimento de diversas patologias que acometem os seres humanos. Baseados nessas evidências, as organizações reguladoras, em âmbito internacional, apontaram medidas de proteção para a população pautadas no princípio da precaução. Diversos cientistas e instituições têm recomendado a necessidade de reforçar a segurança, entre outros aspectos, promovendo um afastamento em relação às redes de transmissão de energia.

Percebe-se que, mesmo não havendo consenso entre a comunidade científica e os demais interessados no tema, a situação de risco é aceita e precisa ser gerenciada de forma a proteger as pessoas de seus possíveis impactos. Todavia, no que se refere à saúde humana, não há uma devida consideração dos impactos que ainda não foram cientificamente comprovados, embora diversos especialistas já tenham indicado a importância de adotar medidas mais seguras nessas situações, especialmente no que diz respeito a crianças e jovens.

No entanto, no caso brasileiro, apesar de constar na legislação examinada, que as diretrizes sugeridas pela OMS e ICNIRP devem ser seguidas no país, percebe-se que, na prática, as recomendações não vêm sendo adotadas de forma eficaz, como foi evidenciado pelas análises feitas no decorrer desse trabalho, tomando-se como exemplo a cidade de Montes Claros. Dessa forma, sugere-se que medidas sejam implantadas no âmbito de uma gestão democrática dos

riscos em tese, tanto na cidade analisada, como em outros centros urbanos, pautada não apenas nos riscos prováveis, mas também no gerenciamento das incertezas.

Para que a gestão democrática do risco relacionado aos CEM seja efetivada, é necessário observar três dimensões essenciais do gerenciamento do risco: a avaliação, a comunicação e a adaptação, como afirma Macedo (2017). No tange à avaliação, sugere-se que sejam realizados mais estudos científicos, principalmente de caráter epidemiológico, que averiguem a situação de saúde da população considerada exposta aos CEMEBF. Esses estudos devem adotar metodologias que avaliem o nível de exposição atual e pregressa, já que diversas doenças que podem advir dessa exposição são manifestadas no decorrer do tempo, como o câncer.

Deve-se considerar que hoje, várias substâncias que, antes não eram consideradas tóxicas para a saúde humana, são classificadas pela IARC como potencialmente carcinogênicas para humanos, como os asbestos, o tabaco e o chumbo. Isso graças aos intensos estudos realizados pela comunidade científica. Possivelmente, uma manifestação mais sólida por parte da comunidade científica, que claramente aponte para os impactos mais significativos da radiação eletromagnética, pode criar condições propícias para a elaboração de diretrizes mais exigentes, o que representaria um avanço substancial para a melhoria da gestão do risco eletromagnético nas esferas políticas da gestão.

Os gestores devem se ater aos resultados desses estudos, no intuito de promover uma comunicação e adaptação eficiente desses riscos. No que se refere à comunicação dos riscos relacionados aos CEMEBF, deve-se sempre considerar três questões básicas: o quê comunicar; quando comunicar; e a quem comunicar (OMS, 2002). A comunicação dos riscos do CEM não deve ser unilateral, mas dirigida a todos os seguimentos da sociedade interessados no tema, inclusive a população em geral. A sociedade tem o direito de obter todas as informações relativas aos resultados das avaliações de risco referente aos CEMEBF, aos sintomas e possíveis efeitos da exposição eletromagnética, bem como ao conhecimento das medidas adotadas. Além disso, deve ser garantido o direito à consulta e à participação ativa na gestão do risco, o que denotaria o caráter democrático da gestão do risco relacionado aos CEMEBF.

Deve-se ponderar que a comunicação do risco em questão é de extrema complexidade, uma vez que requer conhecimentos técnicos especializados em diversas áreas, como a Epidemiologia, a Física, a Biologia, entre outras. Os gestores devem considerar essa complexidade a fim de apresentar esse conhecimento de maneira eficaz à população. Portanto, propõe-se que a comunicação desse risco à sociedade civil seja conduzida de maneira a garantir

uma compreensão apropriada e que a maior percepção da população possibilite um diálogo aberto envolvendo todas as partes interessadas na definição de normas. No Brasil, e em menor escala na cidade de Montes, onde se percebeu que a percepção do risco relacionado aos CEMEBF é insuficiente, um nível mais elevado de percepção por parte da população poderia resultar na elaboração de diretrizes mais exigentes, como já acontece em outros países, como é o caso da França. Dessa forma, poderiam ser adotadas medidas mais eficazes para a adaptação a esse risco.

Na adaptação ao risco relacionados aos CEMEBF, deve-se considerar as evidências científicas já existentes para elaborar as medidas de proteção no intuito de amenizar seus impactos. É necessário considerar que esses riscos são gerados por equipamentos e infraestruturas que garantem uma condição de conforto à população, como a energia elétrica, sem a qual a sociedade moderna não conseguiria se manter. Contudo, os benefícios dessas tecnologias não precisam ser suprimidos, uma vez que é possível conciliá-los com medidas para mitigar a gravidade dos danos que possam ocorrer.

Em relação ao risco eletromagnético e seus impactos à saúde, deve-se observar que no estágio atual em que se encontram os estudos científicos, existem incertezas permeadas pela necessidade de mais pesquisas científicas. Contudo, no futuro essas incertezas podem desaparecer à luz de novos estudos, o que acarretaria a elaboração e a adoção de medidas mais eficazes para a proteção da saúde da sociedade como um todo, e da população sócio e economicamente mais vulnerável.

Considerando o atual estágio de conhecimento sobre o tema em questão e as diretrizes já elencadas pelas organizações competentes, além da bibliografia analisada neste trabalho, sugere-se algumas medidas que podem ser implantadas, a curto, médio e longo prazo, em Montes Claros e em outros centros urbanos do Brasil, que apresentam a mesma problemática apresentada nesses escritos:

- Realização de estudos científicos de cunho epidemiológico que monitore as condições de saúde da população exposta nas diversas áreas de exposição, a fim de verificar as possíveis doenças que possam acometer essa população e compará-las com as patologias evidenciadas pelos estudos já realizados.
- Adoção dos valores-limites sugeridos pela OMS (250m) para a construção de novas áreas residenciais na cidade, em especial aquelas destinadas à população mais carente, uma vez que a intensidade dos CEM diminui à medida em que se distancia das fontes emissoras, no caso as linhas de alta tensão e subestações de energia elétrica.

- Criação de muros ou cercas de proteção nas faixas de servidão reservadas para a passagem das torres e linhas de alta tensão, para evitar que esses locais sejam ocupados de forma irregular e que se estabeleçam novos AGSN expondo os moradores a uma constante exposição aos riscos dos CEM.
- Estabelecimento de grupos de estudo e discussões sobre os riscos associados aos CEM. Essas discussões podem ocorrer por meio de reuniões, workshops e cursos, promovendo uma rede de conhecimento e troca de informações entre instituições públicas, especialistas na área e a população, especialmente nas comunidades expostas a esses riscos.
- Realização periódica de medições da intensidade dos CEM nas áreas expostas, cujos resultados podem ser disponibilizados para o público em geral e exposto na forma de boletins informativos, tanto impressos como virtuais, ou até mesmo a afixação de painéis informativos nas áreas próximas às subestações e linhas de alta tensão.
- Criação de um sistema de comunicação virtual para se realizar a comunicação dos riscos referentes a poluição eletromagnética, notadamente dos CEMEBF, em parceria com as instituições públicas e centros de pesquisa como em instituições de Ensino Superior.
- Realização de cursos gratuitos, voltados para a capacitação de indivíduos da sociedade civil, para monitorar e alimentar o sistema de comunicação, com informações a respeito dos níveis de intensidade dos CEM.
- Inclusão de representantes da sociedade civil na gestão pública municipal, principalmente os representantes das comunidades que estão expostas aos riscos dos CEM, a fim de que esses possam sugerir as melhores ações para remoção das pessoas que habitam em áreas de risco ocupadas irregularmente, considerando as características socioeconômicas, culturais e ambientais da população exposta.

Finalmente, espera-se que os resultados desta pesquisa estimulem a discussão e a elaboração de políticas públicas relacionadas voltadas para uma gestão democrática dos riscos relacionados aos CEMEBF que sirva de ponto de partida para novas investigações direcionadas aos impactos na saúde humana pela exposição a esses campos, principalmente em Montes Claros e em outras cidades médias, cujo crescimento populacional é constante, aumentando os desafios para uma gestão pública eficiente em todos os setores da sociedade. Espera-se ainda, que estudos dessa natureza, que abordem os riscos tecnológicos e seus impactos na saúde humana, sejam incorporados nas pesquisas realizadas pela geografia da Saúde no Brasil, onde se percebeu certa escassez desses, não se esquivando do caráter interdisciplinar que permeia o campo da Ciência Geográfica.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Geografia desempenha um papel fundamental nos estudos sobre saúde, pois proporciona uma compreensão profunda das interações complexas entre o ambiente geográfico e o bem-estar humano. A distribuição espacial de fatores como recursos naturais, clima, topografia e poluição, desempenha um papel determinante na saúde das populações. Além disso, a vertente Geografia da Saúde, caracterizada pelo viés interdisciplinar, examina como os padrões de assentamento humano, o acesso a serviços de saúde e a infraestrutura urbana influenciam a disseminação de doenças, a exposição a riscos ambientais e as disparidades no acesso aos cuidados médicos.

No cerne da Geografia da Saúde, os pesquisadores podem identificar áreas de vulnerabilidade, entender os determinantes sociais e ambientais da saúde e contribuir para o desenvolvimento de políticas de saúde mais eficazes e equitativas. Dessa forma, a Geografia emerge como uma disciplina essencial para compreender e abordar as complexas inter-relações entre o espaço geográfico e a saúde humana, principalmente no que se refere aos riscos produzidos, à medida em que se avança o desenvolvimento tecnológico, característico da ‘sociedade de risco’, teorizada por Ulrich Beck.

Dentre os principais riscos produzidos pela sociedade com o intenso desenvolvimento tecnológico, destacam os riscos da poluição eletromagnética, que representa uma preocupação crescente devido aos seus potenciais danos para a saúde humana. A exposição constante a campos eletromagnéticos provenientes de dispositivos eletrônicos, linhas de transmissão de energia elétrica de alta tensão, levanta questões sobre seus impactos a longo prazo na biologia celular e no sistema nervoso. Estudos epidemiológicos têm investigado e evidenciado possíveis associações entre a poluição eletromagnética e diversos problemas de saúde, incluindo distúrbios do sono, aumento do estresse oxidativo e potencial carcinogenicidade. Embora a pesquisa ainda esteja em curso e algumas conclusões sejam controversas, a precaução é justificada, especialmente diante da ubiquidade das fontes de radiação eletromagnética na vida moderna.

A situação é agravada pela falta de percepção pública referente aos riscos pela exposição aos CEM, como foi evidenciado pelas pesquisas realizadas nesse trabalho. Especificamente em relação aos CEM de frequência extremamente baixa, gerados pelas linhas de transmissão, percebeu-se que os grupos populacionais que se encontram em estado de vulnerabilidade social e econômica tendem a residir nas áreas de risco, inclusive de forma irregular, habitando nas faixas de servidão por onde passam essas infraestruturas. Este fato

requer mais atenção da administração pública, na tentativa de criar medidas para mitigar os riscos e ofertar um local de moradia que garanta segurança e melhor qualidade de vida para esse público específico, amenizando também as situações de exclusão social e segregação socioespacial marcantes nos centros urbanos no Brasil, inclusive nas cidades médias, como é o caso de Montes Claros. O entendimento aprofundado desses riscos é essencial para desenvolver diretrizes de exposição segura e mitigar eventuais impactos adversos na saúde da população.

Para que a gestão pública consiga implementar medidas eficientes para solucionar a problemática que envolve a exposição aos CEM no espaço urbano, é necessário que se incorpore um caráter democrático no gerenciamento dos riscos. Nesse sentido, é imprescindível a participação pública em todas as ações voltadas para o controle da exposição humana à essas fontes de radiação. Para isso, torna-se necessário que a percepção pública do risco seja elevada, pois verificou-se que, tanto a população em geral como a exposta, não tem conhecimento suficiente sobre a questão. Um nível de percepção pública elevado pode acarretar maior exigência da população no que tange à gestão desse risco pelas autoridades públicas.

Em relação aos desafios encontrados para a realização deste trabalho, se destaca a escassez de bibliografia referente ao tema no Brasil, principalmente no âmbito da Geografia. Outro ponto a se considerar é a complexidade do tema, haja visto que não existe consenso entre a própria comunidade científica acerca dos impactos à saúde pela exposição aos CEM, apesar de diversas evidências já terem sido apontadas por estudos científicos em escala internacional. Todavia, a falta de consenso não exclui os riscos, sendo necessário adotar medidas para mitigá-los, como é recomendado pelas organizações internacionais responsáveis pela questão.

Deve-se considerar ainda que as doenças apontadas nas evidências científicas são de caráter multifatorial, como é o caso do câncer, o que dificulta ainda mais apontar com certeza científica a relação dessas com a exposição aos CEM. Contudo, é necessário considerá-los como mais um fator de risco, a fim de se evitar o máximo possível essa exposição, pois foi discutido, novas pesquisas podem comprovar essas evidências e a população já estaria habituada com a medidas de mitigação.

Diante do que foi exposto e dos resultados da pesquisa, afirma-se aqui a tese de estudo apresentada neste trabalho, onde os riscos à saúde produzidos pelo desenvolvimento tecnológico se conformam e se distinguem na lógica da estruturação urbana, impactando principalmente os grupos populacionais que se encontram em estado de vulnerabilidade social. Essa situação é agravada pelo fato de que essas pessoas não têm conhecimento suficiente para perceberem esses riscos, principalmente os que decorrem dos CEM gerados pelas linhas de

transmissão de energia elétrica de alta tensão, haja vista que em uma “sociedade de riscos”, a percepção do risco é fundamental para uma postura de exigência perante instituições privadas e dos poderes públicos, que são os principais responsáveis pela gestão dos riscos aos quais a população está exposta. Considera-se também que todos os objetivos propostos na pesquisa foram alcançados e que a metodologia utilizada respondeu com eficiência esses objetivos. Os obtidos também respondem às questões norteadoras apresentada na introdução do trabalho.

Para os futuros estudos, recomenda-se que sejam realizados de forma interdisciplinar, que se utilize de diversas metodologias, que se investigue o estado de saúde da população exposta através de pesquisas que consigam responder o caráter epidemiológico do tema. Ressalta-se também a importância de parcerias com órgãos públicos, entidades privadas, Universidades e centros de pesquisa, e que se busque apoio financeiro juntamente com os órgãos de apoio à pesquisa, uma vez que são necessários investimentos em recursos tecnológicos e humanos para que se possa realizar uma pesquisa mais abrangente, tanto na amostragem populacional como nas aferições dos níveis de radiação e em outras variáveis necessárias para “desnudar” as incertezas científicas sobre os riscos da exposição humana aos CEM.

## REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA Nacional de Telecomunicações. **Diretrizes para limitação da exposição a campos elétricos, magnéticos e eletromagnéticos variáveis no tempo (até 300 ghZ)**. Disponível em: <http://www.nuclear.radiologia.nom.br/diversos/diretrad.pdf>. Acesso em: 14 de setembro de 2013.
- ALVES, J. A. **Os impactes da poluição sonora na saúde e na sustentabilidade dos lugares – estudo de caso no município de Guimarães**. Tese (Doutorado). Guimarães. Universidade do Minho. Instituto de Ciências Sociais. 2017.
- ALVES, J. A.; SILVA, L. T.; REMOALDO, P. C. The influence of Low-frequency noise pollution on the quality of life and place in sustainable cities: a case study from Northern Portugal. **Sustainability**, 7, 2015. pp. 13920-13946.
- ANDRADE, Maria Eliane Brito de. Geografia Médica: origem e evolução. In: Doenças Endêmicas: abordagens sociais, culturais e comportamentais. Rita Barradas Barata, Roberto Briceño-León (Orgs.). Rio de Janeiro: Ed. Fiocruz, 2000, págs. 151-166.
- ANSELMO, C.W.S.F. et al. Potential adverse effects of electromagnetic fields (50/60 Hz) on humans and animals. *Ciência Saúde Coletiva*. 2005.
- AZEVEDO, Bruno F. O. **O impacto do lugar na saúde da população do concelho de Guimarães – estudo de caso do electromagnetismo em Serzedelo**. Portugal: Universidade do Minho, 2010.
- BARATA, Rita B. **Sobre o conceito de risco em Epidemiologia. Trabalho, Educação e Saúde**, Rio de Janeiro, v. 20, 2022, e00862198. <https://doi.org/10.1590/1981-7746-ojs862>. Disponível em: <file:///D:/-/%20Documentos%20n%C3%A3o%20delete%20backup%20dia%2026-03-21/Downloads/862-Texto%20do%20artigo-5845-1-10-20221005.pdf>.
- BARBOSA, J; RAMALHO, W. Possíveis cenários epidemiológicos para o Brasil em 2040. Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz, 2021. 48 p. – (Textos para Discussão; n. 55). Disponível em: <https://saudeamanha.fiocruz.br/wp-content/uploads/2021/05/BARBOSA-J-e-RAMALHO-W-2021-Poss%C3%ADveis-cen%C3%A1rios-epidemiol%C3%B3gicos-para-Brasil-2040-Fiocruz-Saude-Amanha-TD055.pdf>. Acesso em 02 de outubro de 2022.
- BARBOSA, R. S.; FRANÇA, I. S. de.; BARBOSA; R. S. A Invenção do Semi-Árido Montesclarence e a Percepção da População sobre o Clima do Município. **Revista Argumentos**, v 8, n 1, 2014. p. 17-26. Disponível em: [http://www.cienciassociais.unimontes.br/arquivos/ed\\_08/Romulo%20Soares%20Barbosa.pdf](http://www.cienciassociais.unimontes.br/arquivos/ed_08/Romulo%20Soares%20Barbosa.pdf). Acesso em: 18 de janeiro de 2018.
- BARCELLOS, C. **Geografia e o contexto dos problemas de saúde**. Christovam Barcellos (Org.). Rio de Janeiro: Abrasco, 2008.
- BATISTA, R. P.; PEREIRA, A. M. **Expansão urbana e mercado imobiliário em cidades médias: o caso de Montes Claros (MG)**. Anais do V Colóquio Cidade e Região. Sociedade e Ambiente: dinâmicas rurais-urbanas e suas tecnologias. Universidade Estadual Montes Claros – UNIMONTES – MONTES CLAROS - MG, 22 a 25 de novembro de 2017. Disponível em: [file:///D:/-/%20Documentos%20n%C3%A3o%20delete%20backup%20dia%2026-03-21/Desktop/Tese%202/Expansao-urbana-e-o-mercado-imobiliario-em-cidades-medias\\_-BATISTA\\_PEREIRA.pdf](file:///D:/-/%20Documentos%20n%C3%A3o%20delete%20backup%20dia%2026-03-21/Desktop/Tese%202/Expansao-urbana-e-o-mercado-imobiliario-em-cidades-medias_-BATISTA_PEREIRA.pdf). Acesso em 09 de outubro de 2023.

BECK, ULRICH, *Risk Society: Towards a new modernity*, traduzido por Sebastião Nascimento. Inclui uma entrevista inédita com o autor. São Paulo: Editora 34, 2011. (2ª edição)

BLACHE, P. Vidal de La. Geografia Geral - os gêneros de vida na Geografia Humana (primeiro artigo). **Geographia**, Ano 7, n. 13, 2005. Seção “Nossos Clássicos”.

BOURDIEU, Pierre. 1997. Efeitos de lugar. In *A miséria do mundo*, organizado por Pierre Bourdieu, 159-214. 3 ed. Petrópolis, Vozes.

BRANDÃO, S. S. S.; SILVA, W. T. da. Configuração do espaço urbano da cidade de Montes Claros-MG após 1970: novas centralidades. **Humanidades**, v. 5, n. 2, jul. 2016. p. 62-73. Disponível em: [http://www.revistahumanidades.com.br/arquivos\\_up/artigos/a106.pdf](http://www.revistahumanidades.com.br/arquivos_up/artigos/a106.pdf). Acesso em: 15 de fevereiro de 2018.

BRASIL. **Lei nº 11.934 de 2009**. Dispõe sobre a exposição humana a campos elétricos, magnéticos e eletromagnéticos. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2009/lei/l11934.htm#:~:text=LEI%20N%C2%BA%2011.934%2C%20DE%205%20DE%20MAIO%20DE%202009.&text=Disp%C3%B5e%20sobre%20limites%20C3%A0%20exposi%C3%A7%C3%A3o,Art.](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l11934.htm#:~:text=LEI%20N%C2%BA%2011.934%2C%20DE%205%20DE%20MAIO%20DE%202009.&text=Disp%C3%B5e%20sobre%20limites%20C3%A0%20exposi%C3%A7%C3%A3o,Art.) Acesso em 03 de novembro de 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde. **Mortalidade – desde 1996 pela CID-10**. Brasília, DF: MS, 2018. Disponível em: <https://datasus.saude.gov.br/mortalidade-desde-1996-pelacid-10>. Acesso em: 18 nov. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Análise em Saúde e Vigilância de Doenças Não Transmissíveis. **Plano de Ações Estratégicas para o Enfrentamento das Doenças Crônicas e Agravos não Transmissíveis no Brasil 2021-2030** [recurso eletrônico]. Brasília: Ministério da Saúde, 2021. 118 p. Disponível em: [file:///D:/-%20Documentos%20n%C3%A3o%20delete%20backup%20dia%2026-03-21/Downloads/09-%20Plano%20de%20DANT%202022\\_2030.pdf](file:///D:/-%20Documentos%20n%C3%A3o%20delete%20backup%20dia%2026-03-21/Downloads/09-%20Plano%20de%20DANT%202022_2030.pdf). Acesso em 18 de nov. de 2023.

CARREIRO JÚNIOR, P.E. **Caracterização da radiação eletromagnética em áreas urbanas**. Faculdades Doctum de Caratinga. Curso Superior De Engenharia Elétrica. Caratinga, 2019. Disponível em: <file:///D:/-%20Documentos%20n%C3%A3o%20delete%20backup%20dia%2026-03-21/Desktop/Tese%202/Polui%C3%A7%C3%A3o%20eletromagn%C3%A9tica.pdf>. Acesso em 23 de outubro de 2023.

CASTIEL, L. D. **A medida do possível... saúde, risco e tecnobiociências** [online]. Rio de Janeiro: Contra Capa Livraria; Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 1999. 204 p. ISBN 85-85676-70-1. Available from SciELO Books

CASTRO, C. M. de; PEIXOTO, M. N. de O.; RIO G. A. P. do; **Riscos Ambientais e Geografia**: Conceituações, abordagens e escalas. Anuário do Instituto de Geociências –UFRJ, 2005.

CZERESNIA, D. O Conceito de Saúde e a Diferença entre Prevenção e Promoção. In: Dina Czeresnia e Carlos Machado de Freitas (Orgs.). **Promoção da Saúde: conceitos, reflexões, tendências**. Rio de Janeiro: Ed. Fiocruz, 2009. Págs. 43-57.

CZERESNIA, D; RIBEIRO, A. M. O conceito de espaço em epidemiologia: uma interpretação histórica e epistemológica. **Cad. Saúde pública** [online]. 2000, vol.16, n.3, p. 595-605. Issn 1678-4464. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/csp/v16n3/2947.pdf>. Acesso em 28 de outubro de 2015.

DIAS, R. B. B. **Avaliação dos níveis de radiação não-ionizante de residências verticais em áreas das regiões brasileiras**. Dissertação. UFPB. João Pessoa, 2018, 126f. Disponível em: <file:///D:/-%20Documentos%20n%C3%A3o%20delete%20backup%20dia%2026-03-21/Desktop/Tese%202/Arquivototal.pdf>. Acesso em 15 de setembro de 2023.

DUTRA, D. de A. **Geografia Da Saúde No Brasil: Arcabouço teórico-epistemológicos, temáticas e desafios**. 191 f. Tese (Doutorado em Geografia). Curitiba. Universidade Federal do Paraná – UFP. Pós-Graduação em Geografia, Setor de Ciências da Terra, 2011.

EGLER, Cláudio Antonio Gonçalves. Risco Ambiental como critério de gestão do território: uma aplicação à zona costeira brasileira. *Revista Território*, n. 1, v. 1, 1996.

ESCOREL, S. Exclusão social: em busca de uma categoria. In: *Vidas ao léu: trajetórias de exclusão social* [online]. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 1999, pp. 23-81. ISBN: 978-85-7541-605-1. Disponível em: <https://books.scielo.org/id/rbtvb/pdf/escorel-9788575416051-03.pdf>. Acesso em 03 de setembro de 2023.

FARIA, R. M; BORTOLOZZI, A. Espaço, território e saúde: contribuições de Milton Santos para o tema da geografia da saúde no brasil. **Espaço Geográfico em Análise**. 2009. 17, 31-41. Disponível em: <http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs/index.php/raega/article/view/11995>. Acesso em 28 de outubro de 2015

FINKELMAN, Jacobo. **Caminhos da saúde pública no Brasil**. / Organizado por Jacobo Finkelman. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2002. 328p.

GIDDENS, Anthony. **As consequências da modernidade**. São Paulo: UNESP, 1991.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5ª ed. São Paulo Atlas, 1999.

GOMES, P. C. da C. Um lugar para a Geografia: contra o simples, o banal e o doutrinário. In: MENDONÇA, Francisco e outros. **Espaço e Tempo: complexidades e desafios do pensar e do fazer geográfico**. Curitiba: ADEMADAN, 2009. p. 13-30.

GOMES. C. A. Subsídios para um quadro principiológico dos procedimentos de avaliação e gestão do risco ambiental, in **Revista de Estudos Constitucionais, Hermenêutica e Teoria do Direito – RECHTD**, 3(2), julho-dezembro de 2011, Unisinos, 2011, pp. 140-149.

GONÇALVES, B. C. O princípio da precaução e a gestão dos riscos ambientais: contribuições e limitações dos modelos econômicos. **Ambient. soc.** 16 (4), dez 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/4shJCKG9PTBdNkC663h7pjc/?lang=pt#>. Acesso em 14 de outubro de 2023.

GONDIM, Grácia Maria de Miranda. Do conceito de risco ao da precaução: entre determinismos e incertezas. In: FONSECA, Angélica Ferreira; CORBO, Ana Maria D'Andrea (Org.). **O território e o processo saúde-doença**. Rio de Janeiro: EPSJV/FIOCRUZ, 2007. p. 87-120. (Coleção Educação Profissional e Docência em saúde: a formação e o trabalho do agente comunitário de saúde, 1).

GATTAS, G. B. A. A importância do tempo para a precaução na sociedade do risco. **PIDCC**, Aracaju, Ano IV, Edição nº 08/2015, p.292 a 319 Fev/2015. Disponível em: [www.pidcc.com.br](http://www.pidcc.com.br).

GUIMARÃES, R, B; PICKENHAYN, J. A; LIMA, S. do. C. **Geografia e saúde sem fronteiras**. Uberlândia: Assis Editora, 2014.

HARVEY, D. O espaço como palavra-chave. **GEOgraphia**, vol. 14, n. 28, 2012.

HARVEY, David. **A Justiça Social e a Cidade**. Tradução de: SILVA, A. C. da. São Paulo: Hucitec, 1980.

IBGE CIDADES. **Montes Claros**. 2017. Disponível em:

<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/montes-claros/panorama>. Acesso em: 23 de fevereiro de 2022.

ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection). Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric, Magnetic and Electromagnetic Fields (Up to 300 GHz). **Health Physics** 1998 Apr; v. 74, n. 4, p. 494-522.

ICNIRP. International commission on non-ionizing radiation protection. **FOR LIMITING EXPOSURE TO TIME-VARYING ELECTRIC AND MAGNETIC FIELDS (1HZ – 100 khz)**. Published in: *health physics* 99(6):818-836; 2010. Disponível em: <https://www.icnirp.org/cms/upload/publications/ICNIRPLFgdl.pdf>.

INCA. **Estimativa 2014: Incidência do Câncer no Brasil**. Rio de Janeiro: INCA. 2014. Disponível em: <http://www.inca.gov.br/estimativa/2014/estimativa-24042014.pdf>. Acesso em 01 de maio de 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <http://censo2010.ibge.gov.br/>. Acesso em 20 de agosto de 2016.

LACAZ, C. da S. Conceituação, atualidade e interesse do tema: súmula histórica. In: Carlos da Silva Lacaz, Roberto G. Baruzzi, Waldomiro Siqueira Jr. (Orgs.). **Introdução à Geografia Médica do Brasil**. São Paulo: Edgard Blucher, 1972. p. 1-22.

LEITE, M. E. Década 70: A Imigração e o Caos Urbano em Montes Claros. II Simpósio Regional De Geografia “Perspectivas Para O Cerrado No Século XXI”. Universidade Federal de Uberlândia – Instituto de Geografia 26 a 29 de novembro de 2003, **Anais do II Simpósio Regional De Geografia “Perspectivas Para O Cerrado No Século XXI”**. Uberlândia, 2003.

LEITE, M. E.; PEREIRA, A. M. **Expansão territorial e os espaços de pobreza de pobreza na cidade de Montes Claros**. Anais do X Encontro de Geógrafos da América Latina – 20 a 26 de março de 2005 – Universidade de São Paulo, 2005. Disponível em: <<http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal10/Geografiasocioeconomica/Geografiadelapoblacion/29.pdf>>. Acesso em: 20 de janeiro de 2018.

LEITE, M. E.; BRITO, J. L. S.; LEITE, M. R. SIG APLICADO AO ESTUDO COMPARATIVO DE FAVELAS: O Caso de uma Cidade Média. **OBSERVATORIUM: Revista Eletrônica de Geografia**, v.1, n.2, p.20-34, jul. 2009. Disponível em: <http://www.observatorium.ig.ufu.br/pdfs/1edicao/n2/SIG%20APLICADO%20AO%20ESTUDO%20COMPARATIVO%20DE%20FAVELAS.pdf>. Acesso em 10 de novembro de 2023.

LIMA, S. do C.; COSTA, E. M. da. **Construindo Cidades Saudáveis**. v. I. Uberlândia/MG: Assis Editora, 2013.

LUIZ, O. do C.; COHN, A. Sociedade de risco e risco epidemiológico. **Cadernos de Saúde Pública** [online]. 2006, v. 22, n. 11, pp. 2339-2348. EPUB 29 Set 2006. ISSN 1678-4464. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2006001100008>. Acessado 9 outubro 2022.

MACEDO, N. C. G.; *Eletrosmog* e riscos tecnológicos: um caminho em meio ao nevoeiro eletromagnético Europeu. In: Carla Amado Gomes (org.). **Estudos sobre riscos tecnológicos**. Instituto de Ciências Jurídico-Políticas. Centro de Investigação de Direito Público. Universidade de Lisboa, Lisboa, janeiro de 2017, pp. 413-449. ISBN: 978-989-8722-20-1.

Disponível em: [https://www.icjp.pt/sites/default/files/publicacoes/files/ebook-icjp\\_riscostecnologicos\\_2017\\_fct.pdf](https://www.icjp.pt/sites/default/files/publicacoes/files/ebook-icjp_riscostecnologicos_2017_fct.pdf).

MAGALHÃES, S. C. M. **Fatores determinantes da ocorrência de tuberculose no Norte de Minas Gerais**. 225 f. Tese (Doutorado em Geografia). Uberlândia. Universidade Federal de Uberlândia – UFU. Instituto de Geografia, Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2013.

MARCILIO, I.; HABERMANN, M.; GOUVEIA, N. Campos magnéticos de frequência extremamente baixa e efeitos na saúde: revisão da literatura. **Rev Bras Epidemiol** 2009; 12(2): 105-123. Disponível em: <file:///D:/-%20Documentos%20n%C3%A3o%20delete%20backup%20dia%2026-03-21/Desktop/Tese%202/02.pdf>. Acesso em 28 de setembro de 2023.

MAROTTI, J.; GALHARDO, A. P. M.; FURUYAMA, R. J.; PIGOZZO, M. N.; CAMPOS T. N.; LAGANÁ, D. C. Amostragem em pesquisa clínica: tamanho da amostra. **Revista de Odontologia da Universidade Cidade de São Paulo**, 2008. maio-ago; v. 20, nº 2, p. 186-194.

MARTIN, E. S.; TANAKA, E. K. O risco ambiental representado por Campos Eletromagnéticos em áreas de exclusão social em Presidente Prudente (SP). **Tópos**, v.5, n. 2, p. 144-160, 2011.

MARTINI JÚNIOR, L. C. **Comunicação de riscos tecnológicos ambientais**. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia de Produção, Duque de Caxias, Rio de Janeiro, 2010.

MARTINS, A. S.; LEITE, M. E. Análise do crescimento das favelas da cidade de Montes Claros – MG por imagens de alta resolução espacial. Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, João Pessoa-PB, Brasil, 25 a 29 de abril de 2015, INPE. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2015/files/p0730.pdf>. Acesso em 20 de outubro de 2023.

MATTOS, I.; KOIFMAN, S. Campos eletromagnéticos e câncer: contribuições da Epidemiologia. In: **Poluição Eletromagnética: saúde pública, meio ambiente, consumidor e cidadania: impactos das radiações das antenas e dos aparelhos celulares**. **Cad. Jur.**, São Paulo, v 6, nº 2, p. 47-72, abr./jun. 2004. Disponível em: [file:///D:/-%20Documentos%20n%C3%A3o%20delete%20backup%20dia%2026-03-21/Desktop/Tese%202/poluicao\\_eletromagnetica.pdf](file:///D:/-%20Documentos%20n%C3%A3o%20delete%20backup%20dia%2026-03-21/Desktop/Tese%202/poluicao_eletromagnetica.pdf). Acesso em 13 de fevereiro 2023.

MAZETTO, Francisco de Assis Penteado. Pioneiros da Geografia da Saúde: séculos XVIII, XIX e XX. In: **A Geografia e o contexto dos problemas de saúde**. Christovam Barcellos (Org.). Rio de Janeiro: Abrasco, 2008.

MEADE, M. S; EMCH, M. (2010). **Medical Geography**. 3ed. The Guilford Press: New York.

NOGUEIRA, H.; REMOALDO, P. C. **Olhares Geográficos sobre a Saúde**. Edições Colibri: Lisboa, 2010.

NUNES, G. **Efetividade do direito à moradia: uma análise à luz da Política Habitacional em Montes Claros**. Dissertação. Belo Horizonte, 2011. 63f. Disponível em: [http://www.biblioteca.pucminas.br/teses/Direito\\_NunesG\\_1.pdf](http://www.biblioteca.pucminas.br/teses/Direito_NunesG_1.pdf). Acesso em 08 de novembro de 2023.

OMS. **Estabelecendo um diálogo sobre riscos de campos eletromagnéticos**. Genebra – Suíça. 2002.

NOSSA, P. N. S. **Saúde e Espaço: abordagem teórico-metodológica em Geografia da Saúde**. Porto: Edições Afrontamento, 2014.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. Electromagnetic Fields and Public Health: Extremely low Frequency (ELF). Disponível em: <https://apps.who.int/inf-fs/en/fact205.html>.

PEDROSA, L. M.; CAMPOS, C. E. A. Implicações da utilização do conceito de risco para a prática em APS. **Rev Bras Med Fam e Com.** Rio de Janeiro, v.2, nº 5, abr / jun 2006, págs. 30 a 42. Disponível em: <file:///D:/-%20Documentos%20n%C3%A3o%20delete%20backup%20dia%2026-03-21/Downloads/24-Texto%20do%20artigo-2285-1737-10-20111101.pdf>.

PEITER, P. C. **Geografia da Saúde na Faixa de Fronteira Continental do Brasil na Passagem do Milênio**. 314 f. Tese (Doutorado em Geografia) Rio de Janeiro. Universidade Federal do Rio de Janeiro UFRJ – Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2005. Disponível em: <http://www.retis.igeo.ufrj.br/wp-content/uploads/2011/07/2006-geografia-da-saude-na-faixa-PCP.pdf>. Acesso em: 08 de dezembro de 2014.

PEREIRA, A. M. **Cidade Média e Região: o significado de Montes Claros no norte de Minas Gerais**. Uberlândia, 2007. 351 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, 2007.

PEREIRA, Anete Marília. SOARES, Beatriz Ribeiro. MONTES CLAROS E SUA REGIÃO: Novas Espacialidades, Velhos Problemas. Anais do **X Encontro de Geógrafos da América Latina** – 20 a 26 de março de 2005 – Universidade de São Paulo. Disponível em: <http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal10/Geografiasocioeconomica/Geografiaregional/23.pdf>. Acesso em 20 de maio de 2016.

PESSÔA, S. B. **Ensaio Médico-Sociais**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara, 1978.

PORTO, M. F. de S.; **Uma Ecologia Política dos Riscos: princípios para integrarmos o local e o global na promoção da saúde e justiça ambiental**. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2007.

PORTO, M. F. S.; FREITAS, C. M. Análise de riscos tecnológicos ambientais: perspectivas para o campo da saúde do trabalhador. **Cad. Saúde Públ.** Rio de Janeiro, 13(Supl. 2):59-72, 1997. Disponível em: [file:///D:/-%20Documentos%20n%C3%A3o%20delete%20backup%20dia%2026-03-21/Downloads/pt\\_BR%20\(2\).pdf](file:///D:/-%20Documentos%20n%C3%A3o%20delete%20backup%20dia%2026-03-21/Downloads/pt_BR%20(2).pdf). Acesso em 20 de setembro de 2013.

REMOALDO, P. C.; NOGUEIRA, H.; ALVES, J. **Subestações de energia elétrica, radiação eletromagnética e os efeitos na saúde humana** – estudo de caso do município de Guimarães. in P. C. Remoaldo e H. Nogueira (Orgs.), *Desigualdades socioterritoriais e comportamentos em saúde*, Lisboa, Edições Colibri, 2012. pp. 117-140 (ISBN: 978-989-689-281-4).

SÁ, J. **Campos Electromagnéticos de Extremamente Baixa Frequência, Saúde Pública e Linhas de Alta Tensão**. 2008.

SANTANA, P. **Introdução à Geografia Da Saúde: território, saúde e bem-estar**. Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra, 2014.

SANTOS, M. **A Natureza do Espaço: Técnica e Tempo, Razão e Emoção**. 4ª ed. 5. reimpr. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2009. (Coleção Milton Santos)

SANTOS, M. **Espaço e Método**. 4. ed. São Paulo: Nobel, 1997.

SANTOS, M. O espaço geográfico como categoria filosófica. **Terra Livre**, n 5, p. 9-20, 1988.

SANTOS, M. **Por uma geografia nova: da crítica da geografia a uma geografia crítica**. 3ed. São Paulo: Hucitec, 1986.

SANTOS, Milton. Saúde e ambiente no processo de desenvolvimento. **Ciênc. saúde coletiva** [online]. 2003, vol.8, n.1, pp. 309-314. ISSN 1413-8123. Disponível em: <http://www.scielo.org/pdf/csc/v8n1/a24v08n1.pdf>. Acesso em 28 de outubro de 2015.

SAVITZ, D. A.; LOOMIS, D. P. Magnetic field exposure in relation to leukemia and brain cancer mortality among electric utility workers. **American Journal of Epidemiology**, 141:123-134, 1995.

SILVA, S. L. **Avaliação dos níveis de radiação não-ionizante em ambientes de trabalho de uma universidade brasileira**. Dissertação, UFPB. João Pessoa, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/14008/1/Arquivototal.pdf>.

SOARES, B. R.; COSTA, N. M. da.; LIMA, S. do C.; COSTA, E. M. da. **Construindo Cidades Saudáveis: utopias e práticas**. V. II. Uberlândia/MG: Assis editora, 2017.

SOJA, E. W. El tercer espacio - extendiendo el alcance de la imaginación geográfica. **Geographikós**, n. 8, segundo semestre de 1997. p. 71-76

SOJA, E. W. **Geografia Pós-Moderna: A reafirmação do espaço na teoria social crítica**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1993.

SOLLITTO, C. M. **Efeitos clastogênicos em Tradescantia (Trad-MCN) induzidos por campos magnéticos de frequência extremamente baixa (ELF)**. Dissertação de Mestrado – Curso de Medicina da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

SOUZA, D. V.; BONGO, D. L. V.; SERRA, E. L. M. Exposição aos campos eletromagnéticos em áreas residenciais e os possíveis efeitos nocivos à saúde: críticas e controvérsias à luz do princípio da precaução. **Revista do CEDS (Revista Científica do Centro de Estudos em Desenvolvimento Sustentável da UNDB)** Número 5 – Volume 1 – ago/dez 2016 Periodicidade semestral. Disponível em: [www.undb.edu.br/ceds/revistadoceds](http://www.undb.edu.br/ceds/revistadoceds). Acesso em 17 de outubro de 2013.

SPINK, M. J. P. Trópicos do discurso sobre risco: risco-aventura como metáfora na modernidade tardia. **Cadernos de Saúde Pública**, 17(6): K1277-1311, nov.- dez., 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csp/a/FvZ7tVJLjFtT3Pky8Rv76d/?format=pdf&lang=pt>.

SPOSITO, E. S. **Geografia e filosofia: contribuição para o ensino do pensamento geográfico**. São Paulo: Editora da UNESP, 2004.

SPÓSITO, M. E. B. Loteamentos Fechados em cidades médias paulistanas – Brasil. In SPOSITO, M. E. B; SOBARZO, O (org.). **Cidades Médias: produção do espaço urbano e regional**. Expressão Popular, São Paulo, 2006. pp 175 - 197

SPOSITO, M. E. B. Metropolização do Espaço: cidades médias, logics econômicas e consumo. In FERREIRA, A; RUA, J; MATTOS, R. C de. **Desafios da Metropolização do Espaço**. Consequência, Rio de Janeiro, 2015.

SUERTEGARAY, D. M. A. Espaço geográfico uno e múltiplo. **Scripta Nova**, n. 93, 15 de julho de 2001. Disponível em: <http://www.ub.edu/geocrit/sn-93.htm>. Acesso em 24/10/2015.

Wertheimer, N.; Leeper, E. (1979). Electrical wiring configurations and childhood cancer. In: **American Journal of Epidemiology**, 109(3):273-84.

WHO. World Health Organization. **Extremely low frequency fields. Environmental Health Criteria**, Vol. 238. Geneva, World Health Organization, 2007.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Health topics: Chronic diseases**. Geneva: WHO, 2013. Disponível em: [http://www.who.int/topics/chronic\\_diseases/en/](http://www.who.int/topics/chronic_diseases/en/). Acesso em: 18 nov. 2023.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **WHO report on cancer: setting priorities, investing wisely and providing care for all**. [s. l.]: WHO, 2020. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/330745;jsessionid=2722B5EBF3812CFF2E489833DF9EE9A8>. Acesso em: 18 nov. 2023.

## **ANEXOS**

## ANEXO A: Parecer Consubstanciado CEP/UFG



UFG - UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE GOIÁS



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** AMBIENTE, SAÚDE E RISCOS NA CIDADE: Análise dos efeitos da poluição eletromagnética proveniente das linhas de transmissão de energia elétrica de alta tensão sobre a saúde da população.

**Pesquisador:** MONICA OLIVEIRA ALVES

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 13548719.0.0000.5083

**Instituição Proponente:** Universidade Federal de Goiás - UFG

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 3.412.537

#### Apresentação do Projeto:

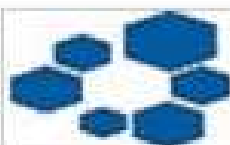
**Título da Pesquisa:** AMBIENTE, SAÚDE E RISCOS NA CIDADE: Análise dos efeitos da poluição eletromagnética proveniente das linhas de transmissão de energia elétrica de alta tensão sobre a saúde da população. **Pesquisador Responsável:** MONICA OLIVEIRA ALVES. **Pesquisadora participante:** Juliana Romalho Barros.

**CAAE:** 13548719.0.0000.5083.

Trata-se de um projeto de doutorado. Neste, pretende-se avaliar as condições de saúde da população que vive nas proximidades das linhas aéreas de transmissão de energia elétrica de alta tensão da subestação Montes Claros 1, na cidade de Montes Claros/MG.

Os procedimentos metodológicos consistirão de levantamentos bibliográficos e documentais; análise de dados secundários disponibilizados por órgãos oficiais como o IBGE, INCA, DATASUS. Além disso, será realizado um inquérito populacional com os moradores do local elegido para o estudo, onde os participantes da pesquisa responderão a um questionário semiestruturado contendo questões que abordam os hábitos diários, estilo de vida, condições de saúde, hereditariedade, ambiente de moradia, entre outros, com o propósito de verificar se existe alguma doença relacionada à exposição da poluição eletromagnética que segue o padrão espacial das linhas de alta tensão. Os participantes da pesquisa serão divididos em dois grupos: 100 indivíduos expostos e 100 indivíduos não expostos. Serão considerados sob exposição ao risco os moradores

**Endereço:** Pró-Reitoria de Pesquisa e Inovação - Agência UFG de Inovação, Alameda Paracatyant, Qd. K, Edifício K2  
**Bairro:** Campus Samambaia, UFG **CEP:** 74.690-970  
**UF:** GO **Município:** GOVANIA  
**Telefone:** (62)3321-1215 **Fax:** (62)3321-1163 **E-mail:** cep.proj.ufg@gmail.com



UFG - UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE GOIÁS



## PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** AMBIENTE, SAÚDE E RISCOS NA CIDADE: Análise dos efeitos da poluição eletromagnética proveniente das linhas de transmissão de energia elétrica de alta tensão sobre a saúde da população

**Pesquisador:** MONICA OLIVEIRA ALVES

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 13548719.0.0000.5083

**Instituição Proponente:** Universidade Federal de Goiás - UFG

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 3.412.537

#### Apresentação do Projeto:

**Título da Pesquisa:** AMBIENTE, SAÚDE E RISCOS NA CIDADE: Análise dos efeitos da poluição eletromagnética proveniente das linhas de transmissão de energia elétrica de alta tensão sobre a saúde da população. **Pesquisador Responsável:** MONICA OLIVEIRA ALVES. **Pesquisadora participante:** Juliana Ramalho Barros.

**CAAE:** 13548719.0.0000.5083

Trata-se de um projeto de doutorado. Neste, pretende-se avaliar as condições de saúde da população que vive nas proximidades das linhas aéreas de transmissão de energia elétrica de alta tensão da subestação Montes Claros 1, na cidade de Montes Claros/MG.

Os procedimentos metodológicos consistirão de levantamentos bibliográficos e documentais, análise de dados secundários disponibilizados por órgãos oficiais como o IBGE, INCA, DATASUS. Além disso, será realizado um inquérito populacional com os moradores do local escolhido para o estudo, onde os participantes da pesquisa responderão a um questionário semiestruturado contendo questões que abordam os hábitos diários, estilo de vida, condições de saúde, hereditariedade, ambiente de moradia, entre outros, com o propósito de verificar se existe alguma doença relacionada à exposição da poluição eletromagnética que segue o padrão espacial das linhas de alta tensão. Os participantes da pesquisa serão divididos em dois grupos: 100 indivíduos expostos e 100 indivíduos não expostos. Serão considerados sob exposição ao risco os moradores

**Endereço:** Pró-Reitoria de Pesquisa e Inovação - Agência UFG de Inovação, Alameda Fambayart, Qd. K, Edifício K2  
**Bairro:** Campus Samambaia, UFG **CEP:** 74.690-670  
**UF:** GO **Município:** GOIÂNIA  
**Telefone:** (62)3521-1213 **Fax:** (62)3521-1163 **E-mail:** cep.prp.ufg@gmail.com



UFG - UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE GOIÁS



## PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** AMBIENTE, SAÚDE E RISCOS NA CIDADE: Análise dos efeitos da poluição eletromagnética proveniente das linhas de transmissão de energia elétrica de alta tensão sobre a saúde da população

**Pesquisador:** MONICA OLIVEIRA ALVES

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 13548719.0.0000.5083

**Instituição Proponente:** Universidade Federal de Goiás - UFG

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 3.412.537

#### Apresentação do Projeto:

**Título da Pesquisa:** AMBIENTE, SAÚDE E RISCOS NA CIDADE: Análise dos efeitos da poluição eletromagnética proveniente das linhas de transmissão de energia elétrica de alta tensão sobre a saúde da população. **Pesquisador Responsável:** MONICA OLIVEIRA ALVES. **Pesquisadora participante:** Juliana Ramalho Barros.

**CAAE:** 13548719.0.0000.5083.

Trata-se de um projeto de doutorado. Neste, pretende-se avaliar as condições de saúde da população que vive nas proximidades das linhas aéreas de transmissão de energia elétrica de alta tensão da subestação Montes Claros 1, na cidade de Montes Claros/MG.

Os procedimentos metodológicos consistirão de levantamentos bibliográficos e documentais, análise de dados secundários disponibilizados por órgãos oficiais como o IBGE, INCA, DATASUS. Além disso, será realizado um inquérito populacional com os moradores do local elegido para o estudo, onde os participantes da pesquisa responderão a um questionário semiestruturado contendo questões que abordam os hábitos diários, estilo de vida, condições de saúde, hereditariedade, ambiente de moradia, entre outros, com o propósito de verificar se existe alguma doença relacionada à exposição da poluição eletromagnética que segue o padrão espacial das linhas de alta tensão. Os participantes da pesquisa serão divididos em dois grupos: 100 indivíduos expostos e 100 indivíduos não expostos. Serão considerados sob exposição ao risco os moradores

**Endereço:** Pró-Reitoria de Pesquisa e Inovação - Agência UFG de Inovação, Alameda Flamboyant, Cid. K, Edifício K2  
**Bairro:** Campus Samambaia, UFG **CEP:** 74.090-970  
**UF:** GO **Município:** GOIÂNIA  
**Telefone:** (62)3521-1215 **Fax:** (62)3521-1163 **E-mail:** cep.prgl.ufg@gmail.com



UFG - UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE GOIÁS



## PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** AMBIENTE, SAÚDE E RISCOS NA CIDADE: Análise dos efeitos da poluição eletromagnética proveniente das linhas de transmissão de energia elétrica de alta tensão sobre a saúde da população

**Pesquisador:** MONICA OLIVEIRA ALVES

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 13548719.0.0000.5083

**Instituição Proponente:** Universidade Federal de Goiás - UFG

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 3.412.537

#### **Apresentação do Projeto:**

**Título da Pesquisa:** AMBIENTE, SAÚDE E RISCOS NA CIDADE: Análise dos efeitos da poluição eletromagnética proveniente das linhas de transmissão de energia elétrica de alta tensão sobre a saúde da população. **Pesquisador Responsável:** MONICA OLIVEIRA ALVES. **Pesquisadora participante:** Juliana Ramalho Barros.

**CAAE:** 13548719.0.0000.5083.

Trata-se de um projeto de doutorado. Neste, pretende-se avaliar as condições de saúde da população que vive nas proximidades das linhas aéreas de transmissão de energia elétrica de alta tensão da subestação Montes Claros 1, na cidade de Montes Claros/MG.

Os procedimentos metodológicos consistirão de levantamentos bibliográficos e documentais, análise de dados secundários disponibilizados por órgãos oficiais como o IBGE, INCA, DATASUS. Além disso, será realizado um inquérito populacional com os moradores do local elegido para o estudo, onde os participantes da pesquisa responderão a um questionário semiestruturado contendo questões que abordam os hábitos diários, estilo de vida, condições de saúde, hereditariedade, ambiente de moradia, entre outros, com o propósito de verificar se existe alguma doença relacionada à exposição da poluição eletromagnética que segue o padrão espacial das linhas de alta tensão. Os participantes da pesquisa serão divididos em dois grupos: 100 indivíduos expostos e 100 indivíduos não expostos. Serão considerados sob exposição ao risco os moradores

**Endereço:** Pró-Reitoria de Pesquisa e Inovação - Agência UFG de Inovação, Alameda Pantoyssel, Qd. K, Edifício K3  
**Bairro:** Campus Samambaia, UFG. **CEP:** 74.620-670  
**UF:** GO **Município:** GOIÂNIA  
**Telefone:** (62)3521-1215 **Fax:** (62)3521-1163 **E-mail:** cep.proj.ufg@gmail.com

## **APÊNDICE**

## APÊNDICE A: Formulário eletrônico de pesquisa

28/11/2023, 17:14

PESQUISA CIENTÍFICA "OS RISCOS TECNOLÓGICOS NA SOCIEDADE DE RISCO: possíveis danos da poluição eletromagnética sobre a saúde humana"

# PESQUISA CIENTÍFICA "OS RISCOS TECNOLÓGICOS NA SOCIEDADE DE RISCO: possíveis danos da poluição eletromagnética sobre a saúde humana"

Esta pesquisa faz parte de um estudo sobre os riscos à saúde humana pela exposição à radiação eletromagnética proveniente de diversas fontes que estão presentes no cotidiano da população em geral. Os dados deste questionário serão utilizados para embasar uma Tese de Doutorado que está sendo realizada no âmbito do PPGeo/IESA/UFG. Todos os dados pessoais informados neste formulário serão mantidos sob total sigilo e serão utilizados apenas as respostas das questões propostas sobre o tema em estudo. A pesquisa está aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa com seres humanos - CEP - da UFG sob o parecer de número 3.412.537.

Pesquisadora: Mônica Oliveira Alves

Orientadora: Profª Drª Juliana Ramalho Barros

Observação: Esse questionário só deve ser respondido por pessoas com idade de 18 anos ou mais.

### Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Ao responder este questionário você está automaticamente concordando em participar desta pesquisa. O TCLE será enviado na íntegra para o e-mail informado neste questionário.

\* Indica uma pergunta obrigatória

1. E-mail \*

---

2. Data \*

---

Exemplo: 7 de janeiro de 2019

Perguntas do teste

Algumas perguntas permitem mais de uma marcação

[https://docs.google.com/forms/d/1xH5aa4ZXGDmk1M6CPc235aaEFZXB\\_5P1aesU2Bg/edit](https://docs.google.com/forms/d/1xH5aa4ZXGDmk1M6CPc235aaEFZXB_5P1aesU2Bg/edit)

1/6

3. 1 - Idade \*

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Entre 18 a 39 anos
- ☐ Entre 39 a 59 anos
- ☐ Acima de 60 anos

4. 2 - Grau de escolaridade \*

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Ensino fundamental incompleto
- ☐ Ensino fundamental completo
- ☐ Ensino médio incompleto
- ☐ Ensino médio completo
- ☐ Graduação completa ou incompleta
- ☐ Pós-graduação

5. 3 - Você já ouviu falar sobre poluição eletromagnética? \*

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Sim
- ☐ Não

6. 4 - É de seu conhecimento os riscos que a radiação eletromagnética oferece para a saúde humana? \*

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Sim, tenho conhecimento suficiente.
- ☐ Sim, mas tenho pouco conhecimento.
- ☐ Não tenho nenhum conhecimento.

7. 5 - De acordo com seu conhecimento, qual item abaixo você acredita que pode gerar risco à saúde pela radiação eletromagnética emitida? \*

Marque todas que se aplicam.

- ☐ Forno microondas
- ☐ Aparelhos de celulares
- ☐ Computadores
- ☐ Aparelhos de televisão
- ☐ Torres de telefonia
- ☐ Linhas de transmissão de energia elétrica de alta tensão

8. 6 - Você toma alguma precaução para evitar sua exposição à radiação eletromagnética no seu dia a dia? \*

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Sim
- ☐ Não
- ☐ Nem sempre

9. 7 - Você já ouviu falar em alguma doença que pode ser relacionada com a exposição à radiação eletromagnética? \*

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Sim
- ☐ Não

10. 8 - Se sua resposta for sim para a questão 07, escreva aqui quais doenças:

---

**Gratidão! A sua participação foi de grande importância para esta pesquisa.**

Mônica Oliveira Alves

## APÊNDICE B: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLC



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
Unidade Acadêmica de vinculação da pesquisa



### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE

Você está sendo convidado(a) a participar, como voluntário(a), da pesquisa intitulada **“OS RISCOS TECNOLÓGICOS NA SOCIEDADE DE RISCO: possíveis danos da poluição eletromagnética sobre humana”**. Meu nome é Mônica Oliveira Alves, sou a pesquisadora responsável e minha área de atuação é Geografia da Saúde. Após receber os esclarecimentos e as informações a seguir, se você aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento, que está impresso em duas vias, sendo que uma delas é sua e a outra ficará comigo. Esclareço que em caso de recusa na participação você não será penalizado(a) de forma alguma. Mas se aceitar participar, as dúvidas sobre a pesquisa poderão ser esclarecidas pelo(s) pesquisador(es) responsável(is), via e-mail [monicaelfit@hotmail.com](mailto:monicaelfit@hotmail.com) e, inclusive, sob forma de ligação a cobrar, através do(s) seguinte(s) contato(s) telefônico(s): (38)998197276/(62)999092253, inclusive com possibilidade de ligação a cobrar. Ao persistirem as dúvidas sobre os seus direitos como participante desta pesquisa, você também poderá fazer contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Goiás, pelo telefone (62)3521-1215. Tem sido discutido, à escala internacional, que os Campos Eletromagnéticos provenientes das linhas de transmissão de energia elétrica de alta tensão, podem causar diversos males à saúde da população que habita nas suas proximidades, como distúrbios do sistema nervoso central, doenças crônico-degenerativas como Parkinson, Mal de Alzheimer e alguns tipos de câncer como leucemia infantil e tumores cerebrais. Nesse sentido, o trabalho tem como objetivo geral analisar a problemática referente aos riscos à saúde humana gerados pela exposição à radiação eletromagnética provenientes das linhas de transmissão de energia elétrica de alta tensão presentes nos espaços urbanos. Você responderá um questionário semiestruturado que pode conter questões sobre seu estilo de vida, condições ambientais do local de residência, sua percepção acerca dos possíveis riscos, histórico de saúde/doença de sua família. Para isso, deverá reservar um período de, pelo menos 30 minutos, para que possamos conversar. Será realizado uma entrevista semiestruturada com os moradores que residem nas proximidades da Subestação Montes Claros I, que se encontram na faixa considerada de risco pela Organização Mundial da Saúde e com o público em geral. Como as perguntas serão sobre sua condição de vida e saúde, podem acossar desconfortos emocionais ou constrangimentos, e você poderá não responder a qualquer pergunta que lhe trazer alguma angústia. Você tem direito a ressarcimento das despesas decorrentes da cooperação com a pesquisa, e a pleitear indenização em caso de danos. Se você não quiser que seu nome seja divulgado está garantido o sigilo que assegure a privacidade e o anonimato. Contudo, haverá a divulgação do seu nome quando for de interesse se não houver objeção:

- (        ) Permito a minha identificação nos resultados publicados da pesquisa;
- (        ) Não permito a minha identificação nos resultados publicados da pesquisa.

#### 1.2 Consentimento da Participação na Pesquisa:

Eu, \_\_\_\_\_, abaixo assinado,  
concordo em participar do estudo intitulado **“OS RISCOS TECNOLÓGICOS NA SOCIEDADE DE RISCO: possíveis danos da poluição eletromagnética sobre**

---

UFG - Universidade Federal de Goiás CNPJ: 01567601/0001-43 Av. Esperança, s/n - Chácara de Recreio Samambaia, CEP 74690-900 Goiânia - Goiás - Brasil. Fone: +55 (62) 3521.1000



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
Unidade Acadêmica de vinculação da pesquisa



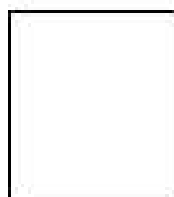
humana". Informo ter mais de 18 anos de idade e destaco que minha participação nesta pesquisa é de caráter voluntário. Fui devidamente informado(a) e esclarecido(a) pela pesquisadora responsável Mônica Oliveira Alves sobre a pesquisa, os procedimentos e métodos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação no estudo. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade. Declaro, portanto, que concordo com a minha participação no projeto de pesquisa acima descrito.

Montes Claros/MG, ..... de ..... de .....

\_\_\_\_\_  
Assinatura por extenso do(a) participante

\_\_\_\_\_  
Assinatura por extenso do(a) pesquisador(a) responsável

Testemunhas em caso de uso da assinatura dactiloscópica



\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## APÊNDICE C: Roteiro de entrevistas com a população exposta



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
Unidade Acadêmica de vinculação da pesquisa



### ROTEIRO DE ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA

Tem sido discutido, à escala mundial, que os Campos Eletromagnéticos provenientes das linhas de transmissão de energia elétrica de alta tensão podem causar impactos negativos na saúde humana. Neste sentido, este questionário tem como objetivo obter dados referentes à percepção de risco da população que habita próxima à essas infraestruturas na cidade de Monte Claro/MG, bem como outras variáveis relevantes para o estudo. A pesquisa faz parte da tese de doutoramento de Mônica Oliveira Alves que está sendo desenvolvida no Instituto de Estudos Socioambientais da Universidade Federal de Goiás, sob a orientação da Dr<sup>a</sup>. Juliana Ramalho Barros. Neste sentido, a sua colaboração é de fundamental importância, pois as informações obtidas com este estudo poderão ser utilizadas para subsidiar políticas públicas para proteger a saúde da população que habita em territórios densamente ocupados por linhas e postes de alta tensão nas áreas urbanas.

Todas as informações são confidenciais e anônimas. Os dados obtidos serão utilizados apenas para fins acadêmicos. O inquirido está livre para interromper, tirar dúvidas ou manifestar o desejo de não prosseguir com o inquérito.

Nome do entrevistado: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Horário de início: \_\_\_\_:\_\_\_\_ Código: \_\_\_\_\_

Endereço (rua e nº da residência): \_\_\_\_\_

#### A - DADOS PESSOAIS:

1 - Sexo: F \_\_\_\_ M \_\_\_\_ Não declarado \_\_\_\_

2 - Idade:  
\_\_\_\_ 18 a 28 anos  
\_\_\_\_ 29 a 39 anos  
\_\_\_\_ 40 a 49 anos  
\_\_\_\_ 50 a 69 anos  
\_\_\_\_ 70 anos ou mais

3 - Nível de escolaridade:  
\_\_\_\_ Não sabe ler nem escrever  
\_\_\_\_ Ensino Fundamental incompleto  
\_\_\_\_ Ensino Fundamental completo  
\_\_\_\_ Ensino Médio incompleto  
\_\_\_\_ Ensino Médio completo  
\_\_\_\_ Ensino Superior incompleto  
\_\_\_\_ Ensino Superior completo  
\_\_\_\_ Outro. Qual? \_\_\_\_\_

4 - Profissão: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_ Alvo  
\_\_\_\_ Empregado(a)  
\_\_\_\_ Desempregado(a)  
\_\_\_\_ À procura do primeiro emprego  
\_\_\_\_ À procura de novo emprego  
\_\_\_\_ Não Alvo  
\_\_\_\_ Doméstico(a)  
\_\_\_\_ Estudante  
\_\_\_\_ Reformado(a) ou aposentado(a)

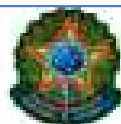
5 - Renda por capita:  
\_\_\_\_ Menos que um salário mínimo  
\_\_\_\_ De um a dois salários mínimos  
\_\_\_\_ De dois a três salários mínimos  
\_\_\_\_ Acima de três salários mínimos

#### B - DOMICÍLIO:

6 - Quantas pessoas habitam nesta casa? \_\_\_\_ Crianças: \_\_\_\_ Adultos: \_\_\_\_

7 - Há quanto tempo habita neste local? \_\_\_\_ anos ou sempre \_\_\_\_

UFG - Universidade Federal de Goiás CNPJ: 01567601/0001-43 Av. Esperança, s/n - Chácara de Roccos  
Samarutaba, CEP 74690-900 Goiânia - Goiás - Brasil. Fone: +55 (62) 3521.1000



8 - Nesta mesma casa? Sim \_\_\_\_ Não \_\_\_\_  
Se não, onde morou anteriormente? \_\_\_\_ Durante quanto tempo? \_\_\_\_ Viveu lá a maior parte da sua vida? \_\_\_\_ Se não, onde viveu a maior parte da sua vida? \_\_\_\_

9 - Na localidade onde morou anteriormente a sua casa estava perto de linhas e postes de alta tensão?  
Sim \_\_\_\_ Não \_\_\_\_

10 - Aproximadamente quantos horas por dia, durante a semana, passa em casa (sem ser a dormir)? \_\_\_\_  
E no fim de semana? \_\_\_\_

11 - Em que parte da casa (para além do quarto) passa mais tempo durante o dia? \_\_\_\_

12 - Quantos eletrodomésticos tem nesse local? \_\_\_\_ Quais são? \_\_\_\_

13 - Durante o tempo que se encontra no local que referiu, estão ligados ou desligados? \_\_\_\_  
Quais? \_\_\_\_

14 - Quantas horas dorme normalmente por dia? \_\_\_\_

15 - Quantos eletrodomésticos tem no quarto? \_\_\_\_ Quais? \_\_\_\_  
Desliga-os da tomada antes de dormir? Sim \_\_\_\_ Não \_\_\_\_

16 - Quais eletrodomésticos tem em casa? \_\_\_\_

17 - Tem celular? Sim \_\_\_\_ Não \_\_\_\_  
Com que frequência o utiliza? \_\_\_\_ Duração aproximada das chamadas? \_\_\_\_

#### C) CONDIÇÕES DE SAÚDE

18 - Com que frequência costuma ir ao seu médico? \_\_\_\_

19 - Quais são os motivos que o levam, normalmente, ao médico?  
Consulta de Rotina? \_\_\_\_ Controle de alguma doença? \_\_\_\_ Qual? \_\_\_\_

20 - Alguma pessoa da família (ou que habita nesta casa) tem que ir regularmente ao médico?  
Porquê? \_\_\_\_

21 - O (A) Senhor(a) e as pessoas que moram nesta casa tiveram ou têm algumas destas doenças ou sintomas?  
(Toma algum medicamento? Quais?) \_\_\_\_

| Doença                        | Quando foi Diagnosticada | Idade | Onde morava |
|-------------------------------|--------------------------|-------|-------------|
| Câncer                        |                          |       |             |
| Diabetes (açúcar no sangue)   |                          |       |             |
| Problemas cardíacos (coração) |                          |       |             |
| Hipertensão                   |                          |       |             |
| Alcunha                       |                          |       |             |



|                                                             |                     |              |                    |
|-------------------------------------------------------------|---------------------|--------------|--------------------|
| Depressão                                                   |                     |              |                    |
| Parkinson                                                   |                     |              |                    |
| Alzheimer                                                   |                     |              |                    |
| Doença do sangue<br>(leucemia, linfoma)                     |                     |              |                    |
| Esclerose múltipla<br>(paralisia)                           |                     |              |                    |
| Outras:                                                     |                     |              |                    |
| <b>Sintomas</b>                                             | <b>Desde quando</b> | <b>Idade</b> | <b>Onde morava</b> |
| Distúrbios do sono<br>(insônias, dificuldades<br>em dormir) |                     |              |                    |
| Cansaço                                                     |                     |              |                    |
| Irritabilidade<br>(nervosismo, stress)                      |                     |              |                    |
| Outros:                                                     |                     |              |                    |

22 - Como considera o seu estado de saúde actual e das pessoas que habitam nesta casa?

Muito bom \_\_\_\_\_ Bom \_\_\_\_\_ Razoável \_\_\_\_\_

Mau \_\_\_\_\_ Porquê? \_\_\_\_\_ Muito Mau: \_\_\_\_\_ Porquê? \_\_\_\_\_

23 - Tem informação sobre a influência das linhas de alta tensão na saúde das pessoas? Sim \_\_\_\_\_ Não \_\_\_\_\_  
Que tipo de informação possui?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Obs.: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

*Obrigado por sua participação!*

Montes Claros/MG, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Assinatura por extenso do(a) participante

\_\_\_\_\_  
Assinatura por extenso do(a) pesquisador(a) responsável

Testemunhas em caso de uso da assinatura datiloscópica

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_