



**VANESSA MOREIRA CARREGAL BONDANÇA**

**TELEFONIA CELULAR E POTENCIAIS RISCOS À SAÚDE**

**LAVRAS-MG  
2022**

**VANESSA MOREIRA CARREGAL BONDANÇA**

**TELEFONIA CELULAR E POTENCIAIS RISCOS À SAÚDE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, área de concentração Epidemiologia de Doenças Infecciosas e Parasitárias, para a obtenção do título de Mestre.

Profa. Dra. Stela Márcia Pereira Dourado  
Orientadora

Profa. Dra. Miriam Monteiro de Castro Graciano  
Coorientadora

**LAVRAS – MG  
2022**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca Universitária da UFLA,  
com dados informados pelo (a) próprio(a) autor(a).

Bondança, Vanessa Moreira Carregal.

Telefonia celular e potenciais riscos à saúde / Vanessa Moreira Carregal Bondança. – 2022.

66 p. : il.

Orientadora: Stela Márcia Pereira Dourado.

Coorientadora: Miriam Monteiro de Castro Graciano.

Dissertação (Mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Lavras, 2022.

Bibliografia.

1. Insônia. 2. Uso de celular. 3. Câncer. I. Dourado, Stela Márcia Pereira. II. Graciano, Miriam Monteiro de Castro. III. Título.



|

À Deus,

Por sempre me guiar, me proteger, colocar  
pessoas abençoadas no meu caminho, me  
proporcionando sempre o melhor,  
e claro,

Ao meu amado pai (*in memoria*),  
meu amigo, companheiro, meu protetor,  
minha fonte de amor e bondade,  
sempre estaremos juntos!!

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, pela oportunidade concedida.

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Ciências da Saúde, pelo apoio na realização do mestrado.

Ao meu esposo, Adauto, pelo companheirismo, amizade, amor e suporte, em todos os momentos. Você é meu porto seguro.

À minha mãe, pelo exemplo de ser humano, mulher, esposa e mãe. Que sempre tem uma postura de carinho, amor e respeito com todos que a cercam. Meu orgulho.

Às minhas irmãs, minhas melhores amigas, pelo apoio e incentivo sempre. Nossa união nos fortalece.

Aos meus filhos, Isadora e Henrique, por me incentivarem e participarem de cada momento. Vocês me fazem tentar ser melhor a cada dia.

À minha sogra, pelo apoio e ajuda no trabalho.

À Professora Doutora, Stela Márcia Pereira Dourado, pela liberdade na escolha do tema, pela orientação, todo conhecimento transmitido, respeito e carinho compartilhado. Fortalecemo-nos em nossas orações.

À Professora Doutora, Miriam Monteiro, por participar e apoiar o trabalho.

Ao Professor Doutor, Luciano José Pereira, por tanto conhecimento, orientação e suporte, durante o trabalho.

Ao ~~professor~~ Professor Doutor, João Domingos Scalon, pela ajuda na análise dos dados, apoio e atenção em todos os momentos.

Aos demais professores, mestres e doutores que contribuíram com minha formação e com a execução deste estudo.

À Fundação de Amparo e Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG), pela concessão da bolsa de mestrado.

Ao Hospital do Sul de Minas e à equipe do SAME, por possibilitar a realização deste trabalho.

A todos os pacientes clínicos e, principalmente, oncológicos que possibilitaram a execução do trabalho, compartilhando um momento delicado de suas vidas, na busca pela cura e por um novo estilo de vida. Meu respeito e gratidão!

A todos que caminharam comigo, nessa trajetória, muito obrigada!

## RESUMO GERAL

O aumento do uso de dispositivos móveis e a sua relação com possíveis efeitos nocivos à saúde tem se tornado evidente, na literatura, uma vez que estes podem estar relacionados ao câncer e a outros desfechos, como a insônia. Desse modo, nos objetivos deste estudo, apresentados em dois artigos, versam sobre a investigação da localização de estações de rádio base como fator de risco para a ocorrência de câncer e os efeitos nocivos da utilização de telefones celulares como possíveis fatores de risco para a insônia. ~~Utilizou~~Utilizaram-se dois tipos de desenhos de estudos, um para cada objetivo proposto: a) estudo de caso-controle e b) estudo de revisão sistemática. O delineamento de Caso-Controle foi conduzido em uma base hospitalar, de novembro de 2021 a fevereiro de 2022, onde foram coletados dados dos prontuários de pacientes oncológicos e clínicos, atendidos em uma instituição do sul de Minas Gerais, referência em oncologia, na macrorregião, cujos pacientes já ~~tinham~~haviam concluído o tratamento. Participaram do estudo 310 indivíduos, dos quais 81 apresentaram o desfecho câncer e 229 indivíduos de controles. Para cada paciente oncológico (casos) foram selecionados de 2 a 4 pacientes com outros desfechos (controles), pareados, por meio da idade, sexo e região. Foi realizada a distribuição geoespacial das residências e das torres de transmissão de telefonia celular. Os endereços foram retirados dos prontuários médicos e as coordenadas de localização das torres, extraídas do portal de telecomunicações e de conectividade, Conexis Brasil Digital. Foram utilizadas como variáveis independentes, a distância das residências dos sujeitos e até a torre mais próxima, tabagismo, etilismo, gênero, idade, presença (ou não) de: câncer e doenças prévias. Na análise dos dados, evidenciou-se que a idade e o tabagismo tiveram associação com o desfecho, (OR: 1,08;  $p < 0,001$ ) e (OR: 1,87;  $p = 0,078$ ), respectivamente, mas não houve diferença estatística significativa entre os grupos avaliados e as distâncias das torres (OR=1). Para o desenho de Revisão Sistemática, utilizou-se a estratégia PECOS (população: adultos; exposição: uso de aparelhos celulares; comparação: indivíduos sem uso de celulares; desfecho: insônia; tipo de estudos: observacionais). A busca ativa foi realizada entre os meses de janeiro e fevereiro de 2021, nas bases de dados da Pubmed, Science Direct, Scopus e Wef of Science. Adicionalmente, a base Google Scholar foi utilizada para busca de literatura cinzenta. O estudo foi redigido de acordo com o *Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analysis* (PRISMA). Nos dados parciais, encontraram-se 2.128 artigos para o desenho de Revisão Sistemática e Meta-análise, dos quais, 32 foram selecionados para a leitura na íntegra. De acordo com os critérios de inclusão definidos, foram incluídos 18 artigos na análise. Observou-se que destes, dezesseis estudos reportaram associação entre o uso do celular e distúrbios do sono, ~~sendo que~~e a gravidade do distúrbio foi diretamente relacionada ao tempo de uso desse dispositivo. Conclui-se que o uso dos dispositivos móveis investigados prejudicam a qualidade do sono. Todavia, em relação à distância das torres responsáveis por sua transmissão e a localização da residência dos sujeitos da pesquisa, verificou-se que não houve associação com o desfecho câncer.

**Palavras-chave:** Insônia. Uso de celular. Câncer. Torres de transmissão de telefonia celular.

## GENERAL ABSTRACT

The increase in the use of mobile devices and their relationship with possible harmful effects on health has become evident in the literature since these may be related to cancer and other outcomes, such as insomnia. Thus, the study objectives, presented in two articles, are to deal with the investigation of radio base station locations as a risk factor for the occurrence of cancer and the harmful effects of the use of cell phones as a possible risk factor for insomnia. The study used two design types for each proposed objective: a) a case-control study and b) a systematic review study. The Case-Control design carried out the study in an oncology hospital reference in the South of Minas Gerais area and macro-region, from November 2021 to February 2022, and collected the oncological and clinical patients' medical records from patients who had already completed the treatment. A total of 310 individuals participated in the study, of which 81 had a cancer outcome, and 229 were controls. For each cancer patient (case), 2 to 4 patients with other outcomes (controls) were selected, matched by age, sex, and region of origin. Homes and telephone transmission towers were geospatially distributed. The patients' addresses were collected from the medical records and the tower locations from the telecommunications and connectivity portal, Conexis Brasil Digital. Patients' house distances from the nearest tower were considered as independent variables, as were habits, alcohol consumption, gender, age, the presence or not of cancer and previous pathologies. The analysis evidenced that age and smoking habits were associated with the outcome, (OR: 1,08;  $p < 0,001$ ) and (OR: 1,87;  $p = 0,078$ ), respectively, but there was no significant statistical difference between the assessed groups and the distances from the towers (OR=1). For the Systematic Review design, the PECOS strategy was used (population: adults; exposure: use of cell phones; comparison: individuals without cell phones; outcome: insomnia; type of studies: observational). The active search was carried out between January and February 2021, in the Pubmed, Science Direct, Scopus and Web of Science databases. Additionally, the Google Scholar database was used to search for gray literature. The study was written according to the Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analysis (PRISMA). For the design of Systematic Review and Meta-analysis, the search resulted in 2,128 articles found with partial data, of which 32 were selected for a full reading. According to the defined inclusion criteria, 18 articles were included in the analysis. An association between cell phone use and sleep disorders was reported in sixteen studies, and the severity of the sleep disorder was directly related to the time of use of the device. It concludes that the investigated mobile device influences the quality of sleep. However, it was found that there was no relationship between the distance between the cell towers and the research subjects' residence location and the cancer outcome.

**Keywords:** Insomnia. Cancer. Cell phone use. Cell phone transmission towers.



## LISTA DE FIGURAS

### PRIMEIRA PARTE

Gráfico 1 – Estimativa do número de casos incidentes de 2018 à 2040, para todos os tipos de câncer, sexo masculino e feminino, em todas as idades.....	15
Gráfico 2 – Estimativa do número de casos incidentes de 2018 à 2040, para todos os tipos de câncer, de ambos os sexos, em todas as idades. ....	16
Gráfico 3 – Estimativa do número de casos incidentes de 2018 à 2040, para todos os tipos de câncer excluindo o câncer de pele não-melanona, de ambos os sexos, em todas as idades.....	16

### SEGUNDA PARTE – ARTIGOS

#### ARTIGO 1

Figura 1 - Distribuição geográfica das torres (vermelho), casos (triângulos) e controles (círculos).....	35
Figura 2 - Diagrama de fluxo amostral, conforme o Guideline STROBE. ....	38

#### ARTIGO 2

Figure 1. Flowchart of the study selection process. ....	65
Figure 2. (A) Risk of bias graph: Analysis of the authors' judgments about each risk of bias item, presented as percentages of the 17 included cross-sectional studies. (B) Risk of bias graph: Analysis of the authors' judgments about each risk of bias item, presented as percentages of the two included cohort studies. ....	66

## LISTA DE TABELAS

### SEGUNDA PARTE – ARTIGOS

#### ARTIGO 1

Tabela 1 – Análise de frequência das variáveis sexo, patologia, etilismo, tabagismo e distância das torres, de acordo com a condição dos participantes..... 39

Tabela 2 – Coeficientes da análise de regressão logística. .... 40

#### ARTIGO 2

Table 1. General characteristics of the included studies ..... 63

Table 2. Evaluation of the association between cell phone use and insomnia risk ..... 64

## LISTA DE SIGLAS

DM	Diabetes Mellitus
DSM-V	Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais
ERB	Estações Rádio Base
IARC	International Agency for Research on Cancer
ICNIRP	International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection
ICSD-3	Classificação Internacional dos Transtornos do Sono
OPAS	Organização Pan-americana de Saúde
OMS	Organização Mundial de Saúde
PECOS	<i>Population, Exposition, Comparison Group, Outcome, Study Design</i>
PRISMA	<i>Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analysis</i>
PROSPERO	<i>International Prospective Register of Systematic Reviews</i>
PSQI	Pittsburgh Sleep Quality Index
RFR	Radiação de Radiofrequência
RI	Radiação Iônica
RNI	Radiação Não Iônica
SAME	Serviço de Arquivamento Médico
<i>STROBE</i>	<i>Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology</i>

## SUMÁRIO

<b>PRIMEIRA PARTE</b> .....	12
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	14
2.1 Epidemiologia do Câncer .....	14
2.2 Radiação de radiofrequência (RFR) e Estações Rádio Base (ERB) .....	17
2.3 Relação entre as RFR e o câncer .....	17
2.4 Evidências sobre ERB e câncer .....	19
2.5 Uso excessivo dos aparelhos celulares.....	20
2.6 Insônia .....	21
2.7 Relação entre o uso de celular e a insônia .....	22
<b>3 CONSIDERAÇÕES GERAIS</b> .....	23
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	24
<b>SEGUNDA PARTE - ARTIGOS</b> .....	30
<b>ARTIGO 1 - POTENCIAL EFEITO CARCINOGENICO DAS TORRES DE TRANSMISSÃO DE TELEFONIA CELULAR: UM ESTUDO DE CASO-CONTROLE</b> .....	30
<b>ARTIGO 2 - CELL PHONE USE AS A RISK FACTOR FOR INSOMNIA: SYSTEMATIC REVIEW</b> .....	48

## PRIMEIRA PARTE

### 1 INTRODUÇÃO

Com os avanços tecnológicos e a demanda progressiva na utilização de telefonia celular, torna-se inevitável a inclusão de estudos visando à avaliação de possíveis efeitos fisiológicos e ou fisiopatológicos atrelados a esses dispositivos (CHO *et al.*, 2016; BORTKIEWICZ; GADZICKA; SZYMCZAK, 2017; YAKYMENKO *et al.*, 2015). Seus efeitos nocivos podem estar relacionados às radiações emitidas por eles, emitidas pelas estações de rádio base (JOHANSEN *et al.*, 2001; MEO *et al.*, 2018), a possíveis efeitos da luz emitidos pelas telas (RAHMAN *et al.*, 2017), ou mesmo pelo hábito de uso contínuo (BJORVATN *et al.*, 2018). A emissão de radiação de radiofrequência (RFR), pelas torres de transmissão de telefonia celular, também denominadas estação rádio base (ERB), como fator imprescindível para acesso à comunicação das tecnologias sem fio, encontra-se em expansão global (GURSATEJ; GURPREET; UZMA, 2015; MAGIERA; SOLECKA, 2019; ZHANG *et al.*, 2016). Estima-se que, até 2025, o número total de assinantes de Internet móvel em todo o mundo atinja cerca de 5 bilhões de pessoas (mais de 60% da população) e, por conseguinte, cresça, na mesma escala, o número de aparelhos sem fio (GSMA, 2020).

Estudos realizados, em diferentes países desenvolvidos, corroboram ~~com~~ o fato de que inúmeras doenças possam estar interligadas com a proximidade de moradias, em relação aos mastros de transmissão de telefonia celular (JOHANSEN *et al.*, 2001; MEO *et al.*, 2018).

Ademais, pesquisas têm sido realizadas com a finalidade de se identificar a associação entre a utilização de telefones celulares e a incidência de alguns tipos específicos de cânceres como os tumores cerebrais (BEGHI, 2017), de glândulas salivares e leucemias (BORTKIEWICZ; GADZICKA; SZYMCZAK, 2017). Nesse contexto, estudos têm apresentado evidências sobre o uso dos telefones móveis como fator de risco para doenças oncológicas (JOHANSEN *et al.*, 2001; HAVAS, 2017). Todavia, ainda há inúmeros questionamentos para a ratificação de uma real associação (MARTENS *et al.*, 2017; CHO *et al.*, 2016), ~~sendo~~ é pertinente a condução de futuros estudos com vistas à confirmação de tais pressupostos, bem como a verificação da existência de outras possíveis variáveis que possam estar inseridas na cadeia de causas desses desfechos.

Uma vez que ~~estes-esses~~ dispositivos têm sido usados como ferramenta de trabalho, bem como de lazer (MEI *et al.*, 2018), tem sido observada uma rotina de utilização excessiva e desordenada, a qual poderá desencadear transtornos de diversas ordens à saúde dos

indivíduos, tanto nos aspectos sociais e físicos quanto nas doenças mentais, nas quais são evidenciadas stress, depressão e, até mesmo, o nível de gravidade de insônia (AL BATTASHI *et al.*, 2021). A cronificação desse desfecho, resulta em alterações importantes de humor, intensificando o impacto negativo sobre o bem-estar dos usuários (BONNET; ARAND, 2006). Desse modo, a literatura evidencia que seu uso em demasia antes de dormir, após as luzes se apagarem, pode decorrer no declínio das horas de sono, com comprometimento da qualidade de vida desses usuários (RAFIQUE *et al.*, 2020; EXELMANS, VAN DEL BULCK, 2016; BHAT *et al.*, 2017).

Assim, os objetivos deste estudo, versam sobre a investigação do potencial efeito carcinogênico das torres de transmissão de telefonia celular e os efeitos nocivos da utilização de telefones celulares como possível fator de risco para a insônia. A escolha do presente tema relaciona-se à preocupação com o uso excessivo e contínuo de dispositivos móveis e a expansão de suas torres de transmissão, como determinantes da ocorrência de câncer, bem como de distúrbios do sono (HARDELL; CARLBERG; HEDENDAHL, 2018; DODE *et al.*, 2011).

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

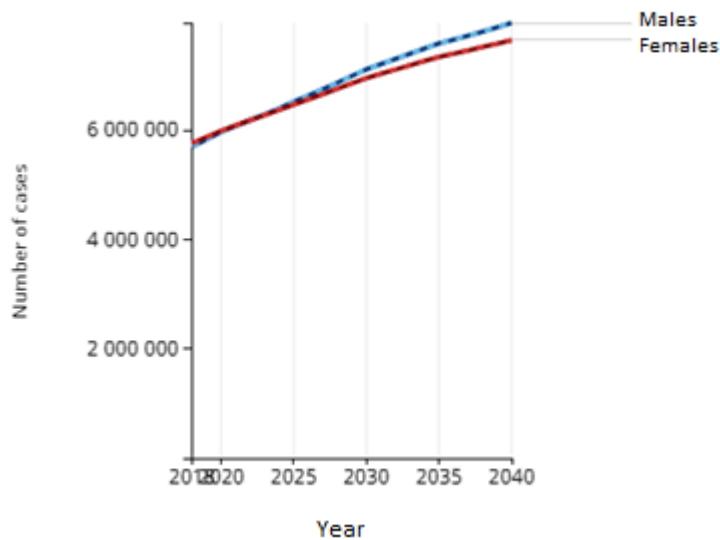
### 2.1 Epidemiologia do Câncer

O Câncer é a segunda doença de maior mortalidade global, ~~sendo atribuído~~ atribui-se à sua responsabilidade, uma a cada seis mortes no mundo (ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE – OPAS, 2018). Em países de alta e média renda, apresentado em estudo, o câncer é a doença que mais mata na meia idade (de 35 a 70 anos), ultrapassando as doenças cardiovasculares e inferindo uma transição na predominância das causas de morte, acreditando-se, assim, que esta será a maior causa de mortalidade no mundo (DAGENAIS *et al.*, 2020). Em 2011, o câncer foi responsável por 16,4% da mortalidade, no Brasil, e a terceira causa de internação pelo SUS de 2002 a 2012 (OLIVEIRA, 2013). Há uma preocupação significativa sobre a possibilidade de insuficiência de serviços oncológicos, com o crescimento ascendente da doença (DAVIS *et al.*, 2013). Além disso, os custos para o tratamento e monitoramento ~~deste-desse~~ desfecho são altos (FOUAD; AANEI, 2017) – e, algumas das vezes, inacessíveis.

A previsão realizada pela Organização Mundial de Saúde é ~~a-de~~ que o número de óbitos por câncer aumente 45%, entre 2008 e 2030. ~~Fato-este,~~ Este fato é explicado pelo aumento da expectativa de vida, ~~onde-uma vez que~~ idosos são mais acometidos, e pelo aumento da exposição a fatores de risco (OMS, 2020). Além disso, o envelhecimento contempla a idade de maior acometimento da doença, em decorrência da instabilidade genômica (AUNAN; CHO; SØREIDE, 2017).

As projeções de incidência mundial, realizadas pela International Agency for Research on Cancer (IARC, 2018), demonstram uma inversão na incidência na categoria por sexo, ~~onde~~ pois homens passarão a ter maior acometimento da doença na população de até 69 anos, conforme Gráfico 1.

Gráfico 1 – Estimativa do número de casos incidentes de 2018 à 2040, para todos os tipos de câncer, sexo masculino e feminino, em todas as idades.



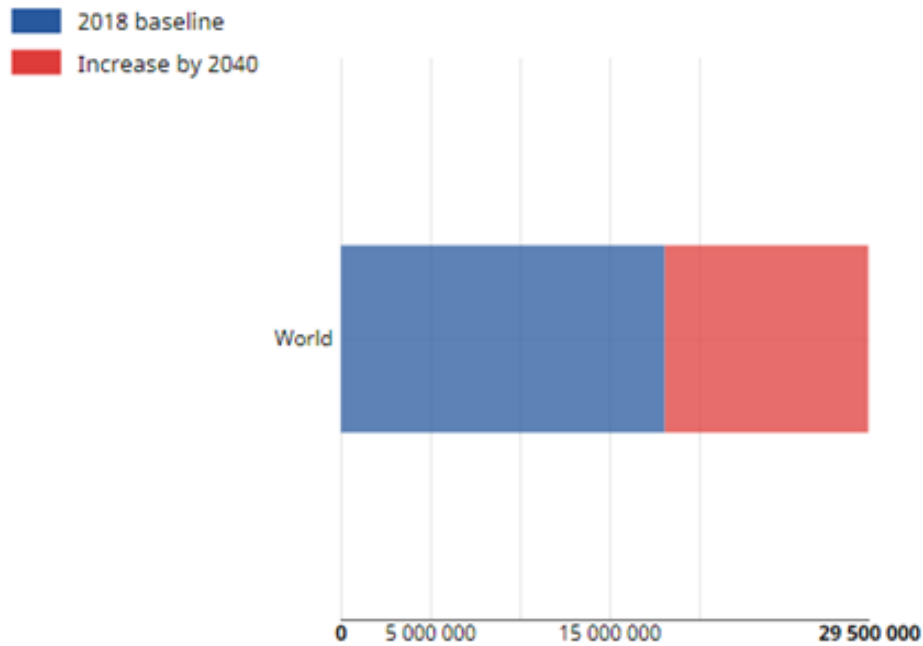
Fonte: IARC, 2018.

Com o desenvolvimento global, é possível perceber que os tipos de câncer atrelados às infecções, encontram-se em decréscimo, ao contrário do que ocorre com os cânceres atrelados a fatores de industrialização/estilo de vida, que se encontram em ascensão em países com melhor nível de IDH (FIDLER; BRAY; SOERJOMATARAM, 2018). Independente independentemente de IDH, o câncer de próstata e o de pulmão são os prevalentes em homens, e o câncer de mama, o prevalente entre as mulheres (BRAY *et al.*, 2014).

No Gráfico 2, explica-se a tendência de evolução do número de casos estimados para todos os tipos de câncer. Enquanto, em 2018, os números chegam a 18.078.957, espera-se que, em 2040, haja uma ascensão para 27.467.261, correspondendo a um aumento de, aproximadamente, 51,93%. Quando ~~analisamos~~ analisados esses dados, excluindo o câncer de pele não melanoma, o aumento passa a ser de 61,22%, (GRÁFICO 3), ~~onde~~ e 17.036.901 dos casos de 2018, serão representados por 27.467.261, em 2040 (IARC, 2018).

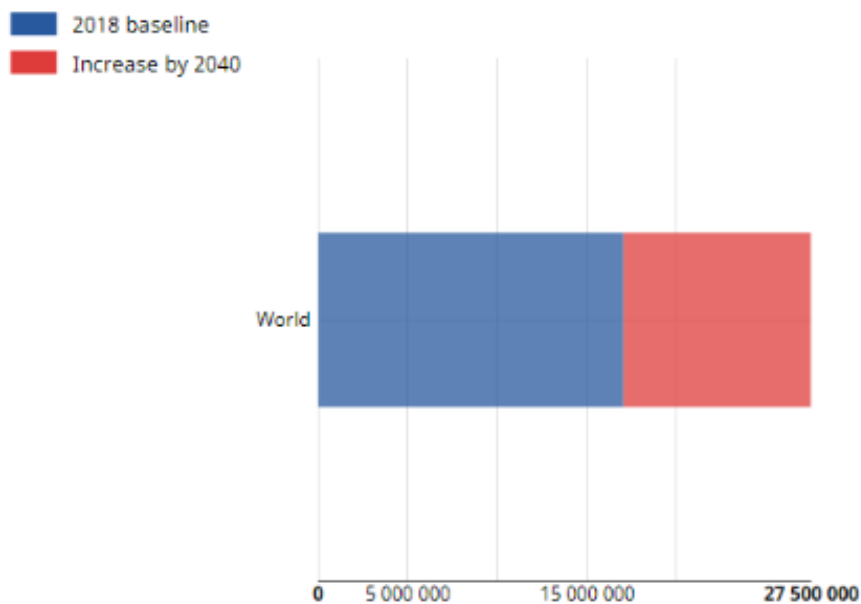


Gráfico 2 – Estimativa do número de casos incidentes de 2018 à 2040, para todos os tipos de câncer, de ambos os sexos, em todas as idades.



Fonte: IARC, 2018.

Gráfico 3 – Estimativa do número de casos incidentes de 2018 à 2040, para todos os tipos de câncer excluindo o câncer de pele não-melanona, de ambos os sexos, em todas as idades.



Fonte: IARC, 2018.

Estas estimativas representam novas formas de tendência, que justifiquem modificações no padrão das ocorrências de câncer. Estas, devem ser acompanhadas e

analisadas com veemência para que seja possível a adoção de medidas de segurança para os grupos de maior risco.

## 2.2 Radiação de radiofrequência (RFR) e Estações Rádio Base (ERB)

As radiações de radiofrequência podem ser classificadas como ionizantes e não ionizantes, conforme sua carga energética. Parte da radiação não ionizante, pode ser chamada de ~~microondas~~ micro-ondas, por possuir frequências mais altas de RFR e maior potencial de efeito térmico. Todas as RFR podem ser denominadas de baixa frequência, desde que se apresentem dentro dos limites aceitos pela International Commissions on Non-Ionizing Radiation Protection – ICNIRP (YAKYMENKO *et al.*, 2015).

Os dispositivos de comunicação sem fio emitem essas radiações de micro-ondas, que são um subconjunto da radiação eletromagnética, por radiofrequência (BANDARA; CARPENTER, 2020). As ondas de radiofrequência também podem ser denominadas de ondas eletromagnéticas, por possuírem componentes elétricos e magnéticos (YAKYMENKO *et al.*, 2015). Os telefones celulares contêm um receptor e transmissor de energia que tem como função receber e transmitir sinais via RFR, possibilitando conexões com a internet, tráfego de dados e chamadas de voz. Na chamada de voz, o som é transformado em informação digital e transmitido às ERB, por meio da RFR (FOUNTAIN, 2018). Essas estações também podem ser conhecidas como torres de transmissão de telefonia celular, torres de telefonia móvel ou, popularmente, de torres de celular.

Diante do disposto, é imprescindível a determinação de limites de exposição a esses campos, tanto para ERB's quanto para os aparelhos portáteis. A International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) atualizou parte das diretrizes de 1998, ~~através~~ por meio do Guidelines 2020, estabelecendo como margem de segurança, os limites de 100 kHz a 300 GHz, visando a fornecer proteção humana (ICNIRP, 2020).

## 2.3 Relação entre as RFR e o câncer

Um estudo realizado em animais afirma que, embora não tenham encontrado resultados positivos para alterações de micronúcleos, encontraram aumentos substanciais de dano ao DNA, inferindo que a RFR pode induzir a seus danos, ~~sendo que~~ em vez que este fora analisado, principalmente, no tecido cerebral de ratos machos (não foram detectados

tais alterações nas fêmeas) e camundongos expostos a ~~esta~~essa radiação, sugerindo, assim, a ocorrência de danos no DNA de animais, após a exposição à RFR (SMITH-ROE *et al.*, 2020).

O poder oxidativo das RFR de baixa intensidade se comprova de modo relevante em células vivas, o que o torna um fator patogênico, ~~sendo~~evidencia-se o stress oxidativo a principal via da atividade biológica dessa radiação (YAKYMENKO *et al.*, 2015).

Em argumento inicial, o uso do processo da radiação iônica (RI) fora utilizado para se analisar os efeitos da radiação não iônica (RNI), chegando a um desfecho inadequado. Por não possuírem potência suficiente para alterações de átomos e moléculas (por assim chamadas de energia não ionizante), as ondas de radiofrequência se limitam a apenas efeitos térmicos (HARDELL; CARLBERG; HEDENDAHL, 2018; YAKYMENKO *et al.*, 2015) de pouca significância biológica (JOHANSEN *et al.*, 2001; LERCHL *et al.*, 2015). Embora a energia dessa radiação tenha a capacidade de aumentar a temperatura de tecidos humanos (o chamado efeito termostato), essa radiação se torna imperceptível ao corpo, pela ausência de receptores capazes de detectar a presença de campo eletromagnético (MAGIERA; SOLECKA, 2019). Porém, a teoria de que essa energia, radiação, não possua efeito carcinogênico, pela sua baixa potência, foi um conceito criado com uma suposição falha (HAVAS, 2017, JOHANSEN *et al.*, 2001; FOUNTAIN, 2018), uma vez que, ~~independente~~independentemente da dose de exposição, esse tipo de energia é absorvido e convertido em energia térmica resultando em um desequilíbrio energético do corpo (LERCHL *et al.*, 2015). Sabe-se que, embora a RNI não possua força necessária para causar desgaste do material genético, este é capaz de causar alterações biológicas, resultando na produção de radicais livres e stress oxidativo, os quais podem fazer parte dos mecanismos de desenvolvimento do câncer (HAVAS, 2017). Quantidades, ainda que irrisórias, de RFR podem resultar em quantidades mínimas de radicais livres e representar consequências biológicas importantes (YAKYMENKO *et al.*, 2015). Assim, é possível observar que tanto a RI quanto a RNI, podem causar crescimento canceroso, porém o resultado acontece por mecanismos diferentes (FOUNTAIN, 2018).

Estudos ainda não apresentam uma área limite sobre criticidade ou nocividade, ao redor das ERB. Estudos analisam diversas áreas, entre elas de 500m de distância das torres (DODE *et al.*, 2011), outros determinam como área interna, de discussão, 400m (EGER *et al.*, 2005), 200m (MEO *et al.*, 2015) ou 80m (ZOSANGZUALI; LALRAMDINPUII; CHANDRA, 2017).

Ademais, em um estudo realizado em animais, encontrou-se o efeito indutor de tumor, mesmo em níveis baixos (aceito legalmente, na maioria dos países) de RFR, evidenciando um aumento, consideravelmente maior de tumores pulmonar, hepático e linfoma, porém não

apresentaram significância do número de tumores no cérebro, rins e baço, em relação aos ratos controle (LERCHL *et al.*, 2015).

O maior estudo, em longo prazo, já realizado teve como objetivo simular a exposição das RFR emitidas por ERB com tecnologia GSM. A amostra de 2448 ratos foi suficiente para demonstrar o aumento na incidência de tumores cerebrais e das células de Schwann, no coração (Schwannomas) e sugeriu que a IARC reavaliasse a carcinogenicidade da RFR em humanos (FALCIONI *et al.*, 2018).

Embora, atualmente, haja preocupação com a exposição humana às radiações de radiofrequência, estas podem se tornar ainda mais expressivas, após a introdução da quinta geração (5G), para potencializar a comunicação sem fio. A exposição humana aumentou, rapidamente, nos últimos anos e aumentará, substancialmente, com a introdução ~~desta~~ dessa quinta geração, no sistema tecnológico da comunicação (CARLBERG; HARDELL, 2017).

## 2.4 Evidências sobre ERB e câncer

Embora não tenha sido encontrada significância estatística em estudos brasileiros, o Manual de Melhores Práticas para a Implantação de ERB, elaborado pelo Sindicato Nacional das Empresas de Telefonia e de Serviço Móvel Celular e Pessoal, de 2013, visou a preservar as crianças de exposições às ondas eletromagnéticas, estabelecendo distâncias mínimas entre hospitais e escolas e as instalações de ERB's (FEBRATEL, 2003). Desse modo, fica questionável a segurança dos demais grupos populacionais expostos a tal radiação e o nível de confiança sobre a segurança dessas torres.

Ratifica-se a relação do aumento de instalação das torres de transmissão de telefonia móvel com a demanda no uso dos aparelhos celulares, sendo a visão direcionada ao conhecimento dos efeitos genotóxicos causados pelas RFR. Por isso, os efeitos oxidativos e de danos ao DNA, nos linfócitos de sangue periférico, em moradores próximos às torres, foram analisados e conclusivos, nessas consequências. O nível de confiança foi altamente significativo ( $p < 0.0001$ ) na avaliação entre a distância da residência desses participantes e às ERB - na relação do grupo exposto e não exposto (ZOSANGZUALI; LALRAMDINPUII; CHANDRA, 2017). Assim, as torres de transmissão de telefonia celular podem ser consideradas fatores de risco associadas ao câncer em decorrência aos danos dos radicais livres (HAVAS, 2017).

Na Alemanha, um estudo sobre essa interferência encontrou significância estatística importante, inferindo um maior risco de desenvolvimento de câncer em moradores próximos

ao mastro de transmissão de telefonia celular (área de até 400m de distância da torre), acrescentado à informação de ocorrência em idade precoce (de 8 anos), em relação às pessoas que moravam a uma distância maior que 400m (EGER *et al.*, 2005).

Uma análise realizada sobre a incidência de mortes por câncer, em uma cidade brasileira, em relação às distribuições de torres de transmissão de telefonia celular, evidenciou-se que, na região onde há maior concentração das torres (39,6%), há também a maior incidência acumulada de mortes por neoplasia, que fora de 5,83 por 1000. O risco relativo encontrado foi de 1,35 (DODE *et al.*, 2011). Foram apontadas críticas sobre as fraquezas deste estudo (FOSTER; TROTTIER, 2013).

## 2.5 Uso excessivo dos aparelhos celulares

A utilização constante dos aparelhos celulares tem se iniciado na infância, em decorrência da procura por distrações encontradas nesses dispositivos. O uso da internet, associada à procura por jogos na infância, tem gerado um comportamento vicioso, sendo o termo “dependências comportamentais” é adicionado à classificação oficial de diagnósticos psiquiátricos, na quinta edição do Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais, desde 2010 (DEREVENSKY *et al.*, 2019).

Na adolescência, sua utilização também é evidenciada de modo intenso com a onipresença dos dispositivos que está refletindo tanto na duração, quanto na qualidade do sono. Esse fato tem gerado uma preocupação de saúde pública, evidenciando potenciais efeitos deletérios à saúde (MEI *et al.*, 2018), incluindo a alta possibilidade desses se tornarem viciados em smartphones (CHA; SEO, 2018).

Vício este que pode ser evidenciado também em adultos, uma vez que o tempo excessivo de tela, referido por usuários, está relacionado à gravidade e aos sintomas do uso problemático (GUO *et al.*, 2021). Inúmeras associações têm sido feitas e relacionadas ao uso excessivo desses dispositivos, incluindo quadros de depressão, ansiedade (ELHAI; YANG; MONTAG, 2019) e outros tipos de vício (jogos, álcool, nicotina) (JO *et al.*, 2021). O uso exagerado de mídia social, que pode levar à dependência, é conhecido como “uso problemático de mídia social (FARCHAKH *et al.*, 2022).

O uso dessas tecnologias também é perceptível em idosos, visto que estes usam tanto para mídia social, quanto para leitura de notícias, porém, nesta faixa etária, é observado um maior autocontrole e, conseqüentemente, menor uso problemático (BUSCH *et al.*, 2021).

## 2.6 Insônia

Os distúrbios do sono afetam, diretamente, a qualidade de vida do ser humano, incluindo alterações físicas e emocionais, que podem predispor a doenças (TIAN; LI, 2017). Além do impacto econômico causado no sistema de saúde (WADE, 2011), por haver predisposição para ansiedade e depressão (WOODS; SCOTT, 2016), hipertensão, diabetes, doenças das artérias coronárias (BOLLU; KAUR, 2019), entre outras, os referidos distúrbios acarretam prejuízo também no trabalho (GREWAL; DOGHRAMJI, 2017), por comprometerem a produtividade. ~~Estas~~ Essas são consequências geradas pela elevação do absenteísmo, dificuldade na concentração, na realização de tarefas (ROTH, 2007) e aumento de erros e acidentes de trabalho (BOLLU; KAUR, 2019).

A insônia pode ser definida como um distúrbio, por estar relacionada a consequências negativas, como dificuldade para iniciar ou manter o sono ou, ainda, ter um sono não reparador, resultando em sofrimento ou comprometimento diurno (ROTH, 2007). Segundo o Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais-5ª edição (DSM-V) e a Classificação Internacional dos Transtornos do Sono- 3ª edição (ICSD-3), a insônia passou a ser classificada como um transtorno e não mais como apenas um sintoma (BOLLU; KAUR, 2019).

Embora seja uma condição comumente encontrada (LANE *et al.*, 2019), a insônia é, muitas vezes, negligenciada, ~~trazendo e traz~~ graves efeitos em longo prazo. A prevalência desse desfecho está entre 10% a 30% da população em geral, chegando ~~em a~~ alguns países entre 50% a 60%. Os critérios diagnósticos referem-se a, no mínimo, 3 noites/semana de insônia, durante 3 meses. (BHASKAR; HEMAVATHY; PRASAD, 2016).

Ainda há lacunas sobre o impacto da pandemia do novo coronavírus na prevalência da insônia, mas sabe-se que houve um aumento de 58% nas buscas de pesquisas por insônia nos Estados Unidos até maio de 2020, provavelmente como reflexo dos desafios epidemiológicos globais (KIRSI-MARJA ZITTING *et al.*, 2021). A piora dos sintomas de insônia, nesse período, está relacionada a diversas experiências negativas presenciadas (DZIERZEWSKI *et al.*, 2020). Em contrapartida, um estudo realizado nos EUA e, em 16 países europeus, investigou registros de aplicativos, ~~sendo e evidenciado~~ evidenciou-se atraso na hora de dormir e dormir por mais tempo, no período pandêmico (LEE; MAREK; NÁLEVKA, 2021). Ressalta-se que o uso de aplicativos ainda não é reconhecido para qualquer diagnóstico.

## 2.7 Relação entre o uso de celular e a insônia

Nos últimos 50 anos, o padrão de sono da população, em geral, contemplando todas as idades, tem diminuído de forma intensa, trazendo prejuízos à saúde. Ainda não há uma compreensão teórica clara sobre o nível de impacto da utilização de mídia sobre distúrbios do sono (EXELMANS; BULCK, 2019).

Diversas pesquisas são realizadas com o intuito de se estabelecer se o uso de celular seria um fator de risco, ou determinante, para a insônia e qual o mecanismo de ação para tal desfecho. Esse distúrbio, caracterizado pela privação de sono, quando primário, pode estar associado à excitação inadequada, ~~sendo~~ e resultado da ativação do sistema nervoso simpático (BONNET; ARAND, 2006).

Ademais, a luz azul emitida pelos aparelhos eletrônicos, também pode ser reconhecida como fator de interferência do sono, já que sua emissão atua na supressão da melatonina (TOSINI; FERGUSON; TSUBOTA, 2016; HALE; GUAN, 2015), a qual desempenha o papel de sincronizador endógeno na regulação do ritmo circadiano, especialmente dos ritmos de sono/vigília e temperatura (QUERA-SALVA; CLAUSRAT, 2018).

Alguns estudos em menor proporção, sugerem que as alterações de sono, possam ser provenientes da ação das radiações de radiofrequência (CARSKADON, 2011) e que inúmeras exposições a campos eletromagnéticos produzem efeitos neuropsiquiátricos, incluindo a insônia (PALL, 2016). Há, também inferências de que esse distúrbio seja resultado de fatores genéticos (LANE *et al.*, 2019; BOLLU; KAUR, 2019).

### 3 CONSIDERAÇÕES GERAIS

A telefonia móvel, indispensável na atualidade, impacta de forma direta e contínua no estilo de vida mundial. A interação, disponibilizada pelo seu uso, fortalece o vínculo, muitas vezes, de dependência, dos aparelhos e das facilidades trazidas para atividades diárias.

Seus efeitos ~~a~~em longo prazo, ainda são incertos e em determinados aspectos contraditórios. Estudos buscam de forma veemente, o embasamento necessário para que seu uso seja seguro, tanto do ponto de vista físico/biológico, quanto psicoemocional.

Os argumentos apresentados pelas descrições do estudo, demonstram que há grande preocupação em relação aos efeitos das estações rádio base e a ocorrência de câncer. A proximidade das moradias, é um fator ainda questionável, que resulta em insegurança.

Mesmo não ~~sendo~~ encontrada relação entre a distância das torres responsáveis pela transmissão de telefonia celular e a localização de residências, com o desfecho câncer, sugere-se que estudos de maior acurácia, sejam realizados com vistas à ratificação de tais achados.

A evidência sobre o uso dos dispositivos móveis, como um fator de risco para insônia, em um estudo sistemático de literatura, demonstra a importância da ampliação de conhecimento sobre o uso contínuo desses dispositivos, permitindo haver julgamento científico sobre atitudes saudáveis, com ênfase na importância da higiene do sono.

Há grande importância na fundamentação científica, para que questões relacionadas ao uso da telefonia celular, sejam explanadas de forma fundada.



## REFERÊNCIAS

- AL BATTASHI, N. *et al.* The Relationship Between Smartphone Use, Insomnia, Stress, and Anxiety Among University Students: A Cross-Sectional Study. **Clinical Nursing Research**, v. 30, n. 6, p. 734–740, 2021.
- AUNAN, J. R.; CHO, W. C.; SØREIDE, K. The biology of aging and cancer: A brief overview of shared and divergent molecular hallmarks. **Aging and Disease**, v. 8, n. 5, p. 628–642, 2017.
- BANDARA, P.; CARPENTER, D. O. ScienceDirect Causes of cancer : Perceptions vs . the scientific evidence. **European Journal of Cancer**, v. 124, p. 214–216, 2020.
- BEGHI, E. Use of cell phones and brain tumors : a true association ? p. 713–714, 2017.
- BHASKAR, S.; HEMAVATHY, D.; PRASAD, S. Prevalence of chronic insomnia in adult patients and its correlation with medical comorbidities. **Journal of Family Medicine and Primary Care**, v. 5, n. 4, p. 780, 2016.
- BHAT, S; PINTO-ZIPP, G; UPADHYOU, H; POLOS, P. G. “To sleep, perchance to tweet”: in-bed electronic social media use and its associations with insomnia, daytime sleepiness, mood, and sleep duration in adults. **Sleep Health**, v. 4, n. 2, p. 166–173, 2018.
- BJORVATN, B.; WAAGE, S.; PALLESEN, S. The association between insomnia and bedroom habits and bedroom characteristics: an exploratory cross-sectional study of a representative sample of adults. **Sleep Health**, v. 4, n. 2, p. 188–193, 2018.
- BOLLU, P. C.; KAUR, H. Sleep Medicine: Insomnia and Sleep. **Missouri medicine**, v. 116, n. 1, p. 68–75, 2019.
- BONNET, M. H.; ARAND, D. L. Consequences of Insomnia. **Sleep Medicine Clinics**, v. 1, n. 3, p. 351–358, 2006.
- BORTKIEWICZ, A.; GADZICKA, E.; SZYMCZAK, W. Mobile phone use and risk for intracranial tumors and salivary gland tumors –. v. 30, n. 1, p. 27–43, 2017.
- BRAY, F; ZNAOR, A; CUEVA, P; KORIR, A; SWAMINATHAN, R; ULLRICH, A; WANG, S. A; PARKIN, D. M. **Planning and developing populations-based cancer registration in low-and middle-income settings**. France: IARC, 2014. 51 p.
- BUSCH, P. A. *et al.* Smartphone usage among older adults. **Computers in Human Behavior**, v. 121, n. March, 202.
- CARLBERG, M.; HARDELL, L. Evaluation of Mobile Phone and Cordless Phone Use and Glioma Risk Using the Bradford Hill Viewpoints from 1965 on Association or Causation. v. 2017, 2017.
- CARSKADON, M. A. Sleep in Adolescents: The Perfect Storm. **Pediatr. Clin. North Am.**, v. 58, n. 3, p. 637–647, Jun. 2011.

CHA, S. S.; SEO, B. K. Smartphone use and smartphone addiction in middle school students in Korea: Prevalence, social networking service, and game use. **Health Psychology Open**, v. 5, n. 1, 2018.

CHO, Y. M; LIM, H. J; JANG, H; KIM, K; CHOI, J. W; SHIN, C; LEE, S. K; KWON, J. H; KIM, N. A cross-sectional study of the association between mobile phone use and symptoms of ill health. p. 1–7, 2016.

DAGENAIS, G. R; LEONG, D. P; RANGARAJAN, S; LANAS, F; LOPEZ-JARAMILLO, P; GUPTA, R; DIAZ, R; AVEZUM, A; OLIVEIRA, G; WIELGOSZ, A; PARAMBATH, S. R; MONY, P; ALHABIB, K. F; TEMIZHAN, A; ISMAIL, N; CHIFAMBA, J; YEATES, K; KHATIB, R; RAHMAN, O; ZATONSKA, K; YUSUF, S. Variations in common diseases, hospital admissions, and deaths in middle-aged adults in 21 countries from five continents (PURE): a prospective cohort study. **The Lancet**, v. 395, n. 10226, p. 785–794, 2020.

DEREVENSKY, Jeffrey L.; HAYMAN, Victoria; GILBEAU, Lynette. Behavioral addictions: excessive gambling, gaming, Internet, and smartphone use among children and adolescents. **Pediatric Clinics**, v. 66, n. 6, p. 1163-1182, 2019.

DAVIS, D. L; KESARI, S; SOSKOLNE, C. L; MILLER, A. B; STEIN, Y. Swedish review strengthens grounds for concluding that radiation from cellular and cordless phones is a probable human carcinogen. **Pathophysiology**, v. 20, n. 2, p. 123–129, 2013.

DODE, A. C.; LEÃO, M. M. D; TEJO, F. de AF; GOMES, A. C. R; DODE, D.C; DODE, M. C; MOREIRA, C. W; CONDESSA, V. A; ALBINATTI, C; CAIAFFA, W. T. Science of the Total Environment Mortality by neoplasia and cellular telephone base stations in the Belo Horizonte municipality , Minas Gerais state , Brazil ☆. **Science of the Total Environment**, v. 409, n. 19, p. 3649–3665, 2011.

DZIERZEWSKI, J. M. *et al.* Insomnia symptoms during the COVID-19 pandemic : an examination of biopsychosocial moderators. **Sleep Medicine**, v. 91, p. 175-178, 2020.

EGER, H.; HAGEN, K.; LUCAS, B.; VOGEL, P.; VOIT, H. “The Influence of Being Physically Near to a Cell Phone Transmission Mast on the Incidence of Cancer.” **Journal Umwelt Medizin Gesellschaft**. Vol.17 (2005).

ELHAI, J. D.; YANG, H.; MONTAG, C. Cognitive- and Emotion-Related Dysfunctional Coping Processes: Transdiagnostic Mechanisms Explaining Depression and Anxiety’s Relations with Problematic Smartphone Use. **Current Addiction Reports**, v. 6, n. 4, p. 410–417, 2019.

EXELMANS, L.; BULCK, V. D. J. Bedtime mobile phone use and sleep in adults. **Social Science and Medicine**, v. 148, p. 93–101, 2016.

EXELMANS, L.; BULCK, J. VAN DEN. Sleep Research : A Primer for Media Scholars Sleep Research : A Primer for Media Scholars. **Health Communication**, v. 34, n. 5, p. 519–528, 2019.

FARCHAKH, Y. *et al.* Association Between Problematic Social Media Use and Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder in a Sample of Lebanese Adults. **The primary care companion for CNS disorders**, v. 24, n. 2, p. 1–12, 2022.

FALCIONI, L.; BUA, L.; TIBALDI, E.; LAURIOLA, M.; ANGELIS, L. de; GNUDI, F.; MANDRIOLI, D.; MANSERVIGI, M.; MANSERVISI, F.; MANZOLI, I. MENGHETTI, I.; MONTELLA, R.; PANZACCHI, S.; SGARGI, D.; STROLLO, V.; VORNOLI, A.; BELPOGGI, F. Report of final results regarding brain and heart tumors in Sprague-Dawley rats exposed from prenatal life until natural death to mobile phone radiofrequency field representative of a 1.8 GHz GSM base station environmental emission. *Environmental Research*, New York, v. 165, p. 496–503, Aug. 2018.

FEBRATEL. Manual de Melhores Práticas para a Implantação de Estações Rádio Base (ERB). Sinditelebrasil, 2003. Disponível em: <https://www.febratel.org.br/posicionamentos/estudo/1576-melhores-praticas-para-instalacao-de-estacoes-radio-base> Data de acesso: 20/10/2019.

FIDLER, M. M.; BRAY, F.; SOERJOMATARAM, I. **The global cancer burden and human development** : A review. n. April 2017, p. 27–36, 2018.

FOUAD, Y. A.; AANEI, C. Revisiting the hallmarks of cancer. v. 7, n. 5, p. 1016–1036, 2017.

FOSTER, K. R.; TROTTIER, L.; Comentários sobre “Mortalidade por neoplasias e estações de radio-base de telefonia celular no município de Belo Horizonte- Minas Gerais, Brasil” por AC DODE *et al.* *Ciência do Ambiente Total* 409 (2011) 3649-3665. *Science of the Total Environment*. v. 450-451, p. 366–368, abr. 2013.

FOUNTAIN, D. S. National Antenna & Tower Safety Center. San Diego: Nat Safety Center, 2018. Disponível em: [https://ntp.niehs.nih.gov/ntp/about\\_ntp/trpanel/2018/march/publiccomm/fountain20180312.pdf](https://ntp.niehs.nih.gov/ntp/about_ntp/trpanel/2018/march/publiccomm/fountain20180312.pdf). Acesso em: 9 abr. 2020.

GREWAL, R.G.; DOGHRAMJI, K. Epidemiology of Insomnia. In: Attarian, H. (eds) *Clinical Handbook of Insomnia*. Current Clinical Neurology. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-41400-3\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-319-41400-3_2) 2017.

GUO, N. *et al.* Self-Reported Screen Time on Social Networking Sites Associated With Problematic Smartphone Use in Chinese Adults: A Population-Based Study. **Frontiers in Psychiatry**, v. 11, n. January, p. 1–9, 2021.

HALE L.; GUAN, S. Screen time and sleep among school-aged children and adolescents: A systematic literature review. **Sleep Med. Rev.**, vol. 21, p. 50–58, 2015.

HARDELL, L., CARLBERG, M., and HEDENDAHL, L. K. Radiofrequency radiation from nearby base stations gives high levels in an apartment in Stockholm, Sweden: A case report. **ONCOLOGY LETTERS** 15: 7871-7883, 2018.

HAVAS, M. Carcinogenic effects of Non-Ionizing Radiation: A Paradigm Shift. **JSM Environ Sci Ecol** 5(2): 1045, June 2017.

HAVAS, M. **When theory and observation collide** : Can non-ionizing radiation cause cancer ? When theory and observation collide : Can non-ionizing radiation cause. n. November, p. 1–6, 2017.

INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER (INCA). Brasil - estimativa dos casos novos. Brasília: INCA, 2020. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/estimativa/estado-capital/brasil>. Acesso em: 3 abr. 2020.

INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER (IARC). Cancer tomorrow. France: IARC, 2018. Disponível em: [http://gco.iarc.fr/tomorrow/graphic-bar?type=0&population=900&mode=population&sex=0&cancer=39&age\\_group=value&apc\\_male=0&apc\\_female=0](http://gco.iarc.fr/tomorrow/graphic-bar?type=0&population=900&mode=population&sex=0&cancer=39&age_group=value&apc_male=0&apc_female=0)>. Acesso em: 26 mar. 2020.

INTERNATIONAL COMMISSION ON NON-IONIZING RADIATION PROTECTION (ICNIRP). Guidelines for limiting exposure to electromagnetic fields (100 KHZ TO 300 GHZ). Health Physics, New York, v. 118, n. 5, p. 483–524, May 2020.

JO, S. *et al.* Association of smartphone overuse with depression, anxiety, and other addictive behaviors: A nationwide community sample of Korean adults. **Psychiatry Research**, v. 304, n. November 2020, p. 114133, 2021.

JOHANSEN, C.; BOICE, J. D.; MCLAUGHLIN, J. K.; Olsen, J.H. Cellular Telephones and Cancer—a Nationwide Cohort Study in Denmark. *JNCI: Journal of the National Cancer Institute*. Volume 93, Issue 3, p 203–207, fev. 2001.

KARIPIDIS, K; ELWOOD, M; BENKE, G; SANAGOU, M; TJONG, L; CROFT, R. J. Mobile phone use and incidence of brain tumour histological types , grading or anatomical location : a population- based ecological study. p. 1–11, 2018.

KIRSI-MARJA ZITTING, K. M. *et al.* Google Trends reveals increases in internet searches for insomnia during the 2019 coronavirus disease (COVID-19) global pandemic. **Journal of Clinical Sleep Medicine**, v. 17, n. 2, p. 177–184, 2021.

LEE, P. H.; MAREK, J.; NÁLEVKA, P. Sleep pattern in the US and 16 European countries during the COVID-19 outbreak using crowdsourced smartphone data. **European journal of public health**, v. 31, n. 1, p. 23–30, 2021.

LANE, J. M. *et al.* symptoms. v. 51, n. 3, p. 387–393, 2019.

LERCHL, A; KLOSE, M; GROTE, K; WILHEKM, A.FX; OLIVER, S; FIEDLER, T; STRECKERT, J; HANSEN, V; CLEMENS, M. Biochemical and Biophysical Research Communications Tumor promotion by exposure to radiofrequency electromagnetic fields below exposure limits for humans. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, v. 459, n. 4, p. 585–590, 2015.

MAGIERA, A.; SOLECKA, J.; Mobile telephony and its effects on human health. *Rocz Panstw Zakl Hig.*: 70 (3), p. 225-234, 2019.

MARTENS, A. L. *et al.* Original Contribution Modeled and Perceived Exposure to Radiofrequency Electromagnetic Fields From Mobile-Phone Base Stations and the Development of Symptoms Over Time in a General Population Cohort. v. 186, n. 2, p. 210–219, 2017.

MEI, X. *et al.* Sleep problems in excessive technology use among adolescent: a systemic review and meta-analysis. **Sleep Science and Practice**, v. 2, n. 1, p. 1–10, 2018.

MELLITUS, D.; ENVIRON, I. J.; PUBLIC, R. Comments on Meo et al . Association of Exposure to Radio-Frequency Electromagnetic Field Radiation ( RF-EMFR ) Generated by Mobile Phone Base Stations with Glycated Hemoglobin ( HbA1c ) and Risk of Type 2. p. 2–3, 2016.

MEO, S. A; ALSUBAIE, Y; ALMUBARAK, Z; ALMUTAWA, H; ALQASEM, Y; HASANATO, R. M. Association of Exposure to Radio-Frequency Electromagnetic Field Radiation (RF-EMFR) Generated by Mobile Phone Base Stations with Glycated Hemoglobin (HbA1c) and Risk of Type 2 Diabetes Mellitus. *International Journal of Environmental Research and Public Health, Delta*, v. 12, n. 11, p. 14519–14528, Nov. 2015.

MEO, S. A; ALMAHMOUD, M; ALSULTAN, Q ALOTAIBI, N; ALNAJASHI, I; HAJJAR, W. M. Mobile Phone Base Station Tower Settings Adjacent to School Buildings : Impact on Students ' Cognitive Health. 2018.

NILSSON, J; JÄRÅS, J; HENRIKSSON, R; HOLGERSSON, G; BERGSTRÖM, S; ESTENBERG, J; AUGUSTSSON, T; BERGQVIST, M. No Evidence for Increased Brain Tumour Incidence in the Swedish National Cancer Register Between Years 1980-2012. v. 796, p. 791–796, 2019.

OH, J. J; BYUN, S-S; LEE, S. E; CHOE, G; HONG, S. K. Effect of Electromagnetic Waves from Mobile Phones on Spermatogenesis in the Era of 4G-LTE. v. 2018, 2018.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE (OPAS). Folha informativa – Câncer, Brasília, 2018. Disponível em: [https://www.paho.org/bra/index.php?option=com\\_content&view=article&id=5588:folha-informativa-cancer&Itemid=1094](https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=5588:folha-informativa-cancer&Itemid=1094). Acesso em: 23 jun. 2020.

PALL, M. L. Microwave frequency electromagnetic fields (EMFs) produce widespread neuropsychiatric effects including depression. **Journal of Chemical Neuroanatomy**, v. 75, p. 43–51, 2016.

QUERA-SALVA, M. A.; CLAUSTRAT, B. Melatonin: Physiological and pharmacological aspects related to sleep: The interest of a prolonged-release formulation (Circadin ® ) in insomnia. **Encephale**, v. 44, n. 6, p. 548–557, 2018.

RAFIQUE, N.; AL-ASOOM, I. L.; ALSUNNI, A. A.; SAUDAGAR, F. N. Effects of Mobile Use on Subjective Sleep Quality. **Nature and Science of Sleep**, v. 12, p. 357-64, 2020.

RAHMAN, S. A.; FLYNN-EVANS, S.S.; AESCHBACH, D.; BRAINARD, G. C.; CZEISLER, C. A.; LOCKLEY, S. W. Diurnal spectral sensitivity of the acute alerting effects of light. **Sleep**, v. 37, p. 271-81, 2014.

RAHMAN, S. A.; HILAIRE, M. A.; LOCKLEY, S. W. The effects of spectral tuning of evening ambient light on melatonin suppression, alertness and sleep. **Physiology & Behavior**, v. 177, p. 221-29, 2017.

ROTH, T. Insomnia: Definition, prevalence, etiology, and consequences. **Journal of Clinical Sleep Medicine**, v. 3, n. 5 SUPPL., p. 3–6, 2007.

SMITH-ROE, S. L; WYDE, M. E; STOUT, M. D; WINTERS, J. W; HOBBS, C. A; SHEPARD, K. G; GREEN, A. S; KISSLING, G. E; SHOCKLEY, K. R; TICE, R. R; BUCHER, J. R; WITT, K. L. Evaluation of the Genotoxicity of Cell Phone Radiofrequency Radiation in Male and Female Rats and Mice Following Subchronic Exposure. v. 290, n. October 2019, p. 276–290, 2020.

TIAN, Y, and L M Li. Zhonghua liu xing bing xue za zhi = Zhonghua liuxingbingxue zazhi vol. 38,7 (2017): 988-992. doi:10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2017.07.028

TOSINI, G.; FERGUSON I.; TSUBOTA K. Effects of blue light on the circadian system and eye physiology. *Mol. Vis.*, v. 22, p. 61–72, 2016.

WOODS, Heather Cleland; SCOTT, Holly. # Sleepyteens: Social media use in adolescence is associated with poor sleep quality, anxiety, depression and low self-esteem. **Journal of adolescence**, v. 51, p. 41-49, 2016.

WORLD HEALTH ORGANIZATION, (2002): National cancer control programmes: policies and managerial guidelines. – 2nd ed. Disponível em: <file:///C:/Users/Consultorio/Pictures/ManyCam/Desktop/Mestrado/Referencia%20bibliografica/15%20-%20WHO.pdf>. Acesso: 17 mar. 2020.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). mHealth: New horizons for health through mobile technologies: second global survey on eHealth. Geneva: World Health Organization, 2011. 102 p.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Cancer - Key statistics. Disponível em: <https://www.who.int/cancer/resources/keyfacts/en/>. Acesso: 18 mar.2020.

YAKYMENKO, I; TSYBULIN, O; SIDORIK, E; HENSHEL, D; KYRYLENKO, O; KYRYLENKO, S. Oxidative mechanisms of biological activity of low-intensity radiofrequency radiation. **Electromagnetic Biology and Medicine**, v. 00, n. 00, p. 1–16, 2015.

ZHANG, G; YAN, H; CHEN, Q; LIU, K; LING, X; SUN, L; ZHOU, N; WANG, Z; ZOU, P; WANG, X; TAN, L; CUI, Z; ZHOU, Z; LIU, J; AO, L; CAO, J. Effects of cell phone use on semen parameters: Results from the MARHCS cohort study in Chongqing, China. **Environment International**, v. 91, p. 116–121, 2016.

ZOSANGZUALI, M.; LALRAMDINPUII, M.; CHANDRA, G. Impact of radiofrequency radiation on DNA damage and antioxidants in peripheral blood lymphocytes of humans residing in the vicinity of mobile phone base stations. **Electromagnetic Biology and Medicine**, v. 00, n. 00, p. 1–11, 2017.

**SEGUNDA PARTE - ARTIGOS**

**ARTIGO 1 - POTENCIAL EFEITO CARCINOGENICO DAS TORRES DE  
TRANSMISSÃO DE TELEFONIA CELULAR: UM ESTUDO DE CASO-CONTROLE**

**Artigo redigido conforme a NBR 6022 (ABNT, 2018) e formatado de acordo com o  
Manual da UFLA de apresentação de teses e dissertações.**

## RESUMO

O uso de aparelhos de tecnologia sem fio tem crescido, substancialmente, nos últimos anos. Para que seja possível uma maior amplitude da área de funcionamento desses dispositivos, faz-se necessária a instalação de torres responsáveis pela distribuição das ondas eletromagnéticas e, conseqüentemente, de internet. Entretanto, os efeitos dessa radiação ainda são alvos de estudos e questionamentos. A IARC (*International Agency for Research on Cancer*) classifica essas radiações, denominadas de radiação não iônica, como possivelmente cancerígenas, ou seja, existem dados relevantes sobre seu potencial carcinogênico mas as evidências científicas ainda são limitadas. Este estudo tem por objetivo avaliar a ocorrência de câncer, relacionando a proximidade das residências, de indivíduos que apresentam esse desfecho, às estações de rádio base. Foi realizado um estudo de caso controle de base hospitalar onde foram coletados, de novembro de 2021 a fevereiro de 2022, dados dos prontuários de pacientes oncológicos e clínicos atendidos em uma instituição do sul de Minas Gerais, referência em oncologia na macrorregião. Foram incluídos no estudo 310 sujeitos, dos quais 81 apresentaram o desfecho câncer e 229 foram selecionados como controles. Para cada paciente oncológico (casos), foram selecionados de 2 a 4 pacientes atendidos na mesma instituição, mas devido a outros desfechos (controles), pareados por meio da idade, sexo e local de origem (residência). Foi realizada a distribuição geoespacial das residências dos indivíduos, por meio do endereço apresentado nos prontuários e das torres de transmissão de telefonia celular, pelas coordenadas de localização extraídas do portal de telecomunicações e de conectividade, Conexis Brasil Digital. Foram utilizadas como variáveis independentes endereço, sexo, idade, doenças prévias, tabagismo e etilismo e a variável dependente presença (ou ausência) de câncer. Evidenciou-se que a idade e o tabagismo tiveram associação com o desfecho, (OR: 1,08;  $p < 0,001$ ) e (OR: 1,87;  $p: 0,078$ ), respectivamente. Todavia, não houve diferença estatística significativa entre os grupos avaliados e as distâncias das torres (OD=1). Apesar de este estudo não ter evidenciado um impacto da distância das torres de transmissão de telefonia celular no desfecho câncer, futuros estudos devem ser envidados para se confirmar tais evidências e a influência de outras variáveis envolvidas no processo.

**Palavras-chave:** Radiação. Ondas eletromagnéticas. Câncer.



## 1 INTRODUÇÃO

As doenças oncológicas se encontram em crescimento exponencial (HARDELL; CARLBERG; HEDENDAHL, 2018; ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 2002; ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 2020) e estão associadas a uma ampla gama de fatores. A multicausalidade desse desfecho engloba o processo de envelhecimento, fatores genéticos, culturais, socioeconômicos, estilos de vida ou costumes (incluindo hábitos alimentares e tabagismo) e os fatores ambientais (HARDELL; CARLBERG; HEDENDAHL, 2018; OLIVEIRA, 2013).

O câncer é uma doença caracterizada pela proliferação celular descontrolada, devido à perturbação do aparelho genético, (BUKHTOYAROV; SAMARIN, 2015) que falha no mecanismo de controle da multiplicação e diferenciação celular dando origem a células atípicas com crescimento autônomo que impacta, sobremaneira, na qualidade de vida de pacientes e familiares.

Todo fator que possa interferir nas instruções de funcionamento normal das células, resultando em mutações, pode ocasionar o surgimento de células anormais denominadas cancerosas (INCA, 2020; BUKHTOYAROV; SAMARIN, 2015). O desenvolvimento dos tumores é resultado de um processo no qual há o acúmulo de alterações genéticas e epigenéticas que originam a instabilidade genômica, expressa pelos danos cromossômicos (LEWANDOWSKA *et al.*, 2019). A interação complexa entre fatores ambientais e endógenos que contribuem para a formação de um microambiente favorável ao seu aparecimento pode resultar em importantes alterações celulares, estromais e tumorais (KAYMAK *et al.*, 2021).

Os fatores ambientais correspondem entre 80 a 90% das causas dos tumores malignos (LEWANDOWSKA *et al.*, 2019). Dentre estes, as tecnologias sem fio se tornaram um dos maiores problemas de poluição ambiental, uma vez que geram campos eletromagnéticos com a emissão de radiofrequências (DODE *et al.*, 2011; RODRIGUES *et al.*, 2021).

Assim, em resposta à grande demanda do uso de telefone celular, há necessidade de instalação de novas torres de transmissão de ondas de radiofrequência (FEBRATEL, 2003) aumentando, assim, a exposição à radiação (HARDELL; CARLBERG; HEDENDAHL; 2018; MARTENS *et al.*, 2017; MILLER *et al.*, 2019). Esse aumento no uso dos celulares gera preocupação excessiva sobre seus possíveis efeitos, em longo prazo, na saúde das pessoas (EGER *et al.*, 2005; GURSATEJ; GURPREET; UZMA, 2015; ZOTHANSIAMA *et al.*, 2017).

Ante ao exposto, desde 2011, a IARC classificou os campos eletromagnéticos de radiofrequência como do Grupo 2B, ou seja, como possíveis cancerígenos humanos (IARC, 2018). Desse modo, frente à consistência das evidências sobre os malefícios da RFR, estas deveriam ser reclassificadas como um carcinogêneo humano conhecido, Grupo 1 (CARLBERG; HARDELL, 2017; MILLER et al., 2019). Todavia, novas pesquisas devem ser conduzidas para se delimitarem parâmetros de limites de exposição, tempo-espaço e respectivos danos, bem como pesquisas longitudinais sobre os possíveis impactos na população. Desse modo, levanta-se a hipótese de que as estações rádio base são fatores de risco para a doença.

Por tratar-se de um assunto ainda em investigação (HARDELL et al., 2013; YOON *et al.*, 2015), torna-se importante a condução de estudos com o intuito de se obter mais informações sobre a real associação entre o espaço geográfico da distribuição das antenas e sua relação com a incidência de cânceres. O esclarecimento de possíveis associações poderão subsidiar medidas que visem minimizar exposições deletérias à saúde (MILLER *et al.*, 2019), além de possibilitar o conhecimento para atualização da normatização das instalações das torres.

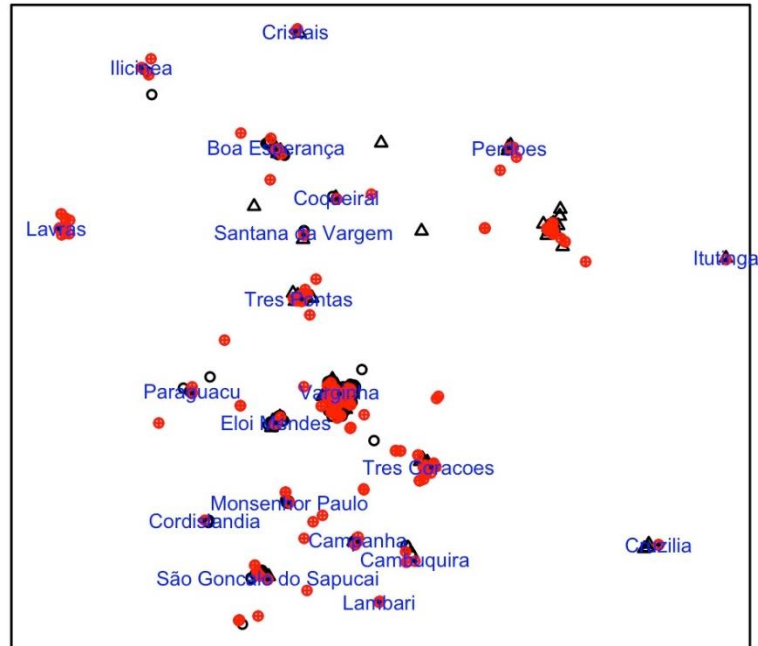
## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de estudo de Caso – Controle, o qual foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Lavras para apreciação, seguindo todos os protocolos da Resolução 466/2012. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética Humana sob o protocolo CAAE: 40668120.3.0000.5148. O manuscrito foi redigido de acordo com o guia metodológico *Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology – STROBE* (MALTA *et al.*, 2010) e utilizado como ferramenta de avaliação crítica, a lista de verificação de estudos de caso-controle do Instituto Joanna Briggs (MOOLA *et al.*, 2017), buscando-se padronizar a qualidade metodológica e minimizar os riscos de vieses.

A pesquisa foi realizada em um hospital, escolhido por ser referência no atendimento Oncológico, da macrorregião do sul de Minas Gerais, contemplando 176 cidades da região, onde são realizados, anualmente, mais de 18.000 procedimentos: 12.493 Quimioterapia, 1.512 Radioterapia, 4.726 internações entre outros. Possui ainda atividades de assistência médica e hospitalar, em outras áreas (especialidades), para a cidade e região, realizando procedimentos classificados nos níveis de média e alta complexidade.

Foram obtidas coordenadas de 219 torres, distribuídas em 20 cidades abordadas na pesquisa. A região de abrangência do estudo é de, aproximadamente, 25.398 km<sup>2</sup> (FIGURA 1) Em nenhuma das cidades havia presença de torres com a tecnologia 5G.

Figura 1 - Distribuição geográfica das torres (vermelho), casos (triângulos) e controles (círculos).



Fonte: Do autor (2022).

## 2.1 Critérios de inclusão/exclusão

Foram selecionados prontuários de pacientes oncológicos (casos), maiores de idade, menores de 60 anos, moradores da macrorregião de atendimento, com diagnóstico médico especializado (oncologia) e exames complementares comprobatórios. Os prontuários dos pacientes do grupo controle foram selecionados por terem recebido atendimento hospitalar por outras especialidades. Ambos com tratamento (oncológico e clínico) já finalizados e os dados utilizados eram provenientes de prontuários arquivados pelo Serviço de Arquivamento Médico (SAME). Apenas os prontuários legíveis, foram utilizados.

Foram excluídos pacientes com câncer de pele, exceto melanoma, atendidos no serviço de oncologia por outros distúrbios hematológicos que não fossem câncer, pacientes clínicos (controles) que referiram história prévia de câncer e, por fim, prontuários com endereço faltante, ou incompleto.

## 2.2 Coleta de dados dos indivíduos

Os dados foram coletados nos meses de novembro de 2021 a fevereiro de 2022. No sistema informatizado, foi aplicado filtro para a seleção de prontuários de pacientes

oncológicos entre os anos de 2018 e 2019, maiores de idade e menores de 60 anos. Foi impressa uma lista com os prontuários pertinentes ao filtro e posteriormente, disponibilizados em meio físico (prontuário impresso). Os prontuários foram randomizados conforme disponibilidade do hospital, objetivando obter-se maior número amostral possível. Estes estavam dentro de envelopes pardos, sem identificação externa de registro, data ou nome.

Os prontuários dos pacientes controles (clínicos) foram selecionados sem a necessidade de aplicação de filtro, pois estes se encontravam apenas em meio físico (impresso). Foram acessados todos os prontuários de 2018 e 2019, para a escolha aleatória. Estes também estavam dentro de envelopes pardos, sem identificação externa, ou seja, mantendo os mesmos critérios de seleção em ambos os grupos.

Após avaliação dos prontuários e seleção dos sujeitos, as variáveis independentes, endereço, sexo, idade, doenças prévias, tabagismo e etilismo e a variável dependente presença (ou ausência) de câncer, foram transcritas manualmente e posteriormente lançadas em documento informatizado, Excel. Para cada caso, foram escolhidos de 2 a 4 controles, cujo pareamento foi realizado por meio das variáveis idade, sexo e região de origem.

### **2.3 Coleta e mapeamento dos endereços e estações**

Após seleção dos indivíduos aptos e coletados seus respectivos endereços, foi realizado o mapeamento geográfico de suas residências e das torres das cidades de origem.

Os endereços das coordenadas geográficas foram retirados do site de telecomunicações e de conectividade, Conexis Brasil, disponibilizados em seu portal eletrônico (<https://conexis.org.br/autorregulacao/sart/institucional/sobre-o-sart/>). A empresa possui o Sistema de Autorregulação das Telecomunicações (SART) que é um conjunto de princípios, regras, estruturas organizacionais, instrumentos, mecanismos de deliberação e procedimentos de autodisciplina, os quais visam permitir uma regulação efetiva e eficiente do setor de telecomunicações no âmbito da Conexis. Na região pesquisada, participam do SART as empresas de telecomunicações Claro, Oi, TIM e Vivo.

Após realizado levantamento das coordenadas geográfica de todas as torres, estas foram convertidas em coordenadas planas na calculadora geográfica (<http://www.dpi.inpe.br/calcula/>) e, posteriormente, foram calculadas as distâncias euclidianas, em metros, entre cada residência e a torre mais próxima.

### **2.4 Análise dos dados**

Na análise estatística descritiva, as variáveis quantitativas foram expressas em valores: mínimo, máximo, mediana e média. Já as variáveis qualitativas/categóricas foram expressas em frequências.

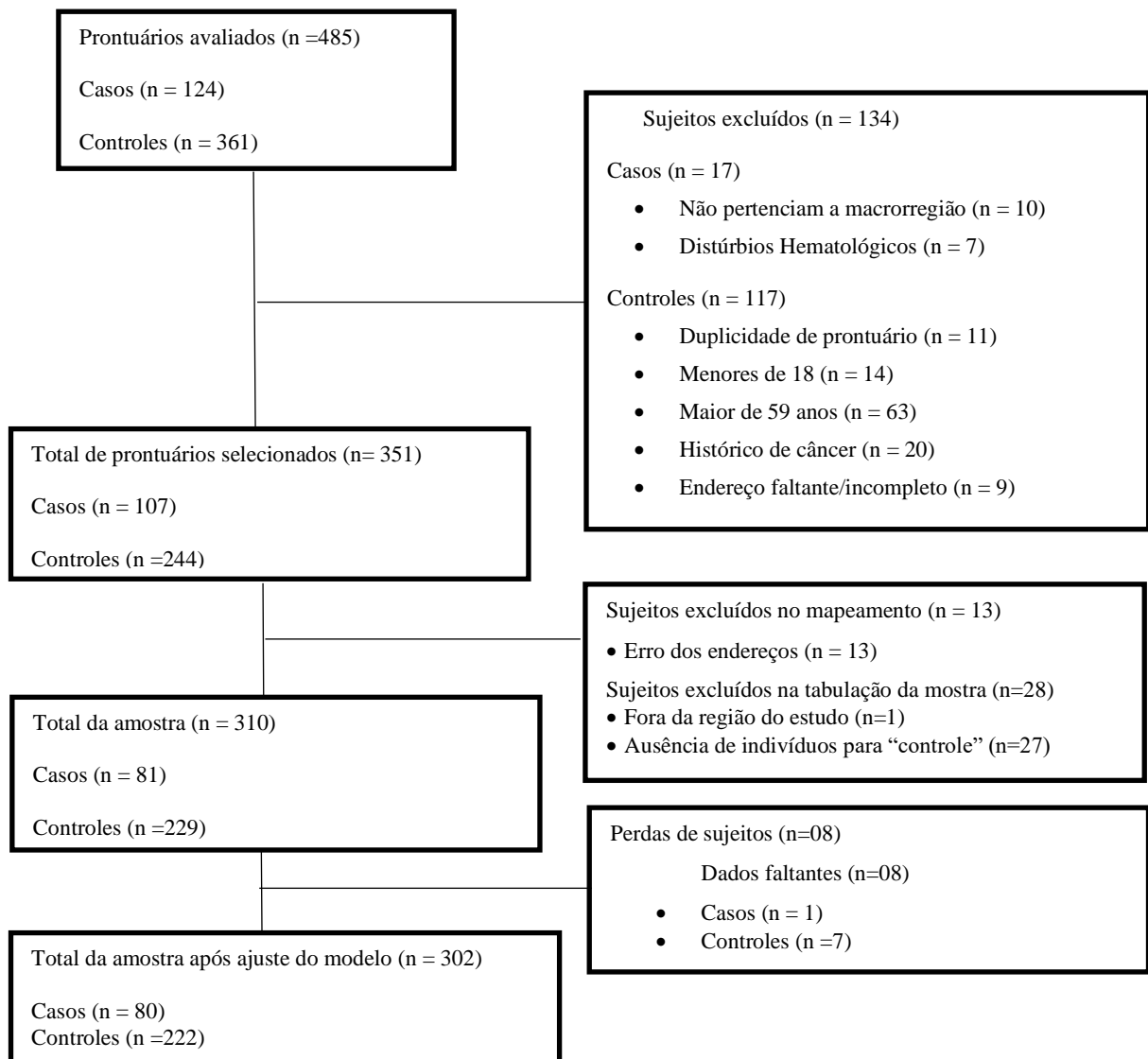
Os testes, W de Mann-Whitney-Wilcoxon e Qui-quadrado ( $\chi^2$ ) de Pearson foram utilizados para testar a hipótese nas variáveis, quantitativa e qualitativas (categóricas), respectivamente. O nível de 5% de significância foi utilizado em todos os testes de hipóteses (VENABLES; RIPLEY, 2002).

Análise de regressão logística múltipla foi realizada para prever a probabilidade de ocorrência de câncer a partir das variáveis preditoras (independentes). A estatística “z” e o nível  $\alpha = 5\%$  foi utilizado para determinar a significância estatística dos coeficientes de regressão das variáveis preditoras. A razão de chances foi utilizada para interpretar os coeficientes de regressão estatisticamente significantes (HOSMER; LEMESHOW, 2000), enquanto o índice de McFadden foi utilizado para avaliar a qualidade do modelo ajustado (McFADDEN, 1974). Foram consideradas as seguintes variáveis independentes: distâncias entre o indivíduo e a torre mais próxima, sexo, idade, patologia, tabagismo e etilismo. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o *software* R (R CORE TEAM, 2022).

### 3 RESULTADOS

Foram elegíveis 485 prontuários, todos na forma impressa, dos quais 124 eram pacientes oncológicos (casos) e 361, clínicos (controles). Ante aos critérios de exclusão da amostra e lacunas referentes aos dados dos prontuários, a amostra descritiva contou com 310 sujeitos, 81 casos e 229 controles. Ainda, após ajuste do modelo, oito sujeitos foram retirados por falta de, pelo menos, uma das variáveis a serem analisadas no modelo de regressão, e incluídos 302 sujeitos (FIGURA 2). Os participantes tinham idade entre 19 e 60 anos, a mediana foi de 46 anos e a idade média de 44 anos (desvio padrão = 10,66), e 58,71% (n = 182) eram do sexo masculino. No grupo de casos, 31 tipos de câncer foram apresentados, no grupo de controles os atendimentos foram realizados por 16 especialidades médicas diferentes (exceto a oncológica).

Figura 2 - Diagrama de fluxo amostral, conforme o Guideline STROBE.



Sobre a presença de outras doenças, 171 apresentavam outro diagnóstico médico prévio e 132 estavam isentos de outras doenças. Em maior proporção, 220 sujeitos relataram ser tabagistas e 204 relatam ser etilistas sem descrição de intensidade ou frequência. Todas as frequências podem ser vistas, na Tabela 1.

Os resultados dos testes de  $\chi^2$  indicaram que não houve associação significativa entre a condição (ter ou não câncer) e outras doenças [ $\chi^2(1) = 0,34$   $p = 0,560$ ], etilismo [ $\chi^2(1) = 0,78$   $p = 0,376$ ], tabagismo [ $\chi^2(1) = 2949$   $p = 0,086$ ] e as distâncias das moradias [ $\chi^2(2) = 0,318$   $p = 0,850$ ]. Por outro lado, houve associação significativa entre o sexo dos participantes e a presença do câncer [ $\chi^2(1) = 11,75$   $p = 0,006$ ]. Analisando as frequências observadas, é possível observar que há um desbalanceamento em relação ao sexo dos participantes, sugerindo maior número de homens no grupo controle, conforme Tabela 1. Na amostra final, houve uma pequena diferença entre os grupos, na categoria por sexo, devido às exclusões necessárias para as análises.

Tabela 1 – Análise de frequência das variáveis sexo, patologia, etilismo, tabagismo e distância das torres, de acordo com a condição dos participantes.

	<b>Total</b>	<b>%</b>	<b>Casos</b>	<b>%</b>	<b>Controles</b>	<b>%</b>
<b>Sexo</b>						
Feminino	128	41,29	47	36,72	81	63,28
Masculino	182	58,71	34	18,68	148	81,32
<b>Doenças prévias</b>						
Sim	171	56,44	45	26,32	126	73,68
Não	132	43,56	30	22,73	102	77,27
<b>Etilismo</b>						
Sim	204	66,66	55	26,96	149	73,04
Não	102	33,33	22	21,57	80	78,43
<b>Tabagismo</b>						
Sim	220	71,90	49	22,27	171	77,73
Não	86	28,10	28	32,56	58	67,44

Fonte: Do autor (2022).

Posteriormente, foram realizadas associações entre os sujeitos com ou sem o desfecho e a distância entre suas residências e as torres, bem como suas respectivas idades. Foi possível observar que houve diferença significativa entre os casos (distância média = 1097,88 metros)



e controles (distância média = 676,71 metros) na distância entre as torres  $W = 8279$   $p = 0,15$ . Já em relação à média de idade, foram observadas, novamente, diferenças significativas entre casos (média de idade = 47,91) e controles (média de idade = 42,25)  $W = 6432$   $p < 0,001$ .

Analisando os achados apresentados na Tabela 1, é possível observar que as variáveis de sexo, idade, patologia e distância em metros entre os indivíduos e as torres mais próximas foram fatores associados significativamente. O valor do pseudo  $R^2$  de McFadden do modelo foi de 0,15, indicando um ajuste razoável com os dados. Para interpretar o modelo, os coeficientes da regressão logística em log-odds foram convertidos em *Odds Ratio* (OR), ou seja, realizando a sua exponencial. Os intervalos de confiança para os valores *log-odds* foram calculados, usando o método de Wald ( $b_j \pm 1,96 \cdot \text{erro-padrão}[b_j]$ ).

Analisando os coeficientes de OR do modelo, foi possível perceber que ser do sexo masculino reduz a chance de ocorrência de câncer (OR=0,35), quando comparado ao sexo feminino. Em relação à idade, verificou-se que, a cada um ano de vida, há um aumento de 1,08 vezes de chance a mais de ter câncer. Por outro lado, a presença de doenças prévias reduz as chances do indivíduo possuir o desfecho (OR=0,39). Por fim, apesar de apresentar significância, a relação entre a distância das torres e a ocorrência de câncer, tende a ser nula (OR = 1, IC = 1).

Tabela 2 – Coeficientes da análise de regressão logística.

Variável	OR	IC 95%		z	p
		Inferior	Superior		
Intercepto	0,02	0,00	0,11	-4,65	< 0,001
<b>Sexo = Masculino</b>	<b>0,35</b>	<b>0,19</b>	<b>0,63</b>	<b>-3,50</b>	<b>&lt; 0,001</b>
<b>&gt; Idade</b>	<b>1,08</b>	<b>1,04</b>	<b>1,11</b>	<b>4,12</b>	<b>&lt; 0,001</b>
<b>Patologia = Sim</b>	<b>0,39</b>	<b>0,21</b>	<b>0,74</b>	<b>-2,87</b>	<b>0,004</b>
Tabagismo = Sim	1,87	0,93	3,76	1,76	0,078
Etilismo = Sim	0,63	0,31	1,26	-1,31	0,19
<b>Distância (em metros)</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>2,27</b>	<b>0,024</b>

Nota: OR: odds ratio, IC: intervalo de confiança. Coeficientes significativos ( $p < 0,05$ ) estão indicados em negrito. Para as variáveis independentes categóricas, os seguintes níveis foram utilizados como referência: sexo = feminino, patologia = não, tabagismo = não, etilismo = não

Fonte: Do autor (2022).

## 4 DISCUSSÃO

Nos testes de independência, os achados evidenciam que, ser do sexo masculino, diminui a chance de câncer, o que é demonstrado por uma menor ocorrência do desfecho nesses indivíduos (IARC, 2018, BRAY, 2022). As mulheres são mais acometidas por tipos específicos de câncer, como o de mama, colorretal, endometrial, pulmonar, cervical, de pele e de ovário (ACS, 2022). Dos 7 tipos de cânceres (bexiga, mama, cólon, reto, pulmão, útero e cabeça/pescoço), que representam 44% da incidência mundial (HANNA *et al.*, 2020), cinco têm ocorrências maiores nas mulheres.

A variável idade, evidenciada como fator de risco para o desenvolvimento de câncer em geral, aumenta de forma contínua à medida que se aumenta a idade (NCI, 2021, JOHN, 2018). Conforme o avanço da idade, as estimativas de mortalidade aumentam (KIM *et al.*, 2015), bem como, a piora do prognóstico (HANNA, 2020).

Com relação às doenças prévias, não foi possível apresentar referências bibliográficas devido à amplitude da variável apresentada, em associação a inúmeros tipos de cânceres. Sugere-se então, duas hipóteses para tal associação, a primeira sugere que sujeitos com qualquer tipo de doença prévia apresentam cuidados médicos e à saúde pertinentes ao tratamento, podendo tais modificações agir como fator protetor para o câncer. E a segunda, sugere que a variável possa ter atuado como fator confundidor, em decorrência da apresentação genérica de diversas patologias presentes na amostra.

O tabagismo (uso ativo ou passivo) aumenta o risco de câncer por danificar o DNA das células (NCI, 2017), é responsável por 80% dos cânceres pulmonares e de outros onze tipos de câncer (ACS, 2020). Embora o tabagismo tenha evidenciado associação com o desfecho, não foi um preditor significativo, sugerindo que a magnitude da associação provavelmente é diferente entre os tipos de cânceres abordados, pois não representa fator de risco direto (entre os principais fatores) a alguns tipos específicos como linfomas, reto, cérebro, entre outros (SLOAN, GELBAND, 2007).

O etilismo, assim como o tabagismo, é fator de risco para tipos específicos de câncer (KUPER *et al.*, 2001; MENDES DE FREITAS *et al.*, 2016; PAPADIMITRIOU *et al.*, 2021), quando analisado a inúmeros tipos, não foi associado ao desfecho.

Evidenciou-se que a relação entre a distância das torres e a ocorrência de câncer apresentou uma tendência à nulidade, mesmo apresentando significância estatística. Embora outros estudos tenham ratificado associações positivas (WOLF; WOLF, 2004; EGER *et al.*, 2005; DODE *et al.*, 2011), tratam-se de pesquisas antigas, havendo escassez de estudos

recentes que ratifiquem tais associações. Ademais, em um estudo realizado com gestantes, verificou-se que a exposição às torres de telefonia móvel não foi associada ao risco de câncer na primeira infância dos filhos (ELLIOTT *et al.*, 2010). Esses achados corroboram outro estudo no qual, o risco de desenvolvimento de linfomas não foi associado à exposição dos campos eletromagnéticos, emitidos pelas estações base de telefonia celular (SATTA *et al.*, 2018).

Do mesmo modo, a evidência científica de um estudo em animais inferiu que a exposição à RFR, quando em intensidade não térmicas, não resultou em câncer (MOULDER *et al.*, 2005). Sugere-se que haja uma baixa probabilidade, de um sujeito ser exposto a altas frequências de radiação, em áreas ao redor das torres (ACS, 2020), uma vez que esta exposição se apresenta abaixo dos limites recomendados pela ICNR, mesmo nas áreas de exposição máxima, não havendo assim, evidências de efeitos adversos substanciais à saúde, em relação à exposição a campos eletromagnéticos das estações base de telefonia celulares (OLORUNSOLA *et al.*, 2021, MARTENS *et al.*, 2017; BERG-BECKHOFF *et al.*, 2009). Assim, tais pressupostos corroboram os achados do presente estudo.

As radiações eletromagnéticas, são emitidas não apenas pelas torres, mas também, por aparelhos celulares e outros dispositivos eletrônicos, os quais são também, foco de pesquisas quanto ao seu potencial carcinogênico (NILSSON *et al.*, 2019; KARIPIDIS *et al.*, 2018; JAGETIA, 2020). Diversos estudos visam avaliar a ocorrência de câncer, com maior ênfase aos tumores cerebrais, em usuários de telefonia móvel (LEVIS *et al.*, 2011; DE VOCHT, 2016; CHOI *et al.*, 2020; KUMAR *et al.*, 2021).

Acredita-se que a real associação causal entre câncer e exposição à RFR, ainda seja de pouca evidência, e os resultados não fornecem respostas claras (ACS, 2020), sugerindo pesquisas adicionais sobre os efeitos epigenéticos na relação causal entre o câncer e RFR das telecomunicações móveis, bem como na interferências de outras variáveis ambientais (MOULDER *et al.*, 2005).

Os fatores de risco podem agir de forma simultânea ou em sequência, (INCA, 2022) **dificultando** a determinação de um fator, como **sendo determinante, ou** de maior atribuição para a formação do câncer. O acúmulo de efeitos **externos epigenéticos** (exposição a fatores de risco conhecidos, ou não) representam desafios para entendimento e prevenção do câncer (XIA *et al.*, 2022).

As limitações deste estudo consistem na coleta de dados secundários, na não mensuração do tempo de moradia na residência apresentada no prontuário e a não mensuração dos níveis de energia emitidos por essas torres. Desse modo, futuros estudos, mais acurados,

como as coortes, devem ser enviados para a ratificação desses achados em diferentes populações, considerando-se tais lacunas.

## REFERÊNCIAS

- AMERICAN CANCER SOCIETY (ACS), 2020. Cell Phone Towers. Disponível em: <https://www.cancer.org/healthy/cancer-causes/radiation-exposure/cellular-phone-towers.html>  
Data de acesso:26/06/2022.
- AMERICAN CANCER SOCIETY (ACS), 2020. **Cancer facts for women.** Disponível em: <https://www.cancer.org/healthy/cancer-facts/cancer-facts-for-women.html#references>
- BRAY, F., Parkin, D. M., & African Cancer Registry Network (2022). Cancer in sub-Saharan Africa in 2020: a review of current estimates of the national burden, data gaps, and future needs. *The Lancet. Oncology*, 23(6), 719–728. [https://doi.org/10.1016/S1470-2045\(22\)00270-4](https://doi.org/10.1016/S1470-2045(22)00270-4)
- BUKHTOYAROV, O. V; SAMARIN, D. M. Pathogenesis of Cancer : Cancer Reparative Trap Pathogenesis of Cancer : Cancer Reparative Trap. n. May, 2015. Data de acesso: 03/07/2022.
- CARLBERG, M.; HARDELL, L. Evaluation of Mobile Phone and Cordless Phone Use and Glioma Risk Using the Bradford Hill Viewpoints from 1965 on Association or Causation. v. 2017, 2017
- CHOI, Y. J. et al. Cellular phone use and risk of tumors: Systematic review and meta-analysis. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 21, p. 1–21, 2020.
- DE VOCHT, F. Inferring the 1985–2014 impact of mobile phone use on selected brain cancer subtypes using Bayesian structural time series and synthetic controls. **Environment International**, v. 97, p. 100–107, 2016.
- DODE, A. C.; LEÃO, M. M. D; TEJO, F. de AF; GOMES, A. C. R; DODE, D.C; DODE, M. C; MOREIRA, C. W; CONDESSA, V. A; ALBINATTI, C; CAIAFFA, W. T. Science of the Total Environment Mortality by neoplasia and cellular telephone base stations in the Belo Horizonte municipality , Minas Gerais state , Brazil. **Science of the Total Environment, The**, v. 409, n. 19, p. 3649–3665, 2011.
- EGER, H.; HAGEN, K.; LUCAS, B.; VOGEL, P.; VOIT, H. “The Influence of Being Physically Near to a Cell Phone Transmission Mast on the Incidence of Cancer.” **Journal Umwelt Medizin Gesellschaft**. Vol.17 (2005).
- ELLIOTT, P. et al. Mobile phone base stations and early childhood cancers: Case-control study. **BMJ (Online)**, v. 340, n. 7762, p. 1–7, 2010.
- FEBRATEL. Manual de Melhores Práticas para a Implantação de Estações Rádio Base (ERB). Sinditelebrasil, 2003. Disponível em: <https://www.febratel.org.br/posicionamentos/estudo/1576-melhores-praticas-para-instalacao-de-estacoes-radio-base> Data de acesso: 20/10/2019.
- GSMA. The Mobile Economy 2020. London: GSM Association, 2020. 57 p.

GURSATEJ, G.; GURPREET, K.; UZMA N. A cross-sectional case control study on genetic damage in individuals residing in the vicinity of a mobile phone base station. **Journal Electromagnetic Biology and Medicine**, Volume 34:4, p. 344–354, 2015.

HANNA, T. P. et al. Mortality due to cancer treatment delay: systematic review and meta-analysis. **BMJ (Clinical research ed.)**, v. 371, p. m4087, 4 nov. 2020

HARDELL, L. et al. Case-control study of the association between malignant brain tumours diagnosed between 2007 and 2009 and mobile and cordless phone use. p. 1833–1845, 2013.

HARDELL, L., CARLBERG, M., and HEDENDAHL. L. K. Radiofrequency radiation from nearby base stations gives high levels in an apartment in Stockholm, Sweden: A case report. **ONCOLOGY LETTERS** 15: 7871-7883, 2018.

HOSMER, D.; LEMESHOW, S. **Applied logistic regression**. New York: John Wiley & Sons, 2000.

INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER (IARC). Cancer tomorrow. France: IARC, 2018. Disponível em: [http://gco.iarc.fr/tomorrow/graphic-bar?type=0&population=900&mode=population&sex=0&cancer=39&age\\_group=value&apc\\_male=0&apc\\_female=0](http://gco.iarc.fr/tomorrow/graphic-bar?type=0&population=900&mode=population&sex=0&cancer=39&age_group=value&apc_male=0&apc_female=0)>. Acesso em: 26 mar. 2020.

INCA O que causa o câncer? <https://www.inca.gov.br/perguntas-frequentes/o-que-causa-o-cancer>. Data de acesso:03/07/2022.

INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER (INCA). Como se comportam as células cancerosas? Disponível em: <https://www.inca.gov.br/como-se-comportam-celulas-cancerosas> Data de acesso: 11/02/2020.

JOHN, T. The age of cancer immunotherapy. **Cancer Forum**, v. 42, n. 1, 2018

JAGETIA GC (2022). Efeitos genotóxicos de radiações de campos eletromagnéticos de telefones celulares. *Pesquisa ambiental*, 212 (Pt D), 113321. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.113321>

KARIPIDIS, K; ELWOOD, M; BENKE, G; SANAGOU, M; TJONG, L; CROFT, R. J. Mobile phone use and incidence of brain tumour histological types , grading or anatomical location : a population- based ecological study. p. 1–11, 2018.

KAYMAK, I. et al. Immunometabolic Interplay in the Tumor Microenvironment. **Cancer Cell**, v. 39, n. 1, p. 28–37, 11 jan. 2021.

KIM Sung-Eun ET. AL. *Mundial J Gastroenterol*. 7 de maio de 2015; 21(17): 5167-5175. Publicado on-line em 7 de maio de 2015. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4419057/#!po=58.0000>

KUMAR, R. et al. Effect of mobile phone signal radiation on epigenetic modulation in the hippocampus of Wistar rat. **Environmental Research**, v. 192, n. September 2020, p. 110297, 2021.

KUPER, H. et al. The risk of liver and bile duct cancer in patients with chronic viral hepatitis, alcoholism, or cirrhosis. **Hepatology**, v. 34, n. 4, p. 714–718, 1 out. 2001.

- LEVIS, A. G. et al. Mobile phones and head tumours. the discrepancies in cause-effect relationships in the epidemiological studies - How do they arise? **Environmental Health: A Global Access Science Source**, v. 10, n. 1, p. 1–15, 2011.
- LEWANDOWSKA, A. M., RUDZKI, M., RUDZKI, S., LEWANDOWSKI, T., LASKOWSKA, B. Environmental risk factors for cancer - review paper. *Annals of agricultural and environmental medicine: AAEM*, 26(1), p 1–7, 2019.
- MALTA, M. et al. STROBE initiative: guidelines on reporting observational studies. **Revista de Saude Publica**, v. 44, n. 3, p. 559–565, 2010.
- MAGIERA, A.; SOLECKA, J.; Mobile telephony and its effects on human health. *Rocz Panstw Zakl Hig.:* 70 (3), p. 225-234, 2019.
- MARTENS, A. L. et al. Original Contribution Modeled and Perceived Exposure to Radiofrequency Electromagnetic Fields From Mobile-Phone Base Stations and the Development of Symptoms Over Time in a General Population Cohort. v. 186, n. 2, p. 210–219, 2017.
- McFADDEN, D. Conditional logit analysis of qualitative choice behavior. p. 105-142 in ZAREMBKA, P. (ed.). **Frontiers in Econometrics**. London: Academic Press, 1974.
- MENDES, F. R. et al. Risk factors and major cytopathological changes of oral cancer: a review of literature. **Rbac**, v. 48, n. 1, p. 13–8, 2016.
- MILLER, A. B. et al. Risks to Health and Well-Being From Radio-Frequency Radiation Emitted by Cell Phones and Other Wireless Devices. v. 7, n. August, p. 1–10, 2019.
- MOOLA S.; MUNN Z.; TUFANARU C.; AROMATARIS E.; SEARS K.; SFETCU R.; CURRIE M.; QURESHI R.; MATTIS P.; LISY K.; MU P-F. Chapter 7: Systematic reviews of etiology and risk. In: Aromataris E, Munn Z (Editors). *Joanna Briggs Institute Reviewer's Manual*. The Joanna Briggs Institute, 2017.
- MOULDER, J. E. et al. Mobile phones, mobile phone base stations and cancer: A review. **International Journal of Radiation Biology**, v. 81, n. 3, p. 189–203, 2005.
- NACIONAL CANCER INSTITUTE (NCI). Tabacco. Disponível em: <https://www.cancer.gov/aboutcancer/causesprevention/risk/tobacco#:~:text=Tobacco%20use%20is%20a%20leading,many%20chemicals%20that%20damage%20DNA>. Data de acesso 06/06/22.
- NILSSON, J; JÄRÅS, J; HENRIKSSON, R; HOLGERSSON, G; BERGSTRÖM, S; ESTENBERG, J; AUGUSTSSON, T; BERGQVIST, M. No Evidence for Increased Brain Tumour Incidence in the Swedish National Cancer Register Between Years 1980-2012. v. 796, p. 791–796, 2019.
- DE OLIVEIRA, M. M. et al. Estimativa de pessoas com diagnóstico de câncer no Brasil: Dados da pesquisa nacional de saúde, 2013. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 18, p. 146–157, 2015
- OLORUNSOLA, A. B. et al. Temporal variation of exposure from radio-frequency electromagnetic fields around mobile communication base stations. **Scientific African**, v. 12,

p. e00724, 2021.

PAPADIMITRIOU, N. et al. An umbrella review of the evidence associating diet and cancer risk at 11 anatomical sites. **Nature Communications**, v. 12, 2021

R CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2022.

RODRIGUES, N. C. P. et al. The effect of continuous low-intensity exposure to electromagnetic fields from radio base stations to cancer mortality in Brazil. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 3, p. 1–10, 2021.

SATTA, G. et al. Estimates of Environmental Exposure to Radiofrequency Electromagnetic Fields and Risk of Lymphoma Subtypes. **Radiation Research**, v. 189, n. 5, p. 541–547, 2018.

SLOAN, Frank A.; GELBAND, Hellen (ed.). Causas e fatores de risco do câncer e os elementos do controle do câncer. *In*: SLOAN, Frank A.; GELBAND, Hellen (ed.). Cancer control opportunities in Low –and Middle-Income Countries. Washington: National Academies Press, 2007. Cap. 2, p. 6-23. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21595106/>. Acesso em: 04 jul. 2022.

VENABLES, W. N.; RIPLEY, B. D. **Modern applied statistics with S**. New York: Springer, 2002.

WOLF, R.; WOLF, D. Increased incidence of cancer near a cell-phone transmitter station. **International Journal of Cancer**, v. 1, n. 2, p. 123–128, 2004.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). *mHealth: New horizons for health through mobile technologies: second global survey on eHealth*. Geneva: World Health Organization, 2011. 102 p.

XIA, C. et al. Cancer statistics in China and United States, 2022: Profiles, trends, and determinants. **Chinese Medical Journal**, v. 135, n. 5, p. 584–590, 2022.

YOON, S. et al. Mobile phone use and risk of glioma : a case- control study in Korea for 2002-2007. p. 1–11, 2015.

ZHANG, G; YAN, H; CHEN, Q; LIU, K; LING, X; SUN, L; ZHOU, N; WANG, Z; ZOU, P; WANG, X; TAN, L; CUI, Z; ZHOU, Z; LIU, J; AO, L; CAO, J. Effects of cell phone use on semen parameters: Results from the MARHCS cohort study in Chongqing, China. **Environment International**, v. 91, p. 116–121, 2016.

ZOTHANSIAMA; ZOSANGZUALI, M.; LALRAMDINPUII, M.; JAGETIA, G.C. Impact of radiofrequency radiation on DNA damage and antioxidants in peripheral blood lymphocytes of humans residing in the vicinity of mobile phone base stations. *Electromagn Biol Med.*;36(3):295-305P. 2017.



**ARTIGO 2 - CELL PHONE USE AS A RISK FACTOR FOR INSOMNIA:  
SYSTEMATIC REVIEW**

**(VERSÃO PRELIMINAR)**

Normas da Revista Científica: Journal of Psychiatric and Mental Health Nursing  
ISSN: 1365-2850

Vanessa Moreira Carregal Bondança, [vanessa.bondanca@estudante.ufla.br](mailto:vanessa.bondanca@estudante.ufla.br),  
Graziela Hermínia Andrade Mendonça, [grazielaherminia@yahoo.com.br](mailto:grazielaherminia@yahoo.com.br)  
Luciano Pereira José Pereira, [lucianojosepereira@ufla.br](mailto:lucianojosepereira@ufla.br)  
Stela Márcia Pereira Dourado, [stelapereira@ufla.br](mailto:stelapereira@ufla.br)

Graduate Program in Health Science-School of Health Sciences, Department of Medicine, Federal University of Lavras (Universidade Federal de Lavras, UFLA), Lavras, MG, Brazil.

**Corresponding author:**

Stela Márcia Pereira Dourado

Departamento de Medicina, Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Mail Box 3037 Zip Code– 37200-900 – Lavras, Minas Gerais – Brazil

E-mail: [stelapereira@ufla.br](mailto:stelapereira@ufla.br) Phone: +55 35 3829-5247

**FUNDING SOURCES**

FAPEMIG - Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais

**Abstract**

The advancement of the technology involved in the development of mobile phones has facilitated the daily and routine use of cell phones throughout the world.

**Aim:** To evaluate the association of use of mobile phones with insomnia.

**Method:** A systematic literature review was performed between January and September 2021 in the PubMed, Science Direct, Scopus and Web of Science databases. Additionally, the Google Scholar database was used to search for gray literature. The study was written according to the Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analysis (Page *et al.*, 2021).

**Results:** The database searches retrieved 2,128 articles, of which 34 were selected for full reading after the titles and abstracts were analyzed. According to the eligibility criteria, 19 articles were selected, including 17 cross-sectional studies and two cohort studies. These articles underwent a risk-of-bias assessment using the Joanna Briggs Institute tool for observational studies. Eighteen studies reported an association between excessive mobile phone use (regardless of type of use, including messages, social network navigation, website browsing and games) and sleep disturbances, of which insomnia was the most frequently reported.

**Conclusion:** Frequent use of cell phones increases the risk of developing sleep disturbances.

**Keywords:** Mobile phone. Sleep disorders. Sleep disturbances.

## 1 INTRODUCTION

The number of people using mobile phones is growing exponentially, and these devices have become essential tools in everyday life (Hayden & Webster, 2014). Their use has been starting increasingly earlier in life, and they are being used for increasingly longer periods (Hale; Guan, 2015). In this context, the habit of excessive cell phone use, especially just before bedtime or after turning off the lights, has become increasingly common (Exelmans; Van Den Bulck, 2016). However, this habit can be harmful to health and may result in sleep disturbances, such as delays in initiating sleep and irregular sleep-wake patterns (Bartel *et al.*, 2014).

Sleep disturbances may result in absenteeism from work/school activities, reduced performance and job satisfaction (Kucharczyk *et al.*, 2012), and impaired learning (Rabelo *et al.*, 2020). In addition, they are related to mood deficits (Palagini *et al.*, 2017), anger, confusion, anxiety and depression (Babson, 2010; Short, 2015), as well as daytime irritability and fatigue (Desai & Desai, 2016). The considerable reduction in sleep hours has been associated with obesity, diabetes mellitus and other chronic noncommunicable diseases (Cappuccio *et al.*, 2010; Hirshkowitz *et al.*, 2015). However, there are few studies evaluating the influence of mobile phone use and the risk of developing sleep disturbances, despite the growing trend of the use of these devices near bedtime (Exelmans; Van Den Bulck, 2019).

There are three possible mechanisms by which the use of mobile devices triggers sleep disturbances: The first is the time spent in front of screens, which results in a reduction in the number of hours of sleep (Owens; Jones, 2011); the second is the psychological stimulation produced by the media content itself (Sahin *et al.*, 2013; Anderson *et al.*, 2017); and the third is the negative effect of light on the circadian rhythm (Höhn, 2021). The circadian rhythm is mainly modulated by the production of cortisol (a hormone responsible for the waking state) during the day and melatonin (a sleep-promoting hormone) in the absence of light (usually at night) (Rahman *et al.*, 2017). The light emitted by devices in the dark can trigger reductions in melatonin secretion, hindering the induction of sleep and inducing alertness in the brain (Rahman *et al.*, 2014).

Several observational studies have examined the biological effects of excessive use of cell phones, tablets and other devices with Wi-Fi technology (Cho *et al.*, 2016; Bortkiewicz; Gadzicka; Szymczak, 2017; Yakymenko *et al.*, 2016), since such behavior may predispose patients toward the onset of several diseases (Sheaves *et al.*, 2016). Previous reviews have shown positive correlations between the independent variables of excessive use of

smartphones and mood outcomes such as anxiety and depression (Elhai *et al.*, 2017; Elhai *et al.*, 2019). In this review, these independent variables were related to a different outcome: Insomnia. It is hoped that future studies can fully examine all possible outcomes of mobile device use in the lives of individuals.

Given these considerations, this systematic review aims to evaluate the association of excessive use of mobile phones with insomnia, providing a scientific basis to support public health and awareness policies.

## 2 MATERIAL AND METHODS

The present study is a systematic review study, no experimental protocol was registered with the International Prospective Register of Systematic Reviews Platform (PROSPERO n. CRD42021262684, <https://www.crd.york.ac.uk/prospero/>). The manuscript was written according to the Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analysis (PRISMA) 2020 (Page *et al.*, 2021). The literature searches were performed from January to September 2021 in the PubMed, Science Direct, Web of Science and Scopus databases. An additional search of the first 100 scholarly references in *Google Scholar* was conducted to include gray literature. Manual searches of the reference lists of the selected articles were also performed to identify new relevant literature without language or publication date restrictions. The searches were performed systematically using the following combination of MeSH terms: "Telefone celular" (Cell phone); "Insônia" (Insomnia); "Distúrbios do sono" (Sleep disturbance); "Desordens de sono" (Sleep disorders).

### 2.1 Selection criteria

A systematic literature review was performed using the PECOS (Population, Exposition, Comparison Group, Outcome, Study Design) search strategy, in which the population (P) was composed of adult individuals with frequent use of mobile devices (E) and was compared to individuals with low use of these devices (C) in terms of the outcome occurrence of sleep disturbances (O). The types of study included were observational (S). Studies involving children and/or adolescents, comments, reviews, case reports and clinical studies were excluded.

The references retrieved from all databases were imported into Rayyan software (<https://www.rayyan.ai/>) (Ouzzani *et al.*; 2016). Then, duplicates were removed, and two independent reviewers (VMCB and GHAM) examined all titles and abstracts. Subsequently, the full text of the preselected articles was read and evaluated according to the inclusion

criteria. In each step of the review, disagreements were resolved by a third author (SMPD). The bibliographic reference manager used was Mendeley, version 1805 (<https://www.mendeley.com/>).

## **2.2 Data extraction**

A spreadsheet was created that contained all the main data of the selected studies: Authors' names, year of publication, time frame of the study, study design, sample size and age of the participants. When any information was missing, attempts were made to contact the authors of the primary studies by e-mail for two consecutive weeks.

## **2.3 Risk of bias assessment**

The Joanna Briggs Institute bias risk tool (Moola *et al.*, 2017) was used for cross-sectional analytical studies, and RevMan 4.0 software was used for cohort studies (Review Manager, 2020). The tool for the verification of cross-sectional studies contains eight items: Clarity of the inclusion/exclusion criteria, study subjects and the settings described in detail, validation and reliability method of exposure measurements, objective and standardized criteria for measuring the condition, identification of confounding factors, strategies for addressing confounding factors and adequate statistical treatment. The tool for the cohort studies included the following items: Similarity of and recruitment from groups of the same population, similar exposure measurements for the exposed and unexposed groups, reliability of exposure measurements, identification of confounding factors, strategies for addressing confounding factors in the groups that were free from exposure at the beginning of the study, reliable measurement of results, sufficient follow-up time, strategies for addressing incomplete follow-up and adequate statistical treatment.

# **3 RESULTS**

## **3.1 Study selection and data extraction**

The flowchart of the study selection process is shown in Figure 1. A total of 2,128 articles were retrieved from the four main databases. No articles were added as a result of manual searches, nor was any gray literature identified. After duplicate articles and those that did not meet the predetermined selection criteria were excluded, a total of 34 articles were obtained for full evaluation. After the full texts were read, 19 articles met the eligibility criteria. The results of the data extraction from the primary articles are shown in Table 1, and the results regarding the association between mobile device use and sleep disturbances are

shown in Table 2. The reasons for the exclusion of the 15 articles after the full-text reading were inadequate outcomes (n = 4), underage participants (n = 4) and methodology that was not adequate for the outcome (n = 6). Additionally, one article was excluded because it was available only in Arabic (n = 1).

### 3.2 Results of individual studies

The selected articles were published between 2011 and 2021 (Table 1). The sum of the samples included 45,960 subjects, with a higher proportion of female participants. One of the articles analyzed sleep in only a portion of the total sample (160 of 653 subjects), for which the gender distribution was not presented (Christensen *et al.* 2016), which made it impossible to calculate the exact number of men and women that were studied. Of the selected articles, 17 were cross-sectional studies, and two were cohort studies. Finally, regarding age, one study did not specify the maximum age of the participants (Christensen *et al.*, 2016), eight studies included subjects from 18 to over 60 years of age, and the others included participants between 18 and 60 years of age (Table 1).

All of the studies used self-reported questionnaires to evaluate exposure and to measure the outcome. The scale that was used in most of the articles (n = 7) was the Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI), self-administered questionnaire (BUYSSE *et al.*, 1989) that evaluates the subjective quality of sleep over 30 days. Of the seven articles that used this tool (Zarghami *et al.*, 2015; Eyvazlou *et al.*, 2016; Christensen *et al.*, 2016; Exelmans; Van Den Bulck, 2016; Green *et al.*, 2018; Ragupathi. 2020; Shimura *et al.*, 2020), five allowed the identification of 7,455 participants divided into two groups: 3,183 were classified as “good sleepers” and 4,272 as “bad sleepers”. However, it was not possible to identify the intensity of cell phone use in each group separately because the exposure was presented in different ways, i.e., some studies evaluated the duration of device use (Christensen *et al.* 2016; Shimura *et al.*, 2020), while others evaluated the frequency or intensity of this use (Eyvazlou *et al.*, 2016 Exelmans; Van Den Bulck, 2016; Ragupathi, 2020), and none of these studies determined which types of users were in the “good sleepers” and “bad sleepers” groups.

In general, the articles showed high heterogeneity in their descriptions of exposure, which included low- vs. high-intensity cell phone use (Thomé *et al.*, 2011; Eyvazlou *et al.*, 2016; Exelmans; Van Den Bulck, 2016; Bhat *et al.*, 2017; Rod *et al.*, 2018); frequency, in terms of the number of times per week or day that a cell phone was used (Rosen *et al.*, 2015; Zarghami *et al.*, 2015; Bjorvatn; Waage; Pallesen, 2018; Ragupathi. 2020); hours or minutes

per day of cell phone use (Jamal *et al.*, 2012; Tettamanti *et al.*, 2012; Fossum *et al.*, 2014; Christensen *et al.* 2016; Levenson *et al.*, 2016; Green *et al.*, 2018; Walsh *et al.*, 2020; Awadalla *et al.*, 2020); or nighttime use or use after turning the lights off to go to sleep (Shimura *et al.*, 2020; Monma *et al.*, 2018). The outcomes presented after the frequent use of the devices were, 8 as insomnia, 6 as sleep disorders, 3 as loss of sleep quality, 1 as sleep disorders and the last as sleep problems. The purposes for which devices were used also varied, including surfing the internet, playing games, making calls or sending text messages; in some cases, the purpose for use was not recorded. This heterogeneity in the presentation of exposure, combined with the use of various tools to evaluate the outcome, made it impossible to group the data, and consequently, no meta-analysis could be performed. In addition, it was not possible to determine cell phone use profiles by group, specifically among those classified with and without sleep disturbances.

Eighteen studies (94.7%) concluded that there was an association between cell phone use and sleep disturbances, such as insomnia. Of these, seven articles evaluated daily cell phone use (Thomé *et al.*, 2011; Jamal *et al.*, 2012; Tettamanti *et al.*, 2012; Rosen *et al.*, 2015; Eyvazlou *et al.*, 2016; Levenson *et al.*, 2016; Awadalla *et al.*, 2020) and 12 evaluated nightly use (Fossum *et al.*, 2014; Zarghami *et al.*, 2015; Christensen *et al.*, 2016; Exelmans; Van Den Bulck, 2016; Bhat *et al.*, 2017; Bjorvatn; Waage; Pallesen, 2018; Green *et al.*, 2018; Rod *et al.*, 2018; Monma *et al.*, 2018; Ragupathi, 2020; Shimura *et al.*, 2020; Walsh *et al.*, 2020) and found that sleep changes were directly related to the time/frequency of use, as shown in Table 2. The study with the greatest association strength (odds ratio) without interference from confounding factors indicated that individuals who use a cell phone at bedtime are 3.31 times more likely to have moderate or worse sleep problems than those who rarely use cell phones (Exelmans; Van Den Bulck, 2016).

Among all the selected studies, only one showed no association between sleep disturbances and the use of media in bed after bedtime, i.e., at night (Bjorvatn; Waage; Pallesen, 2018). In that study, bedroom characteristics and sleep habits, including the use of cell phones at night, were evaluated as differentiating factors between participants with and without insomnia. The authors inferred that the use of media in bed at bedtime was usually reported by both individuals with insomnia and in those without it.

### **3.3 Risk of bias**

Regarding cross-sectional studies (n=17), one of the main factors that was classified as having a high risk of bias was the use of self-report questionnaires. Only one study used a

mobile application that could continuously measure screen time (Christensen *et al.*, 2016). However, if the questionnaires that were used were validated or were presented with their Cronbach's alpha index (which is used to measure the reliability of a scale) (Cronbach, 1951) for evaluation of the outcome, they were considered to have a low risk of bias (Figure 2A).

Of all of the studies, 57.9% did not clearly establish the inclusion and exclusion criteria before recruiting participants, which increased the risk of bias (Jamal *et al.*, 2012; Rosen *et al.*, 2015; Fossum *et al.*, 2014; Zarghami *et al.*, 2015; Christensen *et al.*, 2016; Exelmans; Van Den Bulck, 2016; Bhat *et al.*, 2017; Green *et al.*, 2018; Rod *et al.*, 2018; Shimura *et al.*, 2020; Walsh *et al.*, 2020). In contrast, the vast majority of the studies analyzed the presence of confounding factors, adopted strategic measures to address such effects and performed appropriate statistical analyses (Thomé *et al.*, 2011; Jamal *et al.*, 2012; Tettamanti *et al.*, 2012; Fossum *et al.*, 2014; Zarghami *et al.*, 2015; Rosen *et al.*, 2015; Eyvazlou *et al.*, 2016; Christensen *et al.*, 2016; Exelmans; Van Den Bulck, 2016; Levenson *et al.*, 2016; Bhat *et al.*, 2017; Bjorvatn; Waage; Pallesen, 2018; Green *et al.*, 2018; Rod *et al.*, 2018; Monma *et al.*, 2018; Ragupathi, 2020; Shimura *et al.*, 2020; Walsh *et al.*, 2020; Awadalla *et al.*, 2020).

In both cohort studies (Figure 2B), a self-reported questionnaire was administered at baseline and follow-up to assess exposure however one of the studies also used data recorded by the telephone company to evaluate the frequency of cell phone use, which resulted in a low risk of bias in this item (Tettamanti *et al.*, 2012). The studies identified possible confounding factors at baseline through a self-reported questionnaire (Tettamanti *et al.*, 2011) or through a report on mental health symptoms (Thomé *et al.*, 2011). In the evaluation of the outcome, one study used a validated tool (Tettamanti *et al.*, 2012), and the other used an adapted sleep questionnaire for which validation information was not presented, which resulted in a high risk of bias in this item (Thomé *et al.*, 2011). However, the follow-up duration and sample size of both studies (Thomé *et al.*, 2011; Tettamanti *et al.*, 2012) were considered sufficient, and the reasons for dropouts were elucidated. The statistical analyses used were considered appropriate (Thomé *et al.*, 2011; Tettamanti *et al.*, 2012).

#### **4 DISCUSSION**

The present systematic review found that the use of mobile devices for prolonged periods, especially at night, is associated with sleep disturbances. In general, it is suggested that this is due to both exposure to the light emitted by technological devices (Fossum *et al.*, 2014; Green *et al.*, 2018; Rosen *et al.*, 2015; Tettamanti *et al.*, 2012) and dependence behaviors (Tettamanti *et al.*, 2012). Studies that evaluated the relationship between cell phone



use and sleep disturbances, without specifying whether they were used at night, also corroborated the findings of an association between exposure and outcome (Thoméé *et al.*, 2011; Jamal *et al.*, 2012; Tettamanti *et al.*, 2012; Rosen *et al.*, 2015; Eyvazlou *et al.*, 2016; Levenson *et al.*, 2016; Awadalla *et al.*, 2020), thus making it debatable whether other biological events could interfere in the circadian cycle, since the timing of device use did not affect the result.

Regarding luminosity, light from cell phones causes a decrease/suppression of the production and release of the hormone melatonin (Christensen *et al.* 2016, Monma *et al.*, 2018; Rosen *et al.*, 2015), which contributes to changes in the circadian cycle (Shimura *et al.*, 2020; Levenson *et al.*, 2016). The release of melatonin is stimulated in the absence of light. Thus, permanent exposure to a light stimulus reduces the activation of enzymes necessary for the synthesis of melatonin in the pineal gland (Rahman *et al.*, 2017). Parallel exposure to radiofrequency radiation from the electromagnetic field (RF-EMF) has also been studied, but no long-term effects were noted (Molher *et al.*, 2012; Thomée *et al.*, 2020).

In addition to biological aspects, behavioral factors are important (Tettamanti *et al.*, 2012). Habitually using a cell phone near bedtime (Shimura *et al.*, 2020), not keeping the device in silent mode during sleep or checking and/or responding to notifications frequently contributes to the higher risk of sleep disturbances (Rosen *et al.*, 2015). In this regard, sleep hygiene measures are essential.

The most frequent recommendation is to avoid using cell phones in the hour before going to bed (Fossum *et al.*, 2014; Zarghami *et al.*, 2015; Christensen *et al.*, 2016; Exelmans; Van Den Bulck, 2016; Bhat *et al.*, 2017; Bjorvatn; Waage; Pallesen, 2018; Green *et al.*, 2018; Rod *et al.*, 2018; Monma *et al.*, 2018; Ragupathi. 2020; Shimura *et al.*, 2020; Walsh *et al.*, 2020). Devices should be removed from the room or, if this is not possible, the screen brightness should be adjusted to a minimum to reduce the light intensity. Additionally, cell phones should be kept at least 14 inches (35.56 cm) from the face (Krahn *et al.*, 2013). It is suggested that the use of cell phones at night should end 30 minutes to one hour before bedtime, and it is most beneficial if their use ends before the lights are turned off (Walsh *et al.*, 2020; Rafique *et al.*, 2020). However, each case must be evaluated individually, since some individuals exhibit exacerbation of sleep disturbances when they are kept at a distance from their phones, a process known as nanophobia, the fear of being away from (or without) the cell phone, which results in anxiety (Rosen *et al.*, 2015). Thus, there is no consensus regarding a safe time or duration of cell phone use for any purpose (Zarghami *et al.*, 2015).

Regarding the influence of the participants' age (adults and elderly adults), it was observed that the excessive use of mobile phones by younger individuals is more common, and they should be advised of the need to establish limits for the frequency and timing of mobile phone use to prevent sleep disturbances (Walsh *et al.*, 2020). Elderly individuals are less likely to use mobile devices after the bedroom lights are turned off (Exelmans; Van Den Bulck, 2016), before bedtime or in bed (Bhat *et al.*, 2017, FOSSUM *et al.*, 2014). This may be due to behavioral factors inherent to maturity, since elderly adults have more control over their use of these devices (Choi *et al.*, 2015), or to elderly individuals' lower adoption of technology, including the use of cell phones, for a variety of purposes (Bianchi, Phillips, 2005).

Sleep quality was evaluated very differently in the included studies. The PSQI was the most frequently applied tool (36.8%). Several sleep assessment scales were used in the studies, which, in addition to hindering comparisons, may affect the detection rate and lead to inaccurate results. Even the questionnaires that were used were based on numerical scores and not on any type of measurement or medical evaluation (Eyvazlou *et al.*, 2016). The high heterogeneity of the samples and tools used to determine the timing of electronic device use and the presence of sleep disturbances made it impossible to perform a meta-analysis. Regarding the risk of bias, it was considered low and mainly due to methodological limitations inherent to observational studies, which made it impossible to determine causality and isolate the influence of specific exposures (Manchikanti *et al.*, 2009).

In short, it was observed that people use cell phone in different ways and for different reasons (De-Sola *et al.*, 2017). Thus, future studies that objectively evaluate evaluating the time of electronic device use and the reasons for their use (leisure and/or occupational) are of interest to contribute to the establishment of more effective sleep hygiene measures. Public awareness of the adverse health effects of excessive cell phone use, especially at night, should be increased to minimize the deleterious influence of this behavior (Mei *et al.*, 2018).

## **5 CONCLUSION**

The use of cell phones, especially at bedtime, is associated with sleep disturbances.

## **REFERENCES**

Anderson, C. A., Bushman, B. J., Bartholow, B. D., Cantor, J., Christakis, D., Coyne, S. M., Donnerstein, E., Brockmyer, J. F., Gentile, D. A., Green, C. S., Huesmann, R., Hummer, T., Krahé, B., Strasburger, V. C., Warburton, W., Wilson, B. J., & Ybarra, M. (2017). Screen

Violence and Youth Behavior. *Pediatrics*, *140*(Suppl 2), S142–S147.  
<https://doi.org/10.1542/peds.2016-1758T>

Awadalla, N. J., Mahfouz, A. A., Shehata, S. F., Al Thibiait, S. A., Aljihani, A. H., Hafez, S. M., Assiri, M. H., Al-Mubark, D. A., Al Shibani, H. M., Alsamghan, A. S., & Alsabaani, A. (2020). Sleep hygiene, sleep-related problems, and their relations with quality of life in a primary-care population in southwest Saudi Arabia. *Journal of family medicine and primary care*, *9*(6), 3124–3130. [https://doi.org/10.4103/jfmmpc.jfmmpc\\_525\\_20](https://doi.org/10.4103/jfmmpc.jfmmpc_525_20)

Babson, K. A., Trainor, C. D., Feldner, M. T., & Blumenthal, H. (2010). A test of the effects of acute sleep deprivation on general and specific self-reported anxiety and depressive symptoms: an experimental extension. *Journal of behavior therapy and experimental psychiatry*, *41*(3), 297–303. <https://doi.org/10.1016/j.jbtep.2010.02.008>

Bartel, K. A., Gradisar, M., & Williamson, P. (2015). Protective and risk factors for adolescent sleep: a meta-analytic review. *Sleep medicine reviews*, *21*, 72–85.  
<https://doi.org/10.1016/j.smrv.2014.08.002>

Bhat, S., Pinto-Zipp, G., Upadhyay, H., & Polos, P. G. (2018). "To sleep, perchance to tweet": in-bed electronic social media use and its associations with insomnia, daytime sleepiness, mood, and sleep duration in adults. *Sleep health*, *4*(2), 166–173.  
<https://doi.org/10.1016/j.sleh.2017.12.004>

Bianchi, A., & Phillips, J. G. (2005). Psychological predictors of problem mobile phone use. *Cyberpsychology & behavior : the impact of the Internet, multimedia and virtual reality on behavior and society*, *8*(1), 39–51. <https://doi.org/10.1089/cpb.2005.8.39>

Bjorvatn, B., Waage, S., & Pallesen, S. (2018). The association between insomnia and bedroom habits and bedroom characteristics: an exploratory cross-sectional study of a representative sample of adults. *Sleep health*, *4*(2), 188–193.  
<https://doi.org/10.1016/j.sleh.2017.12.002>

Bortkiewicz, A., Gadzicka, E., & Szymczak, W. (2017). Mobile phone use and risk for intracranial tumors and salivary gland tumors - A meta-analysis. *International journal of occupational medicine and environmental health*, *30*(1), 27–43.  
<https://doi.org/10.13075/ijomeh.1896.00802>

Buysse, D. J., Reynolds, C. F., 3rd, Monk, T. H., Berman, S. R., & Kupfer, D. J. (1989). The Pittsburgh Sleep Quality Index: a new instrument for psychiatric practice and research. *Psychiatry research*, *28*(2), 193–213. [https://doi.org/10.1016/0165-1781\(89\)90047-4](https://doi.org/10.1016/0165-1781(89)90047-4)

Cappuccio, F. P., D'Elia, L., Strazzullo, P., & Miller, M. A. (2010). Sleep duration and all-cause mortality: a systematic review and meta-analysis of prospective studies. *Sleep*, *33*(5), 585–592. <https://doi.org/10.1093/sleep/33.5.585>

Cho, Y. M., Lim, H. J., Jang, H., Kim, K., Choi, J. W., Shin, C., Lee, S. K., Kwon, J. H., & Kim, N. (2016). A cross-sectional study of the association between mobile phone use and symptoms of ill health. *Environmental health and toxicology*, *31*, e2016022.  
<https://doi.org/10.5620/eht.e2016022>

Christensen, M. A., Bettencourt, L., Kaye, L., Moturu, S. T., Nguyen, K. T., Olgin, J. E., Pletcher, M. J., & Marcus, G. M. (2016). Direct Measurements of Smartphone Screen-Time: Relationships with Demographics and Sleep. *PLoS one*, *11*(11), e0165331.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0165331>

Choi, S. W., Kim, D. J., Choi, J. S., Ahn, H., Choi, E. J., Song, W. Y., Kim, S., & Youn, H. (2015). Comparison of risk and protective factors associated with smartphone addiction and

Internet addiction. *Journal of behavioral addictions*, 4(4), 308–314.  
<https://doi.org/10.1556/2006.4.2015.043>

Cronbach, L.J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of test. *Psychometrika*, 16, 297–334. doi: 10.1007/BF02310555

Desai, B & Desai, A. (2016). Insomnia. *Primary Care for Emergency Physicians*, 309(7): 281–291. doi: 10.1016/j.cct.2015.12.017

de-Sola, J., Talledo, H., Rodríguez de Fonseca, F., & Rubio, G. (2017). Prevalence of problematic cell phone use in an adult population in Spain as assessed by the Mobile Phone Problem Use Scale (MPPUS). *PloS one*, 12(8), e0181184.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0181184>

Elhai, J. D., Dvorak, R. D., Levine, J. C., & Hall, B. J. (2017). Problematic smartphone use: A conceptual overview and systematic review of relations with anxiety and depression psychopathology. *Journal of affective disorders*, 207, 251–259.  
<https://doi.org/10.1016/j.jad.2016.08.030>

Elhai, J. D., Levine, J. C., & Hall, B. J. (2019). The relationship between anxiety symptom severity and problematic smartphone use: A review of the literature and conceptual frameworks. *Journal of anxiety disorders*, 62, 45–52.  
<https://doi.org/10.1016/j.janxdis.2018.11.005>

Exelmans, L., & Van den Bulck, J. (2016). Bedtime mobile phone use and sleep in adults. *Social science & medicine (1982)*, 148, 93–101.  
<https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2015.11.037>

Exelmans, L., & Van den Bulck, J. (2019). Sleep Research: A Primer for Media Scholars. *Health communication*, 34(5), 519–528.  
<https://doi.org/10.1080/10410236.2017.1422100>

Eyvazlou, M., Zarei, E., Rahimi, A., & Abazari, M. (2016). Association between overuse of mobile phones on quality of sleep and general health among occupational health and safety students. *Chronobiology international*, 33(3), 293–300.  
<https://doi.org/10.3109/07420528.2015.1135933>

Fossum, I. N., Nordnes, L. T., Storemark, S. S., Bjorvatn, B., & Pallesen, S. (2014). The association between use of electronic media in bed before going to sleep and insomnia symptoms, daytime sleepiness, morningness, and chronotype. *Behavioral sleep medicine*, 12(5), 343–357. <https://doi.org/10.1080/15402002.2013.819468>

Guyatt G, Oxman AD, Akl E, Kunz R, Vist G, Brozek J, Norris S, Falck-Ytter Y, Glasziou P, Debeer H, Jaeschke R, Rind D, Meerpohl J, Dahm P, Schünemann HJ. GRADE guidelines 1. Introduction-GRADE evidence profiles and summary of findings tables. *J Clin Epidemiol* 2011;64:383-94. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.zefq.2012.05.017>

Green, A., Dagan, Y. & Haim, A. Exposure to screens of digital media devices, sleep, and concentration abilities in a sample of Israel adults. *Sleep Biol. Rhythms* 16, 273–281 (2018).  
<https://doi.org/10.1007/s41105-018-0150-1>

Hale, L., & Guan, S. (2015). Screen time and sleep among school-aged children and adolescents: a systematic literature review. *Sleep medicine reviews*, 21, 50–58.  
<https://doi.org/10.1016/j.smr.2014.07.007>

Hayden, T & Webster, T. (2014). *The mobile commerce revolution business: success in a wireless world*. Indianapolis: Que.

- Hirshkowitz, M., Whiton, K., Albert, S. M., Alessi, C., Bruni, O., DonCarlos, L., Hazen, N., Herman, J., Katz, E. S., Kheirandish-Gozal, L., Neubauer, D. N., O'Donnell, A. E., Ohayon, M., Peever, J., Rawding, R., Sachdeva, R. C., Setters, B., Vitiello, M. V., Ware, J. C., & Adams Hillard, P. J. (2015). National Sleep Foundation's sleep time duration recommendations: methodology and results summary. *Sleep health*, *1*(1), 40–43. <https://doi.org/10.1016/j.sleh.2014.12.010>
- Höhn, C., Schmid, S. R., Plamberger, C. P., Bothe, K., Angerer, M., Gruber, G., Pletzer, B., & Hoedlmoser, K. (2021). Preliminary Results: The Impact of Smartphone Use and Short-Wavelength Light during the Evening on Circadian Rhythm, Sleep and Alertness. *Clocks & sleep*, *3*(1), 66–86. <https://doi.org/10.3390/clockssleep3010005>
- Jamal, A. , Sedie, R. , Haleem, K. , & Hafiz, N. (2012). Patterns of use of ‘smart phones’ among female medical students and self-reported effects. *Journal of Taibah University Medical Sciences*, *7* (1). doi: 10.1016/j.jtumed.2012.07.001
- Mayo Clinic. (2013, June 3). Are smartphones disrupting your sleep?. *ScienceDaily*. Retrieved June 27, 2022 from [www.sciencedaily.com/releases/2013/06/130603163610.htm](http://www.sciencedaily.com/releases/2013/06/130603163610.htm)
- Kucharczyk, E. R., Morgan, K., & Hall, A. P. (2012). The occupational impact of sleep quality and insomnia symptoms. *Sleep medicine reviews*, *16*(6), 547–559. <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2012.01.005>
- Manchikanti, L., Datta, S., Smith, H. S., & Hirsch, J. A. (2009). Evidence-based medicine, systematic reviews, and guidelines in interventional pain management: part 6. Systematic reviews and meta-analyses of observational studies. *Pain physician*, *12*(5), 819–850.
- Mei, X., Zhou, Q., Li, X. *et al.* Sleep problems in excessive technology use among adolescent: a systemic review and meta-analysis. *Sleep Science Practice* **2**, 9 (2018). <https://doi.org/10.1186/s41606-018-0028-9>
- Monma, T., Ando, A., Asanuma, T., Yoshitake, Y., Yoshida, G., Miyazawa, T., Ebine, N., Takeda, S., Omi, N., Satoh, M., Tokuyama, K., & Takeda, F. (2018). Sleep disorder risk factors among student athletes. *Sleep medicine*, *44*, 76–81. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2017.11.1130>
- Mohler, E., Frei, P., Fröhlich, J., Braun-Fahrlander, C., Röösli, M., & QUALIFEX-team (2012). Exposure to radiofrequency electromagnetic fields and sleep quality: a prospective cohort study. *PloS one*, *7*(5), e37455. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0037455>
- Moola S, Munn Z, Tufanaru C, Aromataris E, Sears K, Sfetcu R, Currie M, Lisy K, Qureshi R, Mattis P, Mu P. Chapter 7: Systematic reviews of etiology and risk. In: Aromataris E, Munn Z (Editors). *JBIM Manual for Evidence Synthesis*. JBI, 2020.
- Ouzzani, M, Hammady, H, Fedorowicz, Z. (2016). Elmagarmid, A. [Rayyan: a web and mobile app for systematic reviews](#). *Systematic Reviews*, *5*(210):1-10. doi: 10.1186/s13643-016-0384-4
- Owens, J. A., & Jones, C. (2011). Parental knowledge of healthy sleep in young children: results of a primary care clinic survey. *Journal of developmental and behavioral pediatrics : JDBP*, *32*(6), 447–453. <https://doi.org/10.1097/DBP.0b013e31821bd20b>
- Page, MJ, McKenzie, JE, Bossuyt, PM, Boutron, I, Hoffmann, TC, Mulrow, CD, Shamseer, L, Tetzlaff, JM, Akl, EA, Brennan, SE, Chou, R, Glanville, J, Grimshaw, JM, Hróbjartsson, A, Lalu, MM, Li, T, Loder, EW, Mayo-Wilson, E, McDonald, S, McGuinness, LA, Stewart, LA, Thomas, J, Tricco, AC, Welch, VA, Whiting, P, Moher, D. (2021). The PRISMA 2020

statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372(1):71. doi: 10.1136/bmj.n71

Palagini, L., Moretto, U., Dell'Osso, L., & Carney, C. (2017). Sleep-related cognitive processes, arousal, and emotion dysregulation in insomnia disorder: the role of insomnia-specific rumination. *Sleep medicine*, 30, 97–104. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2016.11.004>

R Core Team (2018). *R: a language and environment for statistical computing*. Viena: R Foundation for Statistical Computing.

Rabelo, LM, Alexandre, KV, Rodrigues, GMM. (2020). Nomofobia, uso de telefone e redes sociais prejudica o aprendizado de estudantes universitários? *Revista Liberum Accessum*, 3(1): 1-7. Recuperado de

<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:jSsFvYLKUDoJ:revista.liberumaccessum.com.br/index.php/RLA/article/download/33/34+&cd=11&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>

Rafique, N., Al-Asoom, L. I., Alsunni, A. A., Saudagar, F. N., Almulhim, L., & Alkaltham, G. (2020). Effects of Mobile Use on Subjective Sleep Quality. *Nature and science of sleep*, 12, 357–364. <https://doi.org/10.2147/NSS.S253375>

Ragupathi, D., Ibrahim, N., Tan, K. A., & Andrew, B. N. (2020). Relations of Bedtime Mobile Phone Use to Cognitive Functioning, Academic Performance, and Sleep Quality in Undergraduate Students. *International journal of environmental research and public health*, 17(19), 7131. <https://doi.org/10.3390/ijerph17197131>

Rahman, S. A., Flynn-Evans, E. E., Aeschbach, D., Brainard, G. C., Czeisler, C. A., & Lockley, S. W. (2014). Diurnal spectral sensitivity of the acute alerting effects of light. *Sleep*, 37(2), 271–281. <https://doi.org/10.5665/sleep.3396>

Rahman, S. A., St Hilaire, M. A., & Lockley, S. W. (2017). The effects of spectral tuning of evening ambient light on melatonin suppression, alertness and sleep. *Physiology & behavior*, 177, 221–229. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2017.05.002>

Review Manager (2020). Computer program: version 5.4. The Cochrane Collaboration.

Rod, N. H., Dissing, A. S., Clark, A., Gerds, T. A., & Lund, R. (2018). Overnight smartphone use: A new public health challenge? A novel study design based on high-resolution smartphone data. *PLoS one*, 13(10), e0204811. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0204811>

Rosen, L., Carrier, L. M., Miller, A., Rokkum, J., & Ruiz, A. (2016). Sleeping with technology: cognitive, affective, and technology usage predictors of sleep problems among college students. *Sleep health*, 2(1), 49–56. <https://doi.org/10.1016/j.sleh.2015.11.003>

Sahin, S., Ozdemir, K., Unsal, A., & Temiz, N. (2013). Evaluation of mobile phone addiction level and sleep quality in university students. *Pakistan journal of medical sciences*, 29(4), 913–918. <https://doi.org/10.12669/pjms.294.3686>

Schwarzer, G. (2007). Meta: an R Package for meta-analysis. *R News*, 7(3):26-33. Recuperado de [publication/285729385\\_meta\\_An\\_R\\_Package\\_for\\_Meta-Analysis](https://www.r-project.org/doc/2007-02-28/publication/285729385_meta_An_R_Package_for_Meta-Analysis)

Sheaves, B., Porcheret, K., Tsanas, A., Espie, C. A., Foster, R. G., Freeman, D., Harrison, P. J., Wulff, K., & Goodwin, G. M. (2016). Insomnia, Nightmares, and Chronotype as Markers of Risk for Severe Mental Illness: Results from a Student Population. *Sleep*, 39(1), 173–181. <https://doi.org/10.5665/sleep.5342>

Shimura, A., Sugiura, K., Inoue, M., Misaki, S., Tanimoto, Y., Oshima, A., Tanaka, T., Yokoi, K., & Inoue, T. (2020). Which sleep hygiene factors are important? comprehensive

assessment of lifestyle habits and job environment on sleep among office workers. *Sleep health*, 6(3), 288–298. <https://doi.org/10.1016/j.sleh.2020.02.001>

Short, M. A., & Louca, M. (2015). Sleep deprivation leads to mood deficits in healthy adolescents. *Sleep medicine*, 16(8), 987–993. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2015.03.007>

Tettamanti, G., Auvinen, A., Åkerstedt, T., Kojo, K., Ahlbom, A., Heinävaara, S., Elliott, P., Schüz, J., Deltour, I., Kromhout, H., Toledano, M. B., Poulsen, A. H., Johansen, C., Vermeulen, R., Feychting, M., Hillert, L., & COSMOS Study Group (2020). Long-term effect of mobile phone use on sleep quality: Results from the cohort study of mobile phone use and health (COSMOS). *Environment international*, 140, 105687. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105687>

Thomé, S., Härenstam, A., & Hagberg, M. (2011). Mobile phone use and stress, sleep disturbances, and symptoms of depression among young adults--a prospective cohort study. *BMC public health*, 11, 66. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-11-66>

Walsh, N. A., Rodriguez, N., Repa, L. M., King, E., & Garland, S. N. (2020). Associations between device use before bed, mood disturbance, and insomnia symptoms in young adults. *Sleep health*, 6(6), 822–827. <https://doi.org/10.1016/j.sleh.2020.04.004>

Yakymenko, I., Tsybulin, O., Sidorik, E., Henshel, D., Kyrylenko, O., & Kyrylenko, S. (2016). Oxidative mechanisms of biological activity of low-intensity radiofrequency radiation. *Electromagnetic biology and medicine*, 35(2), 186–202. <https://doi.org/10.3109/15368378.2015.1043557>

Zarghami, M., Khalilian, A., Setareh, J., & Salehpour, G. (2015). The Impact of Using Cell Phones After Light-Out on Sleep Quality, Headache, Tiredness, and Distractibility Among Students of a University in North of Iran. *Iranian journal of psychiatry and behavioral sciences*, 9(4), e2010. <https://doi.org/10.17795/ijpbs-2010>

Table 1. General characteristics of the included studies

Authors	Year	Study period	Study design	Subject	Sample	Age, years
Awadalla et al.	2020	2018	Cross-sectional	Adults	401	18 – 65
Bjorvatn et al.	2018	-	Cross-sectional	Adults	1001	18 – 91
Bhat et al.	2017	2015-2017	Cross-sectional	Hospital employees and university students	855	18 – 77
Christensen et al.	2016	2013-2015	Cross-sectional	Participants enrolled in the Health eHeart Study	136	≥ 18
Eyvazlou et al.	2016	2014	Cross-sectional	Students	450	18 – 28
Exelmans et al.	2016	2013	Cross-sectional	Adults	844	18 – 94
Fossum et al.	2014	-	Cross-sectional	Students	532	18 – 39
Green et al.	2018	2017	Cross-sectional	Adult Israeli citizens	280	18 – 82
Jamal et al.	2012	2011	Cross-sectional	Female medical students	120	22.2 ± 1.2
Levenson et al.	2016	2013 - 2014	Cross-sectional	Young U.S. adults	1788	19 – 32
Monma et al.	2018	2016	Cross-sectional	Student athletes	906	18 – 21
Ragupathi et al.	2020	-	Cross-sectional	Undergraduate students	385	20 – 24
Rod et al.	2018	2013	Cross-sectional	Young adults	815	Mean age: 21.6
Rosen et al.	2016	2014 - 2015	Cross-sectional	U.S. college students	734	Mean age: 25.87
Shimura et al.	2020	2017 - 2019	Cross-sectional	Employees from 29 companies	5,640	18 – 79
Tettamanti et al.	2020	Sweden (2008 - 2009) Finland (2009–2011).	Cohort	Participants enrolled in the Cohort Study of Mobile Phone Use and Health (COSMOS)	Swedish n = 21,049 Finnish n = 3,120	18 – 66 18 – 69
Thoméé et al.	2011	2007	Prospective cohort	Young adults	4,156	20 – 24
Walsh et al.	2020	2016-2017	Cross-sectional	Young adults	2,390	18 – 35
Zarghami et al.	2015	-	Cross-sectional	University students	358	20 – 31



Table 2. Evaluation of the association between cell phone use and insomnia risk

Authors	Exposure+	Exposure period	Output	Evaluation (OR/RR)	P value	95% CI	Result (+/-)
Awadalla et al.,2020	Average cellphone use duration: 558 min/day	Daily	Insomnia	R = 0.26	P = 0.001	-	(+)
Bjorvatn et al., 2018	Bedroom habits (electronic media use: 0 to 7 days/week).	At night	Insomnia	$\chi^2 = 6.2$ df = 7	P = 0.518	-	(-)
Bhat et al.,2017	High in-bed use	At night	Insomnia	OR = 2.3	P < 0.001	1.5-3.5	(+)
Christens et al., 2016	Median screen time > 76.8 min/day	At night	Sleep quality	IQR = 21.4 to 61.3	P < 0.001	0.5-0.8	(+)
Exelmans, et al., 2016	Mobile phone use at least sometimes after lights out	At night	Sleep disturbances	OR = 3.314	P < 0.001	0.870-12.624	(+)
Eyvazlou et al., 2016	Cell phone overuse	Daily	Sleep quality	R <sup>2</sup> = 0.083	P < 0.001	-	(+)
Fossum et al., 2014	Mobile phone use in bed: 46.6 min/night	At night	Insomnia	B = 0.19 t = 4.01	P < 0.001	-	(+)
Green et al., 2018	Exposure to screens for 30 min after bedtime	At night	Sleep disturbances	R = 0.192	P < 0.05	-	(+)
Jamal et al., 2012	Frequency of mobile phone use: Heavy > 180 min/day	Daily	Insomnia	$\chi^2 = 10.829$	P = 0.013	-	(+)
Levenson et al., 2016	Prevalence of side-effects of mobile phone use	Daily	Sleep disturbances	30%	-	-	(+)
	SM volume: Q4 = 121 min/day or more of social media use	Daily		OR = 1.95	P = 0.004	1.37–2.79	(+)
	Frequency of SM use: five or more times per day			OR = 2.92	P < .001	1.97–4.32	(+)
Monma et al., 2018	Use of electronics after lights out	At night	Sleep disorder	OR = 1.6	P = 0.010	1.12 - 2.29	(+)
Ragupathi et al., 2020	Bedtime mobile phone use during the last 30 days: Every day group	At night	Sleep quality	R= 0,06	P< 0.001	-	(+)
Rod et al., 2018	Frequent interruption of sleep due to smart phone use	At night	Sleep disturbances	OR=1,10	P=0,21	0,57-2,10	(+)
Rosen et al., 2016	Daily smartphone use: 6.64 (scale ranging from 1 to 10)	Daily	Sleep problems	Correlation coefficient = 0.19	P< 0.001	-	(+)
Shimura et al., 2020	Time spent using electronic visual displays at night: Use in bed	At night	Sleep disturbances	Multivariate OR = 2.008	p<.001	99% CI- 1.403-2.874	(+)
Tettamanti et al., 2020	Total call-time categorized by percentile distribution: $\geq$ 90th percentile ( $\geq$ 36.8 min/day of conversation)	Daily	Insomnia	OR = 1.24	P = 0.01	1.03-1.51	(+)
Thoméé et al., 2011	High frequency use for calls and SMS messages	Daily	Sleep disturbances	PR=1,28	P<0,0001	1,21-2,69	(+)
Walsh et al., 2020	180 min or more if device use before bed	At night	Insomnia	OR=2.27	P<0,001	-	(+)
Zarghami et al., 2015	Frequency of Using Cell phones After Lights are out: Every Night	At night	Insomnia	OR = 2.4	-	4,2-1,4	(+)

+ The relationship with the greatest measured exposure.

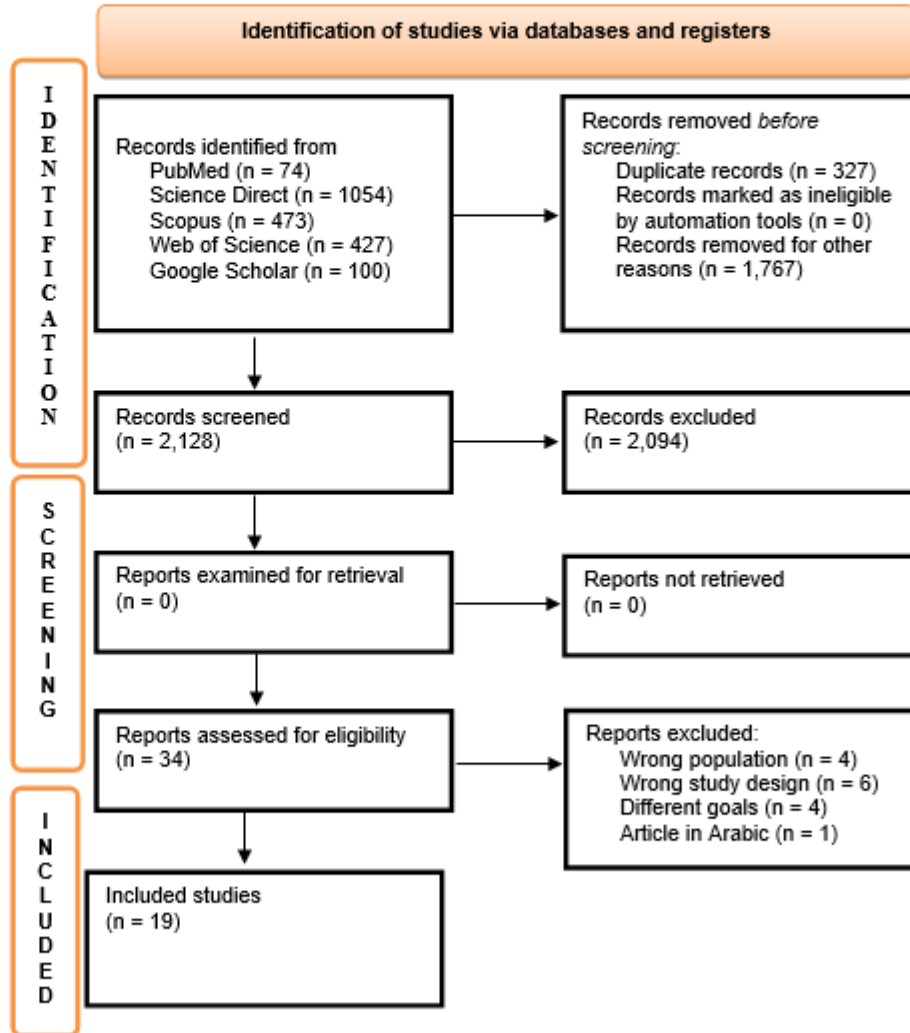
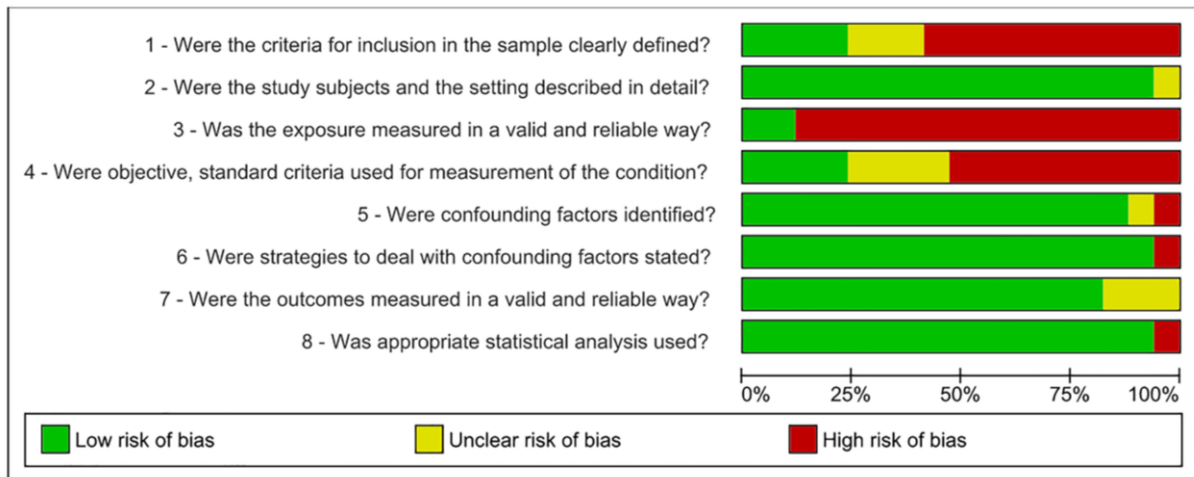
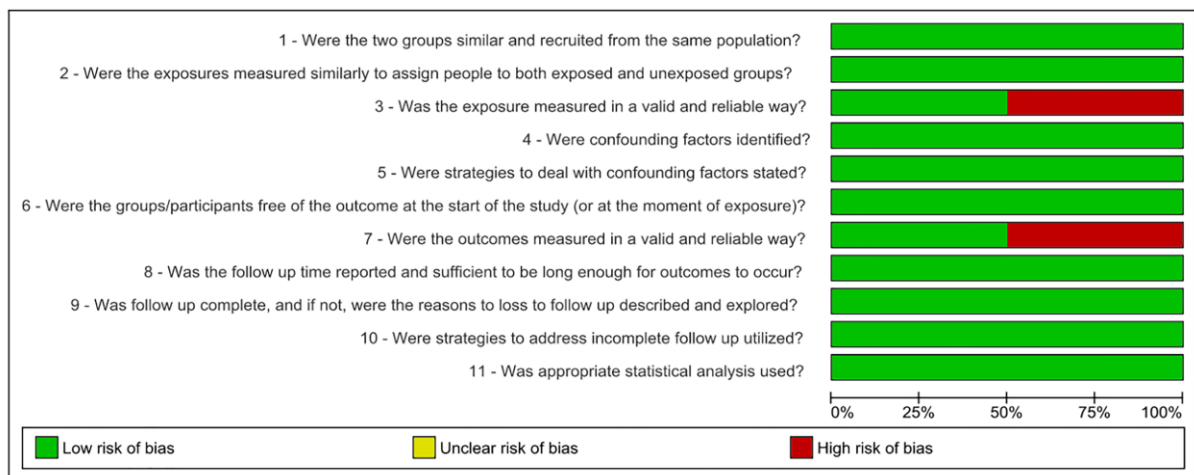


Figure 1. Flowchart of the study selection process.



A



B

Figure 2. (A) Risk of bias graph: Analysis of the authors' judgments about each risk of bias item, presented as percentages of the 17 included cross-sectional studies. (B) Risk of bias graph: Analysis of the authors' judgments about each risk of bias item, presented as percentages of the two included cohort studies.