



Universidade Federal de Pernambuco  
Centro de Biociências

JOYCE SANTOS DA SILVA

**INVESTIGAÇÃO DOS MICRO-ORGANISMOS  
PATOGENICOS EM APARELHOS CELULARES E FONES DE  
OUVIDO: UMA REVISÃO LITERÁRIA**

Recife  
2023

JOYCE SANTOS DA SILVA

**INVESTIGAÇÃO DOS MICRO-ORGANISMOS  
PATOGENICOS EM APARELHOS CELULARES E FONES DE  
OUVIDO: UMA REVISÃO LITERÁRIA**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Graduação em  
Biomedicina da Universidade Federal de  
Pernambuco, como pré-requisito à  
obtenção do título de Bacharel em  
Biomedicina.

Orientador: Prof. Dr. Bruno Severo Gomes

Recife  
2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Silva, Joyce Santos da.

Investigação dos micro-organismos patogênicos em aparelhos celulares e fones de ouvido: uma revisão literária. / Joyce Santos da Silva. - Recife, 2023. 39 p. : il., tab.

Orientador(a): Bruno Severo Gomes

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Biociências, Biomedicina, 2023.

1. Microbiologia. 2. Dispositivos Eletrônicos. 3. Saúde Pública. I. Gomes, Bruno Severo. (Orientação). II. Título.

610 CDD (22.ed.)

JOYCE SANTOS DA SILVA

**INVESTIGAÇÃO DOS MICRO-ORGANISMOS PATOGÊNICOS EM  
APARELHOS CELULARES E FONES DE OUVIDO: UMA REVISÃO  
LITERÁRIA**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de  
Graduação em Biomedicina da  
Universidade Federal de  
Pernambuco, como pré-requisito à  
obtenção do título de Bacharel em  
Biomedicina.

Aprovada em: 19/09/2023

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientador: Prof. Dr. Bruno Severo Gomes  
UFPE/ Departamento de Microbiologia

---

MSc Anthony Alves dos Santos  
Núcleo Técnico Operacional Hapvida NotreDame

---

Dra. Valdilene da Silva Ribeiro  
Secretária de Saúde/ HOF e HGBC

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, pois foi Ele que me manteve firme para finalização deste trabalho, aos meus familiares e amigos.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pois sem Ele nada poderia ter feito. Sua orientação constante iluminou meu caminho e fortaleceu minha determinação em cada etapa desta jornada acadêmica.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Bruno Severo Gomes por sua paciência e orientação cuidadosa. Seus conselhos valiosos moldaram este trabalho e enriqueceram minha compreensão tanto sobre o assunto, como sobre a vida.

Minha gratidão se estende à UFPE, pelo acesso às instalações e recursos que foram essenciais para a realização da pesquisa.

Agradeço também aos meus colegas de turma que compartilharam conhecimentos e trocaram ideias, aliviando, em muitos momentos, o peso da graduação com histórias divertidas e boas risadas.

Não posso deixar de agradecer minha família, cujo apoio incondicional foi uma fonte de motivação, incentivo e força em momentos desafiadores. Especialmente à minha mãe e ao meu pai, que acreditaram em mim, me encorajaram nessa jornada que foi a biomedicina e sempre buscaram me dar tudo de melhor. Sua generosidade e sacrifício são testemunhos do amor e dedicação que têm por mim.

Um agradecimento especial a minha melhor amiga, Clara, que sempre esteve 100% disponível para ouvir e acolher todos os meus surtos. Sua presença constante e apoio inabalável ao longo deste percurso foram um farol de esperança e conforto. Suas palavras de estímulo nos momentos de dúvida e seu entusiasmo genuíno pelos meus sucessos foram verdadeiramente inspiradores. Agradeço por ser mais do que minha amiga, mas também minha confidente e uma parte essencial desta jornada. Seu incentivo e amizade têm um lugar especial no meu coração e neste trabalho.

Agradeço também a Judite e a Talitinha, por serem minhas companheiras de estrada. Obrigada por serem o motor e o escudo (de oração) nos nossos engarrafamentos diários.

Por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, contribuíram para este trabalho. Que este trabalho possa retribuir à comunidade acadêmica e à sociedade, assim como todos vocês fizeram por mim. Muito obrigada.

SILVA, Joyce Santos da. **Investigação dos micro-organismos patogênicos em aparelhos celulares e fones de ouvido: uma revisão literária.** 2023. 39. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Biomedicina) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2023.

## RESUMO

O surgimento das tecnologias digitais marcou o século XXI com a era da informação e da globalização; entre essas tecnologias, dois dispositivos se destacaram e se tornaram indispensáveis na rotina moderna: o celular e o fone de ouvido. Com a popularidade desses aparelhos no Brasil, muitas pessoas passaram a utilizá-los constantemente, levando-os a diversos ambientes, incluindo locais de alto risco de propagação microbiológica. Diante desse cenário, este trabalho tem como objetivo investigar os micro-organismos patogênicos presentes em aparelhos celulares e fones de ouvido por meio de uma revisão integrativa da literatura, analisar a virulência dos micro-organismos identificados, determinando sua capacidade de causar doenças em humanos e avaliar o melhor método de higienização para remoção dos patógenos nas superfícies dos dispositivos eletrônicos. Para a metodologia, foi utilizado como base bibliográfica artigos científicos disponíveis em bancos de dados online como Google Acadêmico, LILACS, MEDLINE e SciELO, estes se encontravam nas línguas portuguesa, espanhola e inglesa. Com a análise dos 15 artigos selecionados foi possível identificar uma variedade de bactérias Gram-positivas, Gram-negativas e fungos patogênicos presentes na superfície dos aparelhos celulares e fones de ouvido, destacando o *Staphylococcus aureus* como um patógeno recorrente, encontrado em 80% dos trabalhos analisados, além da presença de bactérias da família das enterobactérias em 27% dos artigos, como a *Escherichia sp* e a *Klebsiella sp*, que são bactérias normalmente encontradas no trato gastrointestinal humano. Ademais, 60% das pesquisas também identificaram a presença de fungos como *Candida sp* e 14% encontraram *Aspergillus sp*, que têm o potencial de causar infecções em diversas partes do corpo, incluindo a pele, unhas e ouvidos. Para higienização, é recomendado o uso do álcool 70%, por ser um dos métodos mais simples e eficazes na realização da limpeza dos aparelhos. Dessa forma, é possível concluir a importância de pesquisas e conscientização contínuas para proteger a saúde pública no contexto tecnológico atual, visto que, foi possível perceber o nível de micro-organismos presente nos dispositivos. No entanto, faz-se necessário pesquisas futuras que investiguem a resistência microbiana em dispositivos eletrônicos ao longo do tempo para o desenvolvimento de medidas de higienização mais eficazes e uma compreensão completa dos riscos potenciais à saúde associados ao uso dos aparelhos celulares e fones de ouvido.

**Palavras-chave:** Microbiologia. Dispositivos Eletrônicos. Saúde Pública.

SILVA, Joyce Santos da. **Investigation of pathogenic microorganisms in cell phones and headphones: a literature review.** 2023. 39. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Biomedicina) – Universidade Federal de Pernambuco, Cidade, ano.

## **ABSTRACT**

The emergence of digital technologies has marked the 21st century as the era of information and globalization. Among these technologies, two devices have stood out and become indispensable in modern life: the mobile phone and the headphones. With the popularity of these devices in Brazil, many people have started using them constantly, taking them to various environments, including high-risk areas for microbiological contamination. Given this scenario, this study aims to investigate the pathogenic microorganisms present on mobile phones and headphones through an integrative literature review, analyze the virulence of the identified microorganisms, determining their capacity to cause diseases in humans, and assess the best method for sanitizing and removing pathogens from electronic device surfaces. As a methodology, scientific articles available in online databases such as Google Scholar, LILACS, MEDLINE, and SciELO were used as the bibliographic basis, written in Portuguese, Spanish, and English. Through the analysis of the 15 selected articles, it was possible to identify a variety of Gram-positive bacteria, Gram-negative bacteria, and pathogenic fungi present on the surfaces of mobile phones and headphones. *Staphylococcus aureus* was highlighted as a recurrent pathogen, found in 80% of the analyzed studies. Additionally, bacteria from the enterobacteria family were present in 27% of the articles, such as *Escherichia* sp and *Klebsiella* sp, which are bacteria normally found in the human gastrointestinal tract. Furthermore, 60% of the research also identified the presence of fungi such as *Candida* sp, and 14% found *Aspergillus* sp, which have the potential to cause infections in various parts of the body, including the skin, nails, and ears. For sanitization, the use of 70% alcohol was recommended as it is one of the simplest and most effective method for cleaning the devices. Thus, it is possible to conclude the importance of ongoing research and awareness to protect public health in the current technological context, as the level of microorganisms present on devices was noticeable. However, further research is needed to investigate microbial resistance in electronic devices over time to develop more effective sanitization measures and gain a comprehensive understanding of the potential health risks associated with the use of mobile phones and headphones.

**Key words:** Microbiology. Electronic Devices. Public Health

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|  |    |
|--|----|
| <b>Figura 1</b> – Ilustração de bactérias, vírus e fungo                       | 16 |
| <b>Figura 2</b> – Ilustração dos arranjos de bacilos                           | 17 |
| <b>Figura 3</b> – Ilustração dos arranjos de cocos                             | 17 |
| <b>Figura 4</b> – Estrutura básica da parede celular Gram-positiva             | 18 |
| <b>Figura 5</b> – Estrutura básica da parede celular Gram-negativa             | 19 |
| <b>Figura 6</b> – Diferenças entre fungos filamentosos e leveduras             | 23 |
| <b>Figura 7</b> – Obtenção das amostras com swab                               | 28 |
| <b>Figura 8</b> – Características do uso de celular e seus cuidados            | 32 |
| <b>Figura 9</b> – Características do uso do celular por profissionais de saúde | 33 |

## LISTA DE QUADROS

**Quadro 1** – Artigos sobre micro-organismos presentes em aparelhos eletrônicos 26

**Quadro 2** – Principais micro-organismos encontrados e meios de cultura usados 29

## SUMÁRIO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO.....</b>  | <b>12</b> |
| <b>2 OBJETIVOS.....</b>   | <b>14</b> |
| 2.1 Objetivo Geral.....   | 14        |
| 2.2 Objetivos Específicos.....  | 14        |
| <b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>                                       | <b>15</b> |
| 3.1 Microbiologia.....  | 15        |
| 3.2 Bacteriologia.....  | 16        |
| 3.2.1 Principais Bactérias nos celulares e fones de ouvido estudados..... | 19        |
| 3.2.2 Meios de cultura.....   | 21        |
| 3.3 Micologia.....  | 22        |
| 3.4 Infecções Relacionadas à Assistência à Saúde.....                     | 24        |
| <b>4 METODOLOGIA.....</b>   | <b>24</b> |
| <b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>                                      | <b>25</b> |
| <b>6 CONCLUSÃO.....</b>   | <b>33</b> |
| <b>REFERÊNCIAS.....</b>   | <b>34</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

Com o surgimento das tecnologias digitais, o século XXI está marcado como a era da informação e da interconexão entre os países. Nesse contexto, existem dois dispositivos que se destacam: o celular e o fone de ouvido (Pinheiro, A.; Pinheiro, F., 2021).

No Brasil, os aparelhos celulares começaram a ser vendidos a partir de meados de 1990. Dessa forma, ao longo dos anos, o telefone fixo foi sendo deixado de lado, fazendo com que muitos brasileiros passassem a utilizar com maior frequência os telefones celulares, que são menores e, com o passar dos anos, ficaram cada vez mais modernos, tornando-se indispensável no cotidiano de muitas pessoas. Além de realizar chamadas, o celular, também conhecido como *smartphones*, permite o acesso instantâneo a informações e aplicativos (Coutinho, 2014).

Esse dispositivo multifuncional, que antes servia apenas para realizar chamadas e enviar mensagens de texto, rapidamente evoluiu e se transformou, com o desenvolvimento de diversos aplicativos, dos mais variados tipos. É notável que muitos desses aplicativos de sucesso estejam voltados para o entretenimento, com os jogos liderando essa categoria. Seu apelo é universal, mas entre os jovens eles encontram um público mais ávido. De igual modo, aplicativos de produtividade e organização também são populares, assim como as redes sociais, que oferecem mais conexão entre os usuários (Campanholli *et al.*, 2012).

Outro equipamento bastante utilizado, principalmente pelos mais jovens, são os fones de ouvido, que possuem diversos tipos diferentes: fones com ou sem fio, auriculares ou intra-auriculares. Além disso, esse acessório concede ao usuário mais privacidade e conforto, seja para ouvir música, participar de reuniões online ou mergulhar em experiências imersivas de realidade virtual (Alves *et al.*, 2023).

Os fones de ouvido possuem o poder de transportar o ouvinte para um ambiente virtual bastante realista, o que tem sido um dos pontos explorados pela indústria, pois esse potencial é particularmente atrativo no contexto de sistemas de comunicação móvel, onde os fones de ouvido podem ser a ferramenta ideal para a criação dessas experiências aumentadas (Algazi *et al.*, 2010).

Nesse contexto, dois conceitos têm sido vistos no nosso cenário moderno e tecnológico: mobilidade e ubiquidade. Mobilidade é a facilidade que a população tem

de transportar um “mini” computador para onde desejar, o que permite acesso instantâneo a informações e interações via internet. Ubiquidade, por outro lado, refere-se à capacidade de estar presente em todos os lugares ao mesmo tempo, possibilitando a interconexão contínua de dispositivos e serviços, criando um ambiente altamente conectado e acessível em qualquer momento e local (Dias, 2010).

Com isso, esses dois dispositivos se tornaram essenciais e acompanham as pessoas para diversos lugares, como ambiente de trabalho e residência, passando até mesmo por banheiros públicos. Ademais, por serem portáteis, esses aparelhos acabam sendo expostos a superfícies como: mesas, bolsas e sanitários. Conseqüentemente, com essa movimentação constante e contato frequente com a pele, pode criar condições propícias para o crescimento de micro-organismos nesses equipamentos (Reis *et al.*, 2015). Além disso, outro fator que pode acelerar esse crescimento é a falta de higienização nas superfícies desses aparelhos e, dependendo da imunidade dos indivíduos afetados, esses micro-organismos podem ocasionar infecções (Baldo *et al.*, 2016).

Desde seres vivos até objetos inanimados, os micro-organismos estão presentes em todos os lugares e estruturas, incluindo a pele humana. Normalmente, esses micro-organismos, não apresentam ameaças à saúde. No entanto, os dispositivos eletrônicos têm potencial para acumular essas estruturas, devido a falta de higienização, podendo representar perigos potenciais à saúde. (Gerba, 2012).

Na literatura, foram relatados alguns grupos de micro-organismos possivelmente patogênicos mais encontrados nos equipamentos eletrônicos. Estes incluem as bactérias Gram-positivas como *Staphylococcus* spp, as Gram-negativas enterobactérias *Escherichia* sp e *Klebsiella* sp, e também alguns tipos de fungos, como *Candida* e *Aspergillus* (Anderson *et al.*, 2009; Elmufti, 2014; Singh *et al.*, 2012).

Em suma, o aumento do uso de aparelhos celulares e fones de ouvido na sociedade moderna tem levantado preocupações sobre micro-organismos, especialmente as bactérias, e os potenciais riscos de infecção relacionados a esses aparelhos.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo Geral

Realizar uma revisão de literatura sobre os tipos de micro-organismos patogênicos presentes em amostras de aparelhos celulares e fones de ouvido e seus impactos na saúde humana.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar a incidência dos micro-organismos presentes nas superfícies dos aparelhos celulares e fones de ouvido, que podem causar infecções.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 Microbiologia

Microbiologia é uma palavra derivada do grego *mikros* (pequeno), *bios* (vida) e *logos* (estudo); portanto é a ciência que estuda seres microscópicos, denominados micro-organismos, nos seus modos de vida, fisiopatologia, metabolismo, além da interação com o meio ambiente e as demais espécies (Mantovani, 2020).

Os micro-organismos podem ser classificados de diversas formas como: eucariontes unicelulares, multicelulares ou procariontes e acelulares. Eles desempenham importantes papéis na conservação do ecossistema, desde a incorporação do nitrogênio da atmosfera para o solo, até servirem como componentes fundamentais sendo a base da cadeia alimentar de oceanos, lagos e rios (Reis; Santos, 2016).

Depois de anos de pesquisa sobre as diversidades microbianas, os cientistas desenvolveram a taxonomia: ciência que estuda a classificação dos organismos de acordo com sua complexidade e similaridade. Através de métodos bioquímicos, moleculares e morfológicos, é possível agrupar os organismos de acordo com suas características. Essa classificação organizou os organismos em vários níveis: reino, filos, classes, ordens, famílias, gêneros ou espécies. Ademais, após essa divisão, os organismos foram agrupados em 5 reinos. O primeiro é o reino Monera, que engloba bactérias, arqueobactérias e cianobactérias. Depois temos o reino Protista, que compreende as algas e os protozoários. Reino fungi, englobando os fungos. Reino Plantae, dos vegetais. E por último o reino Animalia, compreendendo os animais. (Mantovani, 2020).

Em relação a microbiologia médica, estuda-se os micro-organismos com interesse clínico como os vírus, que são acelulares e não possuem metabolismo próprio; fungos, que são eucariontes, unicelulares, pluricelulares e grandes agentes decompositores e as bactérias, que são procariontes e detêm o núcleo disperso no citoplasma, além disso, algumas bactérias possuem plasmídeo, que é um DNA extra e que pode atribuir a ela uma certa resistência bacteriana (Figura 1) (Teixeira, 2020).

**Figura 1:** Ilustração de bactérias, vírus e fungo



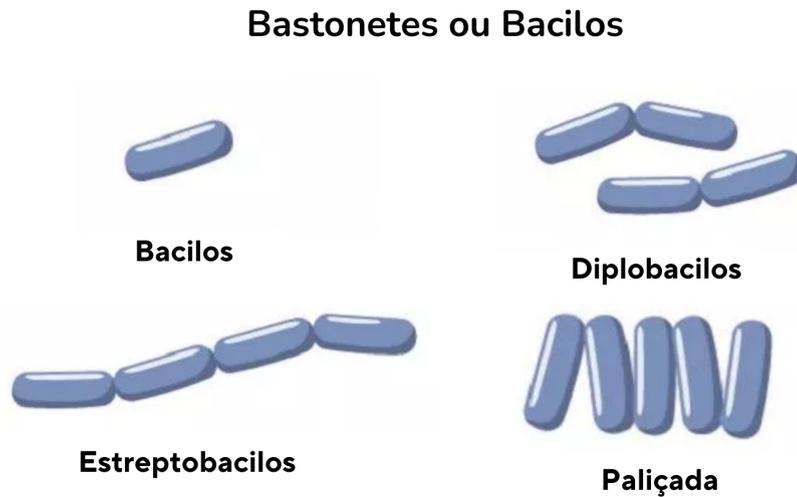
Fonte adaptado de: (BATISTA, Carolina).

### 3.2 Bacteriologia

A bacteriologia é o estudo das bactérias, que são seres unicelulares, pertencentes ao reino Monera e procariotos, ou seja, seu material genético não está envolto por uma membrana nuclear. Além disso, seu tamanho pode variar de 0,2 micrômetro ( $\mu\text{m}$ ) de diâmetro a 10,0  $\mu\text{m}$  de comprimento (Splendore, 2018).

As bactérias possuem morfologias diferentes: bastonetes ou bacilos, espirilos e cocos. Os bastonetes ou bacilos são bactérias com forma cilíndrica, forma de bastão, podendo ser longos ou curtos com extremidade reta, de ponta arredondada, ou ainda curvos, em forma de vírgula. Na sua grande maioria, os bacilos se apresentam na forma isolada, embora, eventualmente eles podem se arranjar em pares, como diplobacilos, ou em cadeias, como estreptobacilos (Figura 2) (Nogueira; Miguel, 2009).

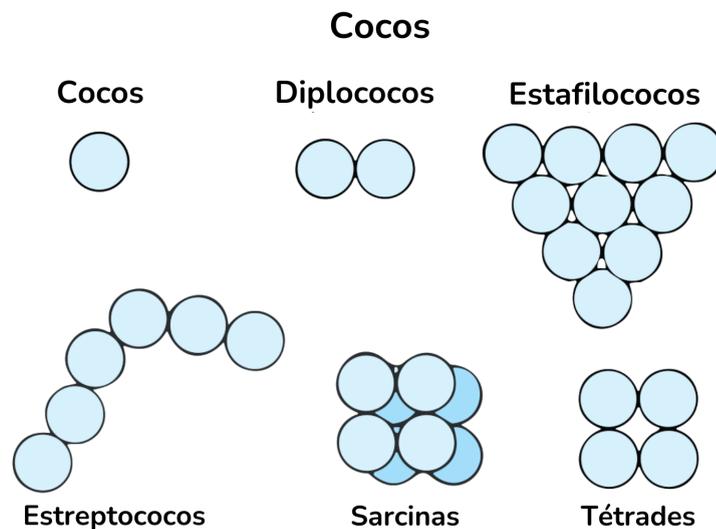
**Figura 2:** Ilustração dos arranjos de bacilos.



Fonte adaptado de: (KNAPP, 2020).

A segunda forma são os espirilos, que apresentam o corpo rígido e se movem às custas de flagelos externos, eles possuem forma de hélice e se apresentam de forma isolada. Por fim, temos os cocos, que são bactérias com forma esféricas e podem ter vários arranjos: Cocos simples e únicos; Diplococos, que são cocos arranjados em dupla; Tétrades, arranjados em grupos de quatro; Sarcinas, arranjados em grupos de oito, semelhante a um cubo; Estreptococos, onde os cocos estão distribuídos em cadeia e Estafilococos, que estão agrupados semelhante a um cacho de uva (Figura 3) (Nogueira; Miguel, 2009).

**Figura 3:** Ilustração dos arranjos de cocos.

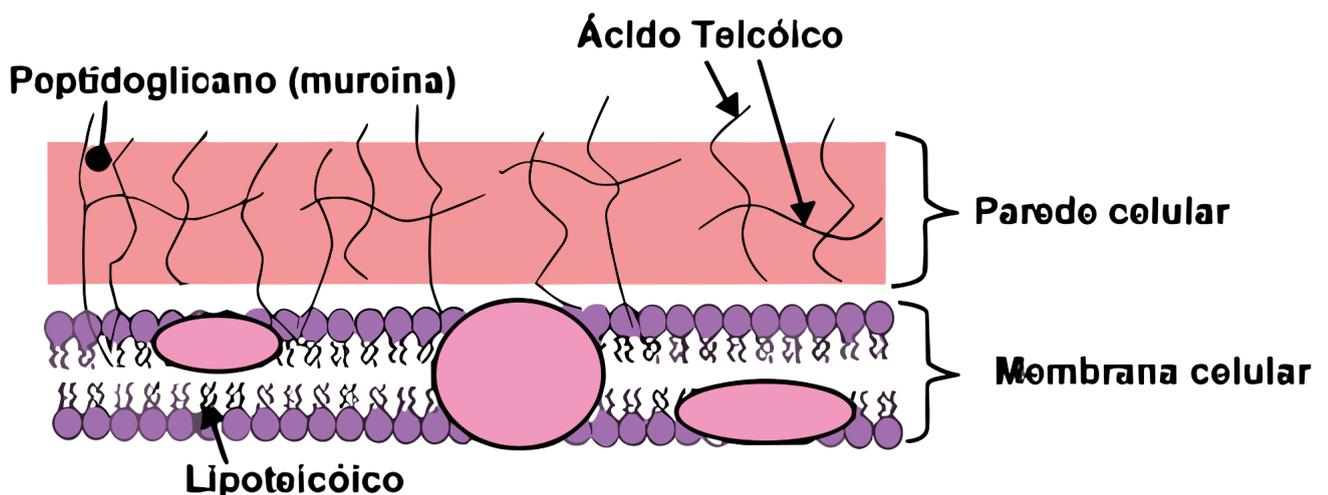


Fonte adaptado de: (FIRDAUSI, Ashhar).

Os principais elementos da estrutura citologia das bacterianas são: Parede celular, que é bastante rígida, composta de peptidoglicano, e concede proteção e resistência às estruturas internas; membrana plasmática, na qual possui natureza lipoprotéica e permeabilidade seletiva, onde isola a célula do meio exterior e controlar a entrada e a saída das substâncias; citoplasma, é preenchido pelo citosol que é composto por glicose, sais, proteínas e água; e o nucleóide, onde o DNA cromossomal se encontra. Além disso, algumas bactérias podem apresentar cápsula, estrutura mucosa responsável por proteger as bactérias do processo de fagocitose; e flagelos, filamentos proteicos cilíndricos, que dão mobilidade (Salton; Kim, 1996).

Ademais, de acordo com sua resposta a coloração pelo método de Gram, as bactérias podem ser classificadas em Gram-positivas ou Gram-negativas. Essa coloração depende da capacidade da bactéria reter o complexo cristal de violeta e iodo, após lavagem com álcool ou acetona. Nas bactérias Gram-positivas, a parede celular é composta por 90% de peptidoglicano, tornando-a mais espessa e fazendo com que não sofra descoloração pela ação do álcool, mantendo assim a coloração arroxeada do cristal de violeta. (Figura 4) (Brooks *et al.*, 2014).

**Figura 4:** Estrutura básica da parede celular Gram-positiva.

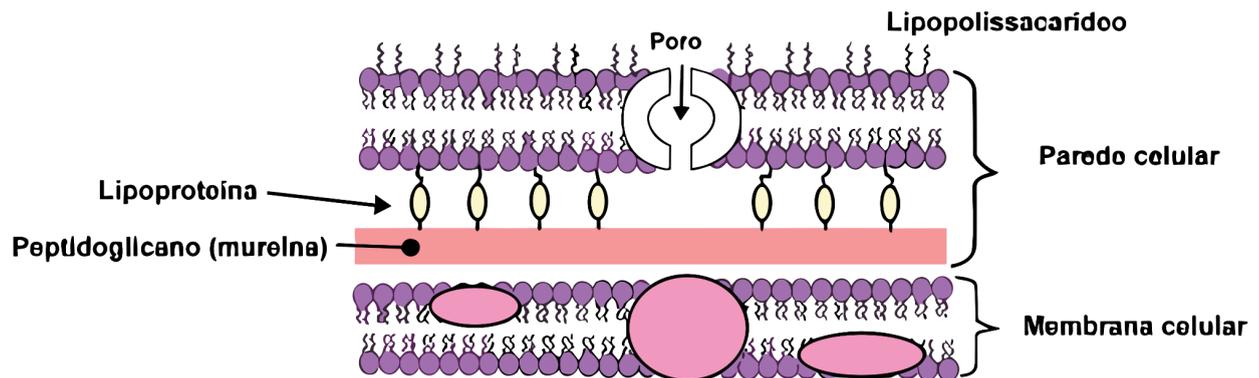


Fonte adaptado de: (NOGUEIRA; MIGUEL, 2009).

Já as Gram-negativas, possuem pouca camada de peptidoglicano, sua parede celular também é composta por uma segunda bicamada lipídica semelhante

à membrana plasmática e devido a sua forte carga negativa, é importante no processo de evasão da fagocitose. Com isso, as Gram-negativas não retêm a coloração e tomam a coloração de fundo, que pode ser safranina ou fucsina (Figura 5) (Books *et al.*, 2014).

**Figura 5:** Estrutura básica da parede celular Gram-negativa.



Fonte adaptado de: (NOGUEIRA; MIGUEL, 2009).

### 3.2.1 Principais Bactérias nos celulares e fones de ouvido estudados

Como descrito na introdução deste trabalho, entre os micro-organismos mais identificados em aparelhos celulares e fones de ouvido estão as enterobactérias *Escherichia sp*, *Klebsiella sp* e os micro-organismos do gênero *Staphylococcus* (Anderson *et al.*, 2009; Elmufti, 2014; Singh *et al.*, 2012).

As enterobactérias pertencem à família *Enterobacteriaceae*, são anaeróbios facultativos, bacilos Gram-negativos e fermentadores de glicose. Algumas espécies fazem parte da flora normal do trato intestinal e não causam doenças. No entanto, outras espécies de enterobactérias podem ser patogênicas, o que significa que podem causar doenças em seres humanos, como infecções gastrointestinais ou infecções do trato urinário (Brenner, 1984). *Klebsiella sp* e *Enterobacter sp*, adquiridas em hospitais, podem causar infecções em pacientes imunodeprimidos como pneumonia, cistite ou pielonefrite. Isso ocorre com as *Enterobacter sp*, pois, a maior parte das cepas possui uma betalactamase cromossômica, que as torna resistentes à ampicilina e a cefalosporinas de primeira e segunda gerações. Além disso, elas podem ser encontradas em superfícies ambientais, incluindo mesas e

outras superfícies inanimadas, especialmente em locais onde a higiene não é rigorosamente mantida. Outra bactéria pertencente a essa família é a *Escherichia sp*, que possui fímbrias que facilitam a sua entrada e adesão às células do hospedeiro, ela costuma ficar no trato gastrointestinal, entretanto algumas espécies podem adquirir genes que permitem causar infecções e diarreia (Cunha, 2008).

Podendo causar infecção nosocomial, a *Acinetobacter sp* possui cepas multirresistentes aos antimicrobianos, o que pode dificultar seu tratamento. São Gram-negativas, pertencem à família das *Morallaceae*, anaeróbias facultativas e encontradas em ambientes diversos como solo, água, pele e mucosa de humanos e animais. Ademais, uma das espécies mais comumente isoladas do sangue, do escarro ou da pele é a *Acinetobacter baumannii*, que geralmente está associada a infecções a dispositivos em hospitais (Brooks *et al.*, 2014).

Outra Gram-negativa importante, é a *Pseudomonas sp*, pertencente à família *Pseudomonadaceae*, muitas das suas espécies são aeróbicas, o que significa que requerem oxigênio para crescer, mas também podem incluir espécies anaeróbias facultativas. Encontrada na maioria dos casos de infecção por *Pseudomonas*, a *P. aeruginosa* é um patógeno tipicamente oportunista, quando introduzida em áreas de lesão tecidual direta, podendo causar foliculite nas axilas, foliculite em áreas anogenitais da pele normal e otite externa (Splendore, 2018).

Já as bactérias Gram-positivas são tipicamente encontradas na microbiota da pele humana, em condições mais secas e salinas, elas contribuem para a proteção geral da pele contra invasores nocivos. A mais comum é a *Staphylococcus sp*, da família *Staphylococcaceae*, são caracterizadas pela forma de cocos em cachos irregulares e podem causar infecções piogênicas que levam à formação de pus (Saker *et al.*, 2004).

O *Staphylococcus aureus* é uma das espécies mais conhecidas, em certas condições de desequilíbrio da microbiota, seja por fatores como higiene inadequada ou uso de antibióticos tópicos, podem se tornar patogênicos e causar infecções cutâneas leves até infecções mais graves. O mecanismo mais comum que causa doenças por *S. aureus* é a invasão tecidual direta, podendo causar foliculites, furúnculos e abscessos cutâneos (Parija, 2012). De igual modo, o *S. epidermidis* é um patógeno oportunista conhecido por estar associado a infecções relacionadas a dispositivos médicos, como cateteres intravenosos, próteses e implantes médicos; formando biofilme, que confere proteção contra fagócitos, assim como o *S. aureus*

(Nogueira; Miguel, 2009).

Pertencentes a família *Streptococcaceae*, os *Streptococcus sp*, são Gram-positivos e anaeróbicos facultativos, eles têm a capacidade de sintetizar nutrientes e enzimas que lhes permitem romper as hemácias e produzir proteases para degradar a hemoglobina, desse modo, obtendo tanto aminoácidos quanto uma fonte de ferro para seu crescimento e sobrevivência. Dependendo da espécie e da cepa, os *Streptococcus sp*, podem ser patogênicos e causar infecções na faringe, pele e ouvido (Reis; Santos, 2016).

Por fim, os *Bacillus sp*, que são bacilos Gram-positivos anaeróbicas pertencentes à família *Bacillaceae* e são capazes de formar endósporo, uma estrutura resistente que protege a bactéria do calor e substâncias químicas. Algumas espécies podem ser usadas na indústria, na fermentação de alimentos e na decomposição de substâncias orgânicas. Entretanto, os esporos de outras cepas, que são resistentes ao processamento e cocção dos alimentos, podem germinar, produzir enterotoxinas e causar intoxicação alimentar nos seres humanos (Salton; Kim, 1996).

### 3.2.2 Meios de cultura

Os meios de cultura são preparações químicas criadas para fornecer nutrientes essenciais para o crescimento bacteriano. Algumas bactérias conseguem se desenvolver em qualquer meio, enquanto outras têm exigências mais específicas. Eles podem ser categorizados em líquido, sólidos, e semi-sólido (Brooks *et al.*, 2014).

Ademais, os meios de cultura ainda podem ser de diferentes tipos como: meios seletivos, diferenciais, enriquecidos, transporte e indicadores. Meios seletivos escolhem micro-organismos específicos de acordo com suas preferências. Meios diferenciais destacam as diferenças entre os micro-organismos, geralmente por cores. Já os meios enriquecidos são mais ricos em nutrientes para suportar o crescimento de bactérias mais exigentes. Meios de transporte não contêm nutrientes, mas previnem a desidratação das secreções e a autodestruição enzimática dos patógenos durante o transporte. Por fim, os meios indicadores auxiliam na identificação de bactérias por meio de suas propriedades bioquímicas (Oplustil *et al.*, 2020).

Um dos meios mais utilizados no início dos cultivos, quando o micro-organismo é desconhecido, é o Caldo BHI, que são feitos a partir de infusão coração e cérebro que junto com a peptona fornece nutrientes como fontes de nitrogênio e vitaminas (Holanda; Arimateia; Neto, 2017). Enquanto que o Ágar Sangue e o Ágar Cromogênico são meios enriquecidos e diferenciais. O Ágar sangue é usado para isolar e identificar bactérias com base em seus padrões de hemólise, como alfa, beta e gama; e o Ágar Cromogênico usa indicadores de pH para produzir cores distintas em colônias microbianas, permitindo a identificação com base em características metabólicas (Tortora; Funke; Case, 2010).

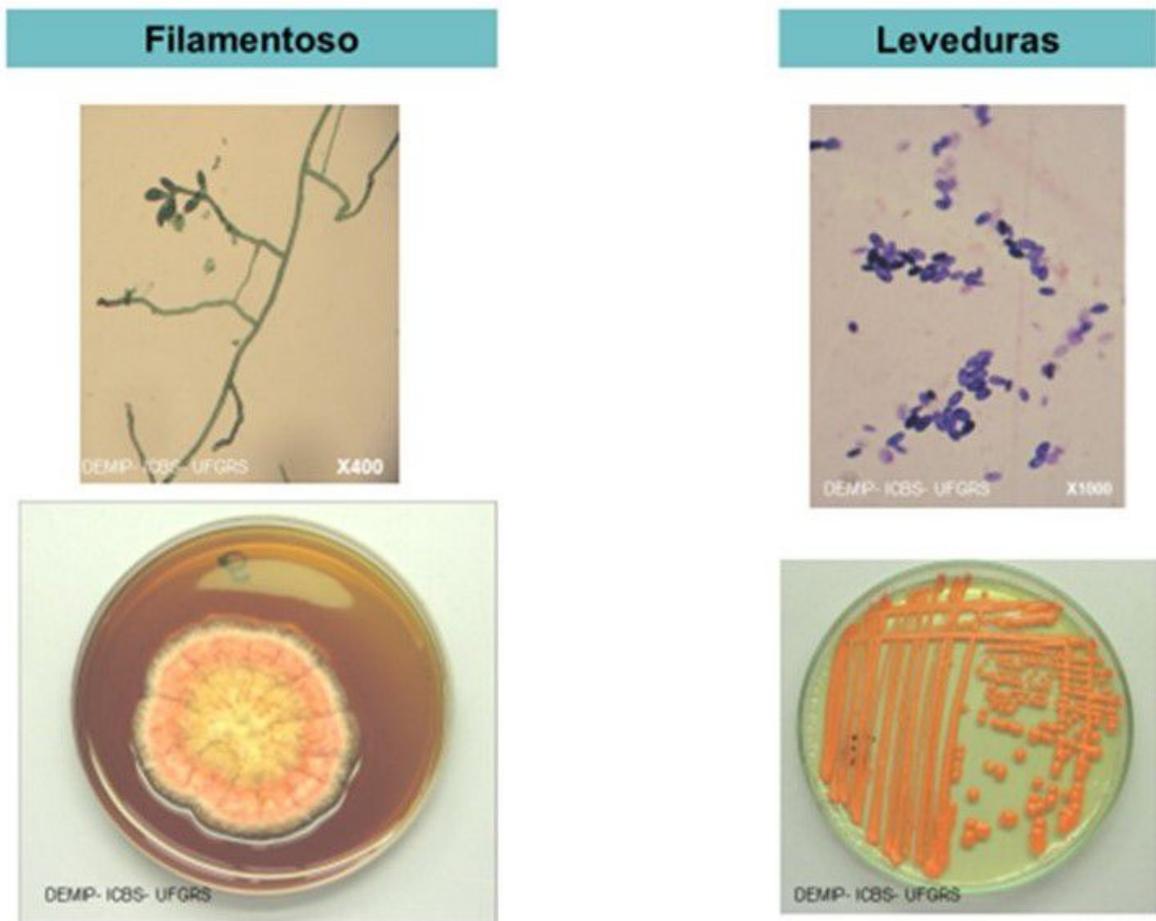
Outro meio bastante usado para diferenciação é o Ágar MacConkey, que serve para o isolamento e identificação de bactérias Gram negativas. Já o meio Ágar Manitol, é seletivo para o isolamento dos *Staphylococcus aureus*, que fermenta o manitol e produz colônias amarelas. Por fim, o Ágar Sabouraud é um meio com nutrientes que favorecem o crescimento de diversos fungos leveduriformes e filamentosos (Madigan, 2016).

### 3.3 Micologia

Os fungos são organismos eucarióticos, heterotróficos do reino Fungi e utilizam compostos orgânicos como fonte de energia e de carbono, com nutrição absorptiva e reserva energética de glicogênio. Sua estrutura somática pode ser leveduriforme (unicelulares) ou filamentosa (multicelulares) e haplóide ou dicariótica (Santos, 2015).

As leveduras possuem formato oval e podem se reproduzir de maneira assexuada (brotamento) ou sexuada (esporos endógenos), eles podem formar pseudo hifas, que são aglomerados de leveduras que se juntam na hora da reprodução. Já os fungos filamentosos formam hifas, que são células alongadas e ramificadas (Figura 6) (Moraes; Paes; Holanda, 2009).

**Figura 6:** Diferenças entre fungos filamentosos e leveduras.  
Parte superior: morfologia celular. Parte inferior: morfologia colonial.



Fonte adaptado de: (HÖFLING; GONÇALVES, 2008).

A principal levedura, que faz parte da microbiota humana e causa doenças, é do gênero *Candida*. Com a replicação por brotamento e a parede celular rica em quitina, esses fungos são capazes de formar pseudohifas em certas condições. Além disso, são micro-organismos oportunistas, que em pacientes em tratamento com antimicrobianos de amplo espectro e imunodeprimidos pode causar a Candidíase superficial ou invasiva. *Candida albicans* é a espécie mais comum e pode ser encontrada normalmente na pele, boca, garganta, trato gastrointestinal e genitália. No entanto, o uso de antibióticos, contraceptivos orais, gravidez e dietas desbalanceadas pode causar um desequilíbrio da microbiota normal, fornecendo um ambiente favorável para o crescimento de *Candida*. (Nogueira; Miguel, 2009; Pappas *et al.*, 2018).

Por outro lado, um grupo de fungos filamentosos bastante distribuído na natureza e no solo são do gênero *Aspergillus*, eles podem ser encontrados em

ambientes internos colonizando superfícies úmidas e substratos orgânicos. Possui diversas espécies, que podem produzir conídios, estruturas reprodutivas assexuais leves e facilmente transportadas pelo vento, que quando inaladas por pessoas imunocomprometidas pode causar reações alérgicas (Brooks, 2014; Siqueira-Bastista et al, 2002).

Além de infecções na pele, boca, garganta e alergias respiratórias, espécies de *Candida* e *Aspergillus* podem infectar o ouvido externo causando a Otomicose, que geralmente ocorre quando a umidade excessiva no ouvido, lesões na pele do canal auditivo ou um ambiente quente e úmido criam condições favoráveis para o crescimento desses fungos (Nowrozi, Hossein *et al.*, 2014; Prasad *et al.*, 2014; Kumzran; Kavitha, 2017).

### 3.4 Infecções Relacionadas à Assistência à Saúde

As Infecções Relacionadas à Assistência à Saúde (IRAS), também conhecidas como Infecções Hospitalares, são infecções que ocorrem como resultado direto ou indireto da assistência médica ou do contato com o ambiente de saúde, como hospitais e centros de saúde. Elas podem ter consequências sérias para os pacientes, aumentando os custos de tratamento e prolongando a internação hospitalar (Henderson *et al.*, 2013)

Existem vários tipos de IRAS, como infecções do trato urinário associadas a cateteres (ITU), infecções respiratórias associadas à ventilação mecânica, infecções de feridas cirúrgicas e infecções sanguíneas relacionadas a cateteres intravenosos. Elas podem ser causadas por uma variedade de patógenos, incluindo vírus, fungos e bactérias como *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus*, *Escherichia sp* e *Pseudomonas sp* (Souza *et al.*, 2017).

#### **4 METODOLOGIA**

O presente trabalho consiste em uma revisão integrativa da literatura, na qual foram utilizados dados obtidos em pesquisas realizadas nas plataformas científicas online como: Google Acadêmico, LILACS, MEDLINE e SciElo, onde foram analisados os 50 primeiros trabalhos de cada plataforma.

Como palavras-chave foram utilizados em português e no seu respectivo correspondente em inglês e espanhol os seguintes descritores: “Micro-organismos patogênicos”, “Aparelhos celulares” e “Fones de ouvido”. Além disso, foram incluídas publicações a partir do ano de 2018.

Dos 55 trabalhos obtidos, 15 foram utilizados na construção do trabalho. Como critérios de exclusão, artigos que não investigaram os micro-organismos presentes em aparelhos eletrônicos e que eram artigos de revisão ou trabalhos de conclusão de curso foram retirados desta revisão.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após análise dos artigos, foram selecionados 15 estudos que investigaram os micro-organismos patogênicos presentes em aparelhos eletrônicos. No quadro 1 estão descritos os autores, título e breve descrição dos artigos.

Quadro 1. Artigos sobre micro-organismos presentes em aparelhos eletrônicos

|   |   |  |
|---|---|--|
| (KURLI <i>et al.</i> , 2018)            | Cultivable microbial diversity associated with cellular phones  | Investiga a diversidade de micro-organismos associados a telefones celulares de 27 indivíduos.   |
| (POLO <i>et al.</i> , 2018)             | Caracterización microbiana de teléfonos móviles pertenecientes a estudiantes de odontología de la Universidad de Cartagena                | Estudo descritivo de corte transversal realizado em 90 amostras de telefones celulares pertencentes a estudantes em prática clínica.                     |
| (BODENA <i>et al.</i> , 2019)           | Bacterial contamination of mobile phones of health professionals in Eastern Ethiopia: antimicrobial susceptibility and associated factors | Determina a prevalência da contaminação bacteriana em telefones móveis de 240 profissionais de saúde.  |
| (LIMA; KOZUSNY-ANDREANI, 2019)          | Acuidade auditiva em altas frequências e contaminação microbiana dos plugs de ouvido em estudantes universitários                         | Analisa o impacto do ruído no sistema auditivo e vestibular em 24 adolescentes usuários de fones de ouvido, assim como a microbiota desses dispositivos. |
| (PAULA; PIETRUCHINSKI; FOLQUITTO, 2019) | Pesquisa de microrganismos patogênicos em fones de ouvido   | Investigou a presença de micro-organismos patogênicos em fones de ouvido de 30 usuários na cidade de Ponta Grossa.                                       |
| (COIMBRA; ANDRADE; SANTOS, 2020)        | Taxa de infecção bacteriana em aparelhos telefônicos em centro de tratamento intensivo em hospital universitário de Belo                  | Identifica os principais grupos bacterianos encontrados em 62 celulares da equipe de profissionais e dos   |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | Horizonte  | visitantes que transitam pela UTI do hospital universitário.   |
| (FÉLIX; CARNICEL; SANTOS, 2020)        | Análise microbiológica de smartphones e possíveis riscos patológicos associados  | Verifica a possível presença de micro-organismos na superfície de aparelhos celulares.   |
| (OZKAYA <i>et al.</i> , 2020)          | Bacterial contamination of cellular phones: are mobile phones safer than smart phones?   | Descreve a contaminação patogênica em 631 telefones celulares de profissionais de saúde.   |
| (SANTANA-PADILLA <i>et al.</i> , 2020) | Presencia de microorganismos en teléfonos móviles del personal de cuidados intensivos de un hospital de España                               | Estudo transversal descritivo para identificar a presença de micro-organismos em 211 telefones móveis da equipe da unidade de cuidados intensivos (UCI) de um hospital na Espanha. |
| (BARROS <i>et al.</i> , 2021)          | Perfil de resistência de microrganismos isolados em fones de ouvidos de alunos de uma instituição de ensino superior de Juazeiro do Norte-CE | Avalia o perfil de resistência de micro-organismos isolados em fones de ouvidos de 40 alunos.  |
| (EL MAGRAHI <i>et al.</i> , 2021)      | Prevalence of Bacterial Flora Associated with Earphones Used Among Students of University of Tripoli, Libya                                  | Determina a contaminação bacteriana em fones de ouvido e na orelha externa de 50 estudantes.   |
| (KOSLOWSKI <i>et al.</i> , 2021)       | Uso de celulares no ambiente hospitalar o risco de contaminação bacteriana   | Investiga a relação com o número e tipo de micro-organismos presentes em 50 celulares.   |
| (PEREIRA; ROCHA; SOUZA, 2021)          | Análise microbiológica em telefones celulares de estudantes universitários da área da saúde  | Verifica a contaminação por microrganismos nos aparelhos celulares de 15 estudantes de medicina.   |
| (SALOIO <i>et al.</i> , 2021)          | Análise microbiológica de aparelhos celulares em estudantes de medicina  | Análise microbiológica dos celulares de 30 alunos do curso de medicina da Universidade de Franca.  |

|                                       |  |  |
|---------------------------------------|--|--|
| (SALMAN;<br>AL-SHARFEE; ALI,<br>2022) | Isolation and identification of microorganism from earphones and disposal methods. | Isolamento e identificação de fungos e bactérias a partir de 50 amostras de fones de ouvido. |
|---------------------------------------|--|--|

Fonte: Autora, 2023.

Dos artigos analisados verifica-se que todas as amostras foram obtidas a partir de esfregaço com Swabs estéreis umedecidos em solução salina, nas superfícies dos aparelhos eletrônicos (Figura 7). Os Swabs são ferramentas úteis para a coleta das amostras biológicas, líquidas ou sólidas, para análise laboratorial (Polo *et al.*, 2018)

**Figura 7:** Obtenção das amostras com swab.



Fonte adaptado de: (POLO *et al.*, 2018)

Como mostra o quadro 2, os principais micro-organismos encontrados nesses estudos foram bactérias Gram-positivas, como: *Streptococcus spp*, que faz parte da microbiota natural humana (Koslowski *et al.*, 2021), *Bacillus sp*, que é um organismo presente nas extremidades do corpo humano e pode ser encontrado em feridas epiteliais (Kurli *et al.*, 2018) e o *Staphylococcus aureus*, que está presente em 90% dos trabalhos analisados; foi usado meio de cultura Ágar Manitol, sendo o meio de

preferência para o isolamento dessa bactéria, pela sua formação de halo amarelo ao redor das colônias na sua fermentação, inibindo o crescimento de outros micro-organismos (Pereira; Rocha; Souza, 2021).

Quadro 2. Principais micro-organismos encontrados e meios de cultura usados

| Objeto  | Trabalho (autor, ano)                  | Principais Micro-organismos   | Coleta | Meios de cultura   |
|---------|--|---|--------|--|
| Celular | (KURLI <i>et al.</i> , 2018)           | 37% <i>Staphylococcus sp</i> ; 16% <i>Bacillus sp</i> ; 11% <i>Micrococcus sp</i> ; 10% <i>Candida sp</i> | Swab   | Ágar Triptona de Soja (TSA), Sabouraud, MacConkey, Caldo BHI |
|         | (POLO <i>et al.</i> , 2018)            | 42% <i>Staphylococcus sp</i> ; 9% <i>Candida albicans</i>   | Swab   | Ágar Sangue, MacConkey                                       |
|         | (BODENA <i>et al.</i> , 2019)          | 15% <i>S. aureus</i> ; 7% <i>Klebsiella sp</i> ; 3% <i>Acinetobacter sp</i>                               | Swab   | Ágar Sangue, MacConkey                                       |
|         | (COIMBRA; ANDRADE; SANTOS, 2020)       | 50% <i>Staphylococcus sp</i> ; 20% <i>S. aureus</i> ; 20% BGN; 10% <i>Candida sp</i>                      | Swab   | Ágar Manitol, Ágar Sangue, MacConkey                         |
|         | (FÉLIX; CARNICEL; SANTOS, 2020)        | 67% <i>Staphylococcus sp</i> ; 30% <i>Klebsiella sp</i> , <i>Enterobacter e Escherichia sp</i>            | Swab   | Ágar Cromoclin US  |
|         | (OZKAYA <i>et al.</i> , 2020)          | 20% <i>Streptococcus sp</i> ; 20% <i>S. aureus</i> ; 10% <i>Candida sp</i>                                | Swab   | Ágar Sangue  |
|         | (SANTANA-PADILLA <i>et al.</i> , 2020) | 13% <i>Pseudomonas sp</i> ; 11% <i>S. aureus</i> ; 3% <i>Klebsiella sp</i> ; 3% <i>Candida sp</i>         | Swab   | Ágar Sangue, MacConkey, Caldo BHI                            |
|         | (KOSLOWSKI <i>et al.</i> , 2021)       | 68% <i>Staphylococcus sp</i> ; 21% <i>S. aureus</i> ; 11% <i>Streptococcus sp</i>                         | Swab   | Caldo BHI  |
|         | (PEREIRA; ROCHA; SOUZA, 2021)          | <i>S. aureus</i> ; BGN; Fungo filamentoso   | Swab   | Ágar Manitol, Caldo BHI                                      |

|                |   |  |      |  |
|----------------|---|--|------|--|
|                | (SALOIO <i>et al.</i> , 2021)           | 70% <i>S. aureus</i> ;<br>20% <i>S. Epidermidis</i> ;<br>10% <i>Trichophyton mentagrophytes</i>          | Swab | Caldo BHI,<br>Ágar Manitol,<br>MacConkey                 |
| Fone de ouvido | (LIMA; KOZUSNY-ANDREANI, 2019)          | 20% <i>S. aureus</i> ;<br>9% <i>Micrococcus sp</i> ;<br>62% <i>Candida sp</i>                            | Swab | BHI, TSA,<br>MacConkey,<br>Sabouraud                     |
|                | (PAULA; PIETRUCHINSKI; FOLQUITTO, 2019) | 30% <i>S. aureus</i> ;<br>15% <i>Streptococcus sp</i> ; 20% <i>Escherichia sp</i> ; 8% <i>Candida sp</i> | Swab | Cromogênico  |
|                | (BARROS <i>et al.</i> , 2021)           | 60% <i>S. aureus</i> ;<br>10% <i>Streptococcus sp</i> ; 30% <i>Candida sp</i>                            | Swab | Ágar Manitol,<br>Ágar Sangue,<br>Eosina Azul de Metileno |
|                | (EL MAGRAHI <i>et al.</i> , 2021)       | <i>S. aureus</i> ; <i>S. epidermidis</i>   | Swab | Ágar Manitol   |
|                | (SALMAN; AL-SHARFEE; ALI, 2022)         | 38% <i>S. aureus</i> ;<br>34% <i>Escherichia sp</i> ;<br>5% <i>Candida sp</i> , 3% <i>Aspergillus sp</i> | Swab | Ágar Sangue,<br>Sabouraud                                |

Fonte: Autora, 2023.

O *S. aureus* é uma bactéria natural da pele e mucosa dos seres humanos, entretanto também é conhecida por ser um patógeno oportunista em casos de feridas abertas ou em indivíduos imunocomprometidos, podendo causar infecções variadas leves, como furúnculo e impetigo, até as mais graves, como pneumonia e endocardite (Saloio *et al.*, 2021).

Outras bactérias encontradas pelos estudos, utilizando principalmente o meio Ágar MacConkey, foram as Gram-negativas, como as da família das enterobactérias: *Escherichia sp*, que nos resultados de Félix, Carnicel, Santos (2020, p. 114) “apresentaram em Ágar Cromoclin US colônias de coloração azul, com teste de Indol positivo”; *Klebsiella sp*, bactéria normalmente encontrada no trato gastrointestinal humano (Santana-Padilla *et al.*, 2020); *Acinetobacter sp*, que são bactérias encontradas no meio ambiente e algumas espécies têm capacidade de causar infecções, especialmente em ambientes hospitalares (Bodena *et al.*, 2019); e a *Pseudomonas sp*, que pertence à família Pseudomonadaceae, sendo conhecidas pela sua capacidade de usar várias de fontes de carbono e energia, podendo ser

patogênicas e causar infecções em hospitais, especialmente em pacientes com sistemas imunológicos comprometidos (Coimbra; Andrade; Santos, 2020).

Ademais, em alguns estudos focados em fones de ouvido também foi feita a pesquisa de fungos, após o crescimento dessas estruturas em meio Ágar Sangue e BHI, o *Brain Heart Infusion Broth*, uma infusão de cérebro e coração bovino para bactérias e fungos aeróbicos e anaeróbicos, sendo encontrados em maior concentração nos fones de ouvido do que nos aparelhos celulares (Pereira; Rocha; Souza, 2021). Para Barros *et al.* (2021), Lima *et al.* (2019) e Paula *et al.* (2019) a principal levedura encontrada nas amostras foi *Candida sp*, que pode estar presente no couro cabeludo, pele, boca, cavidade nasal e genitais. No entanto, em certas situações, ela pode se tornar patogênica e causar infecções leves ou sistêmicas.

De igual modo, além da *Candida sp*, foi encontrado *Aspergillus spp*, que é um fungo filamentosos amplamente distribuído na natureza, que pode ser encontrado no solo, água e em materiais orgânicos em decomposição. Algumas espécies de *Aspergillus* estão associadas com a Otomicose, uma infecção fúngica que afeta o ouvido externo ou o canal auditivo (Paula *et al.*, 2019; Salman *et al.*, 2022). E ainda, também foi encontrado um bacilo fúngico dermatófito denominado de *Trichophyton mentagrophytes*, ele pode causar infecções na pele, unhas e cabelo em humanos e animais (Saloio *et al.*, 2021).

Além da investigação microbiológica, alguns artigos realizaram um questionário com os usuários que participaram das pesquisas, perguntando quanto ao uso dos aparelhos e seus cuidados. Como mostra a Figura 8, na pesquisa de Koslowski *et al.* (2021), a maioria dos entrevistados guardava os aparelhos celulares no bolso e higienizavam com álcool 2 ou mais vezes por semana. O álcool 70% é um dos métodos mais simples e eficazes na realização da limpeza dos aparelhos, pois tem baixo custo, é fácil de ser encontrado, elimina a maioria dos micro-organismos, evapora rapidamente e não deixa resíduos (Bodena *et al.*, 2019; Ozkaya *et al.*, 2020).

Entretanto, ainda no artigo de Koslowski *et al.* (2021) é possível perceber que os entrevistados se dividem em dois grupos: 36% são aqueles que limpam regularmente e 24% são aqueles que não limpam nunca o aparelho.

**Figura 8:** Características do uso de celular e seus cuidados

|   |                        | Uso do celular |         |
|---|------------------------|----------------|---------|
|   |                        | Sim            | Não     |
|   |                        | N (%)          | N (%)   |
| <b>Local onde guarda o celular</b>            | Bolso                  | 42 (84,0)      | -       |
|   | Mesa                   | 6 (12,0)       | 1 (2,0) |
|   | Bolsa                  | -              | 1 (2,0) |
| <b>Como higieniza o celular</b>               | Álcool e papel toalha  | 25 (50,0)      | 1 (2,0) |
|   | Pano umedecido         | 9 (18,0)       | 1 (2,0) |
|   | Nenhum                 | 14 (28,0)      | -       |
| <b>Frequência de higienização do celular</b>  | 2 ou mais vezes/semana | 18 (36,0)      | -       |
|   | 1 vez/semana           | 7 (14,0)       | 1 (2,0) |
|   | 1 vez/mês              | 8 (16,0)       | -       |
|   | Nunca                  | 14 (28,0)      | -       |
|   | Todos os dias          | 1 (2,0)        | 1 (2,0) |
| <b>Consciência da importância da assepsia</b> | Sim                    | 48 (96,0)      | 2 (4,0) |
|   | Não                    | -              | -       |

Fonte adaptado de: (KOSLOWSKI *et al.*, 2021)

Já nas pesquisas realizadas por Félix, Carnicel, Santos (2020) e Santana-Padilla *et al.* (2020) mais de 60% dos participantes compartilhavam os aparelhos com os colegas e não limpavam regularmente o celular (Figura 9), gerando uma maior contaminação bacteriana nesses dispositivos do que naqueles que eram limpos regularmente.

(...) é importante realizar a higienização adequada e frequente dos dispositivos móveis (celulares), pois o aparelho se torna um veículo de transmissão de bactérias, vírus e parasitas patogênicos ou não, que podem causar de infecções simples, como espinhas, a infecções mais graves como pneumonia e infecções intestinais (Félix; Carnicel; Santos, 2020, p. 4).

**Figura 9:** Características do uso do celular por profissionais de saúde.

| Características                            | Celular contaminado |            |           |
|--|---------------------|------------|-----------|
|  | Sim (%)             | Não (%)    |           |
| Sexo                                       | Macho               | 115 (95,8) | 5 (4,2)   |
|  | Fêmea               | 96 (89,7)  | 10 (11,3) |
| Telemóvel com                              | Cobrir              | 128 (92,8) | 10 (7,2)  |
|  | Sem cobertura       | 85 (96,6)  | 3 (3,4)   |
| Compartilhe telefone com colegas           | Sim                 | 161 (95,3) | 8 (4,7)   |
|  | Não                 | 52 (91,2)  | 5 (8,7)   |
| Atender chamadas enquanto atende pacientes | Sim                 | 141(96,6)  | 5 (3,4)   |
|  | Não                 | 72 (90)    | 8 (10)    |
| Limpe regularmente o celular               | Sim                 | 56 (87,5)  | 8 (12,5)  |
|  | Não                 | 157 (96,9) | 5 (3,1)   |

Fonte adaptado de: (Santana-Padilla *et al.*, 2020)

Com isso, através dos dados e informações obtidas dessa revisão da literatura acerca dos micro-organismos patogênicos presentes nos dispositivos eletrônicos, foi possível perceber a importância de considerar a microbiota dos aparelhos celulares e dos fones de ouvido na promoção da saúde pública e no bem-estar dos consumidores. Esses achados revelam uma realidade preocupante, onde uma variedade de bactérias Gram-positivas, Gram-negativas e fungos patogênicos pode residir nos aparelhos eletrônicos que usamos diariamente. Além disso, o compartilhamento frequente de dispositivos sem higienização adequada pode aumentar o risco de transmissão de micro-organismos entre os usuários e representa um desafio à prevenção das infecções.

No entanto, é fundamental reconhecer que este estudo apresenta limitações que afetam a generalização e a abrangência dos resultados. Uma delas é a diversidade de origens das pesquisas incluídas nesta revisão da literatura. Os estudos foram feitos em lugares distintos, envolvendo pessoas de diversas profissões e estilos de vida. Essa heterogeneidade pode levar a variações significativas nos resultados, uma vez que diferentes grupos de pessoas podem ter diferentes níveis de exposição a micro-organismos e diferentes práticas de higiene relacionadas aos dispositivos eletrônicos.

## 6 CONCLUSÃO

Conclui-se que esta pesquisa proporcionou uma visão geral dos micro-organismos patogênicos presentes nos aparelhos celulares e fones de ouvido, destacando a importância de observar a microbiologia desses dispositivos, com a presença de bactérias Gram-positivas, bactérias Gram-negativas e fungos patogênicos nas superfícies. O destaque vai para a presença recorrente do *Staphylococcus aureus*, um patógeno oportunista, e das enterobactérias, que levanta questões sobre práticas de higiene e compartilhamento desses aparelhos. É importante enfatizar a falta de pesquisas que abordem a questão da sobrevivência de micro-organismos em dispositivos eletrônicos ao longo do tempo e que poderiam ser realizadas em trabalhos futuros. Essas investigações podem fornecer informações importantes para o desenvolvimento de protocolos de higienização mais eficazes e a compreensão completa dos riscos potenciais à saúde associados ao uso desses dispositivos.

## REFERÊNCIAS

- ALGAZI, V. Ralph; DUDA, Richard O. Headphone-based spatial sound. **IEEE Signal Processing Magazine**, v. 28, n. 1, p. 33-42, 2010.
- ALVES, Thaita Cristiane; DE FREITAS SILVA, Vitoria; DE REZENDE ARAUJO, Alessandra Giannico. Os conhecimentos de estudantes sobre os prejuízos à saúde auditiva decorrentes do uso de fone de ouvidos. **Atas de Ciências da Saúde (ISSN 2448-3753)**, v. 11, n. 2, 2023.
- ANDERSON, G.; PALOMBO, E. A. Microbial contamination of computer keyboards in a university setting. **American Journal of Infection Control**, Nova York, v. 37, n. 6, p. 507-509, Ago. 2009.
- BALDO, A. *et al.* Contaminação microbiana de telefones celulares da comunidade acadêmica de instituição de ensino superior de Araguari (MG). **Revista Master**, v.1, n. 1, 2016.
- BARROS, Felipe Raimundo Bezerra *et al.* Perfil de resistência de microrganismos isolados em fones de ouvidos de alunos de uma instituição de ensino superior de Juazeiro do Norte-CE. **Saúde (Santa Maria)**, 2021.
- BATISTA, Carolina. Fungos, bactérias e vírus. **Toda Matéria**, [s.d.]. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/fungos-bacterias-e-virus/>. Acesso em: 12 ago. 2023.
- BODENA, Dagne *et al.* Bacterial contamination of mobile phones of health professionals in Eastern Ethiopia: antimicrobial susceptibility and associated factors. **Tropical medicine and health**, v. 47, p. 1-10, 2019.
- BRENNER, D. J. Facultatively anaerobic Gram-negative rods. Family I. Enterobacteriaceae. **Bergey's Manual of Systematic Bacteriology**, v. 1, p. 408–420, 1984.
- BROOKS, G. *et al.* **Microbiologia médica de Jawetz, Melnick & Adelberg**. v. 26. Porto Alegre: AMGH, 2014.
- CAMPANHOLLI, Fernando *et al.* Aplicabilidade e Importância do Celular para Uso Pessoal e Profissional em uma Cidade do Interior de Minas Gerais. **Journal Article**. 2012.
- COIMBRA, Júlia; ANDRADE, Laís; DOS SANTOS, Sandra Regina. Taxa de Infecção Bacteriana em Aparelhos Telefônicos em Centro de Tratamento Intensivo em Hospital Universitário De Belo Horizonte. **Revista Interdisciplinar Ciências Médicas**, v. 4, n. 2, p. 21-26, 2020.
- COUTINHO, Gustavo Leuzinger. **A Era dos Smartphones: Um estudo Exploratório sobre o uso dos Smartphones no Brasil**. 60 f., il. Monografia (Bacharelado em Comunicação Social) - Universidade de Brasília, Brasília, 2014. Disponível em: <https://bdm.unb.br/handle/10483/9405>. Acesso em: 03 jul. 2023.

CUNHA, S. *et al.* **Doenças Infeciosas: O desafio da Clínica.** Coimbra, 2008.

DIAS, Rosilãna Aparecida. Tecnologias digitais e currículo: possibilidades na era da ubiquidade. **Revista de Educação do Cogeime**, v. 19, n. 36, p. 55-64, 2010.

EL MAGRAHI, Hamida *et al.* Prevalence of Bacterial Flora Associated with Earphones Used Among Students of University of Tripoli, Libya. **Khalij-Libya Journal of Dental and Medical Research**, v. 5, n. 1, p. 6-10, 2021.

ELMUFTI, B. K. G. *et al.* **Assessment of Gram-positive bacterial contamination on mobile phone's headsets among universities students.** Tese (Doutorado) - Sudan University of Science & Technology, Khartoum, 2014.

FÉLIX, Júlia Caroline Coelho; CARNICEL, Carolina; SANTOS, Anna Lettycia Vieira. Análise microbiológica de smartphones e possíveis riscos patológicos associados. **Revista Eletrônica Interdisciplinar**, v. 12, p. 112-115, 2020.

FIRDAUSI, Ashhar. Cocci or Cocus Bacteria – Structure, Types and Examples. **Toppr**, [s.d.]. Disponível em: <https://www.toppr.com/guides/biology/microorganisms/cocci-or-cocus-bacteria/> Acesso em: 18 ago. 2023.

GERBA, Charles. **Why your cellphone has more germs than a toilet.** College of Agriculture Life & Environmental Sciences, The University of Arizona, 2012. Disponível em: <https://cals.arizona.edu/news/why-your-cellphone-has-more-germs-toilet>. Acesso em: 08 ago. 2023.

HENDERSON, KL *et al.* Community-acquired, healthcare-associated and hospital-acquired bloodstream infection definitions in children: a systematic review demonstrating inconsistent criteria. **J Hosp Infect.** 2013.

HÖFLING, J. F.; GONÇALVES, R. B. **Microscopia de Luz em Microbiologia.** [Porto Alegre, RS]: Editora Artmed, 2008. ISBN: 9788536315966. Disponível em: <<https://bridge.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536315966/>>. Acesso em: 25 ago. 2023.

HOLANDA, Cecília Maria de Carvalho Xavier; ARIMATEIA, Dayse Santos; NETO, Renato Motta. **Manual de bacteriologia e de enteroparasitos** – Natal, RN : EDUFRN, p. 134, 2017.

KNAPP, Sarah. Bacillus Subtilis. **Biology Dictionary**, 2020. Disponível em: <https://biologydictionary.net/bacillus-subtilis/>. Acesso em: 18 ago. 2023.

KOSLOWSKI, Natália Battisti *et al.* Uso de celulares no ambiente hospitalar e o risco de contaminação bacteriana. **Saúde e Pesquisa**, v. 14, n. 3, p. 635-642, 2021.

KUMARAN, S. S.; KAVITHA, M. A. Prospective non-randomised observational case study-The Study of Otomycosis. **J. Evolution Med. Dent. Sci./ eISSN- 2278- 4802, pISSN- 2278-4748/** v. 6, 2017.

KURLI, Rashmi *et al.* Cultivable microbial diversity associate with cellular phones. **Frontiers in microbiology**, v. 9, p. 1229, 2018.

LIMA, Fabiana Regina Sabion Giacheto; KOZUSNY-ANDREANI, Dora Inés. Acuidade auditiva em altas frequências e contaminação microbiana dos plugs de ouvido em estudantes universitários. **Nucleus (16786602)**, v. 16, n. 2, 2019.

MADIGAN, Michael T. *et al.* **Microbiologia de Brock**. 14. ed. Porto Alegre: ArtMed, 2016.

MANTOVANI, Janaina Lara da Silva. **Microbiologia básica**. Londrina : Editora e Distribuidora Educacional S.A., p. 169, 2016.

MORAES, A. M. L.; PAES, R. A.; HOLANDA, V. L. Micologia. *In* MOLINARO, Etelcia Moraes; CAPUTO, Luzia Fátima Gonçalves; AMENDOEIRA, Maria Regina Reis. **Conceitos e Métodos para a Formação de Profissionais em Laboratórios de Saúde**. Rio de Janeiro: EPSJV, IOC, p 399-497, 2009.

NOGUEIRA, J. M. R.; MIGUEL, L. F. S. Bacteriologia. *In* MOLINARO, Etelcia Moraes; CAPUTO, Luzia Fátima Gonçalves; AMENDOEIRA, Maria Regina Reis. **Conceitos e Métodos para a Formação de Profissionais em Laboratórios de Saúde**. Rio de Janeiro: EPSJV, IOC, p 221-398, 2009.

NOWROZI, Hossein *et al.* Mycological and clinical study of otomycosis in Tehran Iran. **Bull Environ Pharmacol Life Sci**. v.3, n.2, p.29–31, 2014.

OPLUSTIL, Carmen Paz. *et al.* **Procedimentos básicos em microbiologia clínica**. 4ed. São Paulo: Sarvier. 2020.

OZKAYA, Duygu *et al.* Bacterial Contamination of Cellular Phones: Are Mobile Phones Safer than Smart Phones?. **Infectious Diseases and Clinical Microbiology**, v. 2, n. 3, p. 147-153, 2020.

PAPPAS, P. G. *et al.* Invasive candidiasis. **Nature Reviews Disease Primers**, 4, 18026. 2018.

PARIJA, Subhash Chandra. **Microbiology and Immunology**. v 2. Haryana, Índia: Elsevier, 682 p, 2012.

PAULA, Joice Cristina Kloster; PIETRUCHINSKI, Eduardo; FOLQUITTO, Daniela Gaspardo. Pesquisa de microrganismos patogênicos em fones de ouvido. **Revista Journal of Health-ISSN 2178-3594**, v. 1, 2019.

PEREIRA, Lorena do Vale Marques; ROCHA, Victória Fávaro; SOUZA, Andreia Estela Moreira. Análise microbiológica em telefones celulares de estudantes universitários da área da saúde. **UNIFUNEC - Ciências da Saúde e Biológicas**, v. 4, n. 7, 2021.

PINHEIRO, Ana Paula; PINHEIRO, Fernanda. O uso do celular em tempos de pandemia-uma análise da nomofobia entre os jovens. **Revista Tecnologias Educacionais em Rede (ReTER)**, v. 2, n. 3, p. 9-01, 2021.

POLO, Enrique Carlos Buelvas *et al.* Caracterización microbiana de teléfonos móviles pertenecientes a estudiantes de odontología de la Universidad de Cartagena. **Universidad de Cartagena**. 2018.

PRASAD, Sampath Chandra *et al.* Primary Otomycosis in the Indian Subcontinent: Predisposing Factors, Microbiology, and Classification. **International Journal of Microbiology**, 2014.

REIS, Angela Adamski da Silva; SANTOS, Rodrigo da Silva. **Microbiologia básica**. Aparecida de Goiânia: Faculdade Alfredo Nasser, p. 86, 2016.

REIS, L. E. *et al.* Contaminação de telefones celulares da equipe multiprofissional em uma unidade de terapia intensiva. **Revista Saber Digital**, v. 8, n.1, p. 68-83, 2015.

SAKER., L. S. *et al.* Globalization and Infectious diseases: a review of the linkages. **Special Program for Research and Training in Tropical Diseases**, 2004.

SALMAN, Safaa Munim; AL-SHARFEE, Mohamd Rtha; ALI, Wisam Jasim Abed. Isolation and identification of microorganism from earphones and disposal methods. In: **AIP Conference Proceedings**. AIP Publishing, 2022.

SALOIO, Jonas Amsei *et al.* Análise microbiológica de aparelhos celulares em estudantes de medicina. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 3, p. 20911-20922, 2021.

SALTON, Milton R.J.; KIM, Kwang-Shin. Structure. In BARON, Samuel. **Medical Microbiology**, v. 4. Galveston (TX): University of Texas Medical Branch at Galveston; 1996.

SANTANA-PADILLA, Yeray Gabriel *et al.* Presencia de microorganismos en teléfonos móviles del personal de cuidados intensivos de un hospital de España. **Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública**, v. 36, p. 676-680, 2020.

SANTOS, Elisandro Ricardo Drechsler. **Material Complementar ao livro Sistemática Vegetal I: Fungos**. p. 47, 2015.

SINGH, A. *et al.* Mobile phones in hospital settings: a serious threat to infection control practices. **Occupational Health & Safety (Waco, Tex.)**, Dallas, v. 81, n. 3, p. 42-44, Mar. 2012.

SIQUEIRA-BASTISTA, R. *et al.* **Manual de infectologia**. Rio de Janeiro: Revinter, 2002.

SOUSA, Marcos André Siqueira et al. Infecções hospitalares relacionadas a procedimentos invasivos em unidades de terapia intensiva: revisão integrativa. **Revista Prevenção de Infecção e Saúde**, v. 3, n. 3, 2017.

SPLENDORE, Carolina de Oliveira, **Bacteriologia clínica**, Londrina: Editora e Distribuidora S.A., 192 p, 2018.

TEIXEIRA, Daniel de Azevedo. **Microbiologia básica**. Teófilo Otoni, MG: Núcleo de Investigação Científica e Extensão (NICE), 64 p., 2020.

TORTORA, Gerard J.; FUNKE, Berdell R.; CASE, Christine L. **Microbiologia**. 10. ed., Porto Alegre: Artmed, 2010.