

 10.46943/VII.CONAPESC.2022.01.006

AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA DOS APARELHOS CELULARES DE FUNCIONÁRIOS E COLABORADORES DO CETENE: UMA IMERSÃO DO PROGRAMA FUTURAS CIENTISTAS

FELIPE LIRA DE SÁ CAVALCANTI

Pesquisador do Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste - CETENE, felipe.cavalcanti@cetene.gov.br;

LINDOMAR MARIA DE SOUZA

Pesquisadora do Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste - CETENE, lindomar.souza@cetene.gov.br;

MARTA RIBEIRO BARBOSA

Pesquisadora do Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste - CETENE, marta.barbosa@cetene.gov.br;

RESUMO

Com o advento da tecnologia, novos hábitos foram criados e incorporados na vida cotidiana das pessoas, a exemplo do porte e utilização dos aparelhos celulares. Por serem objetos pequenos e de fácil manuseio, estão constantemente em contato com o ambiente e corpo dos seus usuários, sendo expostos à contaminação. O objetivo deste projeto foi fazer uma investigação morfológica e microscópica da microbiota presente nos celulares de profissionais de uma Instituição de Pesquisa da cidade do Recife. Para isso foram coletadas amostras de 20 aparelhos com auxílio de “swab” estéril e incubadas em meio BHI por 24h. Em seguida as amostras foram semeadas por esgotamento em estria em Ágar sangue, Ágar MacConkey e Ágar cromogênico. A avaliação das colônias foi realizada por inspeção visual seguida de microscopia óptica após coloração de Gram. Os resultados indicaram que todas as amostras coletadas apresentaram algum tipo de colonização, constatada pelo crescimento de colônias em pelo menos dois dos três meios de cultura utilizados.

Foi verificado em várias amostras a presença de bactérias Gram-positivas e Gram-negativas oriundas do ambiente (*Actinobactérias* e *Pseudomonas aeruginosa*), além de bactérias da microbiota normal e transitória da pele e mucosas (*Staphylococcus spp.* e *Staphylococcus aureus*) e trato intestinal (*Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae* e *Enterococcus faecalis*). Devido ao número limitado de amostras, não foi possível inferir nenhuma associação entre os dados sociodemográficos dos participantes do estudo com o perfil microbiológico encontrado. Por fim, este estudo demonstrou que os telefones celulares são objetos altamente colonizados e que podem ser um veículo de contaminação e propagação de doenças para seus usuários. Portanto, hábitos de higiene mais adequados, tais como a lavagem das mãos antes e após a utilização destes aparelhos e a higienização frequente dos mesmos, se faz necessário.

Palavras-chave: bactérias, celular, Gram-negativas, Gram-positivas, higiene.

INTRODUÇÃO

Mesmo que invisíveis a olho nu, as bactérias estão presentes em praticamente todos os ambientes não importa o quão inóspito ele demonstre ser, e isso se dá por conta de sua incrível capacidade de adaptação. Esses organismos simples, que tem sua estrutura formada basicamente por parede celular, membrana plasmática e citoplasma, foram as primeiras formas de vida de que se tem conhecimento, há cerca de 3.5 bilhões de anos. Assumindo diversificadas formas, arranjos e tamanhos, por mais que as bactérias aparentem ter um caráter exclusivamente nocivo, boa parte delas na verdade é benéfica, quando fazem parte da microbiota normal. A microbiologia, ciência que estuda os microrganismos, tem grande importância, seja na biotecnologia com a produção de alimentos e biorremediação ou na área médica com a identificação e estudo das doenças (TORTORA, 2017).

É de conhecimento geral que a tecnologia se fez cada vez mais presente na sociedade moderna, seja através do desenvolvimento dos meios de produção e comunicação, ou da sua versatilidade em incorporar inovações nas mais diversas áreas, como a medicina, arquitetura e informática. Entre tais inovações, os aparelhos celulares, portáteis, de fácil manuseio e transporte, representam o ápice de integração de um dispositivo à vida humana. No entanto, por estarem em contato direto com pele, mãos e orelhas, somado a hábitos de higiene muitas vezes inadequados por parte de seus usuários, estes dispositivos se tornam importantes veículos de contaminação e propagação de doenças (SOUSA et al., 2018).

Qualquer microrganismo pode ser propagado por contato direto, tais como bactérias, fungos, entre outros, e o reservatório pode ser qualquer pessoa, planta, animal ou substância que forneça nutrição e possibilite a sua dispersão (MURRAY et al., 2006).

Em ambientes hospitalares, o aumento significativo do manuseio de celulares por profissionais de saúde dentro das unidades de saúde ao longo do dia e o contato íntimo com o aparelho possibilitam transferência da microbiota residente e transitória da pele do usuário para os aparelhos celulares, podendo elevar o risco da transmissão de bactérias patogênicas responsáveis por infecções para os pacientes internados (OLIVEIRA et al., 2020).

Mesmo fora do ambiente hospitalar, em escritórios, comércio, escolas e universidades, o risco de transmissão de doenças causadas por microrganismos que colonizam os aparelhos móveis ainda é grande, já que os “smartphones”

apresentam ampla superfície de contato em suas telas e geralmente são aquecidos, condição que favorece o crescimento microbiano. A transmissão de microrganismos do aparelho para o corpo humano acontece no momento em que ocorre uma aproximação com as cavidades nasal e bucal (DA SILVA et al., 2021).

Soma-se a isso o fato que poucas pessoas possuem o hábito regular de realizar a lavagem das mãos após utilizarem o banheiro e de fazerem a assepsia do aparelho com álcool a 70%, condições indispensáveis para uma boa higiene pessoal.

Desta forma, diante do fato dos aparelhos celulares fazerem parte do cotidiano dos indivíduos, e os profissionais das mais diversas áreas os utilizarem em suas atividades laborais, este trabalho teve como objetivo fazer uma investigação morfológica e microscópica da microbiota presente nos telefones (smartphones e afins) de profissionais de uma Instituição de Pesquisa da cidade do Recife.

Este projeto teve apoio do Programa Futuras Cientistas, que é um projeto de extensão que tem por missão aumentar a participação de meninas do ensino médio de escolas públicas na pesquisa, através de imersões científicas supervisionadas por pesquisadores doutores nos laboratórios do Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste (CETENE), unidade de pesquisas do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI) e também em Centros de Pesquisas e universidades parceiras.

O Programa Futuras Cientistas é considerado uma política de gênero e está em funcionamento desde 2012. O programa se propõe a reduzir as barreiras sistêmicas que diminuem o interesse das mulheres pelas áreas de Ciências, Tecnologias, Matemática e Engenharias, além de popularizar a ciência junto à sociedade e estimular o desenvolvimento tecnológico sustentável local. É esperado, desta forma, gerar oportunidades de acesso à educação e ascensão social.

METODOLOGIA

Este projeto foi executado em janeiro de 2019 nas instalações do Laboratório de Diagnose Fitossanitária (LADIFI) e do Laboratório de Bioprocessos (LABIO) no CETENE, em Recife/PE. A duração total das atividades da imersão científica durou cinco semanas e seguiu o cronograma apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Cronograma de atividades do projeto desenvolvido no Programa Futuras Cientistas

| PRIMEIRA SEMANA | |
|-----------------|---|
| DATA | ATIVIDADE |
| 03/01 | Abertura, recepção e apresentação do CETENE às candidatas. |
| 04/01 | Aula Segurança do laboratório/vidrarias e palestra |
| SEGUNDA SEMANA | |
| DATA | ATIVIDADE |
| 07/01 | Noções básicas sobre Microbiologia |
| 08/01 | Preparação de meio de cultura sólido e líquido |
| 09/01 | Coleta das amostras com swab e incubação em caldo nutriente |
| 10/01 | Semeio microbiológico em meio cromogênico |
| 11/01 | Seminário sobre relatório e palestra |
| TERCEIRA SEMANA | |
| DATA | ATIVIDADE |
| 14/01 | Observação das colônias e isolamento bacteriano |
| 15/01 | Preparação das lâminas e coloração de Gram |
| 16/01 | Identificação por microscopia óptica e registro fotográfico |
| 17/01 | Preparação de meio de cultura para antibiograma |
| 18/01 | Seminário sobre relatório e palestra |
| QUARTA SEMANA | |
| DATA | ATIVIDADE |
| 21/01 | Reativação microbiológica para obtenção de colônias frescas |
| 22/01 | Realização dos testes de susceptibilidade por disco-difusão |
| 23/01 | Leitura dos antibiogramas |
| 24/01 | Preparação dos resultados e edição dos relatórios |
| 25/01 | Vídeo sobre mulheres na Ciência e palestra |
| QUINTA SEMANA | |
| DATA | ATIVIDADE |
| 29/01 | Estudo sobre os resultados obtidos |
| 30/01 | Estudo sobre os resultados obtidos |
| 31/01 | Encerramento com apresentação dos projetos |

Para este estudo, foram coletadas amostras de 20 aparelhos celulares do tipo “smartphone” cujos proprietários eram funcionários ou colaboradores do CETENE. Para cada indivíduo participante da pesquisa foi aplicado um questionário para a geração de dados sociodemográficos.

Para a coleta das amostras, foram utilizados “swabs” estéreis embebidos em solução salina a 0,9%. Em seguida cada “swab” foi esfregado em todas as direções nas regiões da tela, traseira e laterais dos aparelhos (Figura 1). Após coleta, os “swabs” foram inoculados em tubo de ensaio contendo meio líquido de enriquecimento *Brain Heart Infusion* (BHI) e incubados em estufa a 37°C por 24h.

Com o auxílio de uma alça calibrada de 1ul, foi coletada uma alçada do inóculo com crescimento bacteriano (presença de turvação no meio BHI) (Figura 2) e em seguida semeados por esgotamento em placas de Ágar sangue, Ágar MacConkey (seletivo para Gram -) e Ágar cromogênico (CHROMagar) (Figura 3).

Após 24h de incubação a 37°C, as placas foram observadas no contador de colônias com lupa (Figura 4) para avaliação do material crescido com base nos seguintes parâmetros: morfologia das colônias, presença de hemólise em Ágar sangue, crescimento e fermentação da lactose em meio seletivo (Ágar MacConkey) e aspecto das colônias no meio cromogênico, que permite a identificação das principais espécies bacterianas patogênicas ao homem com base na coloração que apresentam.

Após a avaliação macroscópica, foi realizado o esfregaço microbiológico das colônias em lâminas de vidro adicionada de uma gota de soro fisiológico estéril. Em seguida os esfregaços foram fixados em chama e utilizados para a coloração de Gram (Figura 5), que utiliza corantes diferenciais para distinguir as bactérias em Gram + e Gram - com base nas características da parede celular (Figura 6). As lâminas coradas foram então observadas em microscópio óptico em objetiva de 100x com o auxílio de óleo de imersão (Figura 7). Os resultados das análises foram registrados por meio de fotografia digital.

Os dados de prevalência dos microrganismos encontrados foram tratados no *software* Microsoft Excel para geração de um gráfico ilustrativo.

Figura 1 - Estudante fazendo a coleta de amostra microbiológica da superfície de um aparelho celular.



Figura 2 - Turvação do meio BHI após 24h de incubação das amostras coletadas.

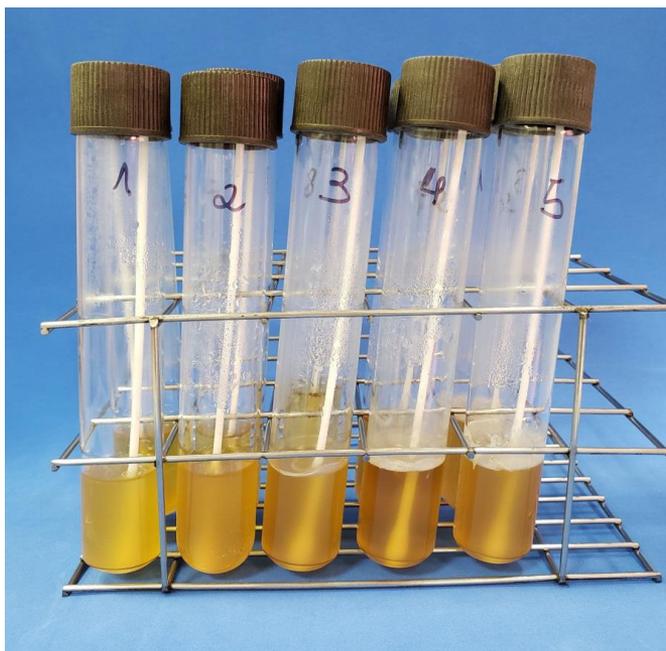


Figura 3 – Estudante realizando o semeio microbiológico das amostras em placa de Petri na cabine de fluxo laminar.



Figura 4 – Avaliação macroscópica das culturas microbianas em contador de colônias.

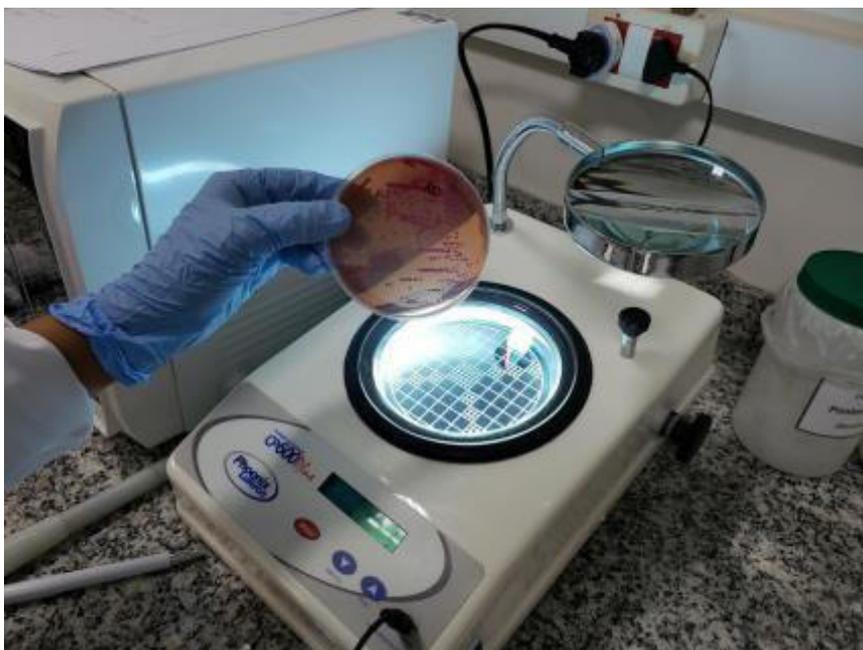


Figura 5 – Aplicação dos corantes no esfregaço bacteriano durante a coloração de Gram.



Figura 6 – Esquema resumido da metodologia da coloração de Gram para diferenciar bactérias conforme seu perfil tintorial. Fonte: TORTORA et al., 2017.

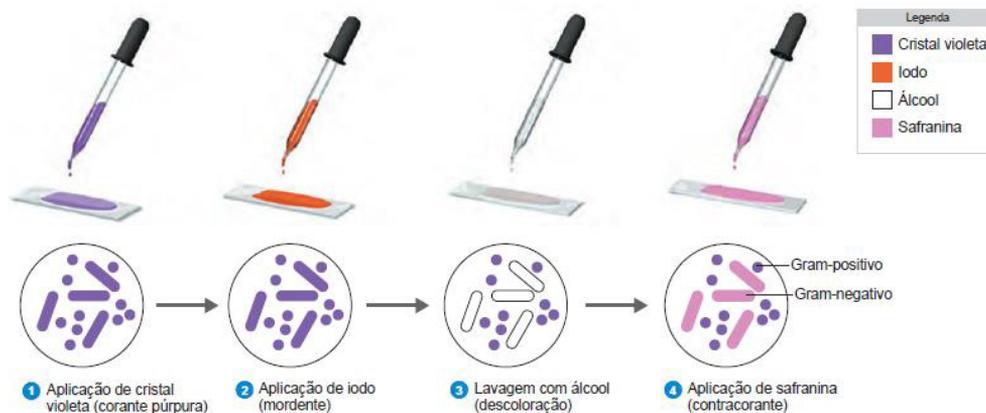
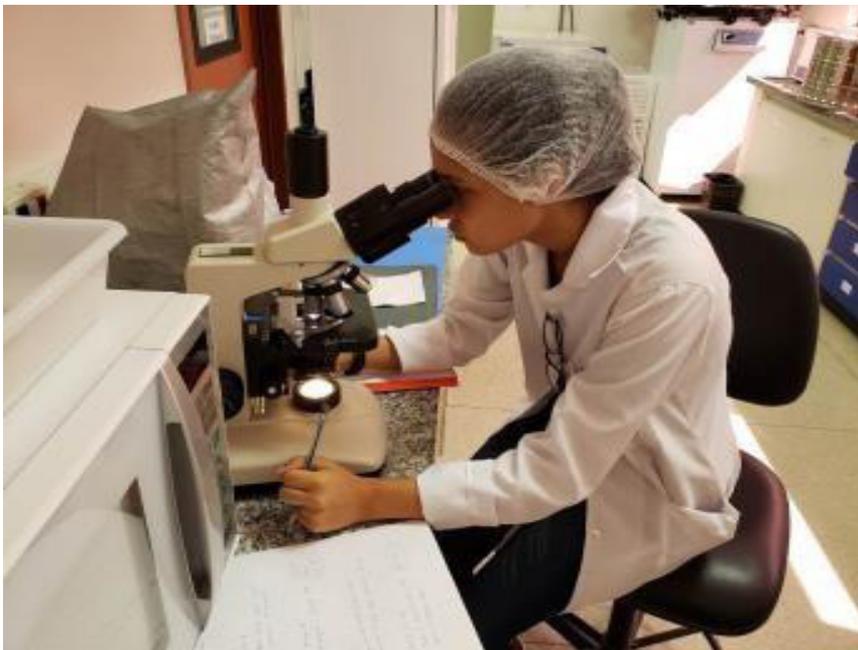


Figura 7 – Análise microscópica dos esfregaços bacterianos em microscópio óptico.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi verificado que todas as 20 amostras coletadas dos “smartphones” apresentaram algum tipo de contaminação, constatada pelo crescimento de colônias em pelo menos dois dos três meios de cultura utilizados (Figura 8). Na maioria das amostras foi observado o perfil de cultura mista, com a presença de dois ou três tipos bacterianos diferentes. Sabe-se que os telefones celulares agem como habitat perfeito para microrganismos se reproduzirem, especialmente pela alta temperatura e condições de umidade, e podem muitas vezes servir como veículos de infecções (CINAR et al., 2013).

Em um estudo realizado em um Centro Universitário de Recife com estudantes do curso de Biomedicina, também foi observado crescimento bacteriano em todas as 30 amostras coletadas daquele estudo, sendo a falta de higienização dos celulares e das mãos a causa mais comum de contaminação, já que 11% dos entrevistados relataram que não lavavam as mãos antes das refeições, 63% se alimentavam com o celular ao lado, 72% usavam o celular no banheiro e em seguida o levavam à mesa e 63% dos estudantes não conheciam sobre produtos sanitizantes para desinfecção do celular (DA SILVA et al., 2021).

Figura 8 – Placas de Petri com meio de cultura evidenciando as diferentes morfologias de colônias e tipos bacterianos encontrados entre as amostras.



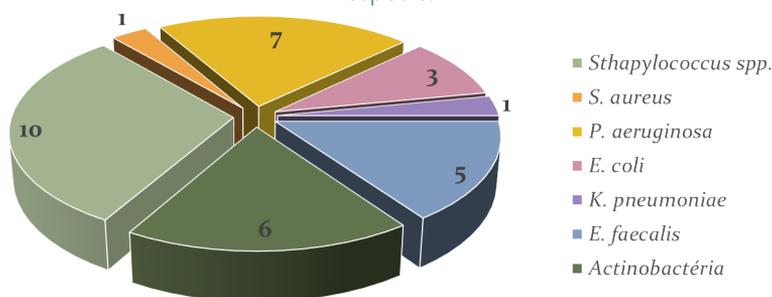
Foi verificada a presença de bactérias oriundas do ambiente (Actinobactérias) e *Pseudomonas aeruginosa* em várias amostras (Figura 9). Além disso, bactérias da microbiota normal e transitória da pele e mucosas tais como *Staphylococcus spp.* (coagulase-negativo) e *Staphylococcus aureus* (coagulase-positivo) também foram encontradas em 10 e uma amostra, respectivamente (Figura 9). Os estafilococos, especialmente *S. epidermidis*, são membros da microbiota normal humana. Já o estado de portador de *S. aureus* na nasofaringe ocorre em 20-50% dos seres humanos. Enquanto as espécies coagulase-positivas foram consideradas por muito tempo como patógenos oportunistas, as espécies coagulase-negativas têm sido geralmente consideradas como não patogênicas. No entanto, tem havido uma crescente evidência de que algumas destas espécies também podem ser potencialmente patogênicas para o ser humano através da produção de enterotoxinas (CUNHA et al., 2016). As principais doenças relacionadas aos *Staphylococcus* incluem: infecções piogênicas, intoxicação alimentar, síndrome do choque tóxico, endocardites, infecções do trato urinário, infecção cutânea, faringite, dentre outras (SOUSA et al., 2018).

Em um trabalho de investigação realizado recentemente em Luzaka, capital da Zâmbia, com os aparelhos celulares de 117 trabalhadores em um hospital

de ensino, foi observada uma maior prevalência de estafilococos coagulase-negativo (50%) e *Staphylococcus aureus* (24,5%) dentre as bactérias encontradas nas amostras. Naquele estudo, não foi verificada associação significativa entre a contaminação dos aparelhos com a idade, gênero, profissão, uso de métodos de desinfecção e área de trabalho dos participantes (MUSHABATI et al., 2021).

Surpreendentemente em nove das 20 amostras, que correspondem a 45% do total, foi identificada a presença de espécies bacterianas entéricas com potencial patogênico para o homem, tais como: *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae* e *Enterococcus faecalis* (Figura 4). A presença destes microrganismos indica provável contaminação do celular com material fecal por higiene pessoal inadequada, que pode causar a contaminação de alimentos, superfícies e infecções por via fecal-oral. No homem, estas espécies são consideradas os principais agentes de infecção hospitalar, além de poderem causar infecções gastrointestinais graves, pneumonia e infecções do trato urinário, principalmente em mulheres (MURRAY, 2006).

Figura 9 – Quantitativo de microrganismos encontrados nas amostras, por tipo ou espécie.



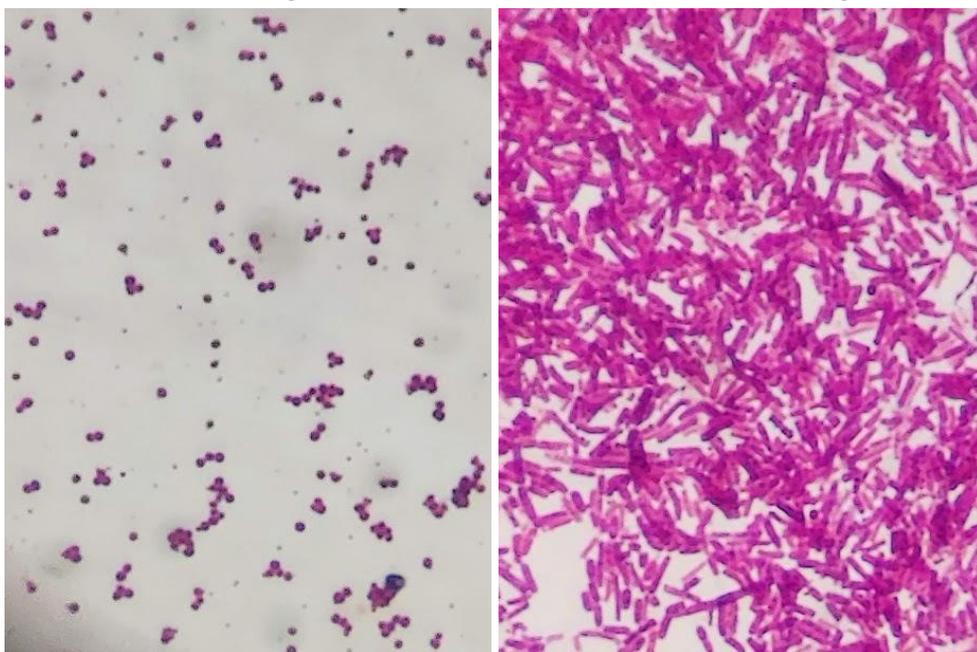
Nos resultados apresentados em relação à identificação morfológica das bactérias Gram-positivas e Gram-negativas pelo método de Gram e microscopia (Figura 10), os bacilos Gram-negativos foram os mais prevalentes na maioria das amostras analisadas (Figura 10B), o que é compatível com a diversidade de bactérias da família Enterobacteriaceae encontrada, além da *P. aeruginosa*, todas Gram-negativas. No entanto também foram observados os cocos Gram-positivos (Figura 10A) oriundos das amostras com *Staphylococcus spp.*, *S. aureus* e *E. faecalis*.

A técnica da coloração de Gram foi criada em 1884 pelo bacteriologista Hans Christian Gram e até hoje é uma importante ferramenta laboratorial dentro da Microbiologia, auxiliando o diagnóstico das bactérias (PEREIRA, PETRECHEN,

2011). Através dela é possível separar os microrganismos em dois grandes grupos (Gram-positivos e Gram-negativos), com base em suas características tintoriais, morfologia, tamanho e arranjo celular.

Quando se cobre as células bacterianas com a violeta de metila, as mesmas coram-se de roxo, ocorrendo a formação do complexo violeta-iodo na presença do lugol (agente mordente). Esse complexo fixa o corante nas estruturas coradas e com a aplicação do descorante (álcool etílico), algumas estruturas perdem a cor enquanto outras não descoram. Bactérias Gram-positivas, que possuem sua parede celular composta por uma espessa camada de peptidoglicano, retêm o complexo violeta-iodo, já as bactérias Gram-negativas, que possuem ácidos graxos (lipopolissacarídeos e lipoproteínas) em sua parede celular muito mais delgada, perdem esse complexo com o álcool etílico, assumindo a coloração do corante de fundo, a safranina (Figura 10).

Figura 10 – Fotografia dos esfregaços microbiológicos em microscopia óptica mostrando as morfologias de cocos Gram-positivos (A) e bacilos Gram-negativos (B).



Os dados dos questionários que foram aplicados aos voluntários da pesquisa revelaram que a maioria dos indivíduos era do sexo feminino, com idade acima dos 40 anos, nível superior completo e trabalhando no setor administrativo da instituição (Tabela 1). Um fato que chamou atenção foi que apenas um

indivíduo (5%) relatou que tinha o hábito de fazer a assepsia diária do aparelho com etanol a 70%.

Devido ao número limitado de amostras, não foi possível inferir nenhuma associação entre os dados sociodemográficos dos participantes do estudo com o perfil microbiológico encontrado, pois independente da variável utilizada, não foi observada nenhuma tendência de concentração de um tipo bacteriano específico a um grupo em questão.

No trabalho de Qasid et al (2021), que avaliou a contaminação bacteriana dos celulares de estudantes e médicos em um hospital terciário do Paquistão, foi verificado que das 259 amostras, 72,6% mostraram crescimento de um ou mais tipos bacterianos. Interessantemente, não foi observada correlação entre o número de vezes que os telefones celulares foram limpos e o número de bactérias presentes em suas superfícies. Isto pode ser um indicativo de que práticas de higiene pessoais, como a lavagem frequente das mãos, devem ser mais importantes para o controle de infecção do que a sanitização da superfície inerte do aparelho celular.

Tabela 1 – Perfil sociodemográfico dos participantes da pesquisa, sendo o $n = 20$.

| Variável | n | Frequência relativa (%) |
|-----------------------------------|----|-------------------------|
| Gênero | | |
| Masculino | 7 | 35 |
| Feminino | 13 | 65 |
| Faixa etária (anos) | | |
| 25-39 | 7 | 35 |
| 40-69 | 13 | 65 |
| Escolaridade | | |
| Fundamental | 1 | 10 |
| Médio | 5 | 25 |
| Superior | 14 | 70 |
| Setor de trabalho | | |
| Laboratório | 7 | 35 |
| Administrativo | 10 | 50 |
| Conservação e asseio | 3 | 15 |
| Limpeza diária do aparelho | | |
| Sim | 1 | 5 |
| Não | 19 | 95 |

Por fim, este estudo demonstrou que os telefones celulares são objetos altamente colonizados e, portanto, hábitos de higiene mais adequados, tais como a lavagem das mãos antes e após a utilização destes aparelhos se faz necessário. A microbiota normal, assim como a presença de microrganismos nas superfícies, geralmente não oferece riscos ao ser humano. No entanto, no caso de imunodepressão ou porta de entrada, esses microrganismos podem transformar-se em patógenos em potencial. Sendo assim, objetos muito utilizados e em contato com diversas pessoas podem tornar-se importantes fontes de contaminação e geração de doenças.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dos 20 aparelhos celulares pesquisados houve crescimento bacteriano em 100% das amostras. Os resultados mostraram a presença de bactérias potencialmente patogênicas como as Gram-negativas, sugerindo que os aparelhos celulares podem ser um veículo de contaminação de microrganismos para seus usuários. A presença de bactérias fecais nos telefones móveis pode estar relacionada ao fato de que nem todas as pessoas têm hábitos de higiene saudáveis. Uma maneira de reduzir tais contaminações seria a prática de higienização frequente desses aparelhos de uso pessoal e a correta e frequente lavagem das mãos.

REFERÊNCIAS

TORTORA GERARD J, FUNKE BERDELL R, CASE CHRISTINE L. **Microbiologia**. 12. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

SOUSA DL, MORAIS FRS, PAZ FAN, SILVA LL. Análise microbiológica de aparelhos celulares de acadêmicos de fisioterapia de uma faculdade privada de Teresina (PI). **Revista Ciências em Saúde** v8, n2, 2018.

MURRAY, PATRICK et al. **Microbiologia Médica**, 5.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006.

CINAR N, DEDE C, NEMUT T, ALTUN I. Bacterial contamination of the mobile phones of nursing students involved in direct patient care. **J Microscopy Ultrastruc**, 7(2): 678-82. 2013.

CUNHA CBC, MORAES FR, MONTEIRO VS, FEITOSA FGMA, SILVA, ITC. Avaliação microbiológica dos aparelhos celulares de profissionais do Bloco Cirúrgico em um Hospital beneficente. **R Epidemiol Control Infec**, Santa Cruz do Sul, 6(3):120-124, 2016.

OLIVEIRA RFS, SANTOS RS, SANTOS GKBB, FARRE AGMC, SANTANA ITS, CAVALCANTE RCM. Contaminação por Staphylococcus aureus em celulares de profissionais da saúde em unidade de terapia intensiva. **R Norte Mineira de Enfermagem**, 9(2):98-105, 2020.

DA SILVA JEB, CABRAL AMT, ALVES RR, DA SILVA LB, SILVA AC, DA SILVA MLRB. Contaminação Bacteriológica dos Aparelhos Celulares de Acadêmicos de Saúde de um Centro Universitário do Recife – PE. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 9, 2021.

MUSHABATI NA, SAMUTELA MT, YAMBA K, NGULUBE J, NAKAZWE R, NKHOMA P, KALONDA A. Bacterial contamination of mobile phones of healthcare workers at the University Teaching Hospital, Lusaka, Zambia. **Infect Prev Pract**, 15;3(2):100126, 2021.

PEREIRA, REP, PETRECHEN, GG. Principais métodos diagnósticos bacterianos – Revisão de literatura. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, Garça, n. 16, p. 1- 12, 2011.

QASID A, FIZZA Z, AMEENA, A A, JALEES K K, FAREEHA I. Microbial contamination of mobile phone and its hygiene practices by medical students and doctors in a tertiary care hospital: a cross-sectional study. **Computer Methods and Programs in Biomedicine Update**, v1, 2021.