

## Microrganismos multirresistentes nas mãos de profissionais de saúde em Unidades de Terapia Intensiva

*Multidrug-resistant microorganisms in Intensive Care Units hands of health care workers*

*Microorganismos multirresistentes en las manos de profesionales de salud en Unidades de Cuidado Intensivo*

<http://dx.doi.org/10.17058/reci.v9i3.12674>

Recebido em: 08/10/2018

Aceito em: 22/03/2019

Disponível online: 17/07/2019

**Autor Correspondente:**

Marina Aparecida Soares  
marinasoares392@yahoo.com.br

Departamento de Microbiologia, Universidade Federal de Uberlândia, Avenida Pará, nº 1720, Uberlândia, MG, Brasil.

Marina Aparecida Soares<sup>1</sup> ; Nayara de Moura Rodrigues<sup>1</sup> ; Marcela Ramos de Oliveira Menezes<sup>2</sup> ; Daniela Neves Gerace<sup>2</sup> ; Cristiana Martins Duarte<sup>2</sup> ; Priscila Martins Brandão<sup>2</sup> ; Lizandra Ferreira de Almeida Borges<sup>1</sup> .

<sup>1</sup> Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, Brasil.

<sup>2</sup> Hospital e Maternidade Municipal de Uberlândia, Uberlândia, MG, Brasil.

### RESUMO

**Justificativa e Objetivos:** A relação dos microrganismos multirresistentes com as infecções hospitalares deixam poucas expectativas para o futuro, por isso este estudo teve como objetivo identificar os microrganismos presentes nas mãos dos profissionais em Unidades de Terapia Intensiva (UTI) e seu papel nas infecções hospitalares. **Métodos:** Foram coletadas amostras das mãos dos profissionais de saúde de UTI adulto e neonatal, utilizando o método do saco estéril de polietileno seguido de análises microbiológicas. **Resultados:** Foi coletado um total de 51 amostras, 26 de UTI adulto e 25 de UTI neonatal, sendo 56,8% de profissionais da enfermagem. Foi realizado o isolamento de bactérias, em que cerca de 60% dos voluntários apresentaram contaminação das mãos por microrganismos da microbiota transitória, e em sua maioria resistentes aos  $\beta$ -lactâmicos, inclusive com perfil ESBL (54,5%), principalmente *Enterobacter* spp., *Klebsiella pneumoniae* e *Pseudomonas aeruginosa*. **Conclusão:** Estes resultados demonstram que microrganismos associados às infecções hospitalares estão presentes nas mãos dos profissionais de saúde, e que, para tanto, a higienização das mãos está sendo deficiente ou negligenciada. Para diminuir as taxas de infecção hospitalar são necessários vários fatores, como educação continuada, monitoramento da adesão à prática de higiene das mãos, manutenção e instalação de equipamentos, além do uso racional de antibióticos.

**Descritores:** Infecção hospitalar. Higiene das mãos. Resistência microbiana a antibióticos.

### ABSTRACT

**Background and Objectives:** The relation of multidrug-resistant organisms with nosocomial infections leave few expectations for the future, so this study aimed to identify the microorganisms present in the hands of professionals in intensive care units (ICU) and their role in hospital infections. **Methods:** Samples from the hands of adult and neonatal ICUs health professionals were collected using the method of sterile polyethylene bag followed by microbiological analyses. **Results:** A total of 51 samples were collected, 26 of the adult ICU and 25

of the neonatal ICU, of which 56.8% were nursing staff. Isolation of bacteria was carried out, in which approximately 60% of the volunteers presented contamination of the hands by microorganisms of the transient microbiota, and most of them resistant to  $\beta$ -lactams, including ESBL (54.5%), mainly *Enterobacter* spp., *Klebsiella pneumoniae* and *Pseudomonas aeruginosa*. **Conclusion:** These results demonstrate that microorganisms associated with nosocomial infections are present in the hands of health care professionals, and that hence, the hands hygiene is being deficient or neglected. To the reduction of nosocomial infection rates are needed several factors such as continuing education, monitoring of adherence to the practice of hand hygiene, maintenance, equipment installation and rational use of antibiotics. **Keywords:** Cross infection. Hand hygiene. Antimicrobial drug resistance.

## RESUMEN

**Justificación y Objetivos:** La relación entre los microorganismos multirresistentes y las infecciones hospitalarias dejan pocas expectativas para el futuro, por lo que este estudio tuvo como objetivo identificar los microorganismos presentes en las manos de los profesionales en unidades de cuidados intensivos (UCI) y su papel en las infecciones hospitalarias. **Métodos:** Se recogieron muestras de las manos de los profesionales de salud de UCI de adultos y neonatal, utilizando el método de la bolsa estéril de polietileno seguido de análisis microbiológicos. **Resultados:** Se recogió un total de 51 muestras, 26 de UCI de adultos y 25 de UCI neonatal, siendo el 56,8% de profesionales de enfermería. Se realizó el aislamiento de bacterias, en el que cerca del 60% de los voluntarios tenían las manos contaminadas por microorganismos de la microflora transitoria, y su mayoría eran resistentes a betalactámicos, incluyendo el perfil ESBL (54,5%), principalmente *Enterobacter* spp., *Klebsiella pneumoniae* y *Pseudomonas aeruginosa*. **Conclusión:** Los resultados demuestran que microorganismos asociados a las infecciones hospitalarias están presentes en las manos de los profesionales de salud, y que la higienización de las manos está siendo deficiente o descuidada. Para reducir las tasas de infección hospitalarias necesitan varios factores, tales como la formación continua, el seguimiento de la adherencia a la práctica de la higiene de las manos, el mantenimiento, la instalación de equipos y el uso razonable de los antibióticos.

**Palabras Clave:** Infección hospitalaria. Higiene de las manos. Resistencia microbiana a antibióticos.

## INTRODUÇÃO

As infecções relacionadas à assistência à saúde (Iras) são aquelas que acometem o indivíduo em hospitais ou atendimentos ambulatoriais e que possam ser associadas à internação ou a algum procedimento assistencial, seja ele terapêutico ou de diagnóstico.<sup>1</sup> Estas infecções têm grande impacto sobre mortalidade hospitalar, duração da internação e custos, em especial quando envolvem resistência aos antimicrobianos.<sup>2,3</sup>

As mãos dos profissionais da saúde são um dos principais meios de transmissão cruzada em ambientes hospitalares. Já foi comprovado que, com a falta de adesão à higienização das mãos, as infecções hospitalares são agravadas pela capacidade da pele de abrigar microorganismos e transferi-los de uma superfície para outra, por contato direto, pele com pele, ou indireto, por meio de fômites que culminam na contaminação do paciente.<sup>4</sup>

Há pelo menos 150 anos, a lavagem das mãos teve sua importância comprovada por Ignaz Semmelweis (1818-1865), ao introduzir a lavagem das mãos com solução clorada após as necropsias e antes do atendimento a partos, o que reduziu as taxas de infecção puerperal.<sup>5</sup> A higienização das mãos é um termo geral que se refere às ações de limpeza das mãos destinadas a prevenir a colonização e infecção endógena e exógena de pacientes, a contaminação do ambiente de saúde e dos profissionais de saúde.<sup>6</sup>

A microbiota das mãos é formada por microrganismos residentes e transitórios. Os residentes são bactérias Gram-positivas, particularmente *Staphylococcus coagulase* negativos (SCN). Já na microbiota transitória predominam as Gram-negativas, principalmente as da família *Enterobacteriaceae* e do gênero *Pseudomonas*, além de

*Staphylococcus aureus*, fungos e vírus, que são fortemente relacionados com surtos de infecção hospitalar.<sup>7</sup>

O nível de contaminação das mãos reflete o tipo e a intensidade de contato que o profissional de saúde tem com o paciente.<sup>8</sup> As Unidades de Terapia Intensiva (UTI) destinam-se ao atendimento de pacientes em estado agudo ou crítico, que requerem assistência médica e de enfermagem especializadas e ininterruptas.<sup>9</sup> Desta forma, a higienização das mãos, que abrange a lavagem simples ou a antisepsia, é definida como a principal medida de controle da disseminação de microrganismos em ambiente de assistência à saúde.<sup>4,7</sup> Apesar da importância e da relativa facilidade e simplicidade de se realizar a higienização das mãos em comparação com outras intervenções de prevenção, as taxas de adesão são abaixo do ideal.<sup>10,11</sup>

Assim, a presença de microrganismos patogênicos e resistentes aos antimicrobianos nas mãos representa grande importância epidemiológica. Com isto, este estudo teve como objetivo analisar a contaminação das mãos dos profissionais de saúde em UTI adulto e UTI neonatal em um hospital público mineiro.

## MÉTODOS

Foi um estudo experimental de prevalência, realizado no Hospital e Maternidade Municipal Dr. Odelmo Leão Carneiro (HMMU), localizado na cidade de Uberlândia, (MG). Trata-se de um hospital de média complexidade, com 50 leitos de UTI, sendo 10 leitos de UTI neonatal e 40 leitos de UTI adulto.

Os profissionais de saúde convidados a participar deste estudo assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. A coleta foi realizada pela chefia em enfer-

magem ou por funcionários do Serviço de Controle de Infecção Hospitalar do HMMU, no momento do cuidado com os pacientes. A mão dominante dos voluntários foi amostrada pela técnica do saco estéril de polietileno, antes de realizada a higienização das mãos.<sup>12,13</sup> Não houve interferência quanto ao momento da coleta, que ocorreu durante o turno de trabalho do voluntário, sem qualquer coação. Foram excluídos os profissionais de saúde que não desejaram participar do estudo.

A abordagem dos voluntários ocorreu durante o turno de trabalho do profissional no centro de apoio, com o preparo de medicamentos, prontuários ou procedimentos rotineiros. Foi escolhida a mão dominante para coletar a amostra por ser a principal para tocar o paciente e o ambiente, não havendo necessidade de coletar de ambas mãos. Os participantes preencheram um questionário a fim de coletar informações quanto ao tipo de profissional, período de trabalho e relato de alterações na pele (ressecamento, descamação, ardência, formigamento e prurido).

A mão do voluntário foi colocada em um saco estéril de polietileno, contendo 75mL de Caldo Infusão Cérebro e Coração – BHI (Difco, Maryland, USA), acrescido de Tween 80 a 0,1%, para facilitar a remoção de microrganismos da pele e dispensar as macrocolônias em células isoladas para quantificação.<sup>12</sup> O saco foi segurado acima dos pulsos, e toda a superfície das mãos foi massageada por 1 minuto.<sup>13</sup>

A amostra foi transportada para o Laboratório de Bacteriologia Clínica e processada imediatamente ou em até 24 horas sob refrigeração (8°C). Para contagem total de bactérias mesófilas utilizou-se a técnica de diluição seriada em solução salina (0,85%), e cultivo na superfície do Ágar Trypticase Soja (TSA), seguido de incubação a 37°C por 24 horas, para contagem do número de Unidade Formadora de Colônias (UFC)/mL, posteriormente transformada em UFC/mão (UFC/mL x volume da amostragem) e valor estimado em logaritmo na base 10. Procedeu-se ao isolamento e identificação de bactérias Gram-positivas e Gram-negativas, em ágar em Manitol Salgado e MacConkey respectivamente, e incubação a 37°C por 24 a 48 horas. Para a identificação bacteriana foram utilizados a técnica de coloração de Gram e testes bioquímicos clássicos.<sup>14</sup>

Todos os microrganismos isolados foram submetidos a teste de sensibilidade aos antimicrobianos, pelo método de Kirby-Bauer, seguindo o preconizado pelo Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI).<sup>15</sup> Testes fenotípicos adicionais foram realizados, com as amostras identificadas como *S. aureus* para resistência a oxacilina (MRSA) confirmada pelo "screening" em Ágar Muller-Hinton, enriquecido com 4% de cloreto de sódio (NaCl) e 6µg/mL de oxacilina.<sup>16</sup>

Em Gram-negativos a produção de β-lactamases de espectro estendido foi confirmada pelo teste de disco de aproximação, utilizando discos de ceftazidima (30µg), ceftriaxona (30µg), aztreonam (10µg), cefepima (30µg) e amoxicilina com ácido clavulânico (10/100µg), este último no centro da placa e distante a 20mm (de centro a

centro) dos demais antibióticos. O resultado foi positivo quando a zona de inibição em torno de qualquer um dos discos de cefalosporinas foi expandida em direção ao disco de amoxicilina com ácido clavulânico. A detecção de β-lactamases do tipo AmpC foi realizada por meio do teste D utilizando os antimicrobianos ceftriaxona e ceftazidima, colocados a uma distância de 20mm da cefoxitina. O resultado foi positivo quando houve um achatamento do halo da cefoxitina em forma de D.<sup>17</sup> E o teste de sinergismo com etilenodiamino tetra-acético (EDTA), ácido fenilborônico e cloxacilina em relação ao imipenem. Diferenças de diâmetro ≥ 5mm para o carbapenêmico com EDTA foram consideradas indicadoras de potenciais produtores de metalo-β-lactamase. Diferenças de diâmetro ≥ 5mm para o carbapenêmico com ácido fenilborônico foram considerados produtores de KPC. Diferenças de diâmetro ≥ 5mm para o carbapenêmico com ácido fenilborônico e com cloxacilina foram consideradas indicadoras de produtores de AmpC adquirida e deficientes em porinas.<sup>17,18</sup>

Os resultados obtidos foram tabulados no programa Excel (Microsoft), e a análise estatística foi realizada pelo teste de Qui-quadrado, exato de Fisher e *t* de Student (BioEstat 5.0), considerando o intervalo de confiança de 95% e  $P \leq 0,05$ . Este trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Uberlândia, sob o registro CAAE 69332317.3.0000.5152 e parecer nº 2.451.563.

## RESULTADOS

Foram coletadas 51 amostras das mãos de profissionais de saúde, 26 da UTI adulto e 25 da UTI neonatal. Dentre os voluntários que participaram deste estudo, a maioria era profissional da enfermagem, técnicos (56,8%) e enfermeiros (15,7%). O período de maior número de coletas foi pela manhã (39,2%) e noite (35,2%). Quanto à apresentação de alterações na pele das mãos, os voluntários relataram ressecamento, descamação, ardência, formigamento e prurido; cerca de 82% declararam não possuir nenhum tipo de alteração, e em 35,2% não foi obtida nenhuma informação (Tabela 1).

A contagem média de bactérias mesófilas por mão no estudo foi de  $5,3 \times 10^6$  UFC/mão ( $5,8 \log_{10}$ ), sendo na UTI adulto ( $1,9 \times 10^6$  UFC/mão –  $5,61 \log_{10}$ ) menor ( $P=0,03$ ) que na neonatal ( $8,6 \times 10^6$  UFC/mão –  $6,08 \log_{10}$ ), assim como da contagem no período da noite ( $P=0,02$ ) de  $3,3 \times 10^5$  UFC/mão ( $4,82 \log_{10}$ ) e  $7,7 \times 10^6$  UFC/mão ( $6,42 \log_{10}$ ), respectivamente.

Trinta e um (60,8%) dos voluntários, profissionais de saúde, apresentaram contaminação por microrganismos da microbiota transitória, sendo isoladas 32 bactérias Gram-positivas e negativas (Tabela 2), sendo as enterobactérias as mais frequentes. Esta distribuição foi mais frequente na UTI neonatal (68,8%), em técnicos, aproximadamente 53%, no período da noite (34,3%) e nos profissionais que declararam não apresentar nenhum tipo de alteração nas mãos (53,1%).

**Tabela 1.** Distribuição das amostras das mãos de profissionais de saúde quanto ao tipo de profissional, período de trabalho e relato de alterações na pele, na UTI adulto e neonatal.

Variáveis	UTI adulto N=26 (%)	UTI neonatal N=25 (%)	Total N=51 (%)
<b>Profissional</b>			
Técnicos em enfermagem	14 (53,8)	15 (60,0)	29 (56,8)
Enfermeiros	3 (11,5)	5 (20,0)	8 (15,7)
Médicos/Residentes	5 (19,2)*	0	5 (9,8)
Fisioterapeutas	1 (3,8)	2 (8,0)	3 (5,9)
Não informado	3 (7,7)	3 (12,0)	6 (11,7)
<b>Período</b>			
Manhã	14 (53,8)*	6 (24,0)	20 (39,2)
Tarde	0	8 (32,0)*	8 (15,7)
Noite	10 (38,4)	8 (32,0)	18 (35,2)
Não informado	2 (7,7)	3 (12,0)	5 (9,8)
<b>Alterações nas mãos#</b>			
Sim	2 (18,2)	4 (18,2)	6 (18,2)
Não	9 (81,8)	18 (81,8)*	27 (81,8)
Não informado	15 (57,6)*	3 (12,0)	18 (35,2)

#: cálculo baseado no número de respondentes; \*:  $P \leq 0,05$ , pelo teste de X<sup>2</sup> ou exato de Fisher.

**Tabela 2.** Distribuição dos microrganismos isolados nas mãos de profissionais de saúde em UTI adulto e neonatal.

Variáveis	UTI adulto N=10 (%)	UTI neonatal N=22 (%)	Total N=32 (%)
<i>Acinetobacter spp.</i>	0	4 (18,2)	4 (12,5)
<i>Enterobacter spp.</i>	5 (50,0)	8 (36,4)	13 (40,6)
<i>E. coli</i>	0	1 (4,6)	1 (3,1)
<i>K. pneumoniae</i>	4 (40,0)	3 (13,6)	7 (21,9)
<i>P. aeruginosa</i>	0	5 (22,7)	5 (15,6)
<i>S. aureus</i>	1 (10,0)	1 (4,6)	2 (6,2)

Os isolados de *Acinetobacter spp.*, *P. aeruginosa* e *E. coli* foram encontrados apenas na UTI neonatal e, assim como os demais Gram-negativos, apresentaram resistência principalmente a aztreonam, ampicilina e cefalosporinas. Dos *S. aureus* apenas uma amostra (UTI adulto) possuía o perfil MRSA.

Das 30 amostras de Gram-negativas, 22 apresentaram no antibiograma perfil de resistência a cefalosporinas de terceira geração e/ou carbapenêmicos e foram submetidas a testes fenotípicos de resistência aos

$\beta$ -lactâmicos. Foi encontrada uma alta prevalência de produção de enzimas do tipo ESBL (54,5%), AmpC e possibilidade de alteração na superfície por perda de porina (36,3%) (Tabela 3).

## DISCUSSÃO

Estudos relataram contagens de até  $3 \times 10^2$  UFC por palma ou ponta dos dedos.<sup>19,20</sup> Embora o presente estudo

**Tabela 3.** Distribuição dos mecanismos de resistência das amostras de bacilos Gram-negativos por testes fenotípicos, nas UTI adulto e neonatal.

Variáveis	UTI adulto N=7 (%)	UTI neonatal N=15 (%)	Total N=22 (%)
ESBL	4 (57,0)	8 (53,3)	12 (54,5)
MBL	1 (14,0)*	4 (26,7)	5 (22,7)
KPC	1 (14,0)	1 (6,7)	2 (9,1)
AmpC+ perda de porina	1 (14,0)*	7 (46,7)	8 (36,3)
Outros	0	1 (6,7)	1 (4,5)

ESBL:  $\beta$ -lactamase de espectro estendido; MBL: metalo- $\beta$ -lactamase; KPC: *Klebsiella pneumoniae* carbapenamase; AmpC + perda de porina: cefalosporinase; Outros: mecanismo não detectado pelos testes fenotípicos utilizados; \*: também ESBL.

considerasse toda a superfície da mão, as contagens são mais de 15 vezes maiores que as encontradas na literatura.

Numerosas bactérias podem ser recuperadas em uma pele normal, incluindo espécies de *Staphylococcus*, *Micrococcus*, *Corynebacterium*, *Brevibacterium* e *Propionibacterium*. Já a microbiota transitória é considerada aquela que coloniza as regiões mais superficiais da pele, sendo removida pela lavagem das mãos rotineira ou eliminada por meio de fricção com preparação alcoólica. Estes são organismos mais frequentemente associados a Iras.<sup>13</sup> Neste estudo procurou-se valorizar a busca ativa por estas bactérias com características de serem transitórias nas mãos, por sua participação na epidemiologia das infecções e relação com iatrogenia na pele das mãos.<sup>21</sup>

Outros pesquisadores relataram em seus estudos que a lavagem das mãos dos profissionais de saúde no turno da noite foi a que menos utilizou a técnica correta. Concluíram também que outro fator relacionado ao enfraquecimento da adesão à técnica correta de lavagem das mãos é a baixa participação destes profissionais nos programas de treinamento.<sup>22</sup> Este fato pode justificar o constante isolamento (cerca de 35%) no turno da noite.

Dos profissionais da enfermagem, os técnicos apresentaram maior frequência de microrganismos isolados, e é importante ressaltar que estes profissionais passam a maior parte do tempo com os pacientes, quando comparados aos demais membros da equipe de saúde, além de realizarem diversos cuidados assistenciais. Assim, estão frequentemente relacionados a um risco aumentado de disseminação de microrganismos pelo elevado contato com o paciente, considerando a importância das mãos na disseminação cruzada de microrganismos.<sup>23</sup>

Irritações na pele das mãos podem levar a mudanças na microbiota destas, como o aumento na quantidade e no tipo de microrganismos.<sup>21</sup> Aqueles que neste estudo relataram algum tipo de alteração na pele não apresentaram mais microrganismos, mas muitos (35,2%) não responderam a este questionamento.

É fato a presença de microrganismos multirresistentes causando infecção em pacientes internados em hospitais brasileiros, bem como registros da transmissão cruzada pelas mãos dos profissionais de saúde como fonte de surtos de infecção.<sup>24</sup> A importância clínica das infecções por estes microrganismos é a sua expressão de multirresistência aos antimicrobianos, muito associada aos elevados índices de morbidade e mortalidade, além de serem muito isolados em casos de pneumonias, sepse e em particular nas UTI.<sup>2,25</sup>

Reduzir as taxas de infecção hospitalar depende de uma variedade de fatores, sobretudo educação continuada, monitoramento da adesão à prática de higiene das mãos, manutenção e instalação de equipamentos, uso racional de antibióticos e recomendações baseadas no cuidado com procedimentos invasivos e a promoção da higiene das mãos. Estes são os maiores desafios que os profissionais de serviços de controle de infecção enfrentam, pois a taxa de adesão às recomendações desta prática é baixa e pode variar entre diferentes unidades do hospital, em função das condições de trabalho e infraestrutura.

Neste estudo foram encontradas bactérias com o perfil de multirresistência, incluindo o fenótipo MRSA e ESBL, nas mãos dos profissionais de saúde de UTI. Tal fato justifica uma intervenção baseada na promoção da higiene das mãos, especialmente no período noturno, por meio de campanhas e apresentação da relação direta entre a prática da lavagem das mãos e a remoção dos contaminantes, o que pode contribuir para controlar e prevenir infecções de origem hospitalar.

## AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig).

## CONTRIBUIÇÃO DAS AUTORAS:

Todas as autoras contribuíram nos trabalhos de coleta, processamento das amostras e na redação do artigo, garantindo exatidão e integridade de qualquer parte desta obra, aprovando assim esta versão final.

## REFERÊNCIAS

1. Oliveira AC, Paula AO, Iquiapaza RA, et al. Infecções relacionadas à assistência em saúde e gravidade clínica em uma Unidade de Terapia Intensiva. *Rev Gaúcha de Enferm* 2012;33(3):89-96. doi: 10.1590/S1983-14472012000300012
2. Padoveze MC, Fortaleza CMCB. Infecções relacionadas à assistência à saúde: desafios para a saúde pública no Brasil. *Rev Saúde Pública* 2014;48(6):995-1001. doi: 10.1590/S0034-8910.2014048004825
3. Kapil R, Bhavsar HK, Madan M. Hand hygiene in reducing transient flora on the hands of healthcare workers: an educational intervention *Indian J Med Microbiol* 2015;33(1):125-128. <http://www.ijmm.org/text.asp?2015/33/1/125/148409>
4. Salmon S, Pittet D, Sax H, et al. The 'My five moments for hand hygiene' concept for the overcrowded setting in resource-limited healthcare systems. *J Hosp Infect* 2015;91(2):95-9. doi: 10.1016/j.jhin.2015.04.011
5. Markel H. Wash Your Hands! *The Milbank Q* 2015;93(3):447-54. doi: 10.1111/1468-0009.12128
6. Diwan V, Gustafsson C, Rosales Klintz S, et al. Understanding healthcare workers self-reported practices, knowledge and attitude about hand hygiene in a medical setting in Rural India. *PLoS ONE* 2016;11(10):e0163347. doi: 10.1371/journal.pone.0163347
7. Locks L, Lacerda JT, Gomes E, et al. Qualidade da higienização das mãos de profissionais atuantes em Unidades Básicas de Saúde. *Rev Gaúcha de Enferm* 2011;32(3):569-575. doi: 10.1590/S1983-14472011000300019
8. Borges LFA, Katagui LG, Nunes LG, et al. Contaminação nas mãos de profissionais de saúde em diferentes unidades de um Hospital Universitário brasileiro. *Rev Nursing* 2006;100(8):1000-3.
9. Sadule-Rios N, Aguilera G. Nurses' perceptions of reasons for persistent low rates in hand hygiene compliance. *Intensive Crit*

- Care Nurs 2017;42:17-21. doi: 10.1016/j.iccn.2017.02.005
10. Pineles L, Robinson G, Morgan DJ. New strategies to monitor healthcare workers' hand hygiene compliance. Springer US 2017;9(1):11-17. doi: 10.1007/s40506-017-0111-2
  11. Srigley JA, Coroace K, Hargadon DP, et al. Applying psychological frameworks of behaviour change to improve healthcare worker hand hygiene: a systematic review. J Hosp Infect 2015;91(3):2012-210. doi: 10.1016/j.jhin.2015.06.019
  12. Larson EL, Hughes CA, Pyrek JD, et al. Changes in bacterial flora associated with skin damage on hands of health care personnel. Am J Infect Control 1998;26(5):513-21. doi: 10.1016/S0196-6553(98)70025-2
  13. Boyce JM, Pittet D. Guideline for hand hygiene in health-care setting: recommendations of the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee and the HICPAC/SHEA/APIC/IDSA Hand Hygiene Task Force. MMWR Recomm Rep 2002;51(16):1-45.
  14. Koneman EW, Allen SD, Janda WM, et al. Diagnóstico microbiológico: texto e atlas colorido. 5. ed. Rio de Janeiro: MEDSI; 2001. 1465 p.
  15. CLSI. Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing. 26th ed. CLSI supplement M100. Wayne, PA: Clinical and Laboratory Standards Institute; 2016.
  16. Rossi F, Andreazzi DB. Resistência bacteriana: interpretando o antibiograma. 2. ed. São Paulo: Atheneu; 2005. 117 p.
  17. Georgios M, Bagkeri M. Beta-lactamase and Carbapenemase Detection Methods: an overview of recent patents. Recent Pat Antiinfect Drug Discov 2014;9(1):1-5. doi: 10.2174/1574891X09666140608145307
  18. Rocha DAC. Caracterização fenotípica e genotípica de betalactamases do tipo AmpC plasmidial em Escherichia coli [dissertação]. São Paulo (SP): Faculdade de Ciências Farmacêuticas da USP; 2014. doi: 10.11606/D.9.2014.tde-26062014-145930
  19. Pittet D, Mourouga P, Perneger TV. Compliance with handwashing in a teaching hospital. Ann Intern Med 1999;130(2):126-30. doi: 10.7326/0003-4819-130-2-199901190-00006
  20. Kac G, Podglajen I, Gueneret M, et al. Microbiological evaluation of two hand hygiene procedures achieved by healthcare workers during routine patient care: a randomized study. J Hosp Infect 2005;60(1):32-9. doi: 10.1016/j.jhin.2004.10.014
  21. Rocha LA, Borges LFA, Gontijo Filho PP. Changes in hands microbiota associated with skin damage because of hand hygiene procedures on the health care workers. American Journal of Infection Control 2009;37(2):155-9. doi: 10.1016/j.ajic.2008.04.251
  22. Mendonça AP, Fernandes MSC, Azevedo JMR, et al. Lavagem das mãos: adesão dos profissionais de saúde em uma unidade de terapia intensiva neonatal. Acta Scientiarum. Health Sciences 2003;5(2):147-153. doi: 10.4025/actascihealthsci.v25i2.2224
  23. Oliveira A, De Paula A, Souza M, et al. Adesão à higiene de mãos entre profissionais de um serviço de pronto atendimento. Revista de Medicina 2016;95(4):162-7. doi: 10.11606/issn.1679-9836.v95i4p162-167
  24. Gontijo Filho PP. Problemas da vigilância epidemiológica de infecções hospitalares sem o uso de critérios microbiológicos no Brasil. Rev Ciênc Farm Básica e Apl 2006;27(2):97-102.
  25. Barnes SL, Morgan DJ, Harris AD, et al. Preventing the transmission of multidrug-resistant organisms: modeling the relative importance of hand hygiene and environmental cleaning interventions. Infect Control Hosp Epidemiol 2014;35(9):1156-62. doi: /10.1086/677632