



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE / DEPARTAMENTO DE ENFERMAGEM
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENFERMAGEM (PPGEnf)**

ODINÉA MARIA AMORIM BATISTA

**FORMAÇÃO DE BIOFILME EM CATETERES URINÁRIOS: DESAFIOS E
IMPLICAÇÕES**

**TERESINA
2018**

ODINÉA MARIA AMORIM BATISTA

**FORMAÇÃO DE BIOFILME EM CATETERES URINÁRIOS: DESAFIOS E
IMPLICAÇÕES**

Tese de Doutorado apresentada à Banca Examinadora do Programa de Pós-graduação em Enfermagem da Universidade Federal do Piauí para obtenção do Título de Doutora em Enfermagem.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Eliete Batista Moura.

Co-orientador: Prof. Dr. Evandro Watanabe.

Área de concentração: Enfermagem no Contexto Social Brasileiro

Linha de pesquisa: Processo de Cuidar em Saúde e em Enfermagem.

TERESINA
2018

FICHA CATALOGRÁFICA
Universidade Federal do Piauí
Biblioteca Setorial do Centro de Ciências da Saúde
Serviço de Processamento Técnico

Batista, Odinéa Maria Amorim.
B326f Formação de biofilme em cateteres urinários : desafios e implicações /
Odinéia Maria Amorim Batista. -- 2018.
137 f. : il.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Piauí, Centro de Ciências da
Saúde, Programa de Pós-Graduação em Enfermagem, Teresina, 2018.
"Orientação: Profa. Dra. Maria Eliete Batista Moura."

1. Biofilmes. 2. Cateteres Urinários. 3. Infecções Urinárias.
4. *Staphylococcus aureus*. 5. *Pseudomonas aeruginosa*. I. Título.

CDD 616.6

ODINÉA MARIA AMORIM BATISTA

**FORMAÇÃO DE BIOFILME EM CATETERES URINÁRIOS: DESAFIOS E
IMPLICAÇÕES**

Tese de Doutorado submetida à Banca Examinadora do Programa de Pós-graduação em Enfermagem da Universidade Federal do Piauí para obtenção do Título de Doutora em Enfermagem.

Aprovada em: 29 de maio de 2018.

Prof^a.Dr^a. Maria Eliete Batista Moura - Presidente
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Prof. Dr. Evandro Watanabe - Co-orientador
Universidade de São Paulo – EERP/USP

Prof^a Dr^a Denise de Andrade - 1^a Examinadora
Universidade de São Paulo – EERP/USP

Prof. Dr. Adriano Menis Ferreira - 2^o Examinador
Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – UFMS

Prof^a.Dr^a. Andréia Rodrigues Moura da Costa Valle - 3^a Examinadora
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Prof^a.Dr^a. Maria Zélia de Araújo Madeira - 4^a Examinadora
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Prof^a.Dr^a. Ana Maria Ribeiro dos Santos - 1^a Suplente
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Prof^a.Dr^a. Benevina Maria Vilar Texeira- 2^a Suplente
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Dedico esta conquista:

Ao meu pai, Olínto Leite, e a minha mãe Margarida Amorim, meu eterno amor (in memoriam), seu jeito especial de ser me ensinaram valores imprescindíveis para minha formação, para que eu pudesse acreditar que meus esforços valeriam a pena. Sinto sempre a presença de vocês, isso me fortalece.

Ao meu esposo Milton Batista Filho. Amor e união pra sempre. Obrigada pela força e compreensão das minhas ausências.

Aos meus amados filhos, Thiago, Camila e Matheus. Obrigada pelos incentivos com palavras sábias “confia mãe vai dá tudo certo”. Tudo o que faço, acreditem é para vocês, que são a razão da minha vida.

Aos meus irmãos (Amorim Leite), Olimar, Osmar, Osanan, Odílmara, Orquidéa, Olivan, Osmar e Orlando. Seus exemplos de vida me impulsionam a progredir cada vez mais. Obrigada por sermos unidos e saber que posso sempre contar com vocês.

AGRADECIMENTOS

No decorrer deste estudo foi importante a participação de muitas pessoas que contribuíram de alguma forma para a sua realização.

À Deus, pela proteção e bênçãos recebidas durante toda a minha vida. Obrigada Senhor.

Ao meu esposo e filhos pelo afeto e apoio incondicional. Família é tudo.

À orientadora, profa. Dra. Maria Eliete Batista Moura (UFPI), por ter me acolhido para a realização do curso de doutorado e pelas valiosas orientações desse estudo. Minha admiração pela sua competência, dedicação, coragem e capacidade para incentivar a busca do saber. Precursora do ensino e da pesquisa do controle de infecção no Piauí. Meu reconhecimento e gratidão.

Ao co-orientador, prof. Dr. Evandro Watanabe (USP- Ribeirão Preto), pela atenção e paciência em transmitir com tranquilidade seus conhecimentos científico e técnico sobre a pesquisa em laboratório e da importância de estudar os biofilmes. Minha admiração pela sua simplicidade e pelo seu dom de ensinar com serenidade e eficiência. Muito obrigada por tudo.

À profa. Dra. Denise de Andrade, por disponibilizar o Laboratório (N^oEPPECISS/USP) para a realização do estudo experimental. Suas intervenções foram importantes para concretização deste estudo. Minha eterna gratidão.

Aos mestrandos colaboradores desta pesquisa, Marinila, Rachel e Pedro (USP- Ribeirão Preto), pelas contribuições e empenho indispensável na realização do experimento in vitro. Meu sincero agradecimento.

Aos amigos e pesquisadores, Álvaro, Artur e Layze, pelos incentivos e contribuições em todos os momentos da construção desse estudo. Meus sinceros agradecimentos por não terem medido esforços em me ajudar.

Às amigas de curso de doutorado (Elizabeth, Lorena, Maria Augusta, Roberta e Sarah) pelas horas de compartilhamento das nossas angustias, conhecimentos e experiências. Com vocês aprendi a não me estressar por pequenas coisas, pois tudo se resolve.

Às amigas Ana Maria e Maria Zélia, pelo apoio e compreensão durante a elaboração deste trabalho.

À Universidade Federal do Piauí (UFPI) e à Universidade de São Paulo- Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto (USP- EERP), por terem realizada a parceria para a realização

do experimento in vitro, em nome dos professores Dra. Denise de Andrade, Dr. Evandro Watanabe, Dra. Maria do Livramento Fortes Figueiredo e Dra. Maria Eliete Batista Moura. Meu agradecimento e homenagem a todos.

Aos professores membros da banca, Dra. Denise de Andrade, Dr. Adriano Menis Ferreira, Dra. Maria Zélia de Araújo Madeira, Dra. Andréia Rodrigues Moura da Costa Valle, Dra. Ana Maria Ribeiro dos Santos, Dra. Benevina Maria Vilar Teixeira Nunes, pelas observações oportunas e sábias contribuições para o aprimoramento desse estudo.

Aos docentes do Programa de Pós-Graduação em Enfermagem da Universidade Federal do Piauí, pelo ensino específico nas diferentes áreas do conhecimento, que contribuíram para meu novo olhar profissional.

Ao prof. Dr. Fábio Napoleão e a Prof. Dra. Maria Helena Barros por terem me ajudado nesta conquista tão importante para o meu crescimento profissional e pessoal, vocês são um exemplo de ser humano de sapiência e caráter.

Aos funcionários da UFPI (Mônica, Tiago, Ruth e Leonardo), sempre tão gentis. Minha gratidão.

À todos o que me impulsionam a me dedicar a busca do conhecimento técnico, com o propósito de contribuir para a redução e gravidade da frequência das Infecções Relacionadas à Assistência a Saúde, sofrimento evitável às pessoas que necessitam de assistência à saúde.

Aos amigos Augusto, Fernando e Jaqueline e pela disponibilidade em me ajudar sempre que solicitados.

À minha sobrinha Illoma Rossany e à amiga Lissandra pelas valiosas contribuições na fase final do trabalho.

À profa. e amiga Luiza de Marilac Veras Uchôa pela revisão ortográfica e sugestões importantes na redação do texto.

Por fim, a todos que compartilharam comigo os momentos difíceis e felizes e que tornaram possível a concretização desse estudo. Respeito e gratidão.

RESUMO

Introdução: A presença do cateter de *Foley* no trato urinário fornece condições ideais para o desenvolvimento de biofilmes, podendo resultar em infecção associada ao uso desse dispositivo. A escolha do tipo e calibre do cateter urinário é importante, porém não há relatos na literatura da associação entre o calibre e a formação de biofilmes nas superfícies desse tipo de cateter. **Objetivo:** Investigar os aspectos microbiológicos e físico-químicos que integram a formação do biofilme em cateteres urinários de *Foley*. **Material e método:** Realizou-se uma análise bibliométrica da produção científica sobre a temática e, em seguida a investigação laboratorial/experimental *in vitro* dos aspectos que permeiam a formação de biofilmes em cateteres urinários de *Foley*. Para a pesquisa bibliométrica, utilizaram-se os descritores: “*Biofilm*” and “*Urinary Catheter*” compreendendo os anos de 1945 a 2016. Na investigação *in vitro* a amostra constou de fragmentos de cateteres urinários de *Foley* e os micro-organismos utilizados nesse experimento foram: cepas padrão de *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923) e *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853). O pH da urina artificial foi determinado durante a formação dos biofilmes nos cateteres de *Foley*. Além disso, a análise do biofilme nos dispositivos foi realizada por meio de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). Os dados foram submetidos à análise estatística e ao teste de *Kruskall-Wallis* e *Student-Newman-Keuls*, considerando o nível de significância de 5%. **Resultados:** Na avaliação bibliométrica observou-se um total de 329 artigos relacionados à formação de biofilme em cateter urinário entre 1985 e 2016, publicados em 167 periódicos. A produção envolveu 1.262 autores provenientes de 452 instituições de 50 países. Observou-se nos estudos uma variabilidade de procedimentos microbiológicos sobre a formação e prevenção de biofilmes em cateteres urinários, com predominância de pesquisas *in vitro*. A fase laboratorial permitiu avaliar a formação de biofilme *in vitro* em dois diferentes calibres de cateteres de *Foley* submetidos ao mesmo processamento microbiológico. Os resultados mostraram que os dispositivos foram capazes de servir como substrato abiótico para formação de biofilmes *in vitro* nos tempos investigados. Não houve diferença estatística na formação de biofilmes (log UFC/FC) por *S. aureus* nas superfícies dos cateteres na comparação entre os calibres de 14 e 16 Fr, bem como nos períodos de incubação predefinidos (24 e 72h) - ($p=0,5651$). Com relação a *P. aeruginosa*, os resultados também não demonstraram diferença entre a formação de biofilme nos períodos de incubação por 24h ($p= 0,5212$) e 72h ($p= 0,8307$), em virtude dos diferentes calibres. Por outro lado, o tempo foi o fator determinante para formação do biofilme nos cateteres de mesmo calibre por *P. aeruginosa* incubadas por 24h ($p= 0,0046$) e 72h ($p= 0,0162$). Todas as mensurações de pH das amostras de urina artificial, durante a formação dos biofilmes nos cateteres de *Foley* em condições experimentais diversas, não evidenciaram alteração do pH da urina artificial inicial, logo após a sua confecção (pH=6,1). Além disso, a MEV demonstrou a presença de biofilme nos dispositivos por *S. aureus* e *P. aeruginosa*. **Conclusão:** A presença de biofilmes em cateteres urinários de *Foley* de látex siliconizado continua sendo um desafio, especialmente, pela elevada vulnerabilidade à sua formação e incrustação. Nesse sentido, a tomada de decisão sobre o tipo de cateter a ser utilizado na prática clínica deve levar em consideração, também, as questões associadas à formação de biofilme.

Palavras-chave: Biofilmes. Cateteres urinários. Infecções Urinárias. *Staphylococcus aureus*. *Pseudomonas aeruginosa*.

ABSTRACT

Introduction: The presence of the *Foley* catheter in the urinary tract provides ideal conditions for the development of biofilms, which may result in infection associated with the use of this device. The choice of the type and caliber of the urinary catheter is important, however there are no reports in the literature of the association between caliber and biofilm formation on the surfaces of this type of catheter. **Objective:** To investigate the microbiological and physico-chemical aspects that integrate biofilm formation in *Foley* urinary catheters. **Material and method:** A bibliometric analysis of the scientific production on the subject was carried out, followed by laboratory/*in vitro* experimental investigation of the aspects that permeate the formation of biofilms in *Foley* urinary catheters. For the bibliometric investigation, the descriptors were used: "Biofilm *" and "Urinary Catheter *" comprising the years from 1945 to 2016. *In vitro* investigation the sample consisted of fragments of urinary catheters of *Foley* and the microorganisms used in this experiment were: standard strains of *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923) and *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853). The pH of artificial urine was determined during the formation of biofilms in *Foley* catheters. In addition, biofilm analysis in the devices was performed by means of Scanning Electron Microscopy (SEM). Data were submitted to statistical analysis and the Kruskal-Wallis and Student-Newman-Keuls test, considering a significance level of 5%. **Results:** A total of 329 articles related to biofilm formation in a urinary catheter between 1985 and 2016, published in 167 journals, were observed in the bibliometric evaluation. The production involved 1.262 authors from 452 institutions in 50 countries. A variability of microbiological procedures on the formation and prevention of biofilms in urinary catheters, predominantly *in vitro*, was observed in the studies. The laboratory phase allowed the evaluation of *in vitro* biofilm formation in two different calibers of *Foley* catheters submitted to the same microbiological processing. The results showed that the devices were able to serve as an abiotic substrate for biofilm formation *in vitro* at the times investigated. There was no statistical difference in the formation of biofilms (log CFU / FC) by *S. aureus* on the surfaces of the catheters in the comparison between the 14 and 16 Fr gauges, as well as in the predefined incubation periods (24 and 72h) - ($p = 0,5651$). Regarding *P. aeruginosa*, the results also showed no difference between the biofilm formation in the incubation periods for 24h ($p = 0,5212$) and 72h ($p = 0,8307$), due to the different calibers. On the other hand, time was the determining factor for biofilm formation in the catheters of the same caliber by *P. aeruginosa* incubated for 24h ($p = 0,0046$) and 72h ($p = 0,0162$). All pH measurements of the artificial urine samples during the formation of biofilms in *Foley* catheters under different experimental conditions showed no change in the pH of the initial artificial urine immediately after its preparation (pH = 6,1). In addition, SEM showed the presence of biofilm in the devices by *S. aureus* and *P. aeruginosa*. **Conclusion:** The presence of biofilms in *Foley* urinary catheters of siliconized latex continues to be a challenge, especially due to their high vulnerability to their formation and incrustation. In this sense, the decision on the type of catheter to be used in clinical practice should also take into account the issues associated with biofilm formation.

Keywords: Biofilm. Urinary Catheters. Urinary Tract Infections. *Staphylococcus aureus*. *Pseudomonas aeruginosa*.

RESUMÉN

Introducción: La presencia del catéter de *Foley* en el tracto urinario proporciona condiciones ideales para el desarrollo de biofilm, pudiendo resultar en infección asociada al uso de ese dispositivo. La elección del tipo y calibre del catéter urinario es importante, pero no hay relatos en la literatura de la asociación entre el calibre y la formación de biofilm en las superficies de ese tipo de catéter. **Objetivo:** Investigar los aspectos microbiológicos y físico-químicos que integran la formación del biofilm en catéteres urinarios de *Foley*. **Material y método:** Se realizó un análisis bibliométrico de la producción científica sobre la temática y, a continuación, la investigación de laboratorio/experimental in vitro de los aspectos que permean la formación de biofilm en catéteres urinarios de *Foley*. Para la investigación bibliométrica, se utilizaron los descriptores: "Biofilm *" e "Urinary Catheter *" comprendiendo los años de 1945 a 2016. En la investigación in vitro la muestra constó de fragmentos de catéteres urinarios de *Foley* y los microorganismos utilizados en este experimento fueron: cepas estándar de *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923) y *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853). El pH de la orina artificial se determinó durante la formación de los biofilm en los catéteres de *Foley*. Además, el análisis del biofilm en los dispositivos fue realizado por medio de Microscopía Electrónica de Barrido (MEB). Los datos fueron sometidos al análisis estadístico ya la prueba de Kruskal-Wallis y Student-Newman-Keuls, considerando el nivel de significancia del 5%. **Resultados:** En la evaluación bibliométrica se observó un total de 329 artículos relacionados a la formación de biofilm en cateter urinario entre 1985 y 2016, publicados en 167 periódicos. La producción involucró a 1.262 autores provenientes de 452 instituciones de 50 países. Se observó en los estudios una variabilidad de procedimientos microbiológicos sobre la formación y prevención de biofilm en catéteres urinarios, con predominio de investigaciones in vitro. La fase de laboratorio permitió evaluar la formación de biofilm in vitro en dos diferentes calibres de catéteres de *Foley* sometidos al mismo procesamiento microbiológico. Los resultados mostraron que los dispositivos fueron capaces de servir como sustrato abiótico para la formación de biofilm in vitro en los tiempos investigados. En la comparación entre los calibres de 14 y 16 Fr, así como en los períodos de incubación predefinidos (24 y 72h) - ($p = 0,5651$). En cuanto a *P. aeruginosa*, los resultados tampoco demostraron diferencia entre la formación de biofilm en los períodos de incubación por 24h ($p = 0,5212$) y 72h ($p = 0,8307$), en virtud de los diferentes calibres. Por otro lado, el tiempo fue el factor determinante para la formación del biofilm en los catéteres de mismo calibre por *P. aeruginosa* incubados por 24h ($p = 0,0046$) y 72h ($p = 0,0162$). Todas las mediciones de pH de las muestras de orina artificial durante la formación de los biofilm en los catéteres de *Foley* en condiciones experimentales diversas no evidenciaron alteración del pH de la orina artificial inicial, inmediatamente después de su confección ($pH = 6,1$). Además, la MEB demostró la presencia de biofilm en los dispositivos por *S. aureus* y *P. aeruginosa*. **Conclusión:** La presencia de biofilm en catéteres urinarios de *Foley* de látex siliconizado sigue siendo un desafío, especialmente, por la elevada vulnerabilidad a su formación e incrustación. En este sentido, la toma de decisión sobre el tipo de catéter a ser utilizado en la práctica clínica debe tener en cuenta, también, las cuestiones asociadas a la formación de biofilm.

Palabras clave: Biofilm. Cateteres Urinarios. Infecciones Urinarias. *Staphylococcus aureus*. *Pseudomonas aeruginosa*.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Partes constituintes do Cateter de *Foley*. 43
- Figura 2 - Vista panorâmica da Cabine de Segurança Biológica Classe II – modelo Bio Seg 12 (Grupo VECO, Campinas, SP, Brasil). Ribeirão Preto, SP, Brasil, 2017. 49
- Figura 3 - Alça contendo inóculo bacteriano proveniente de placa de Petri (15x60mm) com cultura recente. Ribeirão Preto, SP, Brasil, 2017. 50
- Figura 4 - Transferência de inóculo bacteriano para tubo de ensaio (25x150mm) com 10mL de solução salina a 0,85% e pérolas de vidro. Ribeirão Preto, SP, Brasil, 2017. 50
- Figura 5 - Homogeneização do tubo de ensaio (25x150mm) com 10mL de solução salina a 0,85%, pérolas de vidro e inóculo bacteriano. Ribeirão Preto, SP, Brasil, 2017. 51
- Figura 6- Vista panorâmica do inóculo bacteriano sendo transferido para cubeta de quartzo. 51
- Figura 7- Vista panorâmica do espectrofotômetro - modelo 22PC (Spectrumlab®, China). 52
- Figura 8 – Realização de cortes do cateter urinário de *Foley*: A) transversal (lâmina de bisturi); B) e longitudinal (tesoura). Ribeirão Preto, SP, Brasil, 2017. 52
- Figura 9 - Vista panorâmica da estufa com agitação orbital (Quimis, Diadema, SP, Brasil). Ribeirão Preto, SP, Brasil, 2017. 53
- Figura 10 - Vista panorâmica da transferência de um fragmento de cateter de *Foley* para um tubo Falcon (15mL) com 7mL de solução salina a 0,85% e pérolas de vidro. Ribeirão Preto, SP, Brasil, 2017. 53
- Figura 11 - Homogeneização de tubo Falcon com 7mL de solução salina a 0,85%, pérolas de vidro e fragmento de cateter urinário de *Foley*. Ribeirão Preto, SP, Brasil, 2017. 54
- Figura 12 - Vista panorâmica das tiras de pH e da caixa com a escala de tons de cor para classificação do pH (Kasvi, Curitiba, PR, Brasil). 55
- Figura 13 - Vista panorâmica do microscópio eletrônico de varredura (Zeiss EVO 50). Ribeirão Preto, SP, Brasil, 2017. 56
- Figura 14. Top 10 dos artigos mais citados na *Web of Science* (GCS) e mais citados pelos artigos selecionados (LCS), dentre o conjunto seleção (1985–2016). 62
- Figura 15. Vista panorâmica da mensuração com uma tira de pH (6,1), a urina artificial (UA). 65
- Figura 16 - Eletromicrografias por MEV de fragmento de cateter urinário de *Foley* (calibre nº 14) com formação de biofilme por *S. aureus* e incubação por 37^o C por 24h. Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil, 2018. 67
- Figura 17 - Eletromicrografias por MEV de fragmento de cateter urinário de *Foley* (calibre nº 14) com formação de biofilme por *S. aureus* e incubação por 37^o C por 72h. Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil, 2018. 68
- Figura 18 - Eletromicrografias por MEV de fragmento de cateter urinário de *Foley* (calibre nº 14) com formação de biofilme por *S. aureus* e incubação por 37^o C por 72h. Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil, 2018 69
- Figura 19 - Eletromicrografias por MEV de fragmento de cateter urinário de *Foley* (calibre nº 16) com formação de biofilme por *S. aureus* e incubação por 37^o C por 24h. Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil, 2018. 70
- Figura 20 - Eletromicrografias por MEV de fragmento de cateter urinário de *Foley*

- (calibre nº 16) com formação de biofilme por *S. aureus* e incubação por 37^o C por 72h. Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil, 2018. 71
- Figura 21 - Eletromicrografias por MEV de fragmento de cateter urinário de *Foley* (calibre nº 14) com formação de biofilme por *P. aeruginosa* e incubação por 37^o C por 24h. Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil, 2018. 72
- Figura 22 - Eletromicrografias por MEV de fragmento de cateter urinário de *Foley* (calibre nº 14) com formação de biofilme por *P. aeruginosa* e incubação por 37^o C por 24h. Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil, 2018. 73
- Figura 23 - Eletromicrografias por MEV de fragmento de cateter urinário de *Foley* (calibre nº 14) com formação de biofilme por *P. aeruginosa* e incubação por 37^o C por 72h. Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil, 2018. 74
- Figura 24 - Eletromicrografias por MEV de fragmento de cateter urinário de *Foley* (calibre nº 14) com formação de biofilme por *P. aeruginosa* e incubação por 37^o C por 72h. Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil, 2018. 75
- Figura 25 - Eletromicrografias por MEV de fragmento de cateter urinário de *Foley* (calibre nº 16) com formação de biofilme por *P. aeruginosa* e incubação por 37^o C por 24h. Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil, 2018. 76
- Figura 26 - Eletromicrografias por MEV de fragmento de cateter urinário de *Foley* (calibre nº 16) com formação de biofilme por *P. aeruginosa* e incubação por 37^o C por 72h. Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil, 2018. 77

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
ATCC	American Type Culture Collection
CDC	<i>Centers for Disease Control and Prevention</i>
EAS	Estabelecimentos de Assistência à Saúde
EAU	<i>European Association of Urology</i>
FC	Fragmento de Cateter Urinário
Fr	Frenchs
IH	Infecções Hospitalares
IRAS	Infecções Relacionadas à Assistência à Saúde
ITU	Infecção do Trato Urinário
ITU-RAS	Infecção do Trato Urinário Relacionada à Assistência à Saúde
ITU-AC	Infecção do Trato Urinário Associada ao Uso de Cateter
<i>P. aeruginosa</i>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
PP	Precaução Padrão
<i>S. aureus</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
SUS	Sistema Único de Saúde
UA	Urina Artificial
UFC	Unidades Formadoras de Colônias
UFC/FC	Unidades Formadoras de Colônias por Fragmento de Cateter
UTI	Unidades de Terapia Intensiva
WHO	<i>World Health Organization</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Problema de pesquisa	16
1.2	Objetivos do estudo	20
1.2.1	Objetivo geral	20
1.2.2	Objetivos específicos	20
1.2.2.1	Análise bibliométrica	20
1.2.2.2	Laboratorial / experimental	20
1.3	Hipóteses do estudo	21
1.4	Justificativa e relevância do estudo	21
2	REFERENCIAL TEMÁTICO	23
2.1	Cateterismo urinário e suas implicações	23
2.2	Fatores de risco para infecção do trato urinário	31
2.3	Micro-organismos uropatogênicos e o desenvolvimento de biofilme	33
2.4	Prevenção das infecções relacionadas a cateteres urinários	37
2.5	A enfermagem e sua participação no procedimento de cateterismo urinário	39
3	MATERIAL E MÉTODO	41
3.1	Fase da análise bibliométrica sobre a formação e prevenção de biofilmes em cateteres urinários de <i>Foley</i>	41
3.2	Fase da análise laboratorial / experimental	42
3.2.1	Desenho e local do estudo	42
3.2.2	Amostra e critérios de inclusão e exclusão	42
3.2.3	Equipamentos	43
3.2.4	Materiais e vidrarias	44
3.2.5	Reagentes	45
3.2.6	Bactérias padrão	46
3.2.7	Meios de cultura	46
3.2.8	Urina artificial (UA)	48
3.2.9	Procedimentos e análise microbiológica	49
3.2.9.1	Padronização dos inóculos bacterianos	49
3.2.9.2	Formação do biofilme nos cateteres urinários	52
3.2.9.3	Quantificação do biofilme nos cateteres urinários de <i>Foley</i>	53
3.2.9.4	Determinação do pH da urina artificial durante a formação dos biofilmes nos cateteres urinário de <i>Foley</i>	55
3.2.9.5	Avaliação da formação dos biofilmes nos cateteres urinários de <i>Foley</i> por microscopia eletrônica de varredura (MEV)	56
3.3	Análise estatística dos dados	57
3.4	Aspectos éticos	57
4	RESULTADOS	58
4.1	Análise bibliométrica da formação e prevenção de	58

	biofilmes em cateteres Urinários	
4.2	Avaliação <i>in vitro</i> de cateteres urinários de <i>Foley</i>	63
4.2.1	Determinação da carga bacteriana	63
4.2.2	Mensuração do pH da urina artificial (UA)	65
4.2.3	Avaliação da formação dos biofilmes em fragmentos de cateteres urinários de <i>Foley</i> por microscopia eletrônica de varredura	66
5	DISCUSSÃO	78
5.1	Análise bibliométrica	78
5.2	Análise laboratorial/experimental	83
6	CONCLUSÕES	100
	REFERÊNCIAS	102
	APÊNDICE	118

1 INTRODUÇÃO

A humanidade sempre foi acometida por doenças infecciosas. O desconhecimento, na antiguidade, por parte da comunidade da existência dos micro-organismos e suas formas de contágio, as más condições de higiene e a inexistência de medidas básicas de saneamento podem ter contribuído para a disseminação dessas doenças na população.

As Infecções Hospitalares (IH) restritas ao ambiente hospitalar, atualmente foram ampliadas e denominadas de Infecções Relacionadas à Assistência à Saúde (IRAS), que representam uma problemática de saúde humana mundial. Adicionam-se a isso as dificuldades para implementar práticas efetivas de prevenção e o controle das IRAS nos Estabelecimentos de Assistência à Saúde (EAS) (SOUSA et al., 2015; VALLE et al., 2016).

As IRAS correspondem a todo e qualquer comprometimento infeccioso que acomete o indivíduo, seja em instituições de assistências hospitalares e ou ambulatoriais, na modalidade de hospital dia ou domiciliar, e que possa estar associado a algum procedimento assistencial, seja ele terapêutico ou diagnóstico (NOGUEIRA et al., 2015).

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS) as IRAS são consideradas problemas de saúde pública e um dos eventos adversos mais comuns em ambientes de cuidados em saúde, com impactos significativos na morbidade, mortalidade, qualidade de vida e aumento de custos para a sociedade. Em algum momento da vida, até 7% da população poderá adquirir pelo menos uma IRAS (WHO, 2016).

Dados do *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC), nos Estados Unidos, revelaram que a cada ano, um em cada 20 (5%) clientes internados nos hospitais americanos adquiriu IRAS, gerando gastos entre 26 a 33 bilhões de dólares (SIEGEL et al., 2007). No entanto, estima-se que 30% dessas infecções poderiam ter sido evitadas por meio da adoção de medidas de Prevenção Padrão (PP) e baseadas em vias de transmissão das doenças (CHEUNG et al., 2015; SYDNOR; PERL, 2011).

No Brasil, a problemática das IRAS é crescente, considerando o elevado custo do tratamento, que pode atingir até três vezes os gastos com os clientes sem

infecção. Estudo realizado em um hospital de uma capital brasileira, com relação à presença de IRAS e os custos com as internações revelou gastos extras de R\$22.747,00 por cliente com infecção (KLUCZYNIK et al., 2009).

O primeiro levantamento multicêntrico nacional realizado por Prade et al. (1995), em hospitais conveniados ao Sistema Único de Saúde (SUS), demonstrou taxas de infecções nos hospitais brasileiros variando de 15,5% a 30%, valores muito acima da taxa de 2% considerada aceitável pela OMS. Ainda, como agravante, as instituições públicas de saúde apresentaram as maiores taxas de infecção (18,4%). Em outro estudo realizado em hospitais das cinco regiões brasileiras, uma série de inadequações técnicas foi observada, alertando para necessidade da implementação de estratégias em saúde pública para prevenção de infecções (PADOVEZE et al., 2016).

Um estudo multicêntrico internacional realizado por Vincent e colaboradores (2009) determinou a prevalência de infecções em UTIs (Unidades de Terapia Intensiva), em apenas um dia. De um total de 14.414 clientes, 1.235 eram provenientes de UTIs brasileiras, sendo que 61,6% desses apresentavam infecção.

No Piauí, Moura et al. (2007) evidenciaram uma taxa de infecção de 60,8% em UTIs Geral e do Serviço de Pronto Socorro (SPS) de um hospital público e de ensino, sendo que a UTI Geral apresentou a maior taxa de infecção (64%), enquanto que a UTI do Pronto Socorro a menor (36%). Além disso, nas duas UTIs, 16,24% dos clientes foram acometidos com Infecção do Trato Urinário (ITU).

Dessa maneira, a ITU é uma das mais prevalentes IRAS em EAS; entretanto, há potencial para sua prevenção, visto que a maioria dos casos está relacionada à cateterização vesical. A Infecção do Trato Urinário Relacionada à Assistência à Saúde Associada a Cateter Vesical (ITU-AC) é definida como qualquer manifestação de ITU em cliente que faz uso de cateter vesical (urinário) de demora por mais de dois dias e que na data da infecção estava com o cateter inserido ou havia sido removido no dia anterior (BRASIL, 2017a). A ITU-AC é caracterizada pela invasão de micro-organismos em qualquer tecido das vias urinárias (rins, ureteres, uretra e bexiga) e, frequentemente, está relacionada ao uso de cateter vesical de demora (LO et al, 2014; SAINT et al, 2016).

Dentre os fatores de riscos que influenciam no desenvolvimento da ITU destacam-se: sexo, esvaziamento incompleto da bexiga, tumores vesicais, cálculo renal e uretral, doença crônica que afeta o sistema imunológico, distúrbios

neurológicos, uso de cateter urinário por longa permanência, idade avançada, déficit na higiene íntima, mãos contaminadas, falha no manuseio do cateter urinário (KEREN et al., 2015; BALDUINO et al., 2013; FOXMAN, 2014). As diferenças anatômicas entre gêneros desfavorecem a mulher, uma vez que essa se torna mais vulnerável à ITU, especialmente porque a uretra feminina é mais curta e próxima do ânus. O ambiente úmido ao redor da uretra da mulher, bem como a ausência de fluido prostático que apresenta atividade antibacteriana contribuem para uma maior susceptibilidade à ITU (MAIA; EVANGELISTA; VIEIRA, 2015).

Aproximadamente 75% das Infecções do Trato Urinário (ITUs) adquiridas nos EAS estão associadas ao uso do cateter urinário. Entre os clientes internados, 15 a 25% apresentam cateteres vesicais durante a hospitalização, sendo que o seu uso prolongado é considerado o fator de risco mais importante para desenvolvimento de uma ITU-AC (WHO, 2016).

O cateterismo urinário pode ser indicado nos casos de incontinência ou retenção urinária, coleta de amostras de urina de clientes críticos para realização de exames, necessidade do controle rigoroso do volume urinário, clientes em UTI, clientes portadores de cistite intersticial, no trans e pós-operatório de algumas cirurgias (COOPER; POLLINI; PALADINI, 2016). De acordo com o tempo de uso nos clientes, os cateteres vesicais são classificados como de curta (até 7 dias), média (7 a 30 dias) e longa (mais que 30 dias) permanência (TENKE et al., 2012).

A cateterização urinária pode propiciar mais danos do que benefícios se as condições técnicas e a sua manutenção não forem executadas com rigor e compatíveis a sua indicação (BRASIL, 2017b; COSTA; GERMANO; MEDEIROS, 2014; EVELYN et al., 2014; MAZZO et al., 2011).

1.1 Problema de pesquisa

Segundo dados da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), cerca de 16 a 25% dos clientes em EAS podem ser submetidos ao uso do cateter urinário de demora (*Foley*) ou do cateter urinário de alívio, que é removido após a retirada da urina da bexiga, muitas vezes com indicação clínica equivocada ou inexistente (BRASIL, 2017b).

O processo de colonização microbiana no cateter urinário de *Foley* tem início após a sua inserção, em uma proporção de 5 a 10% ao dia, sendo que ao final de

quatro semanas, todos os dispositivos dos clientes estarão colonizados. Estima-se que 50% dos clientes com cateter de *Foley* de curta duração adquirem ITU-AC. Em contrapartida, os clientes que utilizam cateter de longa permanência apresentam risco de aquisição de ITU-AC (LEHMAN; DONLAN, 2015; BRASIL, 2013a; BRASIL, 2013b; BRASIL, 2009).

Nos Estados Unidos da América (EUA), em UTIs, a incidência das taxas de infecção foram de 3,1 a 7,4 por 1.000 cateteres urinários-dia (CONWAY et al, 2012). No Brasil, conforme Garcia et al. (2013), em UTIs (adulto e pediátrica), 44 (11,6%) casos de infecção por bactérias multirresistentes foram reportados. Ademais, o sítio anatômico com maior taxa de infecção foi o trato urinário, com 18 (40,9%) casos. No ano de 2009, o CDC reportou 93.300 casos de ITU-AC em hospitais americanos, dos quais 12,9% e 23% eram IRAS e infecções nas UTIs, respectivamente (SAINT; CHENOWETH, 2016).

A ITU-AC é causada, na grande maioria dos casos, pela microbiota normal do cliente, que em 15% dos casos, em decorrência dos cuidados prestados pelos profissionais de saúde no ambiente hospitalar, funcionaram como fonte de transmissão microbiana para outros clientes. Assim, a higiene das mãos de forma inadequada por parte dos profissionais de saúde foi reportada como a causa principal dos casos de surtos de IH (CHENOWETH; GOULD; SAINT, 2014), e os agentes etiológicos mais associados à ITU-AC foram *Pseudomonas aeruginosa*, *Proteus mirabilis* e *Candida* spp., *Escherichia coli* e *Klebsiella pneumoniae* (LIMA et al., 2007; BALDUINO et al., 2013).

Dessa forma, os micro-organismos têm demonstrado capacidade de formação de biofilme em superfícies poliméricas e hidrofóbicas como as do cateter urinário. Esses biofilmes formam verdadeiras comunidades organizadas, que podem ser constituídas por uma ou mais espécies microbianas embutidas em uma matriz de substâncias poliméricas, que lhes confere resistência aos agentes antimicrobianos e propicia uma busca contínua por novas terapêuticas farmacológicas (ELIAS; BANIN, 2012; PREEDY et al., 2014; PATEL et al., 2015; SOUSA et al., 2017). Ainda, fatores como níveis de nutrientes, mudanças de pH, dessecação, radiação ultravioleta e estresse osmótico podem interferir na formação do biofilme (AISSAT; AHMED; DJEBLI, 2016).

Dentre a microbiota que comumente coloniza e forma biofilme nos cateteres urinários, destacam-se a bactéria gram-negativa não fermentadora de glicose e

oportunista, *P. aeruginosa* (MURUGAN; SELVANAYAKI; AL-SOHAIBANI, 2016), bem como a bactéria gram-positiva fermentadora de manitol e coagulase positiva, *Staphylococcus aureus* (HOLÁ; RUZICKA; HORKA, 2010).

Como estratégia para a prevenção da formação do biofilme, cateteres urinários foram revestidos com diferentes agentes antimicrobianos como: óxido nítrico, clorexidina, nitrofurazona e violeta de genciana; entretanto, após a sua formação, a melhor opção recomendada é a remoção do dispositivo do cliente, quando possível (DOHNT et al., 2011; SOTO, 2014; TENKE; KÖVEN; JOHANSEN, 2014; AISSAT; AHMED; DJEBLI, 2016).

Ressalta-se que a ITU-AC tem grande potencial preventivo em serviços de saúde sendo que 65% a 70% dessas infecções são estimadas como evitáveis (BRASIL, 2017b; LO et al., 2014; SAINT et al., 2016). Dessa forma, todas as diretrizes com vistas a redução da ITU-AC e, conseqüentemente, controle da morbidade, mortalidade e custo para os EAS apontaram para um princípio primordial, que foi o da minimização do uso desnecessário do cateter urinário (MEDDINGS et al., 2014; KURIYAMA et al., 2018).

Assim, diante dos desafios relacionados ao cuidado do cliente e aos avanços tecnológicos, bem como as exigências em proporcionar excelência na qualidade da assistência, especificamente na prevenção das IRAS, torna-se necessário que os profissionais da saúde mantenham atualização permanente e uma prática fundamentada nas evidências científicas; especificamente para o controle da ITU-AC, no que concerne à inserção, à manipulação e à remoção do respectivo cateter urinário.

Nesse sentido, torna-se necessária a conscientização dos profissionais de enfermagem (enfermeiros, técnicos e auxiliares de enfermagem) quanto ao desempenho de boas práticas, a manutenção da segurança e a prevenção de riscos. O aprimoramento no desenvolvimento da técnica de cateterização urinária de *Foley*, a vigilância e o cuidado rigoroso na inserção, na manutenção, na preservação do sistema fechado, preservação dos registros (tipo/calibre do cateter, tempo de uso, presença ou não de processo infeccioso, sinais e sintomas relatados pelos clientes, dentre outros). Acresce-se que a interação da equipe de saúde sobre os aspectos relacionados à indicação e à necessidade da permanência do cateter urinário é importante para a redução dos índices de ITU-AC.

O uso do cateter de *Foley* deve ser restrito, havendo a recomendação de uma minuciosa justificativa clínica, podendo, assim, ser evitado por meio de várias alternativas não invasivas, a saber: estímulo da micção espontânea, aplicação de bolsa com água morna sobre a região suprapúbica; realização de pressão suprapúbica, fornecimento de comadres e papagaios; utilização de fraldas, auxiliar e supervisionar idas à toalete e utilizar sistemas não invasivos tipo “condon” em homens. A indicação do cateter urinário de *Foley* requer prescrição médica e cuidados específicos: escolha do tipo de cateter e calibre compatível a situação e ao biótipo do cliente, uso de técnica de inserção e manutenção asséptica, realização da higiene íntima com princípios de assepsia; uso de bolsa coletora com sistema fechado e avaliação diária da permanência do cateter (GREENE et al., 2017; ANSELL; HARARI, 2017).

O profissional de saúde habilitado para realização da cateterização urinária deverá utilizar material estéril com técnica de inserção asséptica, seguindo o conhecimento da anatomia do sistema urinário e dos princípios de higiene, assepsia da região vulvar/perineal. Destaca-se, dessa forma, o cateterismo urinário como atividade privativa do enfermeiro (COSTA; GERMANO; MEDEIROS, 2014; COFEN, 1986), que deve ser voltada para um cuidar preventivista da ITU-AC, como fator de segurança do cliente e garantia da assistência prestada.

Estudo de revisão sistemática da literatura apresentou as estratégias elencadas pelos enfermeiros face às recomendações do CDC na prevenção da ITU-AC e, conseqüentemente, às melhorias da segurança dos clientes que são submetidos ao cateterismo urinário: realização de auditorias ao procedimento, sistemas de lembretes para avaliação da necessidade de cateterização urinária e implementação de *bundles* (ANDRADE, FERNANDES, 2016).

Estratégias de planejamento, execução, avaliação e controle das atividades para prevenção e controle da ITU-AC influenciam positivamente na qualidade da prestação de serviços, na medida em que resultados positivos são constatados, falhas são corrigidas e propostas inovadoras são implementadas.

Dado o exposto, as seguintes questões norteadoras desta pesquisa emergiram: Como os calibres e o tempo de permanência do cateter urinário de *Foley* com a Urina Artificial (UA) contaminada por *P. aeruginosa* e *S. aureus* podem influenciar na formação do biofilme? Qual a carga bacteriana e a morfologia microscópica (*S. aureus* e *P. aeruginosa*) do biofilme formado nos cateteres

urinários de *Foley* com UA, em condições experimentais diversas (tipo do inóculo bacteriano, calibre do cateter e tempo de exposição)? Há alteração no potencial hidrogeniônico (pH) da UA durante o tempo de formação dos biofilmes nos cateteres urinários de *Foley*?

1.2 Objetivos do estudo

1.2.1 Objetivo geral

- ✓ Investigar os aspectos microbiológicos e físico-químicos que integram a formação do biofilme em cateteres urinários de *Foley* e, por conseguinte, avançar no conhecimento acerca do controle de infecção e segurança do cliente.

1.2.2 Objetivos específicos

1.2.2.1 Análise bibliométrica

- ✓ Realizar uma análise bibliométrica da literatura científica no que concerne aos aspectos microbiológicos e físico-químicos da formação e do controle do biofilme nos cateteres urinários de *Foley* com ênfase na segurança e na prevenção da infecção urinária.

1.2.2.2 Laboratorial / experimental

- ✓ Avaliar a presença de biofilme em fragmentos de cateteres urinários de *Foley*, por meio de Unidades Formadoras de Colônias (UFC/FC), segundo tipo do inóculo bacteriano, calibre do cateter e tempo de exposição, em condições experimentais *in vitro* com urina artificial (UA);
- ✓ Determinar o pH da UA durante a formação dos biofilmes nos cateteres urinários de *Foley* segundo as variáveis: tipo do inóculo bacteriano, calibre do cateter e tempo de exposição;

- ✓ Avaliar a formação dos biofilmes (*S. aureus* e *P. aeruginosa*) nos cateteres urinários de *Foley*, segundo calibre do cateter e tempo de exposição, por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV).

1.3 Hipóteses do estudo

- ✓ O tempo de permanência do cateter urinário de *Foley* com a UA contaminada por *P. aeruginosa* e *S. aureus* influenciam na formação do biofilme.
- ✓ Há relação entre o calibre do cateter urinário de *Foley* com o desenvolvimento de biofilme, independentemente da espécie bacteriana.

1.4 Justificativa e relevância do estudo

Estudos experimentais clínicos, em âmbito nacional, relacionados à assistência aos clientes submetidos à cateterização urinária (vesical) de demora ainda são escassos; especialmente quanto à formação do biofilme. Trata-se de um problema ainda subestimado.

A presença de biofilme em cateter urinário de *Foley*, nas superfícies externa e/ou interna, impede a ação dos antimicrobianos e dos mecanismos de defesa do hospedeiro.

Os altos custos e a falta de incentivo de órgãos de fomentos brasileiros para realização de pesquisas envolvendo essa temática resultam em um número insuficiente de publicações em periódicos de impacto.

Por essa razão, é importante a realização deste estudo, que possibilitará a análise bibliométrica da literatura científica sobre a formação de biofilmes, infecção e segurança do cliente, assim como a investigação *in vitro* sobre a relação entre o calibre, o tempo de permanência e a formação do biofilme em cateter urinário de *Foley*.

Ressalta-se que o problema a ser estudado é atual e relevante, devido às lacunas de conhecimento inerentes ao uso prolongado de cateteres vesicais e a possibilidade de formação de biofilme.

A escolha do tipo e calibre do cateter urinário de *Foley* é uma importante decisão, uma vez que poderá influenciar ou não no desenvolvimento de biofilme.

Embora existam várias espécies de bactérias formadoras de biofilmes, a *Pseudomonas aeruginosa* e *Staphylococcus aureus* foram escolhidos para realização deste experimento, por serem os micro-organismos mais prevalentes em ambiente de assistência à saúde, além de apresentarem afinidade para formação de biofilme em cateter urinário.

Espera-se que o resultado deste estudo contribua para dar maior visibilidade ao fenômeno da ITU-AC, servindo de referência para pesquisadores e profissionais da área da saúde e nos avanços dos experimentos *in vitro* dessa natureza, com perspectivas de aplicabilidade para as práticas de prevenção e controle de infecção.

2 REFERENCIAL TEMÁTICO

2.1 Cateterismo urinário e suas implicações

O trato urinário é caracterizado como um dos locais mais suscetíveis para infecções bacterianas no corpo humano. O cateterismo urinário é comum em clientes hospitalizados. Diversas são as implicações onerosas para os clientes que utilizam esses cateteres, especialmente os de longa permanência, uma vez que podem ocorrer complicações tais como: infecções do trato urinário associadas ao cateter (ITU-AC), traumas uretrais, obstrução do cateter, desenvolvimento de cálculos nas vias urinárias, infecções das vias uretrais, inflamação renal crônica, infecção crônica na bexiga e, ainda, câncer de bexiga (HOOTON et al., 2010; VAHR et al., 2013).

A cateterização urinária se caracteriza pela introdução, com técnica asséptica, de um cateter urinário através da uretra até a bexiga, para drenagem da urina, da incontinência urinária, para administração de quimioterápicos, esvaziamento de urina em procedimentos cirúrgicos, além de outras necessárias na assistência ao cliente (PERRY; POTTER; OSTENDORF, 2013).

Desde o primeiro século depois de Cristo os cateteres urinários foram descritos como aparelhos cirúrgicos mais antigos. Suas características foram variando conforme o avanço no conhecimento, sobre o uso e as técnicas de cateterização. Têm-se relatos, por exemplo, de cateteres feitos de: material de bronze, pele de animais ou peixe endurecido com uma mistura de chumbo branco e sangue de boi e lubrificadas com queijo cremoso. No século XVI, Ambroise Pare (1510-1590), o grande cirurgião francês, utilizou cateteres tubulares com longas curvas para facilitar a inserção (feitos de prata, cobre ou latão, conhecidos como coude' cateteres (FENELEY; HOPLEY; WELLS, 2015).

No século XIX, houve a substituição dos cateteres de metal pelos flexíveis. O desenvolvimento destes cateteres flexíveis tornou o cateterismo de curto e longo prazo mais viável para homens e mulheres. Esse tipo de cateter originalmente constituído em látex da borracha natural foi introduzido em 1927 pelo urologista norte americano Frederick Foley, com o intuito de controlar o sangramento após prostatectomia transuretral, porém sua aplicação se tornou muito comum no monitoramento da incontinência e retenção urinária, embora o contato composto do

látex com a uretra tenha causado frequentemente uretrite e estenoses uretrais (FENELEY; HOPLEY; WELLS, 2015; FERNANDES, 2000).

Por isso, devido a um maior risco de toxicidade ocasionada pelo látex, os cateteres de *Foley* atualmente são comumente compostos por polímeros sintéticos, tais como poliuretano e silicone (FENELEY; HOPLEY; WELLS, 2015; LAWRENCE TURNER, 2005). Embora tenham ocorrido mudanças no design do cateter de *Foley*, pouco ainda se sabe sobre a prevenção das infecções e da redução de incrustação, nestes dispositivos (MORRIS; STICKLER; WINTERS, 1997).

O cateter de *Foley* pode ser constituído de até três lúmens (canais/orifícios) dentro do seu interior. Dessa forma, um dos lúmens drena a urina para uma bolsa coletora conectada ao cateter, outro serve para transportar a água destilada estéril para encher o balão (5 a 30ml para os calibres utilizados em adultos), e um terceiro lúmen (opcional) às vezes é utilizado para instilar líquidos ou medicamentos dentro da bexiga (PERRY; POTTER; OSTENDORF, 2013).

O balão inflável circunda logo acima do orifício da ponta de inserção do cateter, e quando insuflado estabiliza o cateter no interior da bexiga. Dessa forma, com a permanência do cateter por mais tempo a infecção torna-se inevitável, pois o trato urinário é considerado um meio estéril em pessoas saudáveis, caracterizado como um dos locais mais suscetíveis para infecções bacterianas no corpo humano (LO et al., 2014; PERRY; POTTER; OSTENDORF, 2013; MELZER; WELCH, 2013; SAINT et al, 2016; SAINT; CHENOWETH, 2016).

O tamanho do canal uretral determina o diâmetro (calibre) do cateter urinário, variando de acordo com a escala francesa (Fr), na qual cada unidade equivale a 1/3mm em diâmetro. Geralmente, crianças requerem um cateter de 8 a 10 Fr, mulheres de 14 a 16 Fr, e homens de 16 a 18 Fr. Vale salientar que para prevenir o trauma uretral é recomendável um cateter de menor diâmetro, embora o risco de oclusão seja maior em cateteres de calibres menores (PERRY; POTTER; OSTENDORF, 2013; PRADO; GELBCKE, 2002).

Os seres humanos possuem mecanismos de defesa inatos, como o comprimento da uretra e a micção, que dificultam a migração de micro-organismos patógenos para a bexiga. O cateter urinário interfere nestas defesas naturais em vários pontos, pois permite a migração bacteriana pelo seu lúmen ou superfícies. Ele distende a uretra e bloqueia os ductos das glândulas periuretrais, favorecendo a penetração de germes. Além disso, pode ocorrer a presença de biofilme nas suas

superfícies, dificultando a ação de antimicrobianos. Algumas bactérias só regridem com a remoção do procedimento (CHENOWETH; SAINT, 2016; FERNANDES, 2000).

Outro agravante é a incrustação do cateter urinário, pois é um fator que contribui para o desenvolvimento de complicação associada ao trato urinário (STICKLER et al., 1993; MORRIS, et al., 1997; MORRIS, STICKLER, 1998; MACLEOD, STICKLER, 2007). Essa incrustação pode se desenvolver com a presença ou não de infecção urinária. Os custos relacionados a esses eventos adversos podem chegar a 1(um) bilhão por ano na Europa Ocidental e na América do Norte (CHOONG et al., 2001).

Alguns micro-organismos estão diretamente relacionados com formação de incrustação, com a adesão e a colonização de organismos produtores de urease, os quais propiciam a deposição de cristais rígidos, compostos principalmente de magnésio, fosfato de amônio e fosfato de cálcio nas superfícies do lúmen do cateter urinário, produzindo dor após sua retirada e o bloqueio desse lúmen. Resultando na retenção de urina, infecção ascendente do trato urinário e aumento do desconforto para o cliente (THOMÉ; ANGIOLETTO, 2007).

Uma das intervenções que reduzem o risco da ITU-AC é a utilização de cateteres contendo agentes antimicrobianos projetados para reduzir a colonização bacteriana. As opções disponíveis incluem um cateter impregnado com nitrofurazona e um cateter revestido com liga de prata (REGEV-SHOSHANI et al., 2010).

Vários revestimentos de antimicrobianos foram investigados em cateteres urinários, incluindo a impregnação do cateter com a prata ou antibióticos como a gentamicina e vancomicina. Em razão de esses cateteres terem apresentado boa atividade antimicrobiana *in vitro*, alguns fatores desfavorecem essa prática, tais como: alta citotoxicidade, taxa de liberação de fármacos de curta duração e desenvolvimento de resistência bacteriana, que limitam seu uso em longo prazo. Uma alternativa promissora é o uso de peptídeos antimicrobianos (AMPs); esses se ligam e destroem as bactérias, almejando a membrana bacteriana aniônica. Tais peptídeos têm propriedades bactericidas rápidas e de amplo espectro que diminuem os riscos de induzir resistência a bactérias (LIM et al., 2015).

Determinados revestimentos com aditivos de antimicrobianos tendem a reduzir a necessidade de troca dos cateteres urinários de uso prolongado, culminando em diminuição da instalação de micro-organismos uropatológicos, além

de minimizar o desconforto experimentado pelo cliente. Diversos biomateriais são investigados com o intuito de diminuir ou eliminar os efeitos adversos provocados pela infecção urinária e formação de incrustações. A intenção é minimizar o uso prolongado de cateteres urinários, otimizar os cuidados para clientes cateterizados, reforçar as práticas de controle de infecção, rigorosa avaliação e tratamento dos episódios sintomáticos de infecção do trato urinário (THOMÉ; ANGIOLETTO, 2007).

Um biomaterial é caracterizado como qualquer material natural ou sintético (que inclui polímero ou metal) que se destina à inserção em tecidos vivos como parte de um dispositivo médico ou de implante. Quando atrelados na perspectiva de cuidados de saúde estes biomateriais possuem algumas propriedades novas que os tornam adequados para entrar em contato imediato com o tecido vivo, sem provocar uma reação de rejeição imunológica adversa (TRIPLETT; BUDINSKAYA, 2017).

Os riscos de ITU-AC são equivalentes quando se equiparam os biomateriais de látex e de silicone, e se há ou não revestimento de hidrogel no cateter. A utilização de cateteres revestidos com prata não diminui a frequência de infecção relacionada a cateter. Os cateteres revestidos com nitrofurazona têm apresentado uma pequena diminuição dessa infecção, porém, são acompanhados por uma remoção mais frequente do cateter e o aumento do desconforto pelo seu uso (PICKARD, 2012).

Estudo retrospectivo realizado em um hospital da capital paulista de 2007 a 2008 constatou que a maioria dos clientes que contraiu IRAS foi submetida a procedimento invasivo. As infecções mais prevalentes foram: infecção de corrente sanguínea (73%), pneumonia (67,7%), ITU (46,6%). Os óbitos foram associados às IRAS, sendo que em 56,4% a infecção foi a causa básica e o micro-organismo mais frequente foi o *Staphylococcus aureus* (25%), associado a pneumonias e à infecção de corrente sanguínea (GUIMARÃES et al., 2011).

Dentre as IRAS, as ITUs representam mais de 30-40% das infecções associadas aos cuidados de saúde em hospitais de cuidados agudos. Um percentual significativo dessas infecções está atrelado ao uso de cateter urinário de longa permanência. As UTIs são caracterizadas como o setor mais susceptível a essas infecções, devido ao aumento da necessidade de cateteres permanentes por períodos mais longos de tempo (NICOLLE, 2014; POWERS, 2016).

As ITUs são classificadas com base em sintomas clínicos, dados laboratoriais e achados microbiológicos, geralmente são divididas em: complicadas e

não complicadas e urosepses; entretanto, a maioria dessas infecções é simples. Além disso, podem ser classificadas, de acordo com sua localização, em ITU baixa (cistite) caracterizada pela disúria, urgência miccional, polaciúria, nictúria e dor suprapúbica; e ITU alta (pielonefrite) que se apresenta com quadro de cistite, sendo muitas vezes acompanhada de febre elevada, geralmente superior a 38°C, associada a calafrios e dor lombar uni ou bilateral (SMELOV; NABER; JOHANSEN, 2016; RORIZ-FILHO et al., 2010).

De acordo com a ANVISA (BRASIL, 2017b), define-se:

- ITU-RAS: qualquer ITU relacionada a procedimento urológico, podendo ser associada ou não ao uso de cateter vesical de demora.

Outras definições:

- Cateter vesical de demora ou Cateter urinário de demora: aquele que entra pelo orifício da uretra e permanece; excluem-se cateter duplo J, cistostomia, punção supra púbica e cateterização intermitente.
- Período de janela da infecção: período de 7 dias durante os quais são identificados todos os elementos (sinais, sintomas, resultados de exames de imagens e/ou laboratoriais) necessários para a definição da infecção. Para a identificação do período de janela da Infecção Primária de Corrente Sanguínea laboratorialmente confirmada (IPCSL) deve-se considerar três dias antes e três dias depois da data da primeira urocultura positiva e/ou primeiro sinal/sintoma.
- Data da infecção: é a data em que o primeiro elemento (sinal, sintoma ou resultados de exames de imagens ou laboratoriais) utilizado para a definição da infecção ocorreu dentro do período de janela de infecção de 7 dias.

Essas infecções podem ser classificadas em:

- ITU assintomática: ITU em cliente com ou sem cateter vesical de demora que não manifeste sinais ou sintomas e com urocultura positiva;
- ITU sintomática: ITU em cliente com ou sem cateter vesical de demora que apresente sinais e sintomas e com urocultura positiva;

Destaca-se que nesse documento é abordada somente a vigilância e notificação da ITU sintomática, e será definida conforme critérios relacionados no quadro abaixo:

Quadro 1 - Critérios para definição das ITU-RAS Sintomática.

<p>ITU-RAS Sintomática</p>	<p>Deve preencher UM dos seguintes critérios:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Qualquer infecção do trato urinário relacionada a procedimento urológico; - ITU não relacionada a procedimento urológico, diagnosticada durante ou a partir de 2 (dois) dias após a admissão em serviço de saúde e para a qual não são observadas quaisquer evidências clínicas E não estava em seu período de incubação no momento da admissão.
<p>ITU-RAS Associada a Cateter Vesical de Demora (ITU- AC)</p>	<p>Cliente com ITU-RAS e que apresenta os seguintes critérios:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Apresenta pelo menos UM dos seguintes sinais e sintomas*¹, sem outras causas reconhecidas: <ul style="list-style-type: none"> - Febre (Temperatura: >38°C); - Dor suprapúbica ou lombar. - E possui cultura de urina positiva*¹ com até duas espécies microbianas *² com $\geq 10^5$ UFC/mL. No caso de <i>Candida spp</i>, considerar qualquer crescimento.
<p>ITU-RAS Não Associada a Cateter Vesical de Demora (ITU- NAC)</p>	<p>Cliente com ITU-RAS e que preencha os seguintes critérios:</p> <ul style="list-style-type: none"> - O cliente tem pelo menos UM dos seguintes sinais ou sintomas, sem outras causas reconhecidas: <ul style="list-style-type: none"> - Febre (Temperatura: >38°C); - Urgência urinária; - Aumento da frequência urinária; - Disúria; - Dor suprapúbica ou lombar; - Em crianças com mais de um ano, considerar o aparecimento de incontinência urinária naquelas que já tinham controle esfinteriano. - Cultura de urina positiva com até duas espécies microbianas com $\geq 10^5$ UFC/mL. <ul style="list-style-type: none"> - No caso de <i>Candida spp</i>, considerar qualquer crescimento.
<p>Outras Infecções do Sistema urinário*³</p>	<p>Devem preencher pelo menos UM dos seguintes critérios:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Isolamento de microrganismo de cultura de secreção ou fluido (exceto urina) ou tecido dos seguintes sítios acometidos: rim, ureter, bexiga, uretra e tecidos adjacentes ao espaço retroperitoneal e

	<p>espaço perinefrético;</p> <ul style="list-style-type: none"> - Presença de abscesso ou outra evidencia de infecção vista em exame direto durante cirurgia ou em exame histopatológico em um dos sítios: rim, ureter, bexiga, uretra e tecidos adjacentes ao espaço retroperitoneal e espaço perinefrético; - Pelo menos UM dos seguintes: - Febre (Temperatura: >38oC); - Dor ou hipersensibilidade localizada em um dos sítios listados. <p>Associada a pelo menos UM dos seguintes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Drenagem purulenta do sitio acometido: rim, ureter, bexiga, uretra e tecidos adjacentes ao espaço retroperitoneal e espaço perinefrético; - Presença no sangue de microrganismo compatível com o sítio de infecção.
--	--

*¹ Sinais/sintomas e resultados de cultura positiva ocorrem no período de janela de infecção.

*² Acima de duas espécies microbianas, há grande possibilidade de ter ocorrido contaminação da amostra.

*³ Incluem-se entre outras ITU-RAS: Infecções associadas a procedimentos urológicos não cirúrgicos.

Fonte: Critérios Diagnósticos de Infecções Relacionadas à Assistência à Saúde (BRASIL, 2017b).

Infere-se que 15% a 25% das pessoas hospitalizadas são submetidas ao cateterismo urinário. A ITU-AC está entre as IRAS mais comuns em todo o mundo, representando mais de 1 milhão de casos por ano nos Estados Unidos e na Europa, representando 36% de todas as infecções associadas aos cuidados de saúde, na maioria das vezes ocasionadas pela má utilização desse dispositivo e por ausência de indicação adequada (BARBADORO et al., 2015).

Estudo realizado com clientes adultos em hospitais na Inglaterra, no País de Gales, na Irlanda do Norte e na República da Irlanda identificou a ITU como a

segunda causa mais comum de Infecções Hospitalares. Já as taxas de ITU-AC nos hospitais australianos foram estimadas em 0,2% (FASUGBA et al., 2016).

Quando equiparada a outras infecções associadas à saúde, a ITU-AC apresenta baixa morbidade. Estudo realizado nos Estados Unidos determinou que a taxa de mortalidade por ITU, de 2,3%, e os casos de bacteriúria são inferiores a 5% (ANDRADE; FERNANDES, 2016). A Society for Health Care Epidemiology of America (SHEA) estima que entre 17% e 69% das ITU-AC possam ser prevenidas por meio de recomendações de controle de infecção, com base em evidências (HICPAC, 2009).

Na ocorrência da urosepse há um aumento significativo da morbidade e mortalidade dos clientes, além de gerar custos econômicos e financeiros adicionais sobre os sistemas de saúde. Nessa perspectiva, devido ao aumento da incidência de ITU-AC, atrelado ao aumento do uso de cateteres de longa permanência, tem-se procurado elaborar protocolos e outras iniciativas de prevenção e controle dessa infecção em ambientes de cuidados de saúde. O intuito dessa iniciativa é minimizar a incidência global da ITU-AC e melhorar os prognósticos de clientes internados (GALICZEWSKI, 2016).

Estudo realizado em Quebec, no Canadá, observou que 21% das infecções de corrente sanguínea (ICS) foram de origem urinária, e 71% dessas foram associadas ao uso de dispositivo urinário. A incidência foi de 1,4 infecção urinária/10.000 clientes/dia. Todas as causas de mortalidade de 30 dias em clientes com bacteremia (ITU-AC) foi de 15%. Esse tipo de infecção é a fonte de mais de 50% dos episódios de bacteremia relacionada ao uso de dispositivos urinários de longa permanência (NICOLLE, 2014).

O diagnóstico de uma ITU-AC inclui a presença de um cateter urinário de *Foley* no momento da infecção e manifestações de sintomas: febre e resultado de urocultura positivo. As práticas atuais utilizadas na detecção dessa infecção envolvem a revisão manual do prontuário por profissionais do Programa de Controle de Infecção Hospitalar (PCIH) ou checagem nos leitos por enfermeiros para detectar o uso de cateter urinário (GUNDLAPALLI et al., 2016).

A busca por soluções para esse problema ganhou mais cuidados desde 2008, quando os Centros dos Estados Unidos da América começaram uma nova política de limitação de gastos com ITU-AC, estabelecendo o reembolso de

hospitalizações associadas com as IRAS. Não existe essa política em hospitais brasileiros (GUNDLAPALLI et al., 2016).

De uma maneira geral o uso de cateter urinário de *Foley* implica na formação de biofilmes e ITU. As principais implicações da ITU-AC envolvem além da presença da mortalidade e morbidade, ocorre o aumento de hospitalizações, podendo gerar dias a mais de internação, cerca de 0,5 a 5 dias, comprometimento da questão socioeconômica do cliente e prejuízo na qualidade de vida do mesmo (KILONZO et al., 2014).

2.2 Fatores de risco para infecção do trato urinário

Determinadas condições clínicas do ser humano, sejam elas comportamental ou associadas a dispositivos médicos, predispõem a ITU-AC. Alguns fatores são associados à condição clínica, como o diabetes, uma vez que modificações na fisiologia miccional resultam no aumento da retenção urinária, que atrelada às elevadas concentrações de glucose na urina propicia um meio de cultura para a proliferação bacteriana (NARCISO et al., 2012; SCHMIEMANN et al., 2010).

Na gravidez, além da mulher apresentar mudanças fisiológicas e anatômicas em nível do trato urinário, existem transformações na composição química da urina associadas a um pH alcalino, comprometendo as propriedades bactericidas da urina. A estase urinária predispõe a proliferação bacteriana e o refluxo vesico-uretral propicia a ascensão das bactérias para o trato urinário superior (BAUMGARTENA et al., 2011).

A obstrução do sistema urinário propicia o esvaziamento vesical incompleto e esta urina residual favorece a multiplicação bacteriana, reduzindo a resistência à infecção. São exemplos desse evento o cistocele na mulher pós-menopausa ou a hipertrofia da próstata no sexo masculino (MAIA; EVANGELISTA; VIEIRA, 2015).

O uso de espermicidas de forma similar aos demais supracitados apresenta risco para a ITU, principalmente porque os compostos responsáveis pelo efeito espermicida são ativos contra os *Lactobacillus*, e a utilização de espermicidas proporciona desequilíbrios na flora da vagina e facilitará a colonização periuretral por *E. coli* (MACHADO; PEREZ; SANTOS, 2016).

Em mulheres, a colonização da vagina eleva o risco de adquirir a cistite, não implicando que conduza, inevitavelmente, à ITU. O homem é mais suscetível ao

desenvolvimento de infecção urinária quando está em contato com uma parceira sexual nessa situação. O uso de anticolinérgicos predispõe a ITU, quando prescritos em situações clínicas de bexiga hiperativa (NAJAR; SALDANHA; BANDAY, 2009).

Alguns fatores comportamentais, como o sedentarismo, por conta da estase urinária na bexiga e a possível proliferação de micro-organismos e a consequente infecção. Atividade sexual, especialmente pela introdução mecânica de micro-organismos na bexiga, propiciando a ocorrência de trauma e posterior introdução de bactérias nas regiões lesadas. Dentre outros fatores, a obstipação ou o hábito de retardar a micção agrava o risco de ITU (RABIAIS et al., 2010; SCHMIEMANN et al, 2010).

A presença de cateteres urinários representa uma porta de entrada aos micro-organismos, pelo deslocamento desses para a superfície da bexiga. Subsidiando o acesso ao trato urinário, violando a barreira natural à infecção. Alguns fatores contribuem para que o cateter urinário seja um importante meio para o desenvolvimento de ITU-AC, tais como: presença do cateter urinário na uretra, reduzindo os mecanismos de defesa intrínsecos do cliente, e a presença do balão de retenção do cateter, impedindo o esvaziamento completo da bexiga, o que pode resultar na multiplicação dos micro-organismos. O tempo de uso desse dispositivo urinário é diretamente proporcional ao risco de infecção (MELZER; WELCH, 2013).

Aproximadamente 80% das ITU-AC estão associadas ao uso e ao tempo de permanência do cateter urinário. O procedimento de cateterização urinária pode ser feito em intervalos de rotina, pois podem ser retirados logo após o esvaziamento da bexiga, o que implica em menores taxas de infecção, ou podem permanecer por mais tempo na bexiga; já nesse tipo de procedimento os riscos para o desenvolvimento de infecção aumentam após 72 horas de permanência do cateter, o que pode ainda ser agravado pelo trauma do tecido uretral durante a inserção do mesmo (LENZ, 2006). O risco de bacteriúria aumenta em 3-10% para todos os dias após a inserção do cateter e a bacteriúria é considerada universal após 30 dias (TENKE, 2016).

Estudo realizado por Souza Neto et al. (2008) em um hospital Universitário localizado em uma cidade brasileira buscou avaliar o momento de início da bacteriúria e os micro-organismos mais frequentes em ITU- AC nos clientes cirúrgicos. O resultado das culturas apontou que em um período de cateterismo urinário relativamente curto – em média 3,5 dias – não houve ITU. Confirmando

assim, a importância da retirada o mais precoce possível do cateter urinário na prevenção da ITU- AC.

2.3 Micro-organismos uropatogênicos e o desenvolvimento de biofilme

As bactérias da flora uretral ou fecal, principalmente as bactérias coliformes que migram através da uretra até a bexiga são dirigidas ao trato urinário, podendo contribuir para o início de uma ITU, especialmente em clientes hospitalizados. Os micro-organismos mais prevalentes nesse tipo de infecção podem proceder de fonte endógena, flora uretral e intestinal do próprio cliente, ou de uma fonte exógena, como o ambiente hospitalar (TARCHOUNA et al., 2013).

De acordo com as diretrizes da *European Association of Urology* (EAU) a cultura microbiológica e a microscopia são consideradas padrões ouro para avaliação de distúrbios urológicos causados por infecções, sendo utilizado um sistema de amplificação adicional quando se suspeita de patógenos transmitidos sexualmente. A classificação da ITU define bacteriúria assintomática como uma amostra de urina mostrando crescimento de bactérias $\geq 10^5$ UFC/ml em duas amostras consecutivas (culturas padrão) em mulheres, e em uma única amostra em homens, sem sintomas urinários (GRABE et al., 2015).

A maioria das ITUs superiores e inferiores não complicadas e adquiridas na comunidade é causada por *Escherichia coli* em 70-95% dos casos e *Staphylococcus saprophyticus* em 5-10%. Outras enterobactérias, como *Proteus mirabilis* e *Klebsiella sp*, também são isoladas. O espectro microbiano de ITUs complicadas é mais amplo e inclui espécies de *Pseudomonas*, *Enterococcus*, *Staphylococcus*, *Serratia*, *Providencia* e fungos (SMELOV; NABER; JOHANSEN, 2016).

Quando se trata de ITU em ambientes hospitalares a *Escherichia coli* é o uropatógeno associado aos cuidados de saúde mais comum nos Estados Unidos, América Latina e Europa. Esse dado foi identificado em um estudo multicêntrico europeu de prevalência, por meio de uma variedade de serviços urológicos. Além disso, *Cândida albicans* pode causar infecções ascendentes se houver um cateter permanente ou após extensa terapia antibiótica (WAGENLEHNER et al., 2013; SMELOV; NABER; JOHANSEN, 2016).

O espectro bacteriano em ITU complicada é muito maior quando equiparado à ITU não complicada. Estudo realizado em 11 países europeus identificou com

maior frequência os seguintes micro-organismos: *Escherichia coli* (26,2%), *Candida sp* (16,9%), *Enterococcus sp* (15,9%), *Pseudomonas aeruginosa* (14,1%), *Klebsiella sp* (7,8%), *Enterobacter sp* (4,2%), *Proteus sp* (3,7%), *Staphylococcus coagulase-negativo* (2,5%), *Morganella sp* (1,6%) e *Acinetobacter sp* (1,5%) (SMELOV; NABER; JOHANSEN, 2016).

As pessoas acometidas por ITU adquirida na comunidade ou no hospital exibem uma diversidade microbiana inclusive em termos de perfil de resistência aos antimicrobianos que dificultam ou acarretam falhas no tratamento. Além disso, o biofilme deve ser considerado em ITU-AC, os quais são relatados em 3,1% dos clientes internados (CDC, 2009).

A ITU-AC leva à formação de biofilme e à incrustação, e os processos envolvidos incluem: a adsorção de proteínas no biomaterial, a formação de um filme condicionador orgânico na superfície, a aderência das bactérias produtoras de urease ao biofilme, o desenvolvimento de uma comunidade de biofilme bacteriano dentro de uma matriz de exopolissacarídeos bacteriano, a elevação do pH da urina e da matriz do biofilme pela ação da urease sobre a ureia, a atração de íons cálcio e magnésio no gel da matriz, estabilização dos cristais de fosfato de cálcio e magnésio amônio pela matriz de biofilme, formação de cristais na urina alcalina e bactérias ligadas às superfícies do biofilme, promovendo agregação e crescimento do biofilme (CHOONG et al., 2001).

Micrografias eletrônicas de superfícies de cateter permanentes têm mostrado que a topografia de superfície interna varia de acordo com diferentes materiais e fabricantes (DOHNT et al., 2011; CHOONG et al., 2001). Ao aderir às superfícies destes materiais, as bactérias se estendem ao redor do local de fixação, formando uma microcolônia e, posteriormente, secretam Exopolissacarídeo (EPS), formando a matriz do biofilme. A composição desta matriz de EPS varia para cada tipo de bactérias, formando por exemplo: alginato de *P. aeruginosa* e poli-N-acetilglucosamina no *S. aureus* (FLEMMING; WINGENDER; 2010; PADOVEZE, 2009).

Os micro-organismos têm uma forte tendência a crescerem sobre as superfícies disponíveis, em vez de permanecerem suspensos num ambiente aquoso, tal como a urina. A formação de biofilme bacteriano em clientes cateterizados é um processo de dois passos, no qual a bactéria adere a superfícies

inertes, seguido pelo crescimento, multiplicação e proliferação de bactérias para formar multicamadas (RAHIMI; KATOULI; KARIMI, 2016).

Os biofilmes são caracterizados como comunidades estruturadas de micro-organismos encapsulados dentro de uma matriz polimérica autodesenvolvida que adere a uma superfície, e têm um grande impacto em corpos estranhos, implantes e dispositivos colocados no corpo humano. Aproximadamente 20% dos clientes são colonizados imediatamente no momento da inserção do cateter (TENKE, 2016).

A pré-adesão de uma espécie de micro-organismo pode potencializar a adesão de outro, como demonstrado pela aderência aumentada de *Proteus mirabilis* e por *Staphylococcus epidermidis*, em uma variedade de materiais de cateter (LOCK et al., 2014).

O micro-organismo uropatogênico mais comum em ITU-AC associado ao biofilme é a *P. aeruginosa*, bactéria gram-negativa, com forma de haste, que pertence à família Pseudomonadaceae. Essa bactéria está presente no solo, na água, nas plantas e nos animais (incluindo seres humanos). É um patógeno oportunista e raramente causa doenças em indivíduos saudáveis; entretanto, pode se multiplicar facilmente em clientes imunocomprometidos (SHARMA et al., 2014).

A sua patogênese é considerada uma infecção oportunista, já que é necessária a existência de quebras de barreiras ou de defeitos específicos de alguns dos mecanismos de defesa imune. Assim, a *Pseudomonas aeruginosa* é patogênica quando introduzida em áreas que por determinado motivo se tornaram desprovidas das defesas habituais, o que ocorre quando pele e mucosas são rompidas por alguma lesão tecidual direta, ou ocasião de uso de cateteres intravenosos ou urinários (JAWETZ; MELNICK; ADELBERG, 2014).

Pseudomonas apresenta certa resistência a alguns antibióticos, especialmente devido a sua capacidade de formar biofilme em diversas superfícies vivas e não-vivas. A matriz exopolissacarídica que envolve o biofilme mantém a célula unida, contribuindo para a comunicação célula-célula e permite a formação de estruturas tridimensionais que dão às bactérias um maior acesso aos nutrientes e vantagens da vida multicelular (HOIBY; CIOFU; BJARNSHOLT, 2010; FAVRE-BONTÉ et al., 2007; GANGULY et al., 2011; STORZ et al., 2012).

Estudo sobre a formação de *P. aeruginosa* e *P. putida* revela por microscopia eletrônica a existência inicial da formação de microcolônias. Após um tempo ocorre a migração das células de uma microcolônia para outra e a mudança

na estrutura desta microcolônia; de compacta para mais frouxa ao longo do tempo e, quando isso ocorre dentro das células, as microcolônias se movem (PADOVEZE et al., 2016).

O *quorum sensing* (QS) é outro componente importante na formação de biofilmes, caracterizado como um sistema de sinalização intercelular no qual as bactérias se comunicam e regulam a expressão gênica por meio da liberação de pequenos compostos chamados de auto indutores no ambiente. O conhecimento sobre a formação de biofilmes e a detecção de *quorum* está resultando na identificação de novos alvos para a terapêutica contra a infecção por *P. aeruginosa* (SHARMA et al., 2014).

Cepas de *P. aeruginosa* são utilizadas para estudar biofilmes gram-negativos; uma vez que as células se ligam à superfície, as microcolônias começam a se diferenciar em uma estrutura complexa com canais de água intervenientes. Os principais determinantes da virulência das infecções por *P. aeruginosa* não são apenas os fatores superficiais bacterianos, flagelos, pili e lipopolissacarídeos, mas também processos ativos como a secreção de toxinas, formação de biofilmes e detecção de *quorum* (SHARMA et al., 2014; FLEMMING; WINGENDER, 2010; FRANKLIN, 2011).

Novos compostos também foram identificados com o intuito de erradicar o biofilme formado por *P. aeruginosa*. Baicalin é uma substância que se mostrou um inibidor eficaz do QS, impediu a formação de biofilmes, mesmo com baixa concentração de 20 µM, e também exibiu atividade sinérgica com ampicilina contra esse micro-organismo (DAS; MANEFIELD, 2012; FRANKLIN et al., 2011).

Também, identificou-se uma planta rica em isotiocianato; com atividade antibiofilme e contra *P. aeruginosa*. Vários estudos *in vitro* e *in vivo* identificaram: alho (*Allium sativum*) e, particularmente o seu composto inibidor QS, contendo ajoene e enxofre como fármaco antipatogênico (SHARMA et al., 2014; YAMAZAKI et al., 2012; JAKOBSEN et al., 2012).

Dessa forma, estruturas biológicas são difíceis de erradicar devido a mecanismos específicos de biofilme de tolerância e resistência aos fármacos. Os relatórios crescentes de resistência a antibióticos da microbiota humana normal mostraram exacerbar biofilmes bacterianos em dispositivos médicos, limitando as opções terapêuticas disponíveis (OLSEN, 2015; COOPER; POLLINI; PALADINI, 2016).

2.4 Prevenção das infecções relacionadas a cateteres urinários

No intuito de minimizar os erros que ocorrem durante a inserção dos cateteres urinários é pertinente haver um processo de gerenciamento de cuidados em EAS, com estratégias de educação continuada e implementação de protocolos ou recomendações de diretrizes clínicas, identificando ações para prevenir danos derivados da assistência ao cliente (HOOTON et al., 2010).

Destaca-se a importância da implementação de ações com vista a promover a prevenção e o controle da ITU-AC. O Instituto de Melhoria da Saúde implementou, em 2001, um conjunto de medidas preventivas baseadas em evidências, chamado de "pacote", com o objetivo de reduzir mortes por danos e infecções durante o cuidado (BERWICK et al., 2006).

A ITU pode ser prevenida tendo em vista que a maioria está relacionada à cateterização urinária (BRASIL, 2017b). Segundo a Infectious Diseases Society of America, o diagnóstico clínico precoce, associado aos exames complementares (qualitativo e quantitativo de urina e urocultura) fornece evidências para uma adequada terapêutica, apesar dos casos de bacteriúria assintomática e candidúria, que podem induzir tratamentos desnecessários. Se necessária a coleta de urina em cliente com cateter de longa permanência, deve-se proceder à troca do dispositivo antes do procedimento de coleta. Se não for possível, a amostra deverá ser obtida do local de aspiração do cateter, e nunca da bolsa de drenagem (HOOTON et al., 2010).

As infecções que envolvem os cuidados de saúde (HAI) ameaçam a segurança do cliente. São consideradas infecções ocasionadas após a admissão do doente no hospital, ou relacionadas a procedimentos realizados em EAS. As principais implicações ocorrem, principalmente, em países de baixa e média renda. A prevalência combinada de HAI em diferentes populações de clientes, entre 1995 e 2010, foi relatada pela Organização Mundial de Saúde em aproximadamente 10,1% a 15,5% nos países em desenvolvimento, em comparação com 7,6% nos países desenvolvidos (WHO, 2010).

Relatório do Consórcio Internacional de Controle de Infecção Nosocomial (INICC) revelou que a taxa de infecções relacionadas ao dispositivo foi 5-16 vezes maior em unidades de cuidados intensivos hospitalares (UTIs) do INICC, em

comparação com os hospitais da Rede Nacional de Segurança Sanitária (NHSN), durante 6 anos de vigilância. As ITUs são uma das mais prevalentes e têm maior potencial de prevenção, devido à sua relação com cateterização uretral (BRASIL, 2013a; NASSER, 2016).

Muitas estratégias ou pacotes de intervenção são implementados com o propósito de mitigar esse impasse, como o treinamento dos profissionais em medidas de prevenção de infecção urinária relacionada a cateter, auditorias na inserção do cateter e implementação de registros mais detalhados relacionados ao uso e à manutenção do cateter. Nos Estados Unidos, após a implementação dessas intervenções pelo Programa Nacional de Segurança Integrada, as taxas de infecção urinária relacionada a cateter reduziram 22,3%, de 2,82 para 2,19 infecções por 1.000 cateter-dias (FASUGBA et al., 2016).

Outras estratégias, como a substituição de cateteres contaminados, a existência de novos materiais para a produção de cateter e funcionalidade de superfície com agentes antibacterianos têm sido apontadas nas pesquisas científicas. O uso de prata está aumentando, devido à sua atividade antimicrobiana de amplo espectro demonstrada contra bactérias, fungos e vírus resistentes a múltiplos fármacos (FISHER 2015; COOPER; POLLINI; PALADINI, 2016).

Estudo realizado em país desenvolvido apontou recomendações gerais no manejo desses cateteres urinários, como utilizar um sistema de cateter fechado, e a duração do cateterismo, que deve ser mínima. Os cateteres devem ser introduzidos sob condições assépticas, a bolsa coletora deve ser mantida abaixo do nível da bexiga e do tubo de conexão, um cateter permanente deve ser sempre introduzido por profissional de saúde treinado, o trauma uretral deve ser minimizado pelo uso de lubrificante adequado e o menor calibre de cateter possível (TENKE et al., 2016). Nessa perspectiva, é importante a escolha do calibre e não utilizar o cateter urinário de forma desnecessária e sem propósito.

Inserção apropriada e remoção precoce de um cateter urinário de *Foley*, a determinação da presença de sintomas como febre e presença de um resultado do cultivo microbiológico de uma amostra de urina são medidas importantes para a prevenção e o controle da ITU-AC (GUNDLAPALLI et al., 2016).

Tratamento com antibiótico desnecessário associado à bacteriúria assintomática é uma prática comum em todo o mundo. Evidências demonstram que a implementação de estratégias de intervenção tais como: seminários educativos,

cartas promocionais, adesivos, cartões de bolso sobre esse assunto possibilitam a redução do tratamento inadequado dessa infecção e dos custos associados. Muitos esforços têm sido feitos para modificar superfícies de biomateriais para efetivamente retardar a formação de biofilme. Tal revestimento ideal deve ser capaz de impedir a aderência das bactérias ao cateter e inibir o crescimento bacteriano, evitando, assim, ou pelo menos retardando, o aparecimento da bacteriúria (EGGER, 2013).

A presença de micro-organismos, sob a forma de biofilmes, aderidos ao cateter urinário de *Foley* coloca em risco a segurança do cliente. Cuidados na manutenção do cateter urinário, além do monitoramento dos germes mais prevalentes por meio de pesquisas, proporcionam à equipe de assistência à saúde o desenvolvimento de estratégias de prevenção da ITU-AC.

2.5 A enfermagem e sua participação no procedimento de cateterismo urinário

No intuito de normatizar o procedimento de cateterização urinária, o Conselho Federal de Enfermagem – COFEN publicou a Resolução nº. 450, de 11 de dezembro de 2013, que estabeleceu as diretrizes para a realização do procedimento pela equipe de enfermagem, com o propósito de garantir a segurança do cliente. Estabelece, ainda, que a inserção do cateter é atividade privativa do enfermeiro, e ao técnico compete a realização de cuidados prescritos pelo enfermeiro (COFEN, 2013).

Em busca da melhor evidência, realizou-se um estudo de revisão sistemática sobre os cuidados de Enfermagem para a prevenção e o desenvolvimento da ITU-AC em Unidade de Terapia Intensiva. As evidências foram: restrição na utilização de cateteres urinários; procedimento adequado na inserção de cateteres; uso de precaução padrão na inserção e manipulação do cateter, durante a sua permanência, sistema de drenagem fechado; remoção o mais possível do cateter; lembretes eletrônicos; uso de métodos alternativos (preservativos); cateterização intermitente; sistema de ultrassonografia portátil; atualização constante de profissionais e a realização da técnica de cateterização por dois enfermeiros, como forma de garantir um procedimento asséptico e mais seguro (ARAUJO, CRUZ, 2016).

Estudo realizado com enfermeiros para identificar os fatores relacionados à padronização do cateterismo urinário junto às instituições hospitalares em uma

cidade do interior do estado de São Paulo observou-se que das nove instituições, todas referem padronização no procedimento de cateterismo urinário; porém, não existe uma garantia de sua aplicação na prática assistencial. Também foi observado a efetiva participação do enfermeiro na elaboração de protocolos relacionados ao cateterismo urinário. Embora as instituições apresentem diferenças nos procedimentos propostos, a sequência preconizada para sua realização foi descrita de acordo com o encontrado nos livros-textos. Diferenças na disponibilização e na caracterização dos recursos humanos e financeiros, no que amparam as atividades e relações profissionais nas instituições, podem gerar facilidades e dificuldades nas padronizações propostas (MAZZO et al., 2011).

PÁGINAS RESTRITAS
41 A 101

REFERÊNCIAS

- ADAMS, J. L.; MCLEAN, R. J. Impact of rpoS deletion on Escherichia coli biofilms. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 65, n. 9, p. 4285-87, 1999.
- AISSAT, S.; AHMED, M.; DJEBLI, N. Propolis-Sahara honeys preparation exhibits antibacterial and anti-biofilm activity against bacterial biofilms formed on urinary catheters. **Asian Pacific Journal of Tropical Disease**, v. 6, n. 11, p. 873-7, 2016.
- ALVES, M. J. et al. Propensity for biofilm formation by clinical isolates from urinary tract infections: developing a multifactorial predictive model to improve antibiotherapy. **Journal of Medical Microbiology**, v. 63, n. 3, p. 471-7, 2014.
- ANDRADE, V. L. F.; FERNANDES, F. A. V. Prevenção da infecção do trato urinário associada ao cateterismo: estratégias na implementação de guidelines internacionais. **Revista Latino-Americano de Enfermagem**, v. 24, n.1, p. e2678, 2016.
- ANSELL, T.; HARARI, D. Urinary catheter-related visits to the emergency department and implications for community services. **British Journal of Nursing**, v. 26, n. 9, p. S4-11, 2017.
- ARAUJO, Y. B.; CRUZ, I. C. F. C. Preventive nursing care of urinary tract infection associated with catheter high customer complexity: systematize literature review. **Journal of specialized nursing care**, v. 8, n. 1, 2016.
- ASLAM, S. Efectt of antibacterials on biofilms. **American Journal of Infection Control**, v. 36, n. 10, p. S175.e9-11 , 2008.
- AZEVEDO, N. F. et al. Time to "go large" on biofilm research: advantages of an omics approach. **Biotechnology Letters**, v. 31, n. 4, p. 477-85, 2009.
- BALDUINO, L. S. C. et al. Fatores de risco de infecção e agentes infecciosos associados ao cateterismo vesical: revisão integrativa. **Revista de enfermagem UFPE**, v. 7, n. (esp), p. 4261-8, 2013.
- BARBADORO, P. et al. Catheter-associated urinary tract infection: Role of the setting of catheter insertion. **American Journal of Infection Control**, v. 43, n. 7, p. 707-10, 2015.
- BAUMGARTENA, M. C. S. et al. Infecção urinária na gestação: uma revisão da literatura. **UNOPAR Científica Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 13, n. (esp), p. 333-42, 2011.
- BEECH, I.B, SUNNER, J. Biocorrosion: towards understanding interactions between biofilms and metals. **Current Opinion in Biotechnology**, v. 15, n. 3, p. 181-6. 2004.
- BERWICK, D. M. et al. The 100,000 lives campaign: setting a goal and a deadline for improving health care quality. **Journal of the American Medical Association**, v. 295, n. 3, p. 324-7, 2006.

BRASIL, ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Trato Urinário- Critérios Nacionais de Infecções Relacionadas à Assistência à Saúde**. Brasília; 2009. Disponível em:

<<http://www.anvisa.gov.br/servicosaude/manuais/correntesanguinea.pdf>>. Acesso em: 17 de Setembro 2016.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Critérios Diagnósticos de Infecções Relacionadas à Assistência à Saúde**. Brasília: Anvisa, 2017a.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Medidas de Prevenção de Infecção Relacionada à Assistência à Saúde**. Brasília: Anvisa, 2017b.

BRASIL. ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Segurança do paciente e qualidade em serviços de saúde: Medidas de prevenção de infecção relacionadas à assistência à saúde**. 4ª ed. Brasília; 2013a. Disponível em: <<http://www20.anvisa.gov.br/segurancadopaciente/images/documentos/livros/Livro4-MedidasPrevencaoIRASaude.pdf>>. Acesso em: 10 de Setembro 2016.

BRASIL. ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Segurança do paciente e qualidade em serviços de saúde: Critérios diagnósticos de infecção relacionadas à assistência à saúde**. 2ª ed. Brasília; 2013b. Disponível em: <<http://www20.anvisa.gov.br/segurancadopaciente/images/documentos/livros/Livro4-MedidasPrevencaoIRASaude.pdf>>. Acesso em: 10 de Setembro 2016.

BROOMFIELD, R. J. et al. Crystalline bacterial biofilm formation on urinary catheters by urease-producing urinary tract pathogens: a simple method of control. **Journal of Medical Microbiology**, v. 58, n. 1, p. 1367-75, 2009.

CARSON, L.; GORMAN, S. P.; GILMORE, B. F. The use of lytic bacteriophages in the prevention and eradication of biofilms of *Proteus mirabilis* and *Escherichia coli*. **FEMS Immunology and Medical Microbiology**, v. 59, n. 3, p. 447-55, 2010.

CDC - Centers for disease Control and Prevention. **Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee**. Guideline for Prevention of Catheter-Associated Urinary Tract Infections 2009. Disponível em: <<https://www.cdc.gov/hicpac/pdf/CAUTI/CAUTIguideline2009final.pdf>>. Acesso em: 15 de Outubro 2017.

CHENOWETH, C. E.; GOULD, C. V.; SAINT, S. Diagnosis, management and prevention of catheter-associated urinary tract infections. **Infectious Disease Clinics of North America**, v. 28, n. 1, p. 105-19, 2014.

CHENOWETH, E. C.; SAINT, S. Urinary tract infections. **Infectious Disease Clinics of North America**, v. 25, n. 1, p. 103-15, 2011.

CHEUNG, K. et al. Predictors for compliance of standard precautions among nursing students. **American journal of infection control**, v. 43, n. 7, p. 729-34, 2015.

CHOONG, S. et al. Catheter associated urinary tract infection and encrustation. International. **Journal of Antimicrobial Agentes**, v. 17, n. 4, p. 305-10, 2001.

COFEN. Conselho federal de enfermagem. LEI N° 7.498/86, de 25 de junho de 1986. **Dispõe sobre a regulamentação do exercício da Enfermagem e dá outras providências**. Brasília, DF, 1986. Disponível em: <http://www.cofen.gov.br/lei-n-749886-de-25-de-junho-de-1986_4161.html> Acesso em: 17 Setembro 2016.

COFEN. Conselho federal de enfermagem. Resolução N° 0450/2013. **Normatiza o procedimento de Sondagem Vesical no âmbito do Sistema Cofen/ Conselhos Regionais de Enfermagem**. Brasília, DF, 2013. Disponível em: <http://www.cofen.gov.br/resolucao-cofen-no-04502013-4_23266.html>

CONWAY, L. J. et al. Adoption of policies to prevent catheter-associated urinary tract infections in United States intensive care units. **American Journal of Infection Control**, v. 40, n. 8, p. 705-10, 2012.

COOPER, I. R.; POLLINI, M.; PALADINI, F. The potential of photo-deposited silver coatings on Foley catheters to prevent urinary tract infections. **Materials Science and Engineering** v. 61, n. 1, p. 414-20, 2016.

COLE, S. J., et al. Catheter-Associated Urinary Tract Infection by *Pseudomonas aeruginosa* Is Mediated by Exopolysaccharide-Independent Biofilms. **Infection and Immunity**, v. 82, n. 5, p. 2048 –2058, 2014.

COSTA, E. O.; GERMANO, R. M.; MEDEIROS, S. M. A fiscalização do exercício profissional no Conselho Federal de Enfermagem. **Revista Mineira de Enfermagem**, v. 18, n. 1, p. 208-12, 2014.

CRONIN, B. Bibliometrics and beyond: some thoughts on web-based citation analysis. **Journal of Information Science**, v. 27, n. 1, p. 1-7, 2001.

DAS, T.; MANEFIELD, M. Pyocyanin promotes extracellular DNA release in *Pseudomonas aeruginosa*. **PLoS One**, v.7, n. 10, p. e46718, 2012.

DAVEY, N. et al. Spontaneous iliopsoas tendon rupture: a rare cause of hip pain in an older person. **Age and Ageing**, v. 46, n. 6, p. 1015, 2017.

DIEM, A.; WOLTER, S. C. The Use of Bibliometrics to Measure Research Performance in Education Sciences. **Research in Higher Education**, v. 54, n. 1, p.86-114, 2013.

DJERIBI, R. et al. Characterization of bacterial biofilms formed on urinary catheters. **American Journal of Infection Control**, v. 40, n. 9, p. 854-59, 2012.

DOHNT, K. et al. An in vitro urinary tract catheter system to investigate biofilm development in catheter-associated urinary tract infections. **Journal of Microbiological Methods**, v. 87, n. 3, p. 302-8, 2011.

DREKONJA, D. M. et al. Antimicrobial urinary catheters: a systematic review. **Expert Review of Medical Devices**, v. 5, n. 4, p. 495-506, 2008.

EGGER, M. et al. Reduction of urinary catheter use and prescription of antibiotics for asymptomatic bacteriuria in hospitalised patients in internal medicine: before-and-after intervention study. **Swiss Medical Weekly**, v. 143, n.1, p. w13796, 2013.

ELIAS, S.; BANIN, E. Multi-species biofilms: living with friendly neighbors. **FEMS Microbiology Reviews**, v. 36, n. 5, p. 990-1004, 2012

EUAN. European Association of Urology Nurses. **Male external catheters in adults – Urinary catheter management**, 2015. Disponível em: <<https://nurses.uroweb.org/nurses/guidelines/>>

EVELYN LO, M. D.; et al. Strategies to prevent catheter-associated urinary tract infections in acute care hospitals: 2014 Update. **Infection Control and Hospital Epidemiology**, v. 35, n. 5, p. 464-79, 2014.

FASUGBA, O. et al. A systematic review and meta-analysis of the effectiveness of antiseptics for meatal cleaning in the prevention of catheter associated urinary tract infections. **Journal of Hospital Infection**, v. 95, n. 3, p. 233-42, 2016.

FAVRE-BONTÉ, S. et al. Autoinducer production and quorum-sensing dependent phenotypes of *Pseudomonas aeruginosa* vary according to isolation site during colonization of intubated patients. **BMC Microbiology**, v. 7, n. 33, 2007.

FENELEY, R. C.; HOPLEY, I. B, WELLS, P. N. Urinary catheters: history, current status, adverse events and research agenda. **Journal of Medical Engineering & Technology**, v. 39, n. 8, p. 459-70, 2015.

FERNANDES, A. T. **Infecções hospitalares e suas interfaces na área de saúde**. São Paulo; Atheneu , 2000. v. 1, p. 336-403.

FISHER, L. E. et al. Biomaterial modification of urinary catheters with antimicrobials to give long-term broadspectrum antibiofilm activity. **Journal of Controlled Release**, v. 202, n. 1, p. 57-64, 2015.

FLEMMING, H. C.; WINGENDER, J. The biofilm matrix. **Nature Reviews Microbiology**, v. 8, n. 9, p. 623–633, 2010.

FOWLER, S. Living with a long-term, indwelling urinary catheter: catheter users' experience. **Journal of Wound Ostomy & Continence Nursing**, v. 41, n. 6, p. 597-603, 2014.

FOXMAN, B. Urinary tract infection syndromes: occurrence, recurrence, bacteriology, risk factors, and disease burden. **Infectious Disease Clinics of North America**, v. 28, n. 1, p. 1-13, 2014.

FRANCOLINI, I.; DONELLI, G. Prevention and control of biofilm-based medical-device-related infections. **FEMS Immunology and Medical Microbiology**, v. 59, n. 3, p. 227-38, 2010.

FRANKLIN, M. J. et al. Biosynthesis of the *Pseudomonas aeruginosa* Extracellular Polysaccharides, Alginate, Pel, and Psl. **Frontiers in Microbiology**, v. 2, n. 1, p. 167, 2011.

FU, W. Bacteriophage cocktail for the prevention of biofilm formation by *Pseudomonas aeruginosa* on catheters in an in vitro model system. **Antimicrobial Agents and Chemotherapy**, v. 54, n. 1, p. 397-404, 2010.

GAD, G.F.; et al. Detection of *icaA*, *icaD* genes and biofilm production by *Staphylococcus aureus* and *Staphylococcus epidermidis* isolated from urinary tract catheterized patients. **J Infect Dev Ctries**, v.3, n.5, p.342-51, 2009.

GARCIA, M. L. et al. Perfil Epidemiológico das Infecções hospitalares por bactérias multidrogarresistentes em um hospital do norte de Minas Gerais. **Rev Epidemiol Control Infect**, v. 3, n.2, p. 45-49, 2013.

GALICZEWSKI, J. M. Interventions for the prevention of catheter associated urinary tract infections in intensive care units: An integrative review. **Intensive and Critical Care Nursing**, v. 32, n. 1, p. 1-11, 2016.

GANGULY, K. et al. Design, synthesis, and a novel application of quorum-sensing agonists as potential drug-delivery vehicles. **Journal of Drug Targeting**, v. 19, n. 7, p. 528-39, 2011.

GILMAN, B.L. et al. Medical device design process. **Eng. Med. Biol. Soc.** 2009.

GOULD, C. V. Guideline for prevention of catheter-associated urinary tract infections 2009. **Infection Control & Hospital Epidemiology**, v. 31, n. 4, p. 319-26, 2010.

GRABE, M. et al. **EAU guidelines on urological infections**. European Association of Urology .2015. Disponível em: <http://uroweb.org/wp-content/uploads/19-Urological-infections_LR2.pdf>. Acesso em: 02 de Novembro 2016.

GREENE, M. T. et al. Reducing Inappropriate Urinary Catheter Use in the Emergency Department: Comparing Two Collaborative Structures. **Infection Control and Hospital Epidemiology**, v. 39, n. 1, p. 77-84, 2017.

GUIMARÃES, A. C. et al. Óbitos associados à infecção hospitalar, ocorridos em um hospital geral de Sumaré-SP, Brasil. **Revista Brasileira de Enfermagem**, v. 64, n. 5, p. 864-9, 2011.

GUNDLAPALLI, A. V. et al. Detecting the presence of an indwelling urinary catheter and urinary symptoms in hospitalized patients using natural language processing. **Journal of Biomedical Informatics**, v. 71, n. (suppl), p. S39-S45, 2016.

HEALTHCARE INFECTION CONTROL PRACTICES ADVISORY COMMITTEE (HICPAC) Guideline for Prevention of Catheter-Associated Urinary Tract Infections (2009). Disponível em: <https://www.cdc.gov/infectioncontrol/pdf/guidelines/cauti-guidelines.pdf>.

HENRIQUES, A.; VASCONCELOS, C.; CERCA, N. A importância dos biofilmes nas infecções nosocomiais: O estado da arte. **Arquivos de Medicina**, v. 27, n. 1, p. 27-36, 2013.

HOIBY, N. et al. ESCMID guideline for the diagnosis and treatment of biofilm infections 2014. **Clinical Microbiology and Infection**, v. 21, n. sup, p. 1-25, 2015.

HOIBY, N.; CIOFU, O.; BJARNSHOLT, T. Pseudomonas aeruginosa biofilms in cystic fibrosis. **Future Microbiology**, v. 5, n. 11, p. 1663-74, 2010.

HOGAN, S. et al. Eradication of Staphylococcus aureus catheter-related biofilm infections using ML: 8 and Citrox. **Antimicrobial agents and chemotherapy**, v. 60, n. 10, p. 5968-5975, 2016.

HOLÁ, V.; RUZICKA, F.; HORKA, M. Microbial diversity in biofilm infections of the urinary tract with the use of sonication techniques. **FEMS Immunology and Medical Microbiology**, v. 59, n. 3, p. 525-8, 2010.

HOLLING, N. et al., Evaluation of environmental scanning electron microscopy for analysis of Proteus mirabilis crystalline biofilms in situ on urinary catheters. **FEMS Microbiology Letters**, v. 355, n. 1, p. 20-27, 2014.

HOOTON, T. M. et al. Diagnosis, prevention, and treatment of catheter-associated urinary tract infection in adults: 2009. International Clinical Practice Guidelines from the Infectious Diseases Society of America. **Clinical Infectious Diseases**, v. 50, n. 5, p. 625-63, 2010.

JAKOBSEN, T. H. et al. Ajoene, a sulfur-rich molecule from garlic, inhibits genes controlled by quorum sensing. **Antimicrobial Agents Chemotherapy**, v. 56, n. 5, p. 2314-25, 2012.

JAMAL, M. et al. Bacterial biofilm and associated infections. **Journal of the Chinese Medical Association**, v. 81, n. 1, p. 7-11, 2018.

JAWETZ, E.; MELNICK, J. L.; ADELBERG, E. A. **Microbiologia Médica**. 26^a ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014.

JONES, G. L. A strategy for the control of catheter blockage by crystalline Proteus mirabilis biofilm using the antibacterial agent triclosan. **European Urology**, v. 48, n. 5, p. 838-45, 2005.

KAZMIERSKA, K. A. et al. In vitro multicompartmental bladder model for assessing blockage of urinary catheters: effect of hydrogel coating on dynamics of Proteus mirabilis growth. **Urology**, v. 76, n. 2, p. 515.e15-20, 2010.

- KEREN, R. et al. Risk factors for recurrent urinary tract infection and renal scarring. **Pediatrics**, v. 136, n. 1, p. e13-21, 2015.
- KILONZO, M. et al. Cost Effectiveness of Antimicrobial Catheters for Adults Requiring Short-term Catheterisation in Hospital. **European Urology**, v. 66, n. 4, p. 615-18, 2014.
- KLUCZYNIK, C. E. N. et al. Urinary tract infection and bladder catheterism: prophylactic and laboratorial aspects. **Revista de enfermagem UFPE**, v. 3, n. 1, p. 175-80, 2009.
- KOKARE, C. R. et al. Biofilm: Importance and applications. **Indian Journal of Biotechnology**, v. 8, n. 2, p. 159-68, 2009.
- KOSKINEN, J. et al. How to use bibliometric methods in evaluation of scientific research? An example from Finnish schizophrenia research. **Nordic Journal of Psychiatry**, v. 62, n. 2, p. 136-43, 2008.
- KURIYAMA, A. et al. 672: Reducing unnecessary urinary catheters in japanese intensive care units a multicenter study. **Critical Care Medicine**, v. 46, n. 1, p. 322, 2018.
- LAWRENCE, E. L.; TURNER, I. G. Materials for urinary catheters: a review of their history and development in the UK. **Medical Engineering and Physics**, v. 27, n. 6, p. 443-53, 2005.
- LEHMAN, S. M.; DONLAN, R. M. Bacteriophage-mediated control of a two-species biofilm formed by microorganisms causing catheter-associated urinary tract infections in an in vitro urinary catheter model. **Antimicrobial Agents and Chemotherapy**, v. 59, n. 2, p. 1127-37, 2015.
- LENZ, L. L. Cateterismo vesical: cuidados, complicações e medidas preventivas. **Revista Arquivos Catarinenses de Medicina**, v. 35, n. 1, p. 82-91, 2006.
- LEVERING, V. et al. Soft robotic concepts in catheter design: an on-demand fouling-release urinary catheter. **Advanced Healthcare Materials**, v. 3, n. 10, p. 1588-96, 2014.
- LIM, H.S.; et al. Antimicrobial efficacy of granulysin-derived synthetic peptides in acne vulgaris. **Int J Dermatol**. v.54, n.7, p. 853-62, 2015.
- LIMA, L.S. et al. Infecções do trato urinário em pacientes com sonda vesical de demora internados em uma unidade de terapia intensiva do recife (PE), Brasil. **Enfermería Global**, v. 11, n. 11, p. 1-10, 2007.
- LO, E. et al. Strategies to prevent catheter-associated urinary tract infections in acute care hospitals: 2014 update. **Infection Control and Hospital Epidemiology**, v. 35, n. 5, p. 464-79, 2014.

LOCK, J. Y. et al. Degradation and antibacterial properties of magnesium alloys in artificial urine for potential resorbable ureteral stent applications. **Journal of Biomedical Materials Research Part A**, v. 102, n. 3, p. 781-92, 2014.

MACHADO, S. T.; PEREZ G. T.; SANTOS A. L. V. Análise de resultados de urocultura e antibiograma em amostras suspeitas de infecção urinária em barra do garças - mt. **Interdisciplinar: Revista Eletrônica da UNIVAR**, v. 1, n. 15, p. 157-63, 2016.

MACLEOD, S. M, STICKLER, D. J. Species interactions in mixed-community crystalline biofilms on urinary catheters. **Journal of Medical Microbiology**, v. 56, n. 11, p. 1549-57, 2007.

MAEDA, T. et al. Quorum quenching quandary: resistance to antivirulence compounds. **The ISME Journal**, v. 6, n. 3, p. 493-501, 2012.

MAIA, F. E. S.; EVANGELISTA, A. I. B.; VIEIRA, A. N. Fatores de risco relacionados à infecção do trato urinário na assistência à saúde. **Revista de Atenção à Saúde**, v. 13, n. 46, p. 5-10, 2015.

MALIC, S. et al. Development of an "early warning" sensor for encrustation of urinary catheters following *Proteus* infection. **Journal of Biomedical Materials Research Part B**, v. 100, n. 1, p. 133-7, 2012.

MATTELAER, J. J.; BILLET, I. Catheters and sounds: the history of bladder catheterisation. **Paraplegia**, v. 33, p. 429-33, 1995.

MAZZO, A. et al. Cateterismo urinário: facilidades e dificuldades relacionadas a padronização. **Texto Contexto Enfermagem**, v. 20, n. 2, p. 333-9, 2011.

MEDDINGS, J. et al. Reducing unnecessary urinary catheter use and other strategies to prevent catheter-associated urinary tract infection: an integrative review. **BMJ Quality & Safety**, v. 23, n. 4, p. 277-89, 2014.

MELZER, M.; WELCH, C. Outcomes in UK patients with hospital-acquired bacteremia and the risk of catheter-associated urinary tract infections. **Postgraduate Medical Journal**, v. 89, n. 1052, p. 329-34, 2013.

MITTAL, R. et al. Urinary tract infections caused by *Pseudomonas aeruginosa*: a minireview. **Journal of Infection and Public Health**, v. 2, n. 3, p. 101-11, 2009.

MONTANARO, L.; CAMPOCCIA, D.; ARCIOLA, C. R. Advancements in molecular epidemiology of implant infections and future perspectives.

MORRIS, N. S.; STICKLER, D. J; WINTERS, C. Which indwelling urethral catheters resist encrustation by *Proteus mirabilis* biofilms? **Brit J Urol**. v. 80, n.1, p. 58-63, 1997.

MORRIS, N. S.; STICKLER, D. J, MCLEAN, R. J. The development of bacterial biofilms on indwelling urethral catheters. **World Journal of Urology**, v. 17, n. 6, p.

345-50, 1999.

MORRIS, N. S.; STICKLER, D. J. Encrustation of indwelling urethral catheters by *Proteus mirabilis* biofilms growing in human urine. **Journal of Hospital Infection**, v. 39, n. 3, p. 227-34, 1998.

MOTA, É. C.; OLIVEIRA, A. C. Biofilme em cateter vesical de demora e a segurança do paciente: uma revisão da literatura. **Vigilância Sanitária em Debate: Sociedade, Ciência & Tecnologia**, v. 5, n. 3, p. 116-22, 2017.

MOURA, M. E. B.; et al. Infecção hospitalar: estudo de prevalência em um hospital público de ensino. **Rev. bras. Enf.** v. 4, n. 60, p. 416-21, 2007.

MURUGAN, K.; SELVANAYAKI, K.; AL-SOHAIBANI S. Urinary catheter indwelling clinical pathogen biofilm formation, exopolysaccharide characterization and their growth influencing parameters. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 23, n. 1, p. 150-9, 2016.

NAJAR, M. S.; SALDANHA, C. L.; BANDAY, K. A. Approach to urinary tract infections. **Journal of Nephrology**, v. 19, n. 4, p. 129-39, 2009.

NARCISO, A. et al. Infecções urinárias na comunidade: um estudo multicêntrico. **Revista Portuguesa de Doenças Infecciosas**, v. 8, n. 1, p. 7-12, 2012.

NASR, R. A.; ABUSHADY, H. M.; HUSSEIN, H. S. Biofilm formation and presence of *icaAD* gene in clinical isolates of staphylococci. **Egyptian Journal of Medical Human Genetics**, v. 13, n. 3, p. 269-74, 2012.

NASSER, W. A. et al. Rates of catheter-associated urinary tract infection in tertiary care hospitals in 3 Arabian Gulf countries: A 6-year surveillance study. **American Journal of Infection Control**, v. 44, n. 12, p. 1589–1594, 2016.

NEWMAN, D. K. Prevention and management of catheter-associated utis. Infections Disease Special Edition. 2010. **Journal of Medical Microbiology**, v. 64, p. 323-334, 2015.

NICKEL, J. C. et al. Tobramycin resistance of *Pseudomonas aeruginosa* cells growing as a biofilm on urinary catheter material. **Antimicrobial Agents and Chemotherapy**, v. 27, n. 4, p. 619-24, 1985.

NICOLLE, L. E. Catheter Associated Urinary Tract Infections. **Antimicrobial Resistance and Infection Control** . v.3, n.1, p. 23, 2014.

NOGUEIRA, L. S. et al. Nursing workload: is it a predictor of healthcare associated infection in intensive care unit. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, v. 49, n. (esp), p. 35-42, 2015.

NZAKIZWANAYO, J. et al. Bacteriophage Can Prevent Encrustation and Blockage of Urinary Catheters by *Proteus mirabilis*. **Antimicrobial Agents and Chemotherapy**, v. 60, n. 3, p. 1530-36, 2016.

- OLSEN, I. Biofilm-specific antibiotic tolerance and resistance. **European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases**, v. 34, n. 5, p. 877-86, 2015.
- PADOVEZE, M. C. et al. Structure for prevention of health care-associated infections in Brazilian hospitals: a countrywide study. **American Journal of Infection Control**, v. 44, n. 1, p. 74-9, 2016.
- PADOVEZE, M.C. Biofilme: o inimigo invisível, Parte I. [Site na Internet]. 2009. Disponível em: www.nascecme.com.br.
- PASCHOAL, M. R.; RUSSO, BOMFIM, F. Infecção do trato urinário por cateter vesical de demora. **Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, v. 16, n. 6, pp. 213-226, 2012.
- PASSERINI, L. et al. Biofilms on indwelling vascular catheters. **Critical Care Medicine**, v. 20, n. 5, p. 665-73. 1992
- PATEL, V. K. et al. Surface Functionalization to Mitigate Fouling of Biodevices: A Critical Review. **Reviews of Adhesion and Adhesives**, v. 3, n. 4, p. 444-78, 2015.
- PERCIVAL, S. L. et al. Healthcare-associated infections, medical devices and biofilms: risk, tolerance and control. **Journal of Medical Microbiology**, v. 64, n. 4, p. 323-34, 2015.
- PERRY, A.G.; POTTER, P.A.; OSTENDORF, W. **Clinical Nursing Skills and Techniques: Clinical Nursing Skills and Techniques**. Elsevier Health Sciences, 2013.
- PICKARD, R. et al. Types of urethral catheter for reducing symptomatic urinary tract infections in hospitalised adults requiring short-term catheterisation: multicentre randomised controlled trial and economic evaluation of antimicrobial- and antiseptic-impregnated urethral catheters (the CATHETER trial). **Health Technology Assessment**, v. 16, n. 47, p. 1-197, 2012.
- PINA, E. et al. Infecções associadas aos cuidados de saúde e segurança do doente. **Revista Portuguesa de Saúde Pública**, v. 10, n. 1, p. 27-39, 2010.
- PISTIS, M. **The influence of catheter design on Urodynamics and their potential role on biofilm formation**. 2017. Tese [Doutorado]. University of Sheffield. Disponível em: <http://etheses.whiterose.ac.uk/18164>.
- POLDERMAN, K. H.; GIRBES, A. R. Central venous catheter use. **Intensive Care Medicine**, v. 28, n. 1, p. 1-17, 2002.
- POWERS, J. Impact of an aseptic procedure for breaking the integrity of the urinary drainage system on the development of catheter-associated urinary tract infections in the intensive care unit. **Intensive and Critical Care Nursing**, v. 37, n. 1, p. 82-5, 2016.

PRADE, S.S.; et al. Estudo brasileiro da magnitude das infecções hospitalares em hospitais terciários. **Revista do Controle de Infecção Hospitalar**. v.2, n.2, p. 11-24, 1995.

PRADO, M.L.; GELBCKE, F.L. **Fundamentos de enfermagem**. Cidade Futura, 2002.

PRATEEKSHA. et al. Scaffold of Selenium Nanovectors and Honey Phytochemicals for Inhibition of *Pseudomonas aeruginosa* Quorum Sensing and Biofilm Formation. **Frontiers In Cellular and Infection Microbiology**, v. 7, n. 1, p. 93, 2017.

PREEDY, E. et al. Surface roughness mediated adhesion forces between borosilicate glass and gram-positive bacteria. **Langmuir**, v. 30, n. 31, p. 9466-76, 2014.

RABIAIS, S. et al. Infecção urinária recidivante: ocorrência, factores de risco e custos de diagnóstico e tratamento. **Acta Urológica**, v. 3, n. 1, p. 19-25, 2010.

RABIN, N. et al. Biofilm formation mechanisms and targets for developing antibiofilm agents. **Future Medicinal Chemistry**, v. 7, n. 4, p. 493-512, 2015.

RAHIMI, F.; KATOULI, M.; KARIMI, S. Biofilm production among methicillin resistant *Staphylococcus aureus* strains isolated from catheterized patients with urinary tract infection. **Microbial Pathogenesis**, v. 98, n. 1, p. 69-76, 2016.

RAMANATHAN, R.; DUANE, T. M. Urinary tract infections in surgical patients. **Surgical Clinics of North America**, v. 94, n. 6, p. 1351-68, 2014.

REGEV-SHOSHANI, G. et al. Slow release of nitric oxide from charged catheters and its effect on biofilm formation by *Escherichia coli*. **Antimicrobial Agents Chemotherapy**, v. 54, n. 1, p. 273-9, 2010.

ROE, D. et al. Antimicrobial surface functionalization of plastic catheters by silver nanoparticles. **Journal of Antimicrobial Chemotherapy**, v. 61, n. 4, p. 869-76, 2008

ROHDE, H. et al. Polysaccharide intercellular adhesin or protein factors in biofilm accumulation of *Staphylococcus epidermidis* and *Staphylococcus aureus* isolated from prosthetic hip and knee joint infections. **Biomaterials**, v. 28, n. 9, p. 1711-20, 2007.

RORIZ-FILHO, S. J. et al. Infecção do trato urinário. **Medicina**, v. 43, n. 2, p. 118-25, 2010.

ROSENTHAL, V. D. et al. Impact of the International Nosocomial Infection Control Consortium (INICC)'s Multidimensional Approach on Rates of Central Line-Associated Bloodstream Infection in 14 Intensive Care Units in 11 Hospitals of 5 Cities in Argentina. **Infection Control & Hospital Epidemiology**, v. 39, n. 4, p. 445-51, 2018.

RUUTU, M. et al. Unexpected urethral strictures after short-term catheterization in open-heart surgery. **Scandinavian Journal of Urology**, v. 18, n. 1, p. 9-12, 1999.

SABBUBA, N.A.; et al. Genotyping demonstrates that the strains of proteus mirabilis from bladder stones and catheter encrustations of patients undergoing long term bladder catheterization are identical. **The Journal of Urology**. v. 171, p. 1925–1928, 2004.

SAINI, H. et al. Azithromycin-Ciprofloxacin-Impregnated Urinary Catheters Avert Bacterial Colonization, Biofilm Formation, and Inflammation in a Murine Model of Foreign-Body-Associated Urinary Tract Infections Caused by Pseudomonas aeruginosa. **Antimicrobial Agents and Chemotherapy**, v. 61, n. 3, p. e01906-16, 2017.

SAINT, S. et al. A program to prevent catheter-associated urinary tract infection in acute care. **New England Journal of Medicine**, v. 374, n. 22, p. 2111-9, 2016.

SAINT, S.; CHENOWETH, C. E. Biofilms and catheter-associated urinary tract infections. **Infectious Disease Clinics Of North America**, v. 17, n. 2, p. 411-32, 2003.

SANTOS, A. F. Análise Bibliométrica da produção científica sobre custos nos principais periódicos contábeis no Brasil no século XXI. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS**, 2013, Uberlândia. Anais, 2013.

SANTOS, J. L. S.; KALSING, M.; HANSEN, P. B. **Inter-organizational Cooperation Networks: Analysis of the Scientific Production in the Web of Science (1981-2013) Proceedings of the XVII SemeAd – Seminars in Administration**; 2014 Oct 29-31; São Paulo, SP, Brazil. São Paulo: FEA-USP; 2014 [cited 2018 jan 07] Available from: <http://sistema.semead.com.br/17semead/resultado/trabalhosPDF/1391.pdf>.

SCHMIEMANN, G. et al. The diagnosis of urinary tract infection: a systematic review. **Deutsches Ärzteblatt International**, v. 107, n. 21, p. 361-7, 2010.

SCHUMACHER, J.F.; et al. Engineered nanoforce gradients for inhibition of settlement (attachment) of swimming algal spores, **Langmuir**. v.24, n. 2008, p. 4931–4937, 2008.

SCHUMACHER, J.F.; et al. Shark inspired non-toxic coatings for non-fouling marine applications, **Abstr. Pap. Am. Chem. Soc.** v.230,n. 2005,p. U4280–U4281, 2010.

SHARMA, G. et al. Pseudomonas aeruginosa biofilm: Potential therapeutic targets. **Biologicals**, v. 42, n. 1. p. 1-7, 2014.

SIDDIQ, D. M.; DAROUICHE, R. O. New strategies to prevent catheter-associated urinary tract infections. **Nature Reviews Urology**, v. 9, n. 6, p. 305, 2012.

SIEGEL, J. D. et al. **Guideline for isolation precautions: preventing transmission of infectious agents in healthcare settings**. [Internet]. 1 ed. United States, 2007.

Disponível em: <https://www.cdc.gov/infectioncontrol/pdf/guidelines/isolation-guidelines.pdf>. Acesso em: 15 de maio de 2016.

SINGHA, P.; LOCKLIN, J.; HANDA, H. A review of the recent advances in antimicrobial coatings for urinary catheters. **Acta Biomaterialia**, v. 50, n. 1, p. 20-40, 2017.

SMELOV, V.; NABER, K.; JOHANSEN, T. E. B. Improved Classification of Urinary Tract Infection: Future Considerations. **European Urology Supplements**, v. 15, n. 4, p. 71-80, 2016.

SONKUSRE, P.; CAMEOTRA, S. S. Biogenic selenium nanoparticles inhibit *Staphylococcus aureus* adherence on different surfaces. **Colloids and Surfaces B: Biointerfaces**, v. 136, n. 1, p. 1051-7, 2015

SOTO, S. M. Importance of biofilms in urinary tract infections: new therapeutic approaches. **Advances in Biology**, v. 2014, n. 1, p. 1-13, 2014.

SOUSA, Á. F. L. et al. Prevention of biofilm formation on artificial pacemakers: is it feasible? **Acta Paulista de Enfermagem**, v. 30, n. 6, p. 644-50, 2017.

SOUSA, Á. F. L. et al. Representações sociais da infecção comunitária por profissionais da atenção primária. **Acta Paulista de Enfermagem**, v. 28, n. 5, p. 454-9, 2015.

SOUZA NETO, J. L. et al. Infecção do trato urinário relacionada com a utilização do catéter vesical de demora: resultados da bacteriúria e da microbiota estudadas. **Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões**, v. 35, n. 1, p. 28-33, 2008.

SOUZA, P. R. et al. Endotracheal tube biofilm and ventilator-associated pneumonia with mechanical ventilation. **Microscopy Research and Technique**, v. 77, n. 4, p. 305-12, 2014.

STICKLER, D. et al. *Proteus mirabilis* biofilms and the encrustation of urethral catheters. **Urological Research**, v. 21, n. 6, p. 407-11, 1993.

STICKLER, D. J. Bacterial biofilms in patients with indwelling urinary catheters. **Nature Clinical Practice Urology**, v. 5, n. 11, p.598-608, 2008.

STICKLER, D. J. Clinical complications of urinary catheters caused by crystalline biofilms: something needs to be done. **Journal of Internal Medicine**, v. 276, n. 2, p. 120-9, 2014.

STICKLER, D. J.; JONES, G. L.; RUSSELL, A. D. Control of encrustation and blockage of Foley catheters. **Lancet**, v. 361, n. 9367, p. 1435-7, 2003.

STICKLER, D.J. et al. A clinical assessment of the performance of a sensor to detect crystalline biofilm formation on indwelling bladder catheters, BJU International. v. 98, p. 1244-1249, 2006.

STICKLER, D. J.; MORRIS, N.S.; WINTERS, C. Simple physical model to study formation and physiology of biofilms on urethral catheters. **Methods in Enzymology**, v. 310, n. 1, 494-501, 1999.

STORZ, M. P. et al. Validation of PqsD as an anti-biofilm target in *Pseudomonas aeruginosa* by development of small-molecule inhibitors. **Journal of the American Chemical Society**, v. 134, n. 39, p. 16143-6, 2012.

SUBRAMANIAN, P. et al. Antibiotic resistance pattern of biofilm-forming uropathogens isolated from catheterised patients in Pondicherry, India. **Australasian Medical Journal**, v. 5, n. 7, p. 344-8, 2012.

SYDNOR, E. R.; PERL, T. M. Hospital epidemiology and infection control in acute-care settings. **Clinical Microbiology Reviews**, v. 24, n. 1, p. 141-73, 2011.

TAMSIN, M.; BACH, C. **The Design of Medical Devices**, v.1, n.2, p. 127–134, 2014.

TAMURA, N. K.; GASPARETTO, A.; SVIDZINSKI, T. I. Evaluation of the adherence of *Candida* species to urinary catheters. **Mycopathologia**, v. 156, n. 4, p. 269-72, 2003.

TARCHOUNA, M. et al. Distribution of uropathogenic virulence genes in *Escherichia coli* isolated from patients with urinary tract infection. **International Journal of Infectious Diseases**, v. 17, n. 6, p. e450-3, 2013.

TENKE, P. et al. Catheter-associated Urinary Tract Infections. **European Urology Supplements**, v. 16, n. 4, p. 138-43, 2016.

TENKE, P. et al. Update on biofilm infections in the urinary tract. **World Journal of Urology**, v. 30, n. 1, p. 51-7, 2012.

TENKE, P.; KÖVES, B.; JOHANSEN, T. E. An update on prevention and treatment of catheter-associated urinary tract infections. **Current Opinion in Infectious Diseases**, v. 27, n. 1, p. 102-7, 2014.

THOMÉ, I. P. S.; ANGIOLETTO, E. **Avaliação in vitro da utilização de cateteres urinários com aditivo antimicrobiano**. 2007. 57f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, 2007.

TRAUTNER, B. W.; DAROUICHE, R. O. Role of biofilm in catheter-associated urinary tract infection. **American Journal of Infection Control**, v. 32, n. 3, p. 177-83, 2004.

TRIPLETT, R. G.; BUDINSKAYA, O. New Frontiers in Biomaterials. **Oral and Maxillofacial. Surgery Clinics of North America**, v. 29, n. 1, p. 105-15, 2017.

VAHR, S. et al. Catheterisation Urethral Intermittent in adults. **European Association of Urology Nurses**. Evidence-based Guidelines for Best Practice in Urological Health Care, 2013.

VALLE, A. R. M. C. et al. Prevenção e controle das infecções no domicílio: desafios e implicações para enfermagem. **Acta Paulista de Enfermagem**, v. 29, n. 2, p. 239-44, 2016.

VERMA, A. et al. Differences in Bacterial Colonization and Biofilm Formation Property of Uropathogens between the Two most Commonly used Indwelling Urinary Catheters. **Journal of Clinical and Diagnostic Research**, v. 10, n. 6, p. 1-3, 2016.

VINCENT, J. L. et al. International study of the prevalence and outcomes of infection in intensive care units. **Journal of the American Medical Association**, v. 302, n. 21, p. 2323-9, 2009.

WAGENLEHNER, F. M. et al. Infective complications after prostate biopsy: outcome of the Global Prevalence Study of Infections in Urology (GPIU) 2010 and 2011, a prospective multinational multicentre prostate biopsy study. **European Urology**, v. 63, n. 3, p. 521-7, 2013.

WERNER, E. et al. Stratified Growth in *Pseudomonas aeruginosa* Biofilms. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 70, n. 10, p. 6188-96, 2004.

WHO. World Health Organization. **Guidelines on core components of infection prevention and control programmes at the national and acute health care facility level**. 2016.

<http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/251730/9789241549929-eng.pdf;jsessionid=A08DDAAFDC5E141082277CB28EB047CA?sequence=1>.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **World Alliance for Patient Safety Forward Programme 2008-2009**. Geneva, 2010.

http://www.who.int/patientssafety/information_centre/reports/Alliance_Forward_Programme_2008.pdf.

WILDE, M. H. et al. Long-term urinary catheter users self-care practices and problems. **Journal of Clinical Nursing**, v. 22, n. 3-4, p. 356-67, 2013.

WILDE, M. H. et al. Testing a Model of Self-Management of Fluid Intake in Community-Residing Long-term Indwelling Urinary Catheter Users. **Nursing Research**, v. 65, n. 2, p. 97-106, 2016.

WILLIAMS, G. J.; STICKLER, D. J. Effect of triclosan on the formation of crystalline biofilms by mixed communities of urinary tract pathogens on urinary catheters. **Journal of Medical Microbiology**, v. 57, n. 9, p. 1135-40, 2008.

YAMAZAKI, A. J. et al. Derivatives of plant phenolic compound affects the type III secretion system of *Pseudomonas aeruginosa* via a GacS-GacA two-component signal transduction system. **Antimicrobial Agents and Chemotherapy**, v. 56, n. 1, p. 36-43, 2012.

PÁGINAS RESTRITAS
117 A 135