



<http://revistarebram.com/index.php/revistauniara>

## INTERAÇÃO ENTRE CATETER E SANGUE VENOSO

Maria Luisa de Oliveira\*; Eliane Trovatti\*\*; Maurício Cavicchioli\*\*

\*Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia em medicina regenerativa e química medicinal - Universidade de Araraquara- SP.

\*\*Docente no Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia em medicina regenerativa e química medicinal - Universidade de Araraquara- SP.

\*Autor para correspondência e-mail: [marialoliveira1@gmail.com](mailto:marialoliveira1@gmail.com)

### PALAVRAS-CHAVE

Cateter Venoso  
Biofilme  
Infecção

### KEYWORDS

Venous Catheter  
Biofilm  
Infection

**RESUMO:** Quando as necessidades fisiológicas humanas são acometidas, algumas terapêuticas para serem alcançadas podem demandar recursos específicos, tais como o uso de biomateriais. Assim, para dar suporte à vida, desenvolveram-se ao longo dos anos diversos dispositivos, como sondas/cateteres para o sistema digestório, respiratório, urinário, vascular, entre outros. Esses dispositivos médicos diferem desde a constituição dos materiais a designs. Nesse universo, elegeu-se discutir sobre os cateteres venosos quanto aos critérios de dimensões, durabilidade, inserção, infecção/biofilme, material, inovações, avanços tecnológicos e eventos adversos. O estudo realizou-se por meio de uma revisão bibliográfica sistemática na pubmed, google acadêmico e, materiais complementares foram elencados, porque poderiam possibilitar alçar esses critérios e contribuir com informações fundamentais ao entendimento da interação do cateter com o sangue. A relevância do presente estudo, deve-se ao *overview* de cunho interdisciplinar com foco sobre o cateter venoso. Percebeu-se, que ocorreu o desenvolvimento tecnológico desses dispositivos médicos ao longo dos anos, porém, ainda se encontra na literatura traços conflitantes acerca do cateter, cita-se: a obstrução por coágulo sanguíneo relacionado ao uso de anticoagulante x solução fisiológica como formas de resolver o problema; diferentes recomendações da durabilidade do cateter atrelado ao tipo material. Portanto, concluiu-se que são complexas as circunstâncias do cateter venoso, assim como as relações de interface substrato/sangue e eventos adversos. Nota-se, que os eventos associados ao cateter têm caráter interdisciplinar, envolvendo conhecimentos da biotecnologia, farmacologia, enfermagem, engenharia, etc.

### INTERACTION BETWEEN CATHETER AND VENOUS BLOOD

**ABSTRACT:** When human physiological needs are affected, some therapies to be achieved may require specific resources, such as the use of biomaterials. Thus, to support life, various devices have been developed over the years, such as probes/catheters for the digestive, respiratory, urinary, and vascular systems, among others. These medical devices differ from the constitution of the materials to the designs. In this universe, we chose to discuss venous catheters in terms of dimensions, durability, insertion, infection/biofilm, material, innovations, technological advances and adverse events. The study was carried out through a systematic literature review on pubmed, academic google and complementary materials were listed because they could make it possible to raise these criteria and contribute with fundamental information to the understanding of the interaction of the catheter with the blood. The relevance of the present study is due to the interdisciplinary overview focused on the venous catheter. It was noticed that the technological development of these medical devices took place over the years, however, conflicting traits about the catheter are still found in the literature, it is mentioned: the obstruction by blood clot related to the use of anticoagulant x saline solution as forms of solve the problem; different recommendations on the durability of the catheter linked to the material type. Therefore, it was concluded that the circumstances of the venous catheter are complex, as are the substrate/blood interface relationships and adverse events. It is noted that the events associated with the catheter have an interdisciplinary character, involving knowledge of biotechnology, pharmacology, nursing, engineering, etc.

Recebido em: 12/06/2022

Aprovação final em: 09/08/2022

DOI: <https://doi.org/10.25061/2527-2675/ReBraM/2022.v25i3.1453>

## INTRODUÇÃO

A Teoria de Maslow explica em escala hierárquica as necessidades humanas, dentre elas, as fisiológicas como respirar, comer, beber, dormir e ter relações sexuais aparecem na base da pirâmide (Ministério da Infraestrutura, 2018). Entende-se, dessa forma, que são essenciais. Assim, desenvolveram-se diversos dispositivos médicos para atender a essas necessidades fundamentais quando o ser humano não é capaz de suprir as demandas por conta própria. Dentro desse contexto, cita-se alguns dispositivos, tais como: a sonda nasogástrica e nasoentérica, cateteres vasculares, nasais e urinários.

O cateter, na área de saúde, também chamado de sonda, é um dispositivo médico, geralmente tubular, destinado à passagem principalmente de fluidos. Ademais, o cateter venoso é um dispositivo desenvolvido para procedimento por profissionais habilitados, utilizado para terapia endovenosa, que por sua vez é definida como a administração de fluidos ou drogas, ou ambos, em geral com circulação através de venopunção (CLAYTON; ENTWISTLE; PICKERING, 1999).

Além disso, para melhor complementação a definição anterior, tem-se que 'fluido' é uma substância que não mostra uma forma própria, assumindo o formato do recipiente, sendo a mecânica dos fluidos a ciência que estuda o comportamento físico dos fluidos e as leis que regem esse comportamento (BRUNETTI, 2008).

Atualmente, existem diferentes tipos de cateteres, por exemplo, especialmente nas Unidades de Tratamento Intensivo (UTI), onde toda uma gama de dispositivos intravasculares podem ser encontrados, tais como: cateteres venosos centrais (de multi lúmens), cateteres de duplo-lúmen para hemodiálise, cateter arterial pulmonar ponta de balão e fluxo-dirigido (por Swan-Ganz), cateteres venosos centrais tunelizados (tipo Hickman), cateteres arteriais para monitoramento hemodinâmico, cateteres venosos periféricos curtos e cada vez mais em uso os cateteres venosos centrais de inserção periférica. (GRADY; PITTET, 2004).

Dentre os cateteres venosos, pode-se citar os periféricos, que são frequentemente utilizados na área hospitalar. Aproximadamente 70% dos pacientes hospitalizados requerem cateter intravenoso periférico (CIP) e 69% dos CIPs apresentam gaps antes de finalizar a terapia, (MARSH; WEBSTER; LARSON, *et al.*, 2018).

Até 85% dos pacientes hospitalizados, em algum momento, irão fazer uso de um dispositivo para acesso venoso (MARSH; WEBSTER; LARSON, *et al.*, 2018). Os cateteres venosos periféricos são considerados de baixo risco para o paciente, entretanto, eles estão associados a eventos adversos, que podem associar-se a problemas durante o decorrer do tratamento, como a remoção acidental do cateter, flebite, oclusão, infiltração, extravasamento de sangue, hematoma e infecções (biofilme), (MILIANI; TARAVELLA; THILLARD, *et al.*, 2017).

Além disso, o uso generalizado deste dispositivo e o biofilme associado a ele, representa a fonte mais importante de infecção nosocomial e por isto, uma ameaça à saúde humana, (LI; SUN; ZHANG, *et al.*, 2021).

De acordo com a literatura, sabe-se que existe uma correlação direta entre a formação de biofilme e infecção originária de cateter, e que o biofilme pode desenvolver-se em qualquer superfície tornada propícia à adesão bacteriana. Assim, as características dos materiais como rugosidade e molhabilidade irão influenciar nesse processo de adesão (OLMOS; BENITO, 2021).

Dentro dessa perspectiva, surgiram muitos estudos para melhorar as propriedades dos materiais com propostas de revestimentos antiaderente e antimicrobiano de superfície. Essas propostas mostram-se alinhadas à intenção de prevenir a formação do biofilme no combate bacteriano/ microbiano.

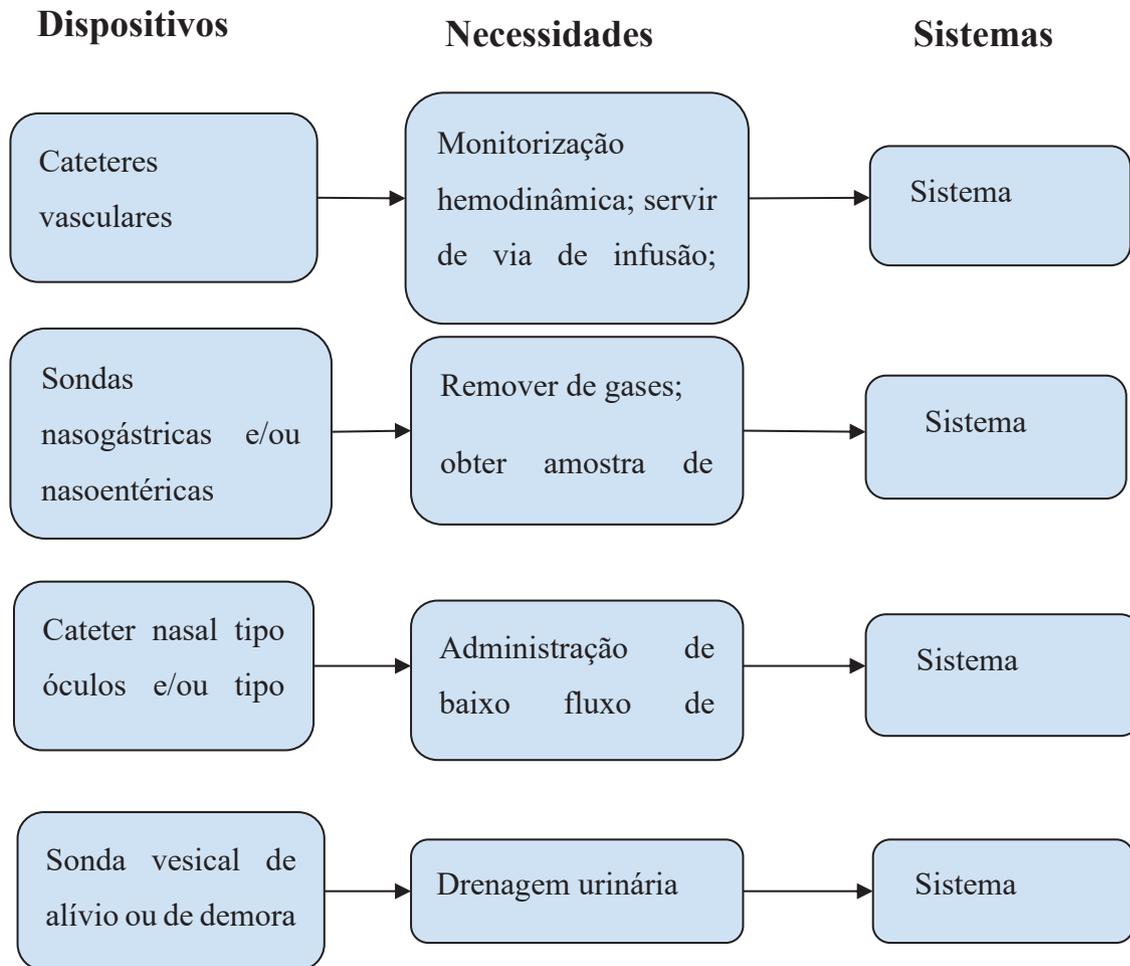
Portanto, este trabalho teve como objetivo principal discorrer sobre aspectos relevantes dos principais tipos de dispositivos vasculares por meio de uma revisão sistemática de estudos relacionados ao material dos cateteres e sua interface com o sangue enfatizando os tipos venosos.

A prevalência de eventos adversos relacionados aos dispositivos médicos é referenciada há anos, logo,

entende-se que o contínuo monitoramento desses dispositivos referentes a locais de inserções, design, propriedades e desempenho dos materiais, podem mostrar-se esclarecedores sobre questões relacionadas à interação entre esses materiais e hospedeiros. A relevância do presente estudo está na proposta de análise e discussão do tema de forma abrangente pelo levantamento dos principais problemas associados a cateteres e os avanços tecnológicos ocorridos como estratégias de soluções.

A Figura 1, apenas visa demonstrar uma relação mais holística entre os dispositivos desenvolvidos, as necessidades humanas básicas e os sistemas acometidos.

**Figura 1** – Fluxograma da relação entre dispositivos, necessidades fisiológicas e sistemas do organismo.



**Fonte:** Elaborado pelos autores com parte teórica embasada no artigo de revisão de Araújo, S., da Revista Brasileira Terapia Intensiva (2003).

### METODOLOGIA

A proposta inicial dessa pesquisa era investigar como estariam ocorrendo as interações entre cateteres venosos periféricos à base de poliuretano e o sangue, bem como as evidências práticas e sua prevalência. Porém, percebeu-se, que dessa forma eram encontrados poucos resultados. Então, para melhor descrever a correlação entre cateter e sangue venoso, considerou-se outras possibilidades de busca, incluindo os demais modelos de cateteres, outros polímeros e materiais inteligentes.

O levantamento de publicações mais recentes se deu nas plataformas de busca: PubMed e Google Acadêmico, com o objetivo de identificar estudos de cateteres de poliuretanos e os desfechos destes materiais utilizados na punção venosa. Além disso, foram incluídas buscas correlatas por publicações referentes aos avanços tecnológicos dos cateteres.

Inicialmente, aplicou-se como metodologia proposta de revisão, utilizando-se o Google Acadêmico em duas formas de pesquisas, a partir dos seguintes critérios: (1) palavras de busca: “*short polyurethane venous catheter*” (2) no ano 2021, (3) classificação por relevância em qualquer idioma, incluindo patentes e citações, e, (4) como critério de exclusão, o termo ‘cateter venoso central’. Nesse primeiro momento, foram selecionados 16 artigos a partir dos títulos, levando-se em conta palavras sugestivas de estudos que poderiam conter relação do material do cateter com o sangue, tais como: *polymeric materials, devices, biofilms, catheter, structure, access, complications, infections*.

Na segunda estratégia de busca, também através do Google Acadêmico e com os seguintes critérios: (1) elegeu-se as palavras “*polyurethane smart short venous catheter*” (2) desde o ano de 2021, (3) classificado por relevância, sem patente, acrescentado o (4) critério de inclusão para ‘cateter central’. Desta forma, foram selecionados 13 artigos em consonância com as seguintes palavras eleitas em destaque nos títulos: *biomaterials, nanoparticle-impregnated, additive*.

O primeiro critério enfatizou o material do cateter, ou seja, o poliuretano, tendo em vista a grande variedade de materiais de cateteres venosos e delimitando a busca por “cateter curto de poliuretano”. Já no segundo critério, levou-se em conta o avanço tecnológico do material e acrescentou-se como palavra de busca “*smart*”, sem limitar “o critério tempo” para possibilitar mais resultados.

Sobre os artigos científicos na plataforma PubMed utilizou-se os descritores em inglês: *catheter; catheterization, peripheral venous; blood; equipment contamination*.

Foram identificados 122 artigos científicos entre o período de 1984-2020. Então realizou-se uma triagem desses artigos com base nos títulos que tratavam do cateter intravenoso, cateter venoso periférico, comparação de cateter venoso periférico, extravasamento de sangue, eficácia e inovação, em seguimento com a proposta deste estudo.

O ano de 2021, foi o ponto de partida do levantamento bibliográfico sobre a interação entre cateter de poliuretano e sangue, realizado principalmente através das plataformas PubMed e Google Acadêmico, quando obteve-se poucos resultados e, por esse motivo, estendeu-se o período dessa pesquisa para o intervalo entre 1984-2020.

O presente trabalho foi delineado utilizando-se dos artigos mais relevantes da primeira e segunda busca através das plataformas supracitadas, descritores em língua portuguesa e inglesa, operador booleano *and*. Além de acrescido materiais de outras fontes complementares de interesse.

Essa revisão bibliográfica aborda os cateteres quanto aos materiais constituintes, design, durabilidade, biofilme, infecção, inovações, problemas diversos relacionados a cateter e avanços tecnológicos.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os cateteres venosos periféricos (CVPs) são amplamente usados na área de saúde, cerca de 30 - 80% dos pacientes irão usar CVP em algum momento durante a estadia hospitalar. Atualmente, cinco milhões de cateteres venosos centrais são inseridos nos EUA e 330 milhões são de cateteres venosos periféricos. (CASIMERO; RUDDOCK; HEGARTY, *et al.*, 2020).

Embora os cateteres vasculares sejam dispositivos usados para realizar tratamentos terapêuticos, podem servir como porta de entrada para infecções. Além disso, a probabilidade de ocorrer infecção da corrente sanguínea com cateteres venosos centrais é cerca de 64 vezes maior comparada a outros dispositivos para acesso vascular, (CASIMERO; RUDDOCK; HEGARTY, *et al.*, 2020).

O Center for Disease Control and Prevention (CDC), estima que 250.000 infecções da corrente

sanguínea são diagnosticadas a cada ano e que 80.000 a 120.000 são relacionadas a cateter. Os patógenos mais frequentes em culturas de cateter venoso central colonizado são os *Staphylococcus aureus* e estafilococos coagulase-negativos (frequente o *S. epidermidis*), e mais comuns em infecção da corrente sanguínea resultante a cateter, (CASIMERO; RUDDOCK; HEGARTY, *et al.*, 2020).

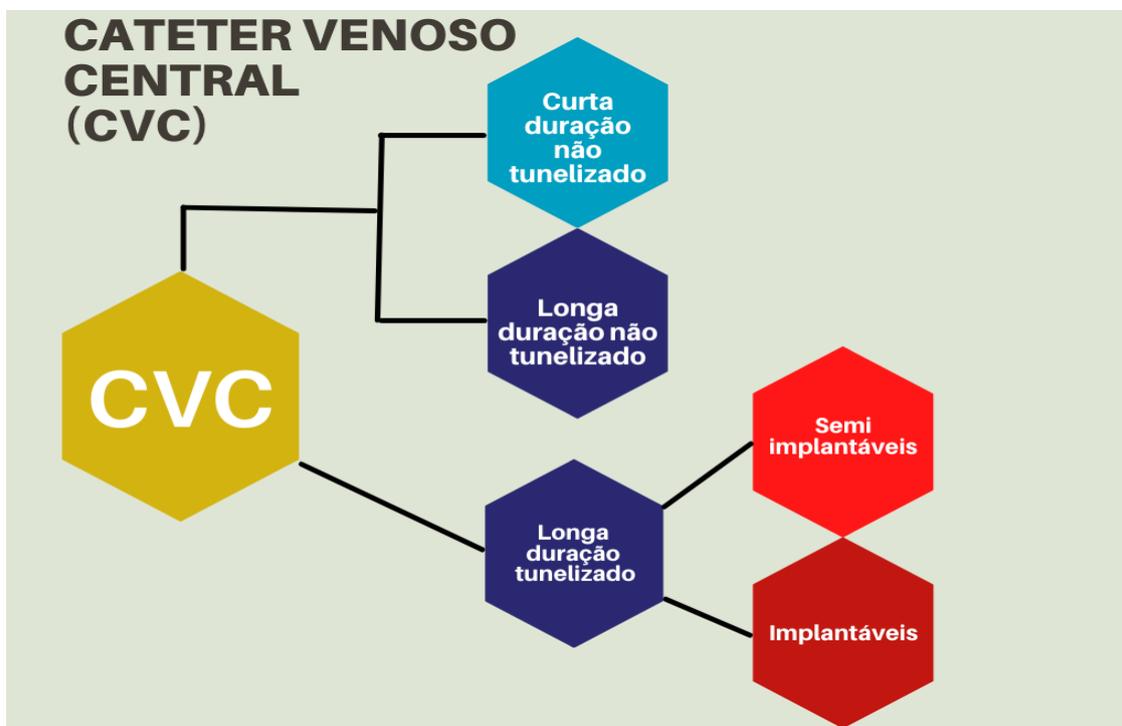
Devido à variedade de tipos de cateteres disponíveis no mercado, buscou-se iniciar os estudos a partir da consulta às diretrizes, ou guidelines, do Center for Disease Control and Prevention (CDC) sobre prevenção de infecções relacionadas a cateter intravascular.

Em relação a escolha do tipo de cateter a ser usado no paciente é levado em consideração alguns critérios, que envolvem: pH das drogas, osmolaridade, tempo previsto de duração do tratamento, entre outros (ZERATI; WOLOSKER; LUCCIA, *et al.*, 2017). Assim, pode-se dizer que o material do cateter é fundamental, uma vez que deve apresentar propriedades alinhadas com a finalidade e tempo de uso.

Os cateteres periféricos são inseridos em veias superficiais, têm comprimento entre 35 a 52mm, constituídos de teflon ou silicone, de curta durabilidade, de baixo custo e são os mais utilizados na prática clínica, (ZERATI; WOLOSKER; LUCCIA, *et al.*, 2017). Além disso, os cateteres vasculares são constituídos de polímeros quimicamente inertes (BABBAGE, 2015).

Outro tipo comum de cateter encontrado no mercado são os venosos centrais com diferenças relevantes em relação ao tempo de uso, comprimento, técnica de inserção e implantação. Podem ser classificados, quanto ao tempo de durabilidade, conforme apresentado na Figura 2.

**Figura 2 -** Cateter Venoso central (CVC).



**Fonte:** Elaborado pelos autores com embasamento teórico no artigo de revisão de Zerati, A. E. *Jornal Vascular Brasileiro*. 2017.

Entende-se por cateter venoso central, o dispositivo com uma ponta que se encontra dentro do terço proximal da veia cava superior, do átrio direito, ou da veia cava inferior. Os cateteres podem ser inseridos através de uma veia periférica ou uma veia central proximal, mais frequentemente a jugular interna, sub-

clávia, ou veia femoral, conforme aponta Brandão Neto (2015). Os cateteres podem ser de curta, média ou longa duração a depender do modelo, material constituinte e necessidade terapêutica.

O CVC é constituído de silicone ou poliuretano e todos possuem uma tira radiopaca, o que permite a observação de sua posição no vaso sanguíneo (KORAN; NEWBERRY, 2001, apud BANHA; VIVAS; PIRES, 2009). Pode ser classificado em 'não tunelizado' ou 'tunelizado', e ainda, tunelizado semi-implantável ou implantável.

Os cateteres venosos centrais de curta duração (até 3 semanas) são de comprimento entre 20 a 30 cm, de poliuretano e calibre até 8 French (Fr), de único ou múltiplo lúmens, não tunelizado, (ZERATI; WOLOSKER; LUCCIA, *et al.*, 2017).

Os cateteres tunelizados semi-implantáveis passam pelo tecido subcutâneo antes de serem introduzidos numa veia central. São dois tipos principais de cateter semi-implantável: um de modelo mais maleável, geralmente com duas pontas simétricas dos lúmens, conhecido como Hickman e, outro modelo mais rígido com lúmens e pontas simétricas, assimétricas ou separadas, chamado de permcath. Ambos têm o anel de Dacron, posicionado no interior do túnel subcutâneo, o que provoca uma reação inflamatória ocasionando aderência e melhor fixação do cateter, (ZERATI; WOLOSKER; LUCCIA *et al.*, 2017).

O cateter portocath é tunelizado e totalmente implantável, após passagem por um trajeto subcutâneo é conectado a um reservatório. Nenhuma parte do conjunto (cateter e reservatório) fica exteriorizado na pele, esse modelo tem menor risco de infecção e maior durabilidade comparado ao semi-implantável (que tem parte do cateter exteriorizado). O reservatório é fabricado em titânio ou "plástico" com câmara simples ou dupla. Além disso, existem reservatórios que são valvulados ou não valvulados. As vantagens dos cateteres valvulados seria diminuir o risco de trombos dentro do cateter por evitar o refluxo sanguíneo, embora a superioridade deste não esteja comprovada, (ZERATI; WOLOSKER; LUCCIA *et al.*, 2017).

Os cateteres tunelizados passam pelo tecido subcutâneo antes do alcance venoso central, são implantados por procedimento médico - cirúrgico e têm longa durabilidade. Os mais conhecidos são Hickman® e o Broviac®, (BANHA; VIVAS; PIRES, 2009).

Enquanto o cateter central de inserção periférica, que não é tunelizado, não necessita de procedimento cirúrgico, podendo ser realizado por profissional médico e/ou enfermeiro habilitado.

Os cateteres venosos centrais de inserção periférica (PICC) são inseridos através de veia superficial ou profunda de uma das extremidades superior ou inferior até o terço distal da veia cava superior ou inferior (DI SANTO; TAKEMOTO; NASCIMENTO, *et al.*, 2017).

Embora o PICC seja um dispositivo não tunelizado, tem longa duração, até 12 meses, (ZERATI; WOLOSKER; LUCCIA, *et al.*, 2017).

As especificações técnicas incluem o comprimento de 20 a 65 cm, calibre de 1 a 6 French (Fr), um a três lúmens, valvulado ou não valvulado. As características do modelo são: flexíveis, radiopacos de paredes lisas e homogêneas. Constituídos de silicone, polietileno, poliuretano ou carbonato com agulhas bipartidas, metálicas ou plásticas. Cita-se como uma das vantagens fundamentais desse modelo é o custo inferior comparado ao cateter venoso central inserido cirurgicamente. Em contrapartida, uma das principais desvantagens é a necessidade de treinamento especial para inserção e manutenção do cateter (DI SANTO; TAKEMOTO; NASCIMENTO, *et al.*, 2017).

Observa-se que é considerado o dispositivo de escolha em acesso venoso central por apresentar baixa incidência de complicações (DI SANTO; TAKEMOTO; NASCIMENTO, *et al.*, 2017).

Em relação ao material e design, existe uma grande variedade de modelos e especificações para cada tipo de cateter, como dispositivo com "plástico sobre agulha", "plástico por dentro da agulha", materiais constituintes, formato para inserção; tempo de permanência; características definidoras como biocompatibilidade, flexibilidade, uso e manutenção (ARAÚJO, 2003). Além de outras peculiaridades específicas de design de cada dispositivo conforme procedimento técnico e finalidade.

Sobre design e produção, os cateteres são projetados e fabricados com um ou mais lúmens para atender às diversas demandas da clínica, por exemplo, os cateteres centrais de inserção periférica multi lúmens são produzidos via extrusão, que é um método adequado para fabricação contínua de tubos poliméricos (LEE; JEONG; JO, *et al.*, 2021). Deve-se considerar que a técnica de processamento de produtos irá determinar as propriedades finais dos materiais.

Então, por um lado, existe uma ampla variedade de cateteres venosos periféricos desenvolvidos com designs para administração de fluidos em curto tempo. Por outro lado, os cateteres venosos centrais são projetados para acesso de veia profunda e aplicações de média e longa permanência (CASIMERO; RUDDOCK; HEGARTY, *et al.*, 2020).

E por analogia, os cateteres tunelizados venosos centrais têm maior durabilidade devido ao trajeto subcutâneo, os que são de silicone apresentam melhor biocompatibilidade e menor risco trombogênico, enquanto os de poliuretano tem paredes mais finas e menor risco de obstrução (ZERATI; WOLOSKER; LUCCIA, *et al.*, 2017).

Relacionado aos materiais de cateteres periféricos superficiais e de curta duração, cita-se os metálicos, em aço inoxidável, o Politetrafluoretileno (PTFE) / Fluoroetilenopropileno (FEP) conhecidas pelas marcas Teflon®, e o copolímero poliéster (Poliuretano), conhecido como Vialon®. Também há quatro tipos / modelos básicos desses cateteres, que são: (1) os agulhados, (2) flexíveis tipos *scap* com extensor de PVC, (3) flexíveis tipos *scap* sem extensor de PVC e (4) flexíveis simples. (COREN-AL - PARECER TÉCNICO N° 007/2020).

É importante considerar as propriedades desses materiais. Os polímeros sintéticos constituintes desses cateteres vasculares são quimicamente inertes, biocompatíveis e resistentes à degradação química e térmica; mais amplamente usado o poliuretano e silicone (BABBAGE, 2015).

Sobre a durabilidade útil e a prática, para proceder à troca dos cateteres, considera-se que os profissionais de saúde devam seguir os protocolos institucionais, que geralmente se baseiam nas recomendações da ANVISA, alinhadas às diretrizes do CDC. As recomendações do CDC (2011), de troca ou não dos cateteres venosos, atualizadas em 2017, são descritas pelo formato de categorias IA, IB, IC, categoria II, com base em estudos experimentais, clínicos, epidemiológicos, evidências científicas e consenso da área de saúde.

Conforme Anvisa (2007), é recomendado a troca de cateter venoso periférico a cada 96 horas. Para o cateter venoso central (CVC), cateter venoso central de inserção periférica (PICC) e cateter de hemodiálise, não há necessidade de realizar trocas periódicas. Quanto aos cateteres de artéria pulmonar (Swan-Ganz), não há necessidade de troca antes de 7 dias.

No entanto, encontram-se divergências na literatura sobre as recomendações do período de troca para cateteres periféricos flexíveis. Há recomendação de troca em até 72 horas para os dispositivos de “Teflon” (fluoroetilenopropileno) da marca jelco e, o período de até 96 horas para os dispositivos conhecidos como “Vialon” (poliuretano) da marca BD, segundo COREN-AL (PARECER TÉCNICO N° 007/2020).

Ademais, conforme o Protocolo de Prevenção e Controle das Infecções Associadas a Cateter Intravascular da Ebserh (2019), recomenda-se a troca de cateter arterial com 96 horas, cateter umbilical arterial em 5 dias e cateter umbilical venoso em 7 dias.

Ressalta-se, que os protocolos de prevenção de infecção relacionada a cateter, representam fontes essenciais de consulta para os profissionais de saúde, principalmente sobre o tempo médio de duração que esses dispositivos devem permanecer em contato com o corpo humano.

Um dos principais problemas associados a cateteres em destaque na literatura é a formação do biofilme, que é definido como a formação de agregados microbianos, conferindo-lhes um estado protetivo de sobrevivência, um mecanismo de adaptação ao ambiente e de resistência a antimicrobianos, conforme Li; Sun; Zhang, *et al.* (2021).

Sabe-se que o dispositivo não é 100% livre de contaminação, uma vez que os agentes antimicrobianos

não conseguem eliminar totalmente o biofilme e, mesmo que os profissionais de saúde adotem medidas preventivas rigorosas. Até 80% das infecções microbianas, em especial no âmbito hospitalar, estão associadas ao desenvolvimento do biofilme (LI; SUN; ZHANG, *et al.*, 2021).

A formação do biofilme é complexa e envolve várias etapas, que se inicia com uma camada na superfície do material, formada por meio de adsorção não específica de proteínas ou outras espécies presentes no microambiente, antes da fixação microbiana. A seguir as células então se fixam ao substrato formando micro colônias, adesão e proliferação. Os micróbios produzem substâncias poliméricas extracelulares (EPS) para formar a matriz do biofilme. Isto colabora para a estabilidade mecânica e coesão entre os microrganismos individuais e por fim, tem a fase de maturação em que o biofilme se reestrutura numa morfologia tridimensional alta, hidratada que normalmente contém canais de água. Enzimas proteases e nucleases são produzidas pela população do biofilme, ocorrendo a dispersão parcial, liberação de microrganismos para a forma planctônica, facilitando assim a disseminação da espécie e colonização de novas superfícies, (BLACKMAN; QU; PETER, *et al.*, 2021).

Os mecanismos de resistência do biofilme são ligados a natureza estrutural e ambiental, assim são aceitas as propostas mecanicistas sobre difusão retardada e a penetração limitada de antibiótico através da matriz. Além disso, o biofilme tem um ambiente químico alterado, como por exemplo pela mudança de pH, o que pode afetar a estabilidade e eficácia de alguns antibióticos. E ainda, a presença de células persistentes no biofilme que podem induzir tolerância ao antibiótico, (BLACKMAN; QU; PETER, *et al.*, 2021).

Dentro dessa problemática, há relatos de várias substâncias e materiais inovadores sendo considerados como promissores antibiofilmes, entre eles, destacam as macromoléculas solúveis em água, incluindo peptídeos, proteínas, polímeros sintéticos e nanomateriais; os materiais que respondem a estímulos ambientais com atividade antibiofilme “on-demand”; multi ações sinérgicas; os biomiméticos e materiais bio-híbridos, conforme (BLACKMAN; QU; PETER, *et al.*, 2021).

Acresce dizer que são diversas as infecções relacionadas a dispositivos com biofilme, entre elas: infecção de trato urinário, pneumonia, infecção em torno dos implantes, peritonite recorrente, ou persistente, etc. A exemplo, o *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Candida albicans*; foram identificados em implantes sob a pele, (LI; SUN; ZHANG, *et al.*, 2021).

As bactérias gram-positivas estão presentes de forma significativa nas infecções relacionadas a cateter. No entanto, estudos têm mostrado a tendência de aumento de infecções relacionadas a cateter por gram-negativas, comparado aos anos anteriores. A pesquisa realizada por Tardivo; Farhat Neto; Farhat Junior, (2008), demonstrou a taxa de infecção relacionada a cateter vascular numa UTI de 10,89%, representada por bactérias gram-positivas de *Staphylococcus aureus* e foram predominantes em 7,92% versus 2,97% de gram-negativos.

Percebeu-se um aumento crescente na taxa de bactérias Gram-negativas em vários contextos descritos na literatura, incluindo infecções de corrente sanguínea relacionada a cateter (CRBSI). Por isso, um grupo de pesquisadores decidiu investigar numa hemodiálise se essa tendência de aumento da ocorrência de Gram-negativo descrito na literatura estava acontecendo naquele local. O trabalho referente a 8 anos evidenciou 149 episódios de CRBSIs e a taxa de incidência variou entre 0,67 e 0,82 episódios por 1000 CVC/ dia. Através desse estudo, foi constatado que houve uma tendência de aumento ao longo do tempo, passando de 37,8%, no primeiro período, para 41,2%, no segundo período, e, para 44,3%, no último período, (MANDOLFO; ANESI; ROGNONI, 2021).

Além disso, as taxas de infecções são diferentes entre os tipos de cateteres, por diversos fatores. Por exemplo, cateteres tunelizados têm o trajeto subcutâneo, que funciona como um fator protetor contra infecção, conforme Zerati; Wolosker; Luccia, (2017).

Nas unidades de terapia intensivas, as infecções nosocomiais relacionadas a cateter são mais graves,

com incidência mais elevada devido ao maior tempo de permanência do paciente, maior colonização com a flora hospitalar e maior manipulação. Ainda que a maioria dos acessos venosos sejam através de cateteres periféricos e que têm baixo risco de infecção da corrente sanguínea. (TARDIVO; FARHAT NETO; FARHAT JUNIOR, 2008).

Dentro desse contexto, nos Estados Unidos, a incidência de infecção da corrente sanguínea relacionada aos cateteres varia de 2,9 a 11,3 por 1.000 cateteres/dia nas UTIs, com mortalidade de 12% a 25%, elevando os custos do sistema de saúde, (TARDIVO; FARHAT NETO; FARHAT JUNIOR, 2008).

Além disso, as infecções primárias da corrente sanguínea, relacionadas a cateter (IPCS-RC), aumentam a mortalidade e morbidade entre 10% e 20%, elevam o tempo de internação em até sete dias e o custo adicional de 6.000 dólares por paciente, (TARDIVO; FARHAT NETO; FARHAT JUNIOR, 2008).

A infecção da corrente sanguínea, relacionada ao dispositivo, é diagnosticada se houver evidências de um quadro sistêmico no qual o acesso vascular é considerado a provável fonte. Em relação à colonização do dispositivo, esta é caracterizada quando há presença significativa de microrganismos na parte endoluminal ou pela superfície externa do cateter, na ausência de infecção sistêmica. Sobre a contaminação dos cateteres de curta duração (até 10 dias), ocorre geralmente na superfície externa a partir da flora cutânea e, os de longa duração (acima de 3 semanas), através do canhão pela superfície interna (endoluminal). O *Staphylococcus* é o principal agente no local de punção ou do canhão, no entanto, os gram-negativos têm incidência importante através da migração da flora cutânea ao longo do cateter e, também, pelas mãos dos operadores ao contaminar o canhão (TARDIVO; FARHAT NETO; FARHAT JUNIOR, 2008).

Alinhado à pesquisa anterior, é relatado que a colonização por microrganismos cutâneos extra luminal do cateter venoso central (CVC) ocorre em curto prazo, menos de 14 dias, já a colonização intraluminal do hub do cateter ocorre com cateterismo de longo tempo, (HOSNY; FARRAG; HELMY, *et al.*, 2020). Nesse aspecto, não foram observadas controvérsias de descrições.

Existem diversos relatos na literatura de estudos com o objetivo de reduzir as infecções associadas ao biofilme. Nesse contexto, inovações de polímeros antimicrobianos representam modernas abordagens. Dentro delas, destaca-se que desenvolveram materiais para cateter de poliuretano (PU) que faz “auto desinfecção”, (HOSNY; FARRAG; HELMY, *et al.*, 2020).

Dentro dessa abordagem, pesquisadores explicam que a indução de copolimerização se fez com radiação gama. Para funcionalizar o PU foi usado o ácido acrílico-co-glicidil metacrilato (AAc/ GMA) e, posteriormente o PU enxertado foi modificado por imobilização covalente de cefepima e/ou síntese inter matriz úmida in-situ de ZnO (NPs) para produzir nanocompósitos. O antimicrobiano e o antibiofilme foram avaliados contra isolados bacterianos, concluindo que o cateter de PU modificado com nanocompósitos com ou sem cefepima apresentaram características antimicrobianas e anti-biofilme. Os polímeros bio-ácidos representam uma abordagem recente no combate às infecções. Os bio-ácidos usados incluem antibióticos, compostos de amônio quaternário, fenóis, iodo ou nanopartículas de metal (NPs), como prata e zinco. Comparando polímeros antimicrobianos aos polímeros que liberam bio-ácidos, estes mostram maior estabilidade química por causa das ligações covalentes que fazem a retenção permanente do medicamento dentro do material. Essa pesquisa focou na síntese e caracterização de um novo polímero com ambas atividades, ou seja, antibactericida e antibiofilme, (HOSNY; FARRAG; HELMY, *et al.*, 2020).

Ademais, na prática, nos serviços em saúde, evidenciam-se diversos outros problemas usando o cateter venoso, tais como: escoamento externo de sangue, obstrução por coágulo, manifestações clínicas de inflamação ou infecção, ruptura entre outros. As causas e efeitos dessas ocorrências são discutidas na literatura.

Existem vários eventos adversos relatados que envolvem os cateteres venosos periféricos, entre eles a flebite com 20,1%, o hematoma 17,7% e infecções 0,4%. A obstrução/oclusão de cateter venoso periférico (CVP) representa 12,4% dentro de evento adverso mecânico. Observa-se que a fixação inadequada do

cateter foi um fator de risco importante, (MILIANI; TARAVELLA; THILLARD, *et al.*, 2017).

O cateter venoso central de inserção periférica, por exemplo, não é isento de complicações, tais como trombose venosa profunda (TVP), tromboflebitis, oclusões do cateter, pseudo aneurismas arteriais e infecções”, (DI SANTO; TAKEMOTO; NASCIMENTO, *et al.*, 2017).

Em adição, há estudos que demonstraram alta taxa de sucesso e baixas complicações do cateter central de inserção periférica (PICC), e menor incidência de complicações quando comparado ao cateter venoso central. (LEE; JEONG; JO, *et al.*, 2021).

Em outro estudo, verificou-se a ocorrência de fluxo sanguíneo retrógrado através do canhão de cateter periférico. Foi observado a evidência do escoamento sanguíneo e calculado o volume de sangue vazado, utilizando-se da lei de Ohm e o Princípio de Bernoulli, sobre a relação entre velocidade e pressão exercida por um líquido em movimento; e as dimensões do cateter, (GOULART, M.L.O, 2012).

Desta forma, encontrou-se resultados de variação desses volumes de sangue entre 10,2 mL e 7,12 mL para a agulha de calibre 22G, e uma variação de volume entre 11,9 mL e 42,7 mL para a agulha de calibre 21G. A média aritmética dos volumes encontrados para o tempo médio de operação completa (17 segundos) foi de 15,4 mL com a agulha 22 G (0,7 x 25 mm) e 24,9mL com a agulha 21G (0,8 x 25mm). Esse estudo confirmou a ocorrência de escoamento sanguíneo através de cateteres venosos periféricos curtos. Ressalta-se que os dispositivos observados não tinham sistema de segurança para refluxo sanguíneo (GOULART, M.L.O, 2012).

A obstrução por adesão de astrócitos foi pesquisada em cateter de desvio de fluido cérebro espinhal, através de um biorreator projetado em que foi utilizado cateter de silicone. Para realizar este experimento foram pré-estabelecidas as condições de pressão, ritmo pulsátil e variação de fluxo. Esse trabalho demonstrou que a adesão celular aumentou significativamente em variação de fluxo com tendência em pressão elevada e ritmo pulsátil. O microambiente para análise de adesão foi simulado *in vitro* com parâmetros pré-determinados (HARRIS; RESAU; HUDSON; *et al.*, 2010).

Em relação à formação de coágulo, que também leva à obstrução de cateter, é uma complicação frequente que pode ser prevenida com a heparinização dos lúmens. Sendo este considerado um dos problemas discutidos na literatura, o que pode “deflagrar” com o deslocamento e conseqüentemente embolia, (BANHA; VIVAS; PIRES, 2009).

A oclusão é frequentemente formada por trombos dentro do cateter, que pode ocorrer quando a infusão seca e o sangue retorna pelo dispositivo, para resolver essa complicação, uma das estratégias é o uso de trombolítico, ou lavagem do dispositivo, (PHILIP; TISNADO; MAURO, 2002).

No entanto, sobre oclusão de cateter ainda é um tema controverso. Conforme Parecer técnico N° 007/2020 do COREN-AI, estudos mostram que não há diferença, estatisticamente significativa, entre o uso da solução isotônica de cloreto de sódio e da solução contendo heparina em cateteres periféricos para garantir sua permeabilidade.

Já os avanços tecnológicos são essenciais para o aprimoramento dos cateteres vasculares, os quais são necessários na área da saúde, principalmente no tratamento de pacientes imunossuprimidos com acesso “limitado”, que não podem ficar sem o dispositivo. Logo, é necessário um cateter com atividade antimicrobiana para longo prazo (HACHEM; WRIGHT; ZERMENO, *et al.*, 2003).

Visto que o problema da infecção circunda o dispositivo, são adotadas práticas de barreiras estéreis e técnicas assépticas, que somadas a outras estratégias como novos materiais com propriedades anti-infecciosas pretendem reduzir a contaminação, colonização e infecção. Por meio de pesquisas pioneiras, observou-se que a adesão de bactérias em polímeros é influenciada por diversos fatores, como a tensão superficial dos materiais sintéticos, textura e topografia da superfície. Cita-se o postulado de McAllister em 1993, no qual, através de um estudo *in-vitro* demonstrou que a superfície irregular promove a adesão bacteriana, (KOHLEN; JANSEN, 1995).

Sobre estudo para conter infecção relacionada a cateter, pesquisou-se a resposta orgânica de coelhos submetidos ao implante de cateter iontoforético de prata, constituído de poliuretano e lúmen único. Os animais com cateteres implantados foram acompanhados e submetidos a exames durante um período de 2 a 12 semanas. Este trabalho concluiu que o cateter era seguro no modelo animal devido aos resultados dos exames nos quais os níveis séricos de prata no sangue foram normais e sem evidências de depósitos, toxicidade de prata ou lesão térmica nos tecidos. (HACHEM; WRIGHT; ZERMENO, *et al.*, 2003).

O desenvolvimento tecnológico relacionado a cateteres ao longo dos anos contribuiu para o salvamento de muitas vidas, porém, como não é isento de complicações faz-se necessário o monitoramento contínuo do uso desde a inserção até a remoção. (SIQUEIRA; HUEB; CONTREIRA, *et al.*, 2011)

Desde as décadas anteriores, ocorrem estudos antimicrobianos e esforços têm sido feitos para desenvolver revestimentos a partir de nanopartículas e/ ou íons de prata, cobre, zinco, selênio, amônio quaternário composto, ou antibiótico, (HUANG; CHASEMI, 2020).

Em um estudo acerca de cateteres venosos, incluindo dois tipos diferentes de dispositivos, os pesquisadores investigaram fatores associados à infecção. Analisaram 308 pacientes com cateter totalmente implantável entre janeiro de 2011 e dezembro de 2017. A diferença mais notável entre eles foi o revestimento de polímero de 2-metacriloxietil fosforilcolina (MPC) na superfície do Orphis CV Kit Neo, que não estava presente na superfície do Bard X-Port isp. Conforme o autor, o revestimento MPC reduz a adesão de proteínas, células e bactérias, também elucidado por outras pesquisas. Os resultados desse estudo, também sugeriram o potencial preventivo de infecção relacionado ao tipo de dispositivo utilizado. (LIDA; HONGO; ONODA, *et al.*, 2021).

Inicialmente, os revestimentos hidrofóbicos foram desenvolvidos, porém, o seu desempenho foi considerado limitado devido a interação hidrofóbica e atração entre os revestimentos e os “aderentes”. Nos últimos anos, vários polímeros foram desenvolvidos com propriedade anti-bioaderente hidrofílico, por exemplo o polietilenoglicol (PEG) e outros também foram investigados, uma vez que eles formam uma camada de hidratação via ligação hidrogênio e atração eletrostática. Então, para melhorar ainda mais a durabilidade do polímero hidrofílico, pesquisas propuseram estratégias de funcionalização de superfície por superfície hidrofóbica e copolimerização ou mistura física com polímero hidrofóbico. Mas, essas técnicas não demonstraram potencial de aplicação prática, por pontos ainda de lacuna científica e altos custos para processamento. Os avanços modernos com abordagem de design e durabilidade de materiais antiaderentes foram desenvolvidos com base no mecanismo de trabalho, (HUANG; CHASEMI, 2020).

Para resolver o problema de infecção relacionada a cateter, muitos pesquisadores têm se dedicado a estudos para modificação de materiais com o propósito de obter propriedades antimicrobianas e/ou antiaderentes. Existem várias estratégias para aprimoramento desses cateteres, que incluem três modificações antimicrobianas: a morte celular bacteriana, ou a liberação de bio-ácido ou a eletromudalação. (CASIMERO; RUDDOCK; HEGARTY, *et al.*, 2020).

Acrescenta-se um registro de ensaios clínicos dos EUA, no qual é exibido que no período de 2018 a 2020, foi realizado uma pesquisa descrita como “Cateter inteligente: um novo biossensor para detecção precoce de infecção do trato urinário associado a cateter” com o seguinte questionamento: “Será que o cateter inteligente reduz o tempo de diagnóstico de infecção de trato urinário associado ao cateter?”. Entende-se, que a busca por respostas mais robustas ainda está presente no meio científico. Embora, trata-se de uma abordagem direcionada a cateter urinário, é importante citar, visto que representa a necessidade constante de reflexão daquilo que estamos fazendo.

As persistências de infecções associadas a biofilme apontam para a necessidade de refino das propriedades dos materiais, contudo, a aplicação prática ainda é difícil por diversos motivos, dentre eles, citados pela literatura, estão os processos de fabricação complicados e mecanismos de vulnerabilidade.

## CONCLUSÃO

A literatura fornece diversas informações relativas a cateteres venosos, quanto aos tipos, propriedades dos materiais e eventos adversos. Nesse cenário, os profissionais de saúde utilizam-se de técnicas protocoladas pela ciência para tentar reduzir a incidência de problemas resultantes pelo uso desses dispositivos.

Há décadas são discutidas as infecções relacionadas a cateter venoso dado ao entendimento de inúmeros resultados em pesquisas investigativas clínicas e epidemiológicas serem estatisticamente relevantes. Também são reconhecidos os avanços tecnológicos desses dispositivos através da linha do tempo.

Em relação à durabilidade do uso dos cateteres, existem recomendações a serem respeitadas conforme a ciência, mas ainda não é estabelecido um padrão exato sobre o tempo da durabilidade do uso dos dispositivos venosos devido aos diversos fatores identificados, como os diferentes materiais e designs.

O biofilme é destacado como principal fator de risco associado à infecção de cateter. Entende-se que é um agregado microbiano, o qual evolui a colonização e consequente infecção, que se instala onde há uma superfície para fixação. Logo, os dispositivos médicos vasculares, embora sejam recursos de tratamento e entrega de drogas, nutrientes, hemoderivados ou outros, representam também a porta de entrada para microrganismos patogênicos, mesmo que se adote medidas rigorosas de assepsia.

A tríade - substrato, biofilme e infecção - apontam para a necessidade de refino das propriedades dos materiais, contudo, a aplicação prática de alguns recursos ainda é difícil por diversos motivos, dentre eles, cita-se: os processos de fabricação complicados e mecanismos de vulnerabilidade.

Os cateteres impregnados com antimicrobianos representam uma estratégia de prevenção contra infecção, porém, o uso em excesso de antibióticos tem contribuído para o desenvolvimento de bactérias multirresistentes. Por isso, os polímeros com propriedades antimicrobianas e antiaderentes surgem como inovações promissoras no mecanismo de combate ao biofilme, mas ainda apresentam lacunas.

Os avanços tecnológicos de polímeros em biomateriais representam estratégias promissoras com diversas aplicações, uma das principais metas é a de conter a fase inicial de colonização, ou seja, antes que a infecção se instale no organismo.

## REFERÊNCIAS

ANVISA. Módulo 5. INTERVENÇÕES E MEDIDAS DE PREVENÇÃO E CONTROLE DA RESISTÊNCIA MICROBIANA. 2007. Disponível em: [www.anvisa.gov.br/servicos/controle/rede\\_rm/cursos/rm\\_controle/opas\\_web/modulo5/pre\\_corrente6.htm](http://www.anvisa.gov.br/servicos/controle/rede_rm/cursos/rm_controle/opas_web/modulo5/pre_corrente6.htm). Acesso em: 22 de março de 2022

ARAÚJO, S. **Acessos Venosos Centrais e Arteriais Periféricos – Aspectos Técnicos e Práticos**. Revista Brasileira Terapia Intensiva. 2003.

BANHA, F.; VIVAS, P.; PIRES, R. **Heparinização de cateter. Dossier Técnico**. 2009. Disponível em: [www.forumenfermagem.org/dossier-tecnico/revistas/nursing/item/3512-heparinizacao-de-cateteres#.YGJEyZ3Yrrc](http://www.forumenfermagem.org/dossier-tecnico/revistas/nursing/item/3512-heparinizacao-de-cateteres#.YGJEyZ3Yrrc). Acesso em: 29 de março de 2021.

BLACKMAN, L. D.; QU, Y.; CASS, P.; LOCOCK, K. E. S. "Approaches for the inhibition and elimination of microbial biofilms using macromolecular agents." **Chemical Society Reviews**. v. 50, n. 3, p. 1587-1616, 2021.

BRANDÃO NETO, R. A. **Cateteres venosos centrais**. 2015. Disponível em: [www.medicinanet.com.br/conteudos/revisoes/6474/cateteres\\_venosos\\_centrais.htm](http://www.medicinanet.com.br/conteudos/revisoes/6474/cateteres_venosos_centrais.htm). Acesso em: 29 de março de 2021.

BRASIL. Ministério da Infraestrutura. A **hierarquia de necessidades de Maslow – O que é e como funciona**. 2018. Disponível em: [www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/gestao-estrategica/artigos-gestao-estrategica/a-hierarquia-de-necessidades-de-maslow](http://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/gestao-estrategica/artigos-gestao-estrategica/a-hierarquia-de-necessidades-de-maslow). Acesso em: 22 de março de 2022.

BRUNETTI, F. **Mecânica dos fluidos**. 2º ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2008.

CASIMERO, C.; RUDDOCK, T.; HEGARTY, C.; BARBER, R.; DEVINE, A.; DAVIS, J. Minimising Blood Stream Infection: Developing New Materials for Intravascular Catheters. **Medicines**, v. 7, n. 9, p. 49, 2020.

CLAYTON, J. M.; ENTWISTLE, B.; PICKERING, S.; TUNE, M. Collecting the evidence: the nursing management of intravenous therapy. **Clinical Effectiveness in Nursing**, v. 3, n. 1, p.25-33, 1999.

CDC - Centers for Disease Control and Prevention. **Guidelines for the Prevention of Intravascular Catheter-Related Infections**. 2011. Disponível em: [www.cdc.gov/infectioncontrol/pdf/guidelines/bsi-guidelines-H.pdf](http://www.cdc.gov/infectioncontrol/pdf/guidelines/bsi-guidelines-H.pdf) . Acesso em: 18 de março de 2021.

CDC - Centers for Disease Control and Prevention. **Descrição das Categorias de recomendações. BSI Guideline**. 2011. Disponível em: [www.cdc.gov/infectioncontrol/guidelines/bsi/](http://www.cdc.gov/infectioncontrol/guidelines/bsi/) Acesso em: 26 de março de 2021.

COREN-AL. Conselho Regional de Alagoas. **Parecer técnico N° 007/2020** Disponível em: <https://al.corenens.portalcofen.gov.br/parecer-tecnico-no-007-2020-coren-al/> Acesso em: 29 de março de 2021.

DI SANTO M. K.; TAKEMOTO D.; NASCIMENTO R. G.; NASCIMENTO A. M.; SIQUEIRA, E.; DUARTE, C. T.; JOVINO, M. A. C.; KALIL, J. A. Cateteres venosos centrais de inserção periférica: alternativa ou primeira escolha em acesso vascular?. **Brazilian vascular journal**. 2017, v.16, n2, p.104-112.

EBSERH - Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares – Ministério da Educação **PROTOCOLO: – Hospital Universitário Professor Alberto Antunes – Maceió: Ebserh – Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares**, 2019.

GCP - Good Clinical Practice. Registro de Ensaio Clínicos dos EUA. **Cateter inteligente: um novo biossensor para detecção precoce de infecção do trato urinário associada a cateter**. Disponível em: <https://ichgcp.net/pt/clinical-trials-registry/NCT04315129>. Acesso em: 20 de março de 2021.

GOULART, M. L. O. **Estudo da ocorrência e análise do fluxo retrógrado no canhão da cânula do cateter venoso curto periférico**. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Materiais (2012). Departamento de Engenharia de Materiais do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais. (2012).

HACHEM, R.Y.; WRIGHT, K.C.; ZERMENO, A.; BODEY, G. P.; RAADA, I. I. Evaluation of the silver iontophoretic catheter in an animal model. **Biomaterials**. 2003.

HARRIS, C. A.; RESAU, J. H.; HUDSON, E. A.; WEST. R. A.; MOON C, MCALLISTER, J P 2nd. Mechanical contributions to astrocyte adhesion using a novel in vitro model of catheter obstruction. **Experimental Neurology**, USA, n.222, p. 204- 210, 2010.

- HOSNY, A. E. M. S.; FARRAG, H. A.; HELMY, O. M.; HAGRAS, S. A. A.; ALI, A. E. In-vitro evaluation of antibacterial and antibiofilm efficiency of radiation-modified polyurethane–ZnO nanocomposite to be used as a self-disinfecting catheter. **Journal of Radiation Research and Applied Sciences**, 2020, v. 13, n. 1, p. 215-225.
- HUANG, Z; CHASEMI, H. Hydrophilic polymer-based anti-biofouling coatings: Preparation, mechanism, and durability. **Advances in Colloid and Interface Science**. 2020.
- KEOGH, S.; FLYNN, J.; MARSH, N.; HIGGINS, N.; DAVIES, K.; RICKARD, C. M. Nursing and midwifery practice for maintenance of vascular access device patency. A cross-sectional survey. **International Journal of Nursing Studies**. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2015.07.001>. Acesso em: 22 de março de 2022.
- LEE, H. C.; JEONG, J.; JO, S.; CHOI, D.Y.; KIM, G. M.; KIM, W. Development of a Subpath Extrusion Tip and Die for Peripheral Inserted Central Catheter Shaft with Multi Lumen. **Polymers**, 2021.
- LI, X.; SUN, L.; ZHANG, P.; WANG, Y. "Novel Approaches to Combat Medical Device-Associated Bio-Films." **Coatings** (2021).
- LIDA, Y.; HONGO, K.; ONODA, T.; KITA, Y.; ISHIHARA, Y.; TAKABAYASHI, N.; KOBAYASHI, R.; HIRAMATSU, T. Use of catheter with 2-methacryloyloxyethyl phosphorylcholine polymer coating is associated with long-term availability of central venous port. **Scientific Reports**. 2021.
- MANDOLFO, S.; ANESI, A.; ROGNONI, V. The epidemiology of central venous catheter-related bloodstream infection in our renal units is changing. **The journal of vascular access**. 2021.
- MARINO, P.L. *et al.* **Compêndio de UTI**. Editora Artmed. 2015.
- MARSH, N.; WEBSTER, J.; LARSON, E.; COOKE, M.; MIHALA, G.; RICKARD, C. M. Observational study of peripheral intravenous catheter outcomes in adult hospitalized patients: a multivariable analysis of peripheral intravenous catheter failure. **Journal of Hospital medicine**. 2018.
- MILIANI, K.; TARAVELLA, R.; THILLARD, D.; CHAUVIN, V.; MARTIN, E.; EDOUARD, S.; AST-AGNEAU, P. Peripheral Venous Catheter-Related Adverse Events: Evaluation from a Multicentre Epidemiological Study in France (the CATHEVAL Project). **PLoS ONE**.V.12, n.1, 2017. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28045921/>. Acesso em: 9 de maio de 2022.
- OLMOS, D; GONZÁLEZ-BENITO, J. "Polymeric Materials with Antibacterial Activity: A Review." **Polymers**, 2021.
- PHILIP, C.P; TISNADO, J; MAURO, M. A. **Venous Catheter: a practical manual**. Thieme. New York, 2002.
- SIQUEIRA, G. L. G.; HUEB, W.; CONTREIRA, R.; NOGUERON, M. A.; CANCIO, D. M.; CAFFARO, R. A. Infecção de corrente sanguínea relacionada a cateter venoso central (ICSRC) em enfermarias: estudo prospectivo comparativo entre veia subclávia e veia jugular interna. **Brazilian vascular journal**.

*Oliveira et al.*

2011, v. 10, n. 3.

TARDIVO, T. B.; FARHAT NETO, J.; FARHAT JUNIOR, J. Infecções Sangüíneas Relacionadas aos Cateteres Venosos. **Revista Brasileira de Clínica Médica**, 2008; n. 6, p.224-227.

ZERATI, A. E.; WOLOSKER, N.; LUCCIA, N.; PUECH-LEÃO, P. Cateteres venosos totalmente implantáveis: histórico, técnica de implante e complicações. **Brazilian vascular journal**. 2017. abril-junho, v.16, n.2, p.128-139.