



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO - UNIRIO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE - CCBS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENFERMAGEM

Renê da Silva Brandão

**ANÁLISE DE CUSTO-EFETIVIDADE DO CATETER CENTRAL DE INSERÇÃO
PERIFÉRICA (PICC), COM TECNOLOGIA DE CONFIRMAÇÃO ELETROMAGNÉTICA
INTRACAVITÁRIA NA PERSPECTIVA DA SAÚDE SUPLEMENTAR**

Rio de Janeiro/RJ

2022

Renê da Silva Brandão

ANÁLISE DE CUSTO-EFETIVIDADE DO CATETER CENTRAL DE INSERÇÃO PERIFÉRICA (PICC), COM TECNOLOGIA DE CONFIRMAÇÃO ELETROMAGNÉTICA INTRACAVITÁRIA NA PERSPECTIVA DA SAÚDE SUPLEMENTAR

Dissertação submetida à avaliação da banca do Programa de Pós-Graduação em Enfermagem – PPGENF do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro - UNIRIO, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Enfermagem.

Área de Concentração: Avaliação econômica e de tecnologias em saúde no âmbito do SUS.

Linha de Pesquisa: Enfermagem: saberes e práticas de cuidar e ser cuidado.

Orientador: Prof. Dr. Roberto Carlos Lyra da Silva.

Rio de Janeiro/RJ

2022

B823 Brandao, Rene da Silva
Análise de custo-efetividade do cateter central
de inserção periférica com tecnologia de confirmação
eletromagnética intracavitária na perspectiva da
saúde suplementar / Rene da Silva Brandao. -- Rio
de Janeiro, 2022.
58

Orientador: Roberto Carlos Lyra da Silva.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do
Estado do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação
em Enfermagem, 2022.

1. PICC. 2. Acessos vasculares. 3. Terapia
infusional. 4. Eletromagnético. 5. Custo-
efetividade. I. Silva, Roberto Carlos Lyra da,
orient. II. Título.

ANÁLISE DE CUSTO-EFETIVIDADE DO CATETER CENTRAL DE INSERÇÃO PERIFÉRICA (PICC), COM TECNOLOGIA DE CONFIRMAÇÃO ELETROMAGNÉTICA INTRACAVITÁRIA NA PERSPECTIVA DA SAÚDE SUPLEMENTAR

Dissertação submetida à avaliação da banca do Programa de Pós-Graduação em Enfermagem – PPGENF do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro - UNIRIO, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Enfermagem.

Orientador:

Profº Drº Roberto Carlos Lyra da Silva

Aprovada em: ____ de _____ de 2022

Banca Examinadora

Prof. Dr. Roberto Carlos Lyra da Silva (orientador)
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro – (UNIRIO)

Prof. Dr. Antônio Augusto de Freitas Peregrino
Universidade do Estado do Rio de Janeiro – (UERJ)

Prof. Dr. Carlos Roberto Lyra da Silva
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro – (UNIRIO)

Prof. Dra. Francimar Tinoco De Oliveira
Universidade Federal do Rio de Janeiro – (UFRJ)

Prof. Dra. Renata Flavia Abreu da Silva
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro – (UNIRIO)

DEDICATÓRIA

Aos profissionais de enfermagem e a todos da saúde, que se dedicam a trabalhar com terapia infusional, um seguimento da saúde que transita entre a ciência, conhecimento, visão estratégica, e a sensibilidade do cuidado, buscando as melhores decisões e otimização de recursos. E todos os enfermeiros, que se inclinam a inserção de dispositivos vasculares priorizando a segurança, qualidade assistencial, o conforto e cuidado do outro, buscando as melhores decisões.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus, que me permitiu chegar até a este momento, e por todos os caminhos posteriormente.

A minha mãe, Dulce, por ser uma inspiração, e por sempre fazer o possível, para que eu pudesse caminhar na direção correta com valores como simplicidade, respeito, honestidade, e coragem.

A minha esposa, Elen, por acreditar e me apoiar totalmente nesta trajetória acadêmica e na minha missão como profissional.

Ao meu orientador, professor Roberto, que me direcionou, orientou, corrigiu, desafiou, e me mostrou que é possível ser um profissional de excelência, educador, professor, e humano, se tornando um referencial para mim. Obrigada pela confiança, pelos ensinamentos, e por ajudar a transformar este estudo em algo real.

Meus amigos Wallace, Willian, Raphael, Cleilton, Carla, Clara, e Vanessa, por me incentivarem e motivarem nesta trajetória.

Aos Diretores e centro de estudos do Hospital Casa de Saúde José, que acreditaram e contribuíram para construção deste estudo e valorizaram o entendimento do cuidado baseado em evidências.

Aos colegas mestrandos de turma, que mesmo diante de uma pandemia, mostraram força, resiliência, criatividade, e me motivaram a continuar em minha caminhada e desenvolvimento deste estudo.

À Banca Examinadora pela disponibilidade e valiosas contribuições.

Aos Docentes do Programa de Pós-Graduação em Saúde e Tecnologia no Espaço Hospitalar da Escola de Enfermagem Alfredo Pinto da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro pelos conhecimentos transmitidos e pela atenção dispensada.

RESUMO

Brandão, Rene da Silva. **Análise de custo-efetividade do cateter central de inserção periférica (picc), com tecnologia de confirmação eletromagnética intracavitária na perspectiva da saúde suplementar.** 2022. 58 f. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Enfermagem) - Escola de Enfermagem Alfredo Pinto, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro. Riode Janeiro, 2022.

Introdução: a história da terapia intravenosa começa no século XV com várias transformações e evoluções tecnológicas até os dias de hoje. Os dispositivos para acessos vasculares profundos possibilitaram maior conforto para o paciente e o cateter central de inserção periférica (PICC) possibilitou a canulação de vasos profundos através de punção e vasos periféricos, dando mais segurança ao procedimento. A técnica de punção "às cegas" é muito dependente da experiência do profissional e de confirmação radiológica. Existem PICCs que utilizam técnica de confirmação da localização da ponta do cateter por eletromagnetismo, chamada de "navegação". A confirmação intracavitária proporciona maior segurança e efetividade e aumenta as chances de sucesso no posicionamento do cateter, minimizando os riscos e melhorando a eficiência no estabelecimento de acessos vasculares. **Objetivo:** avaliar o custo-efetividade do estabelecimento do acesso vascular PICC com sistema de confirmação eletromagnética intracavitária para o correto posicionamento da ponta do cateter. **Método:** análise de custo-efetividade empírica na qual as estimativas de probabilidade e desfecho de efetividade foram extraídas de um banco de dados disponibilizado por hospitais privados durante o período de um ano(Janeiro 2021 à Janeiro 2022). O modelo analítico do tipo árvore de decisão foi desenvolvido e analisado com o auxílio do Software TreeAge® Pro Healthcare 2021. As estimativas de custo foram extraídas do Banco de Preços como da revista SIMPRO e BRASINDICE. A medida de efetividade foi a probabilidade de correto posicionamento da ponta do cateter na primeira tentativa. **Resultados:** com uma efetividade de 94% e um custo monetário de R\$ 6.331,00, o modelo sugere que o PICC com navegação eletromagnética intracavitária é a alternativa custo-efetiva no caso-base, dominando o PICC sem navegação. O benefício líquido monetário associado a utilização do PICC com navegação pode chegar a R\$ 26.896,14, contra R\$ -2.591,69 do PICC comum sem navegação. O PICC com navegação dominou o PICC sem navegação em todas as 10.000 iterações na análise de sensibilidade probabilística realizadas a partir de simulações de Monte Carlo. **Conclusão:** os resultados do modelo analítico sugerem que a tecnologia de PICC com navegação eletromagnética é a alternativa dominante no caso-base.

Palavras-chave: PICC; Terapia infusional; Eletromagnético; Custo-efetividade;Acessos vasculares.

ABSTRACT

Brandão, Rene da Silva. **Cost-effectiveness analysis of peripherally inserted central catheter (PICC) with intracavitary electromagnetic confirmation technology from the perspective of supplementary health.** 2022. 58 f. Dissertation (Master's in Nursing and Biosciences) - Alfredo Pinto School of Nursing, Federal University of the State of Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2022.

Introduction: the history of intravenous therapy begins in the 15th century with several transformations and technological evolutions up to the present day. The systems and methods for deep vascular access have enabled greater comfort for the patient, and the use of the Peripherally Inserted Central Catheter (PICC) has made it possible the puncture in deep and peripheral vein cannulations through puncture, making the procedure safer. The blind puncture technique is very dependent on the practitioner's experience and radiological confirmation. There are PICCs that use a technique to confirm the location of the catheter tip by electromagnetism. It is called "tip navigation". Intracavitary confirmation provides greater safety and effectiveness and increases the chances of a successful catheter placement, minimizing risks and improving the efficiency of establishing vascular access. **Objective:** to evaluate the cost-effectiveness of establishing PICC vascular access with intracavitary electromagnetic confirmation system for the correct positioning of the catheter tip. **Method:** empirical cost-effectiveness analysis in which probability and outcome estimates of effectiveness were extracted from a database made available by private hospitals during a period of one year time (from January 2021 to January 2022). A *tree-like model* of decisions and their possible consequences was developed and analyzed with the aid of TreeAge® Pro Healthcare 2021 software. The cost estimates were taken from Price Bank, SIMPRO, BRASINDICE. The measure of effectiveness was the probability of correct positioning of the catheter tip on the first attempt. **Results:** with an effectiveness of 94 percent and monetary cost of 6,331.00 reais, the model suggests that the use of PICC with intracavitary electromagnetic navigation is the cost-effective alternative in the base case, being more indicated than the use of PICC without navigation. The net monetary benefit associated with the use of the PICC with navigation can reach 26,896.14 reais, versus -2,591.69 reais for the regular PICC without navigation. The PICC with navigation dominated the PICC without navigation in all 10,000 iterations in the probabilistic sensitivity analysis performed from Monte Carlo simulations. **Conclusion:** the results of the analytical model suggest that the PICC technology with electromagnetic navigation is the dominant alternative in the base case.

Keywords: PICC; Infusion therapy; Electromagnetic; Cost-effectiveness; Vascular access

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Estrutura da Árvore de Decisão.....	29
Figura 2 – Modelo da árvore de decisão após Roll Back	36
Figura 3 – Diagrama de Tornado da RCEI da comparação entre PICC com tecnologia de navegação versus a PICC sem tecnologia de navegação.....	39
Figura 4 – <i>Scatter plot</i> do Custo-efetividade	41
Figura 5 – <i>Scatter plot</i> do ICE, PICC	42
Figura 6 – Gráfico de Curva de Aceitabilidade de Custo-Efetividade.....	44

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Análises econômicas	23
Quadro 2 – Dispositivos e registros na Anvisa.....	32
Quadro 3 – Dispositivos e registros na Anvisa.....	34
Quadro 4 – Intens de custo de pesquisa	35
Quadro 5 – Características do modelo de análise de custo-utilidade	36

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AES	Avaliação Econômica em Saúde
AHRQ	Agency for Healthcare Research and Quality
Anvisa	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
ATS	Avaliação de Tecnologias em Saúde
BVS	Biblioteca Virtual em Saúde
Brasíndice	Revista Especializada em Materiais Farmacêuticos
CINAHL	Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature
CEI	Custo-Efetividade Incremental
CCIP	Cateter Central de Inserção Periférica
CCIC	Cateter Central de Inserção Central
COFEN	Conselho Federal de Enfermagem
DANT	Doenças e Agravos Não Transmissíveis
DeCS	Descritores em Ciências da Saúde
ECG	Eletrocardiograma
EMBASE	Based Medicine
EUA	Estados Unidos da América
INAHTA	Razão de Custo Efetividade Incremental
ICSRC	Infecção de Corrente Sanguínea Relacionada a Cateter Central
IESS	Intituto de Estudos de Saúde Suplementar
IPCS	Infecção Primária de Corrente Sanguínea
INS	Infusion Nurses Society
LILACS	Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciência da Saúde
JCA	Junção Cavo Atrial
MEDLINE	Literatura Internacional em Ciência da Saúde
MESH	Medical Subject Heading
OR	Odds Ratio ou razão de chance
PBE	Prática Baseada em Evidências
PICC	Peripherally Inserted Central Catheter
PVC	Pressão Venosa Central
RCEI	Razão de Custo-Efetividade Incremental
RDC	Resolução da Diretoria Colegiada
RI	Radiologia Intervencionista
SIMPRO	Revista de Códigos e Preços de Materiais
SOBETI	Sociedade Brasileira de Enfermeiros em Terapia Intensiva
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TVP	Trombose Venosa Profunda
USG	Ultrassonografia
UTI	Unidade de Tratamento Intensivo
WTP	Willingness-To-Pay

SUMÁRIO

CONTEÚDO

CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	12
INTRODUÇÃO	13
REVISÃO DE LITERATURA.....	19
METODOLOGIA.....	26
População do estudo.....	27
Cenário.....	27
A árvore de decisão.....	27
Tipo de análise.....	29
Perspectiva do estudo.....	29
Horizonte temporal.....	30
Coleta de dados.....	30
Questões éticas	30
DESCRIÇÃO DAS TECNOLOGIAS AVALIADA.....	31
RESULTADOS DA ANÁLISE DE CUSTO-EFETIVIDADE	35
DISCUSSÃO	44
CONCLUSÃO.....	50
REFERÊNCIAS	52

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A motivação para este estudo teve início em 2007, quando na oportunidade atuava em um Centro de Tratamento Intensivo (CTI) de um hospital privado, situado na cidade do Rio de Janeiro, e tive a oportunidade de participar de um curso de acessos vasculares e de inserção de PICC, direcionado para os enfermeiros de neonatologia.

Ao longo do curso e na observação cotidiana da prática, passei a perceber o quanto o desenvolvimento de competências e o aprimoramento técnico-científico poderiam ser decisivo para o alcance dos objetivos propostos e para os desfechos em termos de benefícios clínicos para os pacientes, associados ao uso do cateter PICC, sem deixar de considerar os eventuais eventos adversos.

Me chamava a atenção a importância do posicionamento correto da ponta dos cateteres centrais e o quanto isso poderia ajudar a minimizar riscos e complicações durante a realização da inserção do cateter e ao longo de sua vida útil e utilização na terapia infusional de médio e longo prazo, além dos impactos nos custos hospitalares.

Naquela época, nos anos 2007, não havia muitas alternativas no mercado que pudessem auxiliar o profissional durante a inserção do PICC, no sentido facilitar o posicionamento correto da ponta do cateter já na primeira tentativa e, portanto, aumentar as chances de sucesso, o que poderia representar benefícios adicionais para o paciente e redução dos custos do procedimento. Com o passar dos anos, a terapia infusional tornou-se cada vez mais relevante para mim, aumentando meu interesse pelo assunto, motivo pelo qual busquei me qualificar para me tornar um expert na área.

Ainda motivado pelas oportunidades de melhorias para os processos utilizados pela enfermagem em sua prática diária, em 2014, e já ministrando palestras e cursos sobre este assunto, ingressei no segmento da indústria de equipamentos hospitalares como um especialista. Contudo, observei que o conhecimento sobre PICC e terapia infusional era privilégio de poucos enfermeiros e médicos e que precisava ser mais difundido entre esses profissionais, sob pena de colocar em risco a segurança do paciente submetido a passagem e utilização de PICC para a terapia infusional.

Dessa forma, passei a acompanhar mais de perto os novos estudos e as melhores evidências científicas disponíveis sobre segurança do paciente, a fim de encontrar alternativas capazes de mitigar os riscos e reduzir as chances de ocorrência de eventos adversos associados a acesso vasculares, como trombose, pneumotórax, obstrução de cateteres, extravasamentos, flebites, entre outros.

Certo de que precisa me aprofundar ainda mais, agora, sob a orientação de pesquisador, tomei a iniciativa de cursar o mestrado, através do qual, a partir da aproximação do meu objeto de estudo

com as pesquisas do orientador, pudesse desenvolver uma dissertação ampliando as discussões que envolvem a terapia infusional sob uma perspectiva ainda pouco explorada, que tem a ver com a economia da saúde.

Tive então a oportunidade de desenvolver essa dissertação para avaliar se é custo-efetiva a utilização de cateteres PICC com navegação eletromagnética intracavitária versus o PICC sem esta tecnologia citada, na perspectiva da saúde suplementar.

INTRODUÇÃO

A história da terapia intravenosa começa no século XV passando por várias transformações e períodos de evolução tecnológica até chegar ao nível de evolução dos dias de hoje. Nos seus primórdios, a terapia intravenosa se resumia ao uso de bexigas como “bolsas” para as soluções. Hoje, bem diferente do que foi no passado, contamos com os mais diversos tipos de apresentações de invólucros para injetáveis e dispositivos para acessos vasculares e infusões, que permitem procedimentos e processos cada vez mais seguros para os pacientes.

A história da terapia intravenosa começa de forma desastrosa com o Arquiteto *Christopher Wren* em 1660 que, com a ajuda de um químico desenvolveu a primeira agulha hipodérmica. Nos anos seguintes o médico *Johann Majors* testou a agulha conectada a um tubo oco e a uma bexiga, injetando substâncias impuras e tendo péssimos resultados como infecção local e até morte (NICOLAO C; PACSKOSKI RF; ELLENSOHN L, 2013).

Em 1667 o médico francês, Jean Baptiste Denis, realizou a primeira transfusão sanguínea entre animal e ser humano. Como o resultado foi desastroso, a igreja juntamente com o governo da época proibiu a realização de transfusões desse tipo. Com isso a terapia intravenosa ficou esquecida pelos 150 anos seguintes (PEDREIRA MLG; CHAUD MN, 2004).

Somente em 1832 o médico *Thomas Latta* retomou os experimentos e infundiu soluções salinas contaminadas em pacientes portadores de diarreia por cólera, tendo êxito em alguns pacientes e corroborando com a teoria, do mesmo ano, do também médico *Willian Brooke O'Shaughnessy's*, sobre pacientes portadores de cólera que perdiam grande quantidade de água e solução salina no sangue (PEDREIRA; CHAUD, 2004).

Em 1870 *Pierre Cypren Ore*, utilizando-se da técnica de *Alexander Wood* descrita em 1853, utilizando agulha e seringa para administração de medicamentos e soluções por via intravenosa, criou-se o conceito de infusão contínua após sucesso em infusões de soluções em horas ou dias (NICOLAO; PACSKOSKI; ELLENSOHN, 2013).

Em 1860 a história da terapia intravenosa se mistura com a da enfermagem quando ocorre a criação da primeira escola de enfermagem por *Florence Nightingale*. Ela destaca que o enfermeiro deveria conhecer a correta preparação, dosagem e administração além do efeito esperado e indesejado de cada droga administrada por ele (PEDREIRA; CHAUD, 2004).

No século XX, nos anos de 1940, o *Massachusetts General Hospital* designou enfermeiros para administração e cuidados relacionados a terapia intravenosa, sendo chamados de *IV Nurses*. Em 1950 a maioria das seringas eram de vidros e os equipos de infusões de borracha que geralmente eram trocados após uma ou duas semanas quando a eficácia dele era reduzida. Foi, portanto, a partir deste século que os materiais e os dispositivos passaram a sofrer constantes melhoras e aperfeiçoamentos, com impactos nas técnicas tanto de canulação de vasos para acessos vasculares, como também, nas técnicas de infusão (PEDREIRA; CHAUD MN, 2004).

O cateter PICC do inglês, *Peripherally Inserted Central Catheter*, foi descrito pela primeira vez em 1929 revolucionando as pesquisas para o tratamento de doenças cardíacas. Entre tanto, foi em 1970 o *Center for Disease Control and Prevention* (CDC) fez a primeira recomendação sobre controle de infecções relacionadas a terapia infusional.

No início dos anos 80 foi criada a *National Intravenous Therapy Association* (NITA) que futuramente, passou a se chamar *Infusion Nursing Society* (INS) que começou a publicar as primeiras recomendações sobre terapia infusional (MOREIRA APA, 2012).

O PICC, segundo *Vizcayachipi, Junior e Sanches* (2013), tornou-se então, a partir da década de 1980, uma opção segura e com baixo índice de complicações na terapia intravenosa dentro do ambiente hospitalar.

No Brasil, em 1990, o PICC chegou ao mercado nacional e passou a ser adotado como alternativa para o estabelecimento de acessos vasculares e rapidamente passou a ser difundido e muito utilizado na Terapia Intravenosa, tanto na neonatologia, pediatria quanto na população adulta e principalmente no tratamento de pacientes críticos com necessidade de terapia intravenosa de longo prazo, introduzido com base na Resolução nº 258/2001, do Conselho Federal de Enfermagem (COFEN), em cujo art. 1º considera-se lícito ao enfermeiro a inserção do cateter periférico central. De acordo com o art. 2º dessa resolução, o enfermeiro, para o desempenho de tal atividade, deverá ter se submetido à qualificação ou capacitação profissional (COFEN, 2001).

A Sociedade Brasileira de Enfermeiros em Terapia Intensiva (SOBETI), criada em 1986, foi a primeira instituição a certificar e qualificar os enfermeiros brasileiros, quanto ao procedimento de inserção de cateter periférico central (SOBETI, 2004).

Ao longo do tempo, em um período antes de Cristo a segurança do paciente já era apontada de forma tímida e embrionária. Hipócrates, o pai da medicina (460 a 370 a.C.), já existia uma preocupação de que o cuidado poderia causar algum tipo de dano (BRASIL, 2014). As complicações, entendidas como eventos adversos (EA) relacionadas aos acessos vasculares continuam sendo uma preocupação nas unidades de internação hospitalares de todo Brasil, assim como o aumento dos custos relacionados ao manejo e ao tratamento desses eventos.

Cada vez mais, por conta do uso constante da rede venosa para a administração de fármacos irritantes e vesicantes, associado ao tempo prolongado da terapia intravenosa, tem feito com que o uso dos cateteres vasculares periféricos passassem a ser questionados do ponto de vista da sua segurança e efetividade, pensando-se em termos de eficiência e benefício para os pacientes, ainda que relacionados apenas ao conforto de uma única punção venosa, ao invés de inúmeras, na tentativa de se estabelecer novos acessos vasculares, diante da impossibilidade de continuar utilizando o anteriormente estabelecido, considerando tratar-se de dispositivos periféricos e de curta permanência.

Desta forma, a escolha do dispositivo vascular adequado torna-se mais relevante para terapêutica intravenosa, levando em consideração fatores como idade, acuidade e mobilidade do paciente, gravidade da doença, tipo e tempo de terapia, considerações de dosagem e os efeitos colaterais ou efeitos adversos potenciais da terapia (INS, 2016).

Com isso, os cateteres periféricos de curta permanência passaram a ser gradativamente, em algumas situações específicas na prática clínica, substituídos pelos cateteres mais longos e de longa permanência. Destaque para os dispositivos PICC que crescentemente tem sido considerado como padrão ouro para o estabelecimento de acessos vasculares seguros e confortáveis para os pacientes que necessitam de terapia intravenosa de longo prazo, viabilizando, também, a diferentes outros fluidos, como sangue e hemoderivados e até mesmo, nutrição parenteral (INS, 2021).

O correto posicionamento da ponta do cateter é, portanto, de vital importância para a segurança e efetividade do acesso vascular e da infusão, permitindo que a entrega da solução ocorra em nível de circulação central, favorecendo a rápida diluição. (NAIR *et al.*, 2017).

O PICC tem sido frequentemente utilizado para infusão de soluções irritantes para o endotélio vascular e frequentemente são deixados em posição, anatomicamente adequada, no caso, na junção cavo-atrial, e com uma terapia venosa superior a seis dias, por várias semanas (CDC, 2011).

O padrão ouro para a inserção e posicionamento do PICC era a técnica "às cegas", que é uma técnica considerada convencional, que em inglês é conhecida pelo termo *peel away*. Nesse caso, uma radiografia de tórax pós-inserção precisa ser realizada para confirmar a posição da ponta do cateter.

Este método “cego” geralmente requer que o profissional se oriente por uma combinação de medições antropométricas, valendo-se também de sua experiência na realização do procedimento, para aumentar as chances de guiar o cateter até o local onde deverá ser posicionado (COOPER *et al.*, 2013).

Alternativamente, existe outra técnica para auxiliar o posicionamento da ponta do cateter e reduzir a chance de mau posicionamento. A fluoroscopia de raios-X é uma alternativa possível. No entanto, trata-se de um recurso de alto custo e complicado de ser utilizado em pacientes em estado crítico, o que torna essa alternativa pouco usual, tendo em vista a necessidade de recursos humanos e equipamentos nem sempre prontamente disponíveis a beira do leito do paciente.

O posicionamento correto da ponta do dispositivo PICC, é dos principais aspectos a ser considerado pelo profissional, objetivando a redução das complicações associadas a inserção e posicionamento do dispositivo, bem como e dos custos associados ao procedimento (MACK *et al.*, 2020)

Uma alternativa é a utilização de agulhas de micropunção ecogênica para a realização do procedimento de inserção do PICC. Porém, a exemplo da alternativa anteriormente apresentada, esta depende também de mais recursos humanos e materiais. Para esta técnica, a habilidade do profissional e a sua experiência na realização do procedimento são requisitos básicos determinante para o sucesso do procedimento, possibilitando a inserção e o posicionamento de cateteres intravenosos periféricos ou arteriais nos casos de maior dificuldade para a punção, casos desafiadores nos quais o vaso sanguíneo, além de escasso, não é palpável e muito menos, visível dadas as características clínicas e antropométricas do paciente.

A punção por técnica guiada por meio ecogênico é impactada, portanto, pelos custos inerentes a necessidade do profissional e de um equipamento de ultrassom que será utilizado por ele para guiar a agulha durante o procedimento que está sendo realizado.

Embora possa ser incipiente, a produção científica acerca das técnicas de estabelecimento de acessos vasculares para canulação de grandes vasos como o PICC, a literatura sugere que esta técnica PICC pode ajudar a melhorar a taxa de sucesso no estabelecimento do acesso vascular, em pacientes cuja punção é considerada difícil. Além disso, existem evidências de que essa técnica por ajudar a diminuir a taxa de complicações imediatas associadas ao procedimento, minimizar o número de tentativas do procedimento, encurtar o tempo do procedimento e melhorar a segurança, o conforto e a satisfação do paciente (NAIR *et al.*, 2017).

Atualmente existem tecnologias para a realização de acessos vascular do tipo PICC, que permitem melhorar a performance de segurança e a efetividade do procedimento, com resultados de eficiência, aumentando as chances de sucesso na primeira tentativa de punção, minimizando riscos do procedimento, é razoável que se possa pensar em salvar recursos financeiros. (MACK *et al.*, 2020)

Esta tecnologia, permite a realização à beira do leito, utiliza o Eletrocardiograma intracavitário, como recurso para navegação e confirmação de ponta do cateter através de eletromagnetismo, dentro do sistema vascular. Por este motivo esta técnica é convencionalmente chamada de “navegação” e confirmação intracavitária (ZHOU *et al.*, 2019).

O uso métodos para identificar a localização da ponta de dispositivos vasculares, durante o procedimento de inserção ou seja, "tempo real" devido a maior precisão e assertividade, início mais rápido da terapia de infusão e redução dos custos (ZHANG *et al.*, 2018).

Uso de métodos de eletrocardiograma (ECG) com um fio-guia de metal ou uma coluna de soro fisiológico dentro o lúmen do cateter e observe o traçado do ECG para colocar a ponta de dispositivos vasculares na JCA (LING, *et al.*, 2019).

Sendo assim, diante de todas as alternativas disponíveis para o estabelecimento de acesso vascular central, aumenta-se as incertezas quanto a viabilidade, sustentabilidade e custo-efetividade das escolhas feitas pelos profissionais no que diz respeito a melhor alternativa a ser escolhida.

O processo de tomada de decisão quer seja em nível de gestão ou em termos clínicos é algo que pode sofrer pressões por parte de diferentes interessados ou envolvidos no processo, também conhecidos *stakeholders*, que poderão influenciar todo o processo, trazendo ainda mais incertezas.

A avaliação de tecnologias em saúde entendida como “um processo abrangente de investigação das consequências clínicas, econômicas e sociais da utilização de tecnologias em saúde, emergentes ou já existentes, desde a pesquisa e desenvolvimento, até a obsolescência” (BRASIL, 2006), pode ser uma estratégia ou ferramenta para aumentar a eficiência alocativa dos recursos na medida que possibilita reduzir incertezas e aumentar as chances de decisões informadas pelas melhores evidências científicas disponíveis.

O processo de tomada de decisão informado pelas melhores evidências científicas disponíveis, tal como orientado pelas Diretrizes Brasileiras de Parecer Técnico Científico (PTC) recomenda que o ponto de partida se dê pela elaboração de uma pergunta estruturada de pesquisa, que tem no acrônimo PICO, a melhor opção para estruturação de perguntas quando se pretende avaliar intervenções em saúde diante das alternativas mutuamente excludentes disponíveis.

Sendo assim, diante do contexto apresentado e considerando que existem diferentes alternativas de técnicas e tecnologias para a inserção e posicionamento do PICC, cada qual com seus custos e consequências, a pergunta de pesquisa delimitada neste estudo, ficou assim definida para este estudo: O uso de PICC com tecnologia de navegação eletromagnética é mais custo-efetiva comparada ao PICC sem tecnologia eletromagnética, visando o posicionamento do cateter ?

P- Pacientes adultos a partir 18 anos, sem limites superiores de idade, internados em unidades hospitalares que necessitem de acesso venoso de médio a longo prazo do tipo PICC; (*Patients*)

I –PICC com sistema de confirmação eletromagnética intracavitária; (*Intervention*)

C – Cateter PICC comum;(*Control*)

O – Probabilidade de posicionamento correto da ponta do cateter (*Outcomes*)

Objetivos

- **Objetivo Geral:** Avaliar o custo-efetividade do estabelecimento do acesso vascular PICC com sistema de confirmação eletromagnética intracavitária para o correto posicionamento da ponta do cateter.;
- **Objetivos específicos:**
 1. Estimar a proporção de posicionamentos corretos da ponta do cateter antes do início da terapia intravenosa nos cenários nos quais são utilizados o PICC com confirmação eletromagnética e o PICC convencional;
 2. Estimar os custos médicos direto de cada um dos procedimentos;
 3. Estimar a razão de custo-efetividade incremental por posicionamento correto da ponta do cateter na primeira tentativa versus o caso base.

Justificativa

Diante de vários estudos realizados no mundo que confirmaram uma alta incidência de EAs, com cerca de 10% dos pacientes internados sofrendo algum tipo de evento adverso e desses 50% evitáveis (DE VRIES *et al.*, 2008), a OMS, em 2004, visando este cenário, criou a *World Alliance for Patient Safety*, com o objetivos desse programa, (*Patient Safety Program*), organizar os conceitos e as definições sobre segurança do paciente e propor medidas para reduzir os riscos e mitigar os eventos adversos (CHASSIN e GALVIN apud BRASIL, 2014; VIACAVA *et al.*, 2012; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2005).

No Brasil, em 24 de novembro de 2011 a Diretoria Colegiada da Agência Nacional de Vigilância Sanitária regulamentou Requisitos de Boas Práticas de Funcionamento (BPF) para os Serviços de Saúde através da RDC nº. 63 com o objetivo de estabelecer requisitos de Boas Práticas

para funcionamento de serviços de saúde, fundamentados na qualificação, na humanização da atenção e gestão, e na redução e controle de riscos aos usuários e meio ambiente.

O Ministério da Saúde conferiu um grande avanço para toda população quando instituiu o PNSP em 1º de abril de 2013 através da Portaria MS/GM nº 529.

O Programa Nacional de Segurança do Paciente - PNSP tem como base, o estímulo a uma prática assistencial segura; o envolvimento do cidadão na sua segurança; a inclusão do tema no ensino; e o incremento de pesquisa sobre o tema e a cultura de segurança do paciente é elemento que perpassa todos esses cenários.

Os eventos adversos são a segunda causa de morte mais comum no Brasil, sendo 14,7% desses eventos, são infecções hospitalares, muitas relacionadas a cateteres venosos centrais, e que aumentam o tempo de internação em 3,1 vezes mais. (IESS, 2017)

A realização de um estudo de custo-efetividade justifica-se pela necessidade de se avaliar se os benefícios proporcionados por uma tecnologia como o PICC com sistema de confirmação eletromagnética intracavitária, tendo em vista que a assertividade no posicionamento da ponta do cateter poderá minimizar complicações associadas ao processo como; trombose, obstrução de cateter, atraso do início do tratamento com a terapia intravenosa, risco de lesões por fármacos, entre outros. Nesse sentido, contribuir como estudo relevante para o tomador de decisões.

Portanto, aos profissionais, poderá servir como norteador para a escolha da melhor alternativa tecnológica para segurança do paciente, e aos gestores, auxiliar no processo de tomada de decisões acerca da incorporação desta tecnologia para os serviços de saúde.

Para a área profissionais de saúde, poderá ampliar o escopo de objetos e delineamento de pesquisas para o desenvolvimento de pesquisas futuras e ainda, a escassez de estudos no Brasil, principalmente na área da enfermagem, em que observamos um cenário de enfoque nos cuidados sem transcrição dos resultados dessa prática profissional através de pesquisas clínicas ao meio acadêmico.

REVISÃO DE LITERATURA

Avaliação de Tecnologias em Saúde

O Desenvolvimento científico e tecnológico oriundo do final da Segunda Guerra Mundial, em crescimento e expansão na saúde, vem ocorrendo até os dias atuais e assim, a busca por qualidade dos serviços oferecidos. Porém, os gestores buscam aliar as inúmeras ofertas de produtos e serviços aos recursos cada vez mais escassos (NITA *et al.*; 2010).

No século XXI, inicia a atenção com a sustentabilidade dos sistemas de saúde caracterizada pela finitude dos recursos disponíveis e o aumento exponencial com os custos em saúde. O sistema público de saúde, no caso do Brasil, caracterizado pelo Sistema Único de Saúde (SUS) e a iniciativa privada representada pelas operadoras de saúde não possuem recursos para subsidiar a utilização de intervenções diagnósticas ou terapêuticas que possuam benefícios de magnitude nula ou pequena, o que torna imprescindível a avaliação e decisão de quais tecnologias incorporar (RIBEIRO *et al.*; 2016).

Rotineiramente acontecem produções e lançamentos no mercado, de novos produtos para a saúde, medicações, equipamentos médico-assistenciais e técnicas promissoras de resultados melhores e mais rápidos, o que gera um crescimento contínuo nos gastos aliada à incerteza de que esse custo representará um benefício compensatório. Isto posto, faz-se necessário adotar medidas de articulação entre a produção, incorporação e utilização dessas tecnologias nos sistemas de saúde (BRASIL, 2010).

Tecnologias em saúde são intervenções que possibilitam os cuidados com a saúde, que podem ser sistemas organizacionais, educacionais, de informação e de suporte, programas e protocolos assistenciais, procedimentos técnicos, medicamentos e até os mais modernos equipamentos médico-assistenciais disponíveis no mercado (NITA *et al.*, 2010).

Desenvolvendo um crescimento, evolução tecnológica e os produtos continuamente emergentes no mercado, os gestores de saúde têm recorrido, como ferramenta para a priorização de tecnologias a serem incorporadas, a evidências oriundas de estudos científicos, o que fez surgir um novo campo de pesquisa denominado Avaliação de Tecnologias em Saúde (ATS).

A ATS, surgiu no mundo, nos anos 60 como um importante instrumento para os gestores, chefes de serviço e profissionais de saúde na tomada de decisão. No Brasil, entretanto, as atividades nesse campo surgiram nos anos 80 e vem crescendo gradativamente (MS, 2006; SILVA; SILVA; PEREIRA, 2016).

No cenário global, em se tratando de Avaliação de Tecnologias de Saúde, os países que merecem destaque são Austrália, Canadá e Reino Unido. Desses, a Austrália foi a pioneira na exigência da análise de custo-efetividade para permitir a incorporação de medicamentos no sistema público de saúde, na década de 1980. O Canadá, possui um sistema de saúde descentralizado, portanto as implementações oriundas de decisões da ATS, não ocorrem em nível nacional. Em 1988, esse país, teve seu primeiro programa de ATS. No Reino Unido, o programa de pesquisa em ATS é

independente, com regulação, fiscalização e financiamento do governo e teve início na década de 1990 (LIMA *et al.*, 2019).

Ocorreu no Brasil, em 1983, um encontro internacional promovido pela organização Pan-Americana de Saúde e o governo brasileiro, que iniciou as discussões acerca de custo-efetividade, eficácia, e transferência de tecnologia. Mas somente em 2000, com o nascimento do Departamento de Ciência e Tecnologia (DECIT) que o tema ATS começou a ser centro de interesse do governo (LIMA *et al.*, 2019).

O marco para os estudos em os estudos de ATS ocorre em 2005, com a criação da Política Nacional de Gestão de Tecnologias de Saúde (PNGTS) e em 2006 o Brasil passou a fazer parte da Rede Internacional de Agências de Avaliação de Tecnologias em Saúde (BRASIL, 2010).

Segundo o MS (2010, p.15) o PNGTS, tem por objetivo “maximizar os benefícios de saúde a serem obtidos com os recursos disponíveis, assegurando o acesso da população a tecnologias efetivas e seguras, em condições de equidade”. Deve ser realizado um planejamento para assegurar que os recursos financeiros destinados à saúde pública sejam utilizados sem prejuízos aos princípios e diretrizes do Sistema Único de Saúde (BRASIL, 2010).

Em 2011, foi sancionada a Lei nº12.401, que alterou a Lei nº8080/90, para dispor sobre a assistência terapêutica e a incorporação de tecnologia em saúde no âmbito do Sistema Único de Saúde. Essa lei, culminou com a criação da Comissão Nacional de Incorporação de Tecnologias no SUS (CONITEC), que substituiu a antiga Comissão de Incorporação de Tecnologias do Ministério da Saúde (CITEC) (Lei 12.401, 2011).

A CONITEC passa a auxiliar o Ministério da Saúde na incorporação, exclusão ou alteração pelo SUS de novos medicamentos, produtos e procedimentos. Ações estas, possíveis através da síntese das evidências científicas disponíveis sobre a eficácia, acurácia, efetividade e segurança de medicamentos, produtos ou procedimentos e avaliação econômica comparativa dos benefícios e dos custos em relação às tecnologias já incorporadas (RIBEIRO *et al.*, 2016).

Para a incorporação de tecnologias pela CONITEC, primeiramente precisa ser instaurado um processo administrativo com a respectiva demanda (incorporação, exclusão ou alteração) que possui um prazo de 180 dias corridos, prorrogáveis por mais 90 para sua conclusão (LIMA *et al.*, 2019).

Segundo a PNGTS a Rede Brasileira de Avaliação de Tecnologias de Saúde (REBRATS), composta por centros colaboradores e instituições de ensino e pesquisa do país, apoiará na geração e síntese de evidências científicas para nortear os estudos ATS no Brasil (BRASIL, 2010).

A REBRATS foi criada em 2011, através da portaria nº2915, como forma de auxiliar na elaboração e disseminação de estudos de ATS no Brasil. Ela contribui com a formação e educação continuada de profissionais através de publicações de diretrizes metodológicas para nortear os estudos de ATS, além de possuir uma base de dados de estudos de ATS da REBRATS (Portaria 2.915, 2011).

Estudo que se tratar de uma análise de custo-efetividade se baseia na Diretriz Metodológica para Estudos de Avaliação Econômica em Tecnologias em Saúde da REBRATS publicada em 2009 e na Diretriz Metodológica de Avaliação Econômica do Ministério da Saúde, 2014 (BRASIL, 2009; BRASIL, 2014).

A ATS permite através da síntese da evidência científica disponível demonstrar as implicações na utilização de determinadas tecnologias (BRASIL, 2014). Para o MS (2006, p.743) “constitui um processo abrangente de investigação das consequências clínicas, econômicas e sociais da utilização de tecnologias em saúde, emergentes ou já existentes, desde a pesquisa e desenvolvimento, até a obsolescência” (BRASIL, 2006).

Os estudos de ATS, possuem diferentes fontes de investigação, como segurança, acurácia, eficácia, efetividade, ética, equidade, custos, riscos, relações de custo-utilidade, custo-benefício, custo-efetividade, impactos éticos e ambientais envolvidos em sua utilização. Esses estudos possuem por objetivo final, subsidiar a tomada de decisão no que diz respeito à utilização, incorporação ou não de determinada tecnologia (MS, 2006; NITA *et al.*, 2010).

Tecnologias são lançadas em fluxo contínuo no mercado e nem sempre possuem a mesma efetividade e segurança daquelas em uso. Por conseguinte, torna-se necessário investigá-las de forma a promover a elucidação de incertezas, auxiliando os tomadores de decisão (MARQUES, 2017).

Avaliação econômica em saúde

Alguns estudos de avaliação econômica em saúde são técnicas de análise comparativa formal de diferentes alternativas em relação aos seus custos e consequências, independentemente de serem positivas ou negativas (BRASIL, 2014). Esses podem ser realizados através de duas formas de desenho, são essas:

- Estudos baseados em dados primários – Neste tipo de desenho deve ser determinado o delineamento eleito para pesquisa e as características metodológicas;
- Estudos baseados em modelagem – Utiliza dados empíricos obtidos a partir de recuperação de trabalhos para combinação de desfechos de ensaios clínicos controlados por meta-análise e elementos oriundos de estudos observacionais (RIBEIRO *et al.*, 2016).

As avaliações econômicas baseadas em dados primários possuem maior consistência e confiabilidade de informações e conseqüentemente maior validade interna, entretanto, possuem menor capacidade de generalização para além da amostra utilizada pela diferença entre ambiente experimental controlado e cenário real. Já os estudos de modelagem para análise de decisão, possuem maior validade externa pela representação mais robusta de diferentes circunstâncias clínicas e econômicas de forma a integrar evidências de eficácia, segurança e custos (CARVALHO; SILVA; GRANDE 2013; BRASIL, 2014; RIBEIRO *et al.*, 2016).

Os tipos, as avaliações econômicas podem ser parciais como os estudos de impacto orçamentário ou completas, essas divididas em quatro tipos: Análises de custo-efetividade, custo-benefício, custo-minimização e custo-utilidade que variam de acordo com a medida de desfecho pretendida (RIBEIRO *et al.*, 2016; SILVA; SILVA; PEREIRA, 2016). No quadro 1 estão representadas essas diferenças.

Quadro 1– Análises econômicas

Tipo de análise	Medida de Custo	Medida de desfecho	Medida de resultado (Fórmula)
Custo-minimização	Valor monetário	Assume-se equivalência de desfechos para as intervenções comparadas	Apenas comparação de custos $[(C1-C2)]$
Custo-efetividade	Valor monetário	Medida clínica (anos de sobrevida, eventos evitados)	R\$ / medida de desfecho ganho $[(C1-C2)/(E1-E2)]$
Custo-utilidade	Valor monetário	Anos de vida ajustados para qualidade	R\$ / QALY ganho $[(C1-C2)/(QALY1-QALY2)]$
Custo-benefício	Valor monetário	Convertida para valor monetário	R\$ líquido $[(C \text{ total}-E \text{ total})]$ (será um valor positivo ou negativo)

Fonte: Autor com dados extraídos de RIBEIRO *et al.*, 2016.

Análise de custo-efetividade

O conceito de Análise Custo-Efetividade (ACE) na saúde surgiu em países desenvolvidos, no final dos anos 70 (SECOLI *et al.*, 2005). É considerado um processo que visa determinar, de forma sistemática e objetiva, a relação entre os custos e os benefícios decorrentes de intervenções que pretendem ser incorporadas. Os estudos de ACE podem ser entendidos como um instrumento de análise de valor das intervenções em saúde uma vez que o método busca preencher uma lacuna existente entre as preferências e a ciência (MORAZ *et al.*, 2015).

As ACEs permitem esclarecer o espaço existente entre a subjetividade e a objetividade. De um lado a subjetividade é representada pela preferência que o indivíduo ou a sociedade apresenta diante de duas opções excludentes entre si. De outro, encontra-se a objetividade e a reprodutibilidade da ciência, considerando que o custo de uma nova tecnologia precisa ser gerenciado (SECOLI *et al.*, 2005).

Na avaliação de custo-efetividade os desfechos clínicos são confrontados com os custos, com o objetivo de entender os impactos das diferentes alternativas, identificando as que possuem os melhores efeitos do tratamento, em geral, em troca de um custo menor. Portanto, os estudos de ACE são sempre comparativos e explícitos e se destinam a nortear os tomadores de decisão para selecionar a opção mais oportuna dentro do contexto avaliado para atingir a eficiência (SECOLI *et al.*, 2005).

A Razão de Custo-Efetividade Incremental (RCEI), isto é, uma equação de diferença nos custos dividida pela diferença no efeito em saúde é a medida mais utilizada para expressar os resultados da ACE e é representada pela equação:

RCEI =

$$\frac{\text{Custo (Tecnologia Nova)} - \text{Custo (Tecnologia Tradicional)}}{\text{Benefício Clínico (Tecnologia Nova)} - \text{Benefício Clínico (Tecnologia Tradicional)}}$$

Esta equação permite observar alguns padrões de conclusão, que podem ser representados por meio do plano de custo efetividade:

O valor monetário de limiar de custo-efetividade representa o teto máximo onde a razão de custo-efetividade da tecnologia pode ser assumida como custo efetivo em um dado contexto (BRASIL, 2008).

Diversos países, incluindo o Brasil, não há um limiar de custo-efetividade definido. Apesar de a OMS recomendar a adoção desse limiar de 1 a 3 vezes o valor do PIB *per capita*, há controvérsias, visto que em países de menor renda, a realidade é bem diferente e os valores variam drasticamente.

De forma geral, nas avaliações econômicas, as teorias matemática, estatística e econômica são unificadas em modelos matemáticos que representam um estudo sistemático dos fenômenos clínicos e econômicos utilizando os dados observados. O modelo pode ser interpretado como uma representação aproximada da realidade, que aplicada ao contexto da saúde, tenta reproduzir o curso natural da doença e os custos associados à manutenção da saúde.

Sendo assim, modelo de decisão é qualquer estrutura matemática que se propõe a representar desfechos em saúde e econômicos de pacientes ou populações em cenários variados. Os modelos de

decisão procuram representar a complexidade do mundo real de forma mais compreensível, simplificando a análise de problemas complexos (SOÁREZ; SOARES; NOVAES, 2014).

Consideramos a árvore de decisão o modelo mais adequado para ser utilizada nesta pesquisa por conseguir representar problemas clínicos que apresentam relações diretas com desfechos de curta duração, além de ser a forma mais simples dos modelos de decisão usados rotineiramente e ser valorizada pela sua transparência e excelente capacidade de descrever as opções alternativas (PETROU; GRAY, 2011).

A árvore de decisão é uma ferramenta visual que descreve graficamente os três principais componentes de um problema de decisão: o modelo propriamente dito, as probabilidades de ocorrência dos vários eventos que estão sendo modelados e os valores dos desfechos que existem no final de cada percurso (ROBERTS; SONNEMBERG, 2003).

A estrutura da árvore de decisão é composta de nós, ramos e desfechos. Existem três tipos de nós: nó de decisão, nó de chance e nó terminal. O nó de decisão é representado por um quadrado e indica a decisão fundamental que está sendo considerada, de incorporação de uma tecnologia. Este tipo de nó é seguido por um nó de chance, representado por um círculo, que descreve os vários eventos subsequentes. Cada desfecho possível é associado à sua probabilidade de ocorrência. O nó terminal, representado por um triângulo, indica o valor esperado de um determinado desfecho em saúde (HADIXX; TEUTSCH; CORSO, 2002).

Uma árvore de decisão é desenvolvida da esquerda para a direita. Ela inicia com o nó de decisão na extrema esquerda e continua com os nós de chance que acompanha os eventos na sequência de ocorrência e finaliza na extrema direita com o nó terminal ao final daquela sequência de eventos e representa o desfecho. A soma de todas as probabilidades em um nó de chance deve ser sempre igual a 1. Logo, em cada nó de chance todos os ramos devem ser mutuamente exclusivos e coletivamente exaustivos. Isso significa que todos os desfechos devem estar incluídos, mas um indivíduo só pode estar em um ramo de cada um dos nós (ROBERTS; SONNENBERG, 2003).

Por último, a análise da árvore de decisão fornece o valor esperado do desfecho de cada estratégia modelada. O processo de cálculo do valor esperado é conhecido do “*averaging out and folding back*” (calcular a média e enrolar para trás), também é conhecida como “*roll back*”, representando o cálculo de média que ocorre em cada nó de chance e o enrolamento simultâneo que ocorre de todos os ramos sucessivos até que a comparação entre as duas estratégias seja feita no nó de decisão original (BRIGGS; CLAXTON; SCULPHER, 2007).

A coleta de dados utilizados para construir as estimativas dos parâmetros do modelo (efetividade) podem ser extremamente variados e obtidos de diversas fontes; ensaios clínicos, estudos observacionais, bases de dados administrativos, série de casos, opinião de especialistas e/ou análises secundárias (como revisões sistemáticas, meta-análises) (SOÁREZ; SORES; NOVAES, 2014). Usualmente, há necessidade de combinar diversas fontes de informação para alimentar o modelo e o pesquisador precisa ter a capacidade de avaliar a qualidade dos dados obtidos e discutir explicitamente as limitações encontradas (BRASIL, 2014).

Os modelos mais comuns na linha de ATS são: os árvore de decisão e cadeia de Markov. Os métodos baseados na árvore de decisão são relativamente simples e refletem uma sequência linear de eventos pouco complexos.

Em casos de representação de modelos mais complexos com eventos recorrentes, suas transições e as características da doença, são empregados os modelos de Markov.

METODOLOGIA

Trata-se de um estudo de análise econômica completa do tipo custo-efetividade para a qual, as estimativas de probabilidade e do desfecho de efetividade foram extraídas do mundo real, portanto, de um banco de dados disponibilizado pelos hospitais privados que concordaram em participar do estudo.

A escolha por uma análise de custo-efetividade empírica, portanto, de mundo real, se deve ao fato deste delineamento de análise econômica ser o mais adequado, tendo em vista que existem comparações de duas tecnologias que, em termo de custos e consequência, poderão ser bem diferentes do mundo ideal.

Apenas os dados relativos aos procedimentos de punção envolvendo pacientes adultos a partir de 18 anos sem limites superiores de idade, de ambos os sexos, internados em unidade hospitalar, com de inserção de PICC foram analisados. Esses dados foram extraídos de bancos de dados de dois hospitais da rede privada localizados na cidade do Rio de Janeiro.

A análise foi realizada a partir de um modelo matemático baseado em um árvore de decisão, com uma amostragem de 947 cateteres, sendo 37 cateteres excluídos devido ausencia de informações para análise, restando assim 910 cateteres para o estudo. A opção pelo modelo de uma árvore de decisão se deve ao fato de ser um modelo mais simples e muito adequado para avaliar tecnologias que possam resultar ou se propor a resolver problemas de saúde de curso agudo, não sendo necessário considerara a expectativa de vida do paciente.

População do estudo

A população alvo foi composta por uma coorte de pacientes adultos maiores de 18 anos de idades e sem limites superiores, de ambos os sexos, internados em unidade hospitalar, com inserção de PICC.

Cenário

Os dados são oriundos de dois cenários reais, portanto, de duas unidades de terapia intensiva de dois diferentes hospitais da rede privada localizados no município do Rio de Janeiro, sendo um hospital participante privado de médio porte com 130 leitos no total, com 18 leitos de terapia intensiva, e com foco em pacientes clínicos, e o outro hospital participante é filantrópico, de grande porte com 200 leitos no total, 50 leitos de terapia intensiva, com foco em pacientes oncológicos e clínicos.

Tecnologias estudadas

As tecnologias avaliadas foram os cateteres de PICC com tecnologia de navegação e confirmação eletromagnético intracavitária e cateteres de PICC comuns com técnica de *seldinger* padrão sem tecnologia de navegação.

O modelo analítico proposto

O modelo de árvore de decisão permite a representação de problemas clínicos que apresentam relações diretas com desfechos de curta duração. Esse modelo consiste em uma ferramenta que descreve graficamente os principais componentes de um problema de decisão: o modelo, a probabilidade de ocorrência de eventos e os valores de cada desfecho avaliado. Sua composição estrutural é representada por nós, ramos e desfechos. Os primeiros podem ser de decisão, chance e terminal. Cada desfecho representado é associado à sua probabilidade de ocorrência, sendo a soma dessas é sempre igual a 1 (SOÁREZ *et al.*, 2014).

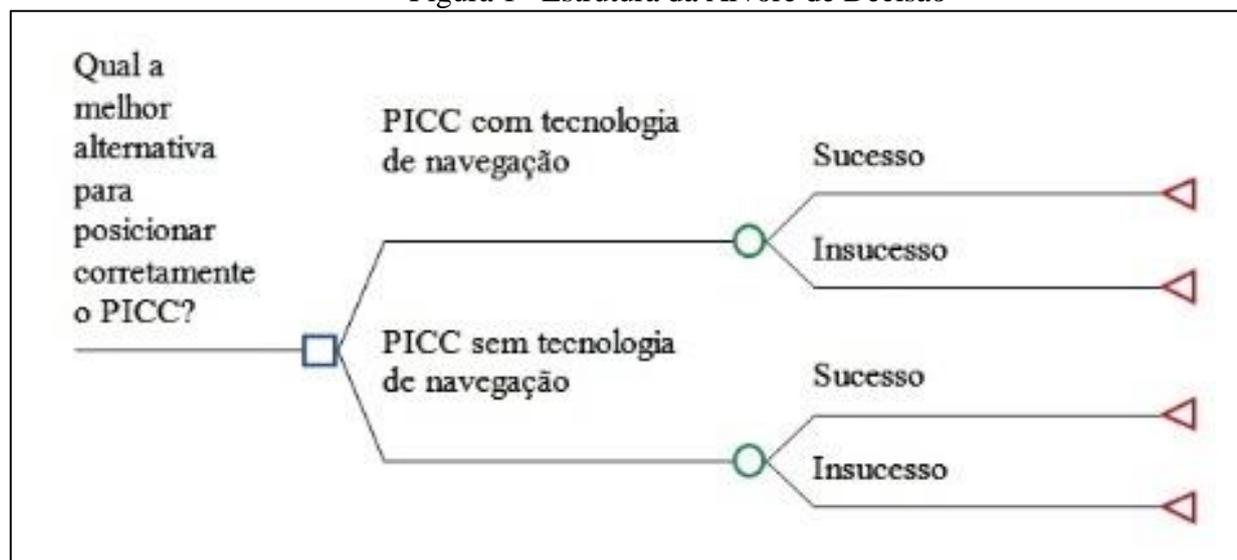
A árvore de decisão

A árvore de decisão foi escolhida também em função do tempo disponível para a conclusão do estudo, tendo em vista tratar-se de uma Dissertação de Mestrado que e deverá ser concluída em não mais do que 24 meses, mesmo considerando que os eventos adversos que eventualmente poderão ocorrer em função do uso das tecnologias avaliadas possam determinar diferentes estados de saúde entre os quais os pacientes poderão transicionar. Nesse sentido, cabe destacar que, por se tratar de um modelo estático, a árvore de decisão é capaz de capturar, portanto, as transições entre os estados de

saúde que eventualmente possam acontecer. Essa é uma permissão do modelo que precisa ser considerada nos resultados da análise.

A construção da árvore de decisão (figura 3) foi realizada com o auxílio do software TreeAge Pro HealthCare 2021[®]. No caso-base em análise, o cenário de referência foi representado pelo cenário que utiliza PICC sem confirmação eletrocardiográfica, utilizando, portanto, a técnica de punção às cegas, enquanto no cenário alternativo utiliza-se o PICC com confirmação eletrocardiográfica.

Figura 1– Estrutura da Árvore de Decisão



Fonte: Elaborado pelo autor com uso do software Treeage® Pro Helthcare (2021).

A árvore de decisão foi parametrizada com dados primários extraídos do banco de dados acessados a partir do sistema de informações clínicas e epidemiológicas coletados pelas instituições participantes, o sistema *EpiMed Solutions*, disponibilizado pelos hospitais que serviram como cenário para o desenvolvimento do estudo, além de dados extraídos de (o): i) revisão de literatura; ii) Banco de Preços em Saúde; e iii) Secretaria de Estado de Trabalho e Renda – SETRAB.

Tipo de análise

A análise de custo-efetividade foi a opção escolhida para analisar o caso-base por ser a mais adequada para responder à questão do estudo em que se compara duas tecnologias de cateteres de PICC com custos e consequências, em termos de benefícios clínicos, diferentes.

O modelo analítico de decisão construído comparou o custo e a efetividade (benefício clínico) decorrente do uso da PICC em adultos: (1) Com tecnologia de confirmação de ponta eletromagnética; (2) Sem tecnologia de confirmação de ponta eletromagnética, tendo como desfecho de efetividade o posicionamento correto do cateter.

Perspectiva do estudo

A definição perspectiva do estudo adotada serve como base para a consideração dos custos envolvidos no processo. Visto que não foi possível a localização dos custos de todas as tecnologias avaliadas nos bancos de preços do Ministério da Saúde e pregões eletrônicos, por avaliarmos duas terapias não incorporados no SUS, utilizamos nesse estudo a perspectiva das Operadoras de Saúde.

Foi utilizado nessa análise os custos diretos referentes às tecnologias de estudo e demais materiais necessários para a realização do procedimento. Não foram considerados os custos

relacionados à mão de obra dos profissionais, pelo fato das técnicas de aplicação das terapias avaliadas serem consideradas nesse estudo como equivalentes, e do salário do enfermeiro na iniciativa privada ser de difícil mensuração, variando conforme o empregador.

Horizonte temporal

A avaliação econômica de uma tecnologia deve tomar como base o curso natural da condição e o provável impacto que a intervenção tem sobre ele. Por isso, se optou por um recorte temporal de 12 meses de janeiro /21 a janeiro/22, para análise que fosse capaz de capturar as consequências e os custos relevantes para a medida de desfecho escolhido.

Coleta de dados

A) Dados de efetividade: Os dados de efetividade foram estimados a partir de cálculos de proporções e probabilidades em termos de medidas de tendência central e dispersão de posicionamentos corretos (sucesso) e incorretos (insucesso) dos cateteres nos cenários analisados.

Foram estimadas também as proporções e probabilidades de reposicionamento do cateter, o sucesso ou insucesso deste procedimento bem como a proporção e probabilidade de pacientes necessitar de uma alternativa técnica para o estabelecimento de acesso vascular, ou ficarem sem acesso venoso após a retirada de um acesso mal posicionado.

B) Dados de custos: Apenas os custos médicos diretos foram considerados na análise. Os dados de custos associados a cada um dos cenários analisados foram extraídos do Banco de Preços como da revista SIMPRO e BRASINDICE. Os honorários do profissional de Enfermagem foram obtidos na Secretaria de Estado de Trabalho e Renda (SETRAB). Todos os custos foram variados em mais ou menos 10% para as análises de sensibilidade.

Questões éticas

O estudo foi conduzido com base em dados extraídos da literatura científica e de unidades hospitalares participantes, razão pela qual o protocolo de pesquisa foi submetido à apreciação pelo Comitê de Ética em Pesquisa, porém, com solicitação de dispensa de Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), sendo assim, submetido e aprovado pela Plataforma Brasil no Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro(CEP UNIRIO), com Certificado de Apresentação de Apreciação Ética (CAAE) 54877921.0.0000.5285, número de parecer 5.246.789.

A dispensa do TCLE se baseia no fato do estudo não envolver diretamente seres humanos, e as Informações fornecidas pelas instituições participantes do estudo não fazerem qualquer alusão ao paciente e não revelar quaisquer dados ou informação que possa identificá-los.

O pedido de dispensa de TCLE se baseia ainda no fato de utilizar dados retrospectivos, dificultando a localização/paradeiro dos pacientes e/ou seus familiares para que fossem contactados no sentido de convidá-los a participar do estudo ou solicitar autorização para utilização de dados e informações de interesse para a análise.

DESCRIÇÃO DAS TECNOLOGIAS AVALIADA

PICC com sistema de confirmação eletromagnética intracavitária

A tecnologia citada (PICC com confirmação eletromagnética intracavitária), foi desenvolvida recentemente por um fabricante, que conseguiu combinar um sistema de ECG intracavitária com um sistema de posicionamento eletromagnético, possibilitando a visualização do trajeto do cateter e a localização da ponta do mesmo em tempo real, e assim maior segurança para o paciente e profissional. (*Sherlock ECG Tip Confirmation System; Bard Access Systems, Salt Lake City, UT, EUA*) (LELKES *et al.*, 2013).

Em abril de 2013, começou-se o uso do sistema de confirmação de pontas *Sherlock 3CG* para colocar PICCs em pacientes em Unidade de terapia Intensiva (UTI). O desfecho primário foi a taxa de mau posicionamento de PICCs inseridos em pacientes na UTI usando o *Sherlock 3CG Tip Confirmation System* (JOHNSTON *et al.*, 2013).

O sistema de posicionamento eletromagnético consiste em um estilete com ponta de ímã que é inserido através do PICC e nivelado à esquerda com a ponta, e um sensor que é colocado sobre a parede torácica (PITTIRUTI *et al.*, 2012).

O sensor, que é calibrado antes da inserção, contém uma matriz de microchips de sensor magnético de três eixos e fornece informações de campo magnético que são usadas para triangular a posição tridimensional e a orientação do estilete em relação ao sensor. O sistema de posicionamento eletromagnético auxilia na colocação inicial da ponta do cateter na veia cava superior, após o qual o sistema de ECG pode ser usado para guiar a posição final em relação à junção cavo-atrial (SKOGLUND *et al.*, 2012).

Segundo a recomendação internacional que, “A ponta do dispositivo vascular central deve permanecer na veia cava superior, próximo à junção com átrio direito (JCA)” (INS. MA, 2011).

Diante desta entre outras recomendações, o uso de tecnologias para confirmação de ponta de cateteres como a confirmação intracavitária com sistema eletromagnético, podem ajudar a obter um resultado melhor no manejo com o paciente e reduzindo eventos relacionados ao procedimento como mal posicionamento de cateter, trombose, e obstrução de cateteres.

Os cateteres PICCs, até o momento, com esse tipo de tecnologia fabricados e importados para o Brasil pela empresa Bard, com especificações de serem de Poliuretano Tecoflex biocompatível, com sulfato de bário radiopaco, desenho cônico reverso resistente à torção, mono, duplo ou triplo lúmens com, 4, 5, ou 6Fr x 55cm de comprimento. Velocidade máxima de infusão de 5mL/s, com identificação no respectivo lúmen, com estilete de aço inoxidável e revestimento hidrofílico com estanho revestido de cobre que pode ser usado com um sistema de Confirmação de Ponta *Sherlock 3CG*, fornecendo informações em tempo real sobre a navegação e localização da ponta do cateter através da utilização de magnetos passivos e detecção de sinais elétricos cardíacos. Microintrodutor para inserção guiada por USG, fio guia de 0,46mm, bisturi seguro, cateter intravenoso agulhado e agulha introdutora de 21G, ambos com dispositivo de segurança/*safety*, estéril, embalado em material que garanta a integridade do produto e abertura asséptica respeitando a legislação vigente. Produto embalado individualmente em papel grau cirúrgico.

Vale ressaltar que no Brasil existe somente a fabricante Bard/BD com este tipo de tecnologia de confirmação combinada citada acima.

Os cateteres PICCs com a tecnologia de confirmação de ponto eletromagnética, comercializados do Brasil, atualmente são os que tem seus registros na Anvisa citados no quadro abaixo:

Quadro 2 – Dispositivos e registros na Anvisa

LINHA	FABRICANTE	DESCRIÇÃO	ANVISA	VENCIMENTO
PowerPICC	BARD ACCESS SYSTEMS, INC.	Power PICC Small Veins TLS 3Fr Mono Lúmen	80689090116	08/01/2026
PowerPICC	BARD ACCESS SYSTEMS, INC.	Power PICC Small Veins TLS 4Fr Duplo Lúmen	80689090116	08/01/2026
PowerPICC	BARD ACCESS SYSTEMS, INC.	Power PICC Small Veins 3Fr Mono Lúmen	80689090104	22/02/2026
PowerPICC	BARD ACCESS SYSTEMS, INC.	Power PICC Small Veins 4Fr Duplo Lúmen	80689090117	08/01/2026
PowerPICC	BARD ACCESS SYSTEMS, INC.	PowerGroshong 5F SL 45cm MI & TLS Basic Tray	80689090114	07/11/2026
PowerPICC	BARD ACCESS SYSTEMS, INC.	PowerGroshong 5F SL 55cm MI & TLS Basic Tray	80689090114	07/11/2026
PowerPICC - 3CG	BARD ACCESS SYSTEMS, INC.	PowerPICC 3CG Mono Lúmen 4Fr Fio guia c/55	80689090113	20/06/2026
PowerPICC - 3CG	BARD ACCESS SYSTEMS, INC.	PowerPICC 3CG Mono Lúmen 5Fr Fio guia c/55	80689090113	20/06/2026
PowerPICC - 3CG	BARD ACCESS SYSTEMS, INC.	PowerPICC 3CG Duplo Lúmen 5Fr Fio guia c/5	80689090102	02/01/2026
PowerPICC - 3CG	BARD ACCESS SYSTEMS, INC.	PowerPICC 3CG TriploLúmen 5Fr Fio guia c/	80689090110	23/05/2026

PowerPICC - 3CG	BARD ACCESS SYSTEMS, INC.	PowerPICC 3CG Triplolúmen 6Fr Fio guia c/	80689090110	23/05/2026
PowerPICC Solo - 3CG	BARD ACCESS SYSTEMS, INC.	Ppicc Solo 4Fr SI	80689090162	15/07/2029
PowerPICC Solo - 3CG	BARD ACCESS SYSTEMS, INC.	Ppicc Solo 5Fr DI	80689090169	08/05/2029
PowerPICC Solo - 3CG	BARD ACCESS SYSTEMS, INC.	Ppicc Solo 5Fr TI	80689090163	15/07/2029
PowerPICC	BARD ACCESS SYSTEMS, INC.	Power PICC Small Veins TLS 3Fr Mono Lúmen	80689090116	08/01/2026

Fonte: Elaborado pelo autor com dados extraídos do site, <https://consultas.anvisa.gov.br/#/saude/q/?nomeProduto=PICC> (2021).

Os PICCs mais tradicionais são frequentemente posicionados utilizando a técnica *peel way* (às cegas) na circulação central, e com a necessidade de uma confirmação de posicionamento de ponta de cateter através de radiografia de tórax pós-inserção. Este método “cego” geralmente usa uma combinação de medições antropométricas e experiência do operador para guiar o comprimento do cateter (COOPER *et al.*, 2013).

Diante deste cenário, existem alternativas para reduzir a incidência de mal posicionamento da ponta do cateter, como a radiografia, já citada acima, e incluímos também a fluoroscopia de raios-X. No entanto, a fluoroscopia de raios-X é um recurso caro e impraticável em pacientes em estado crítico, aumentando exposição de pacientes a radiação, e no caso da radiografia ainda, podendo gerar um atraso do início da terapia intravenosa do paciente, e assim aumentando também custos associados.

Existem cateteres de Poliuretano Tecoflex biocompatível, ou com outras tecnologias de polímero integral, com sulfato de bário radiopaco, desenho cônico reverso resistente à torção, lúmens de 4, 5, ou 6Fr 55cm de comprimento. Velocidades diferentes de infusão, com identificação no respectivos lúmens, com estilete de aço inoxidável e revestimento hidrofílico, introdutor tradicional de 15G ou microintrodutor para inserção guiada por USG, fio guia de diversos tamanhos, bisturi seguro, cateter intravenoso agulhado e agulha introdutora de 21G, ambos com dispositivo de segurança/safety, estéril, embalado em material que garanta a integridade do produto e abertura asséptica respeitando a legislação vigente.

No Brasil existem algumas marcas de fabricantes que trabalham com a comercialização destes cateteres, sem uma tecnologia de confirmação eletromagnética. No quadro 3 temos algumas marcas comercializadas no Brasil e seus registros na Anvisa.

Quadro 3 – Dispositivos e registros na Anvisa

LINHA	FABRICANTE	DESCRIÇÃO	ANVISA	VENCIMENTO
PowerPICC	BARD ACCESS SYSTEMS, INC.	BARD BRASIL INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA.	80689090130	20/10/2023
PowerPICC	BARD ACCESS SYSTEMS, INC.	BARD BRASIL INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA.	80689090130	20/10/2023
PowerPICC	BARD ACCESS SYSTEMS, INC.	BARD BRASIL INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA.	80689090130	20/10/2023
PowerPICC	BARD ACCESS SYSTEMS, INC.	BARD BRASIL INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA.	80689090144	04/07/2024
PowerPICC	BARD ACCESS SYSTEMS, INC.	BARD BRASIL INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA.	80689090144	04/07/2024
PowerPICC	BARD ACCESS SYSTEMS, INC.	BARD BRASIL INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA.	80689090130	20/10/2023
PowerPICC	BARD ACCESS SYSTEMS, INC.	BARD BRASIL INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA.	80689090144	04/07/2024
PowerPICC	BARD ACCESS SYSTEMS, INC.	BARD BRASIL INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA.	80689090104	22/02/2026
CATETER BIOFLO™ ENDE XO™ E PASV™	Navilyst Medical, Inc.,	HEMOCAT COMERCIO E IMPORTACAO LTDA	80208360052	18/02/2025
CATETER BIOFLO™ ENDE XO™ E PASV™	Navilyst Medical, Inc.,	HEMOCAT COMERCIO E IMPORTACAO LTDA	80208360057	22/11/2025
CATETER VAXCEL™ PICC COM PASV™	Navilyst Medical, Inc.,	HEMOCAT COMERCIO E IMPORTACAO LTDA	80208360037	31/03/2025
PICC DE INJEÇÃO MECÂNICA XCELA™	Navilyst Medical, Inc.,	HEMOCAT COMERCIO E IMPORTACAO LTDA	80208360031	31/03/2025
CATETER VAXCEL™ PICC COM PASV™	Navilyst Medical, Inc.,	HEMOCAT COMERCIO E IMPORTACAO LTDA	80208360029	31/01/2025
PICC DE INJEÇÃO MECÂNICA XCELA™	Navilyst Medical, Inc.,	HEMOCAT COMERCIO E IMPORTACAO LTDA	80208360031	31/03/2025
IU Celsite PICC Mono	B. BRAUN MEDICAL	LABORATÓRIOS B. BRAUN S/A	80136990956	14/06/2031
IU Celsite PICC Duplo	B. BRAUN MEDICAL	LABORATÓRIOS B. BRAUN S/A	80136990957	14/06/2031
CATETER PRO-PICC MONO LUMEN	MEDICAL COMPONENTS INC DBA MEDCOMP	MEDCORP HOSPITALAR LTDA	10312210077	22/12/2029

CATETER PRO- PICC DUPLO LUMEN	MEDICAL COMPONENTS INC DBA MEDCOMP	MEDCORP HOSPITALAR LTDA	10312210082	22/12/2029
CATETER PRO- PICC TRIPLO LUMEN	MEDICAL COMPONENTS INC DBA MEDCOMP	MEDCORP HOSPITALAR LTDA	10312210078	22/12/2029
CATETER PICC DUPLO LUMEN	MEDICAL COMPONENTS INC DBA MEDCOMP	MEDCORP HOSPITALAR LTDA	10312210081	22/12/2029
<u>IU - Synergy - PICC Mono Lumen</u>	Health Line International Corporation	VR MEDICAL IMPORTADORA PRODUTOS MÉDICOS LTDA	80102512433	12/04/2031

Fonte: Elaborado pelo autor com dados extraídos do site,
<https://consultas.anvisa.gov.br/#/saude/q/?nomeProduto=PICC> (2021).

Custos dos procedimentos

Com o objetivo de comparação dos preços de itens utilizados para as tecnologias apresentadas, optou-se pela consulta em tabelas praticadas na saúde suplementar através da busca no guia farmacêutico Brasíndice volume 56, de 2020 e na tabela eletrônica videofarma – SIMPRO, número serial: 11183, como produtos para a saúde.

Os itens necessários para o emprego das tecnologias, as quantidades médias necessárias, o preço médio, considerando apenas os insumos avaliados como fundamentais para a realização do procedimento, como custo de cateteres, custo de Rx, salário de enfermeiros, e custo de procedimento são representados no quadro 4.

Para as análises de sensibilidade os custos médios foram variados em $\pm 10\%$.

Quadro 4 – Itens de custo de pesquisa

ITENS DE CUSTO DE PESQUISA					
Insumo	Quantidade	Menor	Maior	Média	DP
PICC Naveg	01	5.820,00	6.550,00	6185	516,187
PICC Comum	01	2.990,00	5.940,00	4465	2.085,965
Salário Enf. RJ	01	3.628,00	6.868,85	5.248,425	2.291,627
Procedimento	01	121,93	121,93	121,93	0
Rx Toráx	01	30,14	30,14	30,14	0
CCIC	01	1400	2600	2000	848,5

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

RESULTADOS DA ANÁLISE DE CUSTO-EFETIVIDADE

Com a finalidade de aumentar a transparência do estudo proposto, os principais aspectos do estudo foram sumarizados conforme o checklist CHEERS *Task Force Reforce* (HUSEREAU,2013) (quadro 5).

Quadro 5 – Características do modelo de análise de custo-efetividade

Antecedentes objetivos	O objetivo desta análise econômica de custo-efetividade, baseada em um modelo de Arvore de decisão, é avaliar se é custo-efetiva a utilização do PICC com navegação eletromagnética intracavitária comparado ao PICC padrão sem navegação.
População-alvo	Pacientes adultos, de ambos os sexos, com 18 anos ou mais, que inseriram PICC.
Perspectiva de análise	Hospital da saúde suplementar
Comparadores	PICC com navegação e PICC padrão sem navegação
Horizonte temporal	12 meses
Taxa de desconto	Não se aplicou
Estimativa de custos	Apenas custos médicos diretos
Moeda	Real (\$)
Modelo escolhido	Modelo de Arvore de decisão
Análise de sensibilidade	Determinística (diagrama de Tornado) e probabilística (simulação de Monte Carlo)

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Nesta análise, não foi considerada a qualificação do profissional para a realização do procedimento de inserção do cateter, e da mesma forma, os níveis de usabilidade das tecnologias analisadas no caso-base. Portanto, somente o desfecho de efetividade, avaliado como a proporção de posicionamento correto de cateter em cada um dos cenários analisados no caso-base.

A partir dos custos e das probabilidades imputadas no modelo referente a cada um dos procedimentos analisados no caso-base, na árvore de decisão, os resultados da análise de custo-efetividade sugerem que a punção com PICC com tecnologia de navegação é a opção mais custo-efetiva, dominando absolutamente o PICC sem tecnologia de navegação.

As variáveis e seus respectivos parâmetros imputados no modelo são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1- Variáveis e seus respectivos parâmetros imputados no modelo analítico.

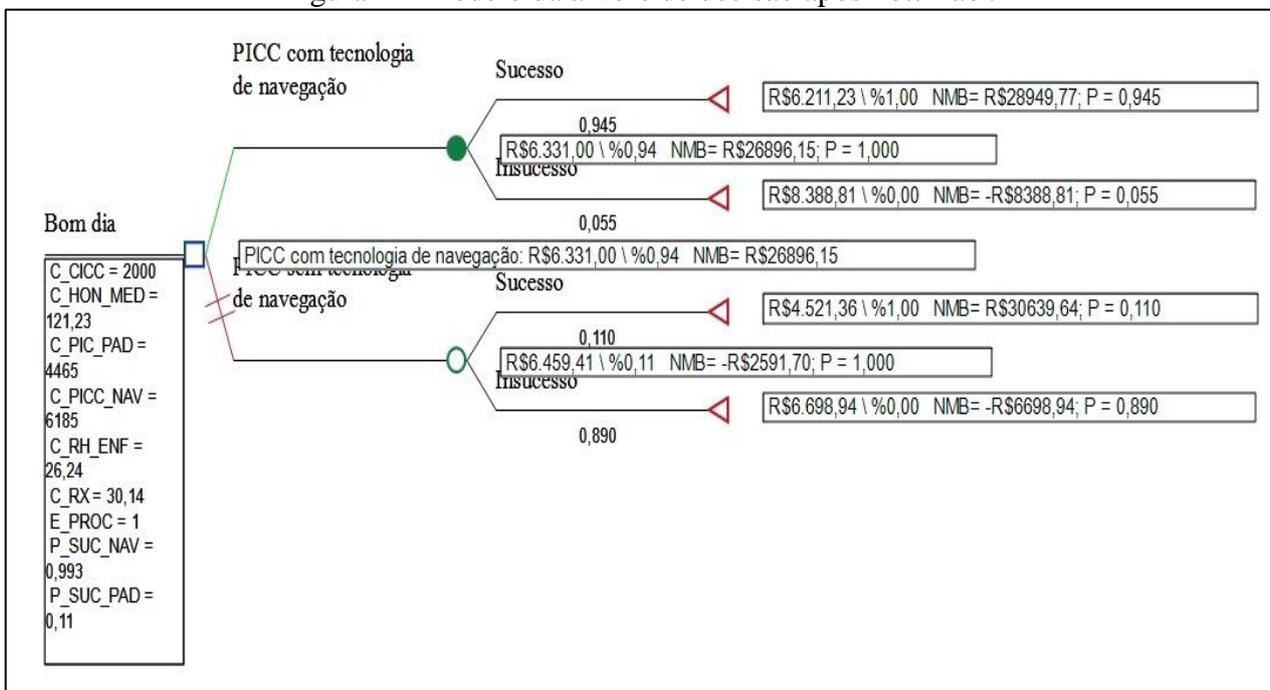
Variáveis	Descrição	Média	Mínimo	Máximo
C_CICC	Custo acesso venoso profundo	2.000,00	1.400,00	2.600,00
C_RH_ENF	Custo com enfermeiro	26,24	18,36	34,1
C_HON_MED	Custo com honorário médico	121,23	84,86	157,59
C_RX	Custo com RX	30,14	21,09	39,18
C_PICC_NAV	Custo do sucesso do PICC com navegação	6.185,00	5.820,00	6.550,00
C_PIC_PAD	Custo do sucesso do PICC sem navegação	4.465,00	2.990,00	5.940,00
P_SUC_NAV	Probabilidade de sucesso do PICC com navegação	0,993	0,89	1
P_SUC_PAD	Probabilidade de sucesso do PICC sem navegação	0,11	0,099	0,12

Fonte: Análise de Custo-Efetividade do Modelo de Árvore de Decisão proposto pelo autor e criado com o uso do software Treeage© (2021). Nota: Custos em Reais (R\$)

A árvore de decisão do modelo analítico após *Roll Back*, apresentada na Figura 2, mostra que a efetividade do PICC com tecnologia de navegação foi de 94% (posicionamento correto da ponta do cateter), a um custo monetário de R\$ 6.331,00, enquanto que a efetividade do cateter sem tecnologia de navegação foi de 11%, a um custo monetário de R\$ 6.459,41.

Quando uma intervenção apresenta maior efetividade e menor custo quando comparada a outra alternativa disponível, como sugere esse modelo analítico, deve-se considerar que houve dominância em relação ao seu comparador. Sendo assim, é possível admitir que a punção utilizando PICC com sistema de navegação dominou a punção com PICC sem sistema de navegação, sendo, portanto, a tecnologia custo-efetiva no caso-base.

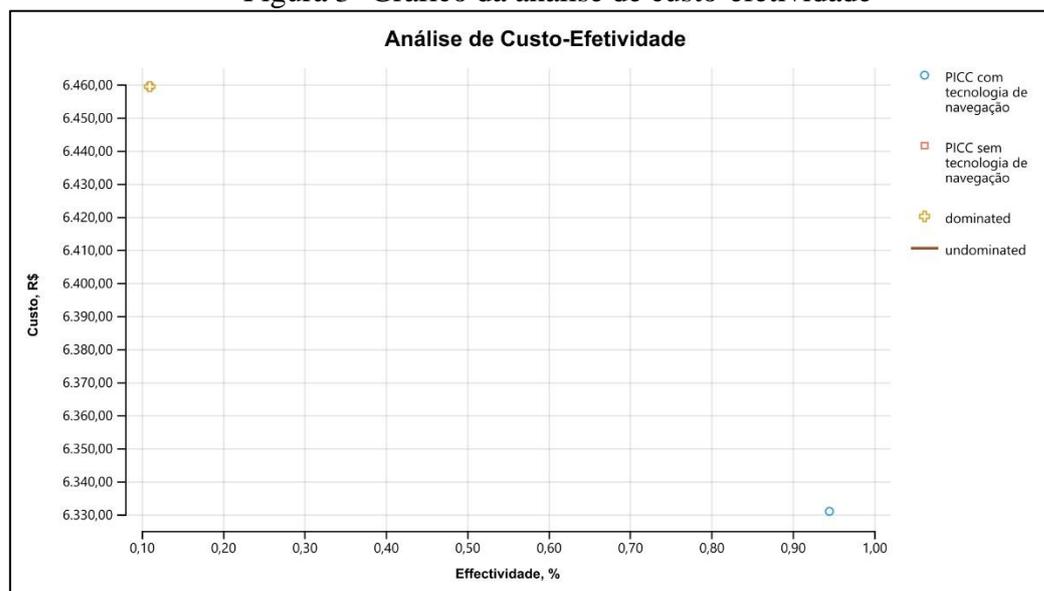
Figura 2 – Modelo da árvore de decisão após *Roll Back*



Fonte: Modelo Árvore de Decisão proposto pelo autor e criado com o uso do software Treeage© após *Roll Back* (2021).

O gráfico de custo-efetividade, apresentado na figura 3, mostra a relação entre o custo e a efetividade das intervenções analisadas, reafirmando o resultado apresentado após *Roll Back* da árvore de decisão.

Figura 3- Gráfico da análise de custo-efetividade



Fonte: Análise de Custo-Efetividade do Modelo de Árvore de Decisão proposto pelo autor e criado com o uso do software Treeage© (2021).

No gráfico de custo-efetividade (figura 3), o PICC com tecnologia de navegação, representado por um pequeno círculo na cor azul, encontra-se localizado à direita e abaixo da localização do PICC sem tecnologia de navegação, representado pelo pequeno quadrado no cor vermelha, que se encontra à esquerda e acima em relação ao PICC com tecnologia de navegação. A cruz na cor amarela que recobre o quadrado que representa o PICC sem tecnologia de navegação, mostra a tecnologia dominada no caso-base.

O relatório da análise de custo-efetividade (tabela 2) mostra que o benefício líquido monetário associado a utilização do PICC com tecnologia de navegação (R\$ 26.896,14) é maior do que o benefício líquido monetário associado ao uso do PICC sem tecnologia de navegação (R\$ -2.591,69), reafirmando a dominância do PICC com tecnologia de navegação sobre o PICC sem tecnologia de navegação.

Tabela 2- Relatório da análise de custo-efetividade

Estratégias	Custo	Incr Custo	Efe	Incr Efe	RCEI	BLM
PICC com tecnologia de navegação	R\$ 6.330,99		0,94			R\$ 26.896,14
PICC sem tecnologia de navegação	R\$ 6.459,40	128,40	0,11	-0,835	-153,78	R\$ -2.591,69

Fonte: Análise de Custo-Efetividade do Modelo de Árvore de Decisão proposto pelo autor e criado com o uso do software Treeage© (2021). Notas: Incr= Incremental; Efe= Efetividade; RCEI= Razão de custo-efetividade incremental; BLM= Benefício líquido monetário.

Na interpretação dos resultados do benefício líquido monetário associado às intervenções analisadas no caso-base, deve considerar que, quanto maior esse benefício, mais custo-efetiva será a intervenção em relação ao seu comparador.

ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DETERMINÍSTICA

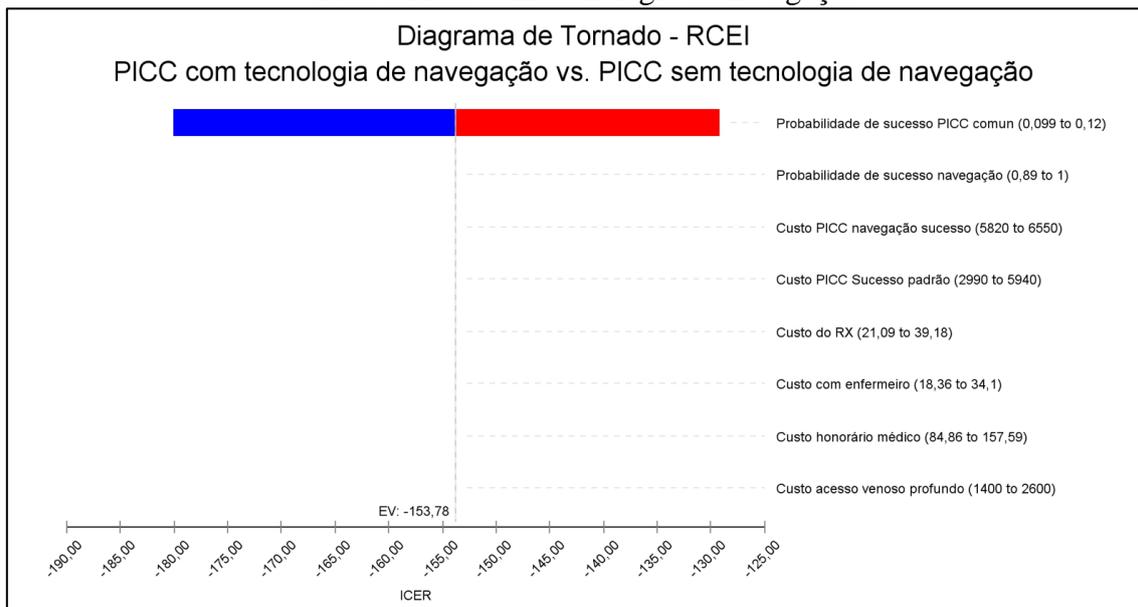
A robustez do modelo foi avaliada a partir de análises de sensibilidade para tratar das incertezas de segunda ordem. Foram realizadas análises de sensibilidade determinística multivariada (gráfico de Tornado), a fim de analisar os impactos da variação dos parâmetros do modelo sobre o resultado da RCEI.

O limiar de disposição de pagar foi considerado no modelo para as análises de sensibilidade, tendo como referência o valor de um PIB per-capita em 2020, igual a R\$35.161,00.

A análise de sensibilidade permitiu a avaliação das possíveis variações nos valores imputados no modelo, tanto para efetividade quanto para os custos, possibilitando, portanto, avaliar a influência da variabilidade dos parâmetros sobre a RCEI. As variações nos parâmetros das variáveis foi arbitrária conforme as Diretrizes Brasileiras de Avaliação Econômica ($\pm 10\%$).

A análise de sensibilidade determinística foi realizada a partir de uma análise multivariada, cujo resultado foi plotado em um diagrama de tornado (figura 4).

Figura 4 – Diagrama de Tornado da RCEI da comparação entre PICC com tecnologia de navegação versus a PICC sem tecnologia de navegação



Fonte: Diagrama de Tornado após sensibilidade determinística univariada do modelo de Árvore de Decisão proposto pelo autor, com o uso do software Treeage© (2021).

Levando em consideração a disposição de pagar, as incertezas quanto às estimativas de probabilidade, e valores relativos aos custos das intervenções imputados no modelo, o parâmetro que mais poderia impactar o resultado do modelo analítico, sobre a RCEI, mas sem, contudo, modificar os seus resultados, foi a probabilidade de sucesso do PICC sem tecnologia de navegação (Figura 4).

ANÁLISE DE SENSIBILIDADE PROBABILÍSTICA

Para as análises de sensibilidade probabilísticas, foram realizadas simulações de Monte Carlo de segunda ordem. Diferentemente das análises de sensibilidade determinísticas, nas probabilísticas, a variação nos parâmetros é feita de forma estocástica. Assim, em vez de determinar o valor mínimo e máximo dos parâmetros no modelo, foram definidas previamente as funções de distribuição de probabilidade beta, para probabilidades de efetividades e gama, para custos, e os parâmetros na análise variaram de acordo com estas distribuições.

As análises de sensibilidade probabilísticas foram feitas realizando-se 10.000 simulações de Monte Carlo, e em cada uma delas, um conjunto de valores para os parâmetros são “sorteados”, de acordo com as distribuições definidas para cada uma das variáveis do modelo (custo, efetividade). Os parâmetros de distribuições, Gamma para custos e Beta para probabilidades das variáveis imputadas no modelo são apresentadas na tabela 3.

Tabela 3- Variáveis e suas respectivas distribuições imputadas no modelo

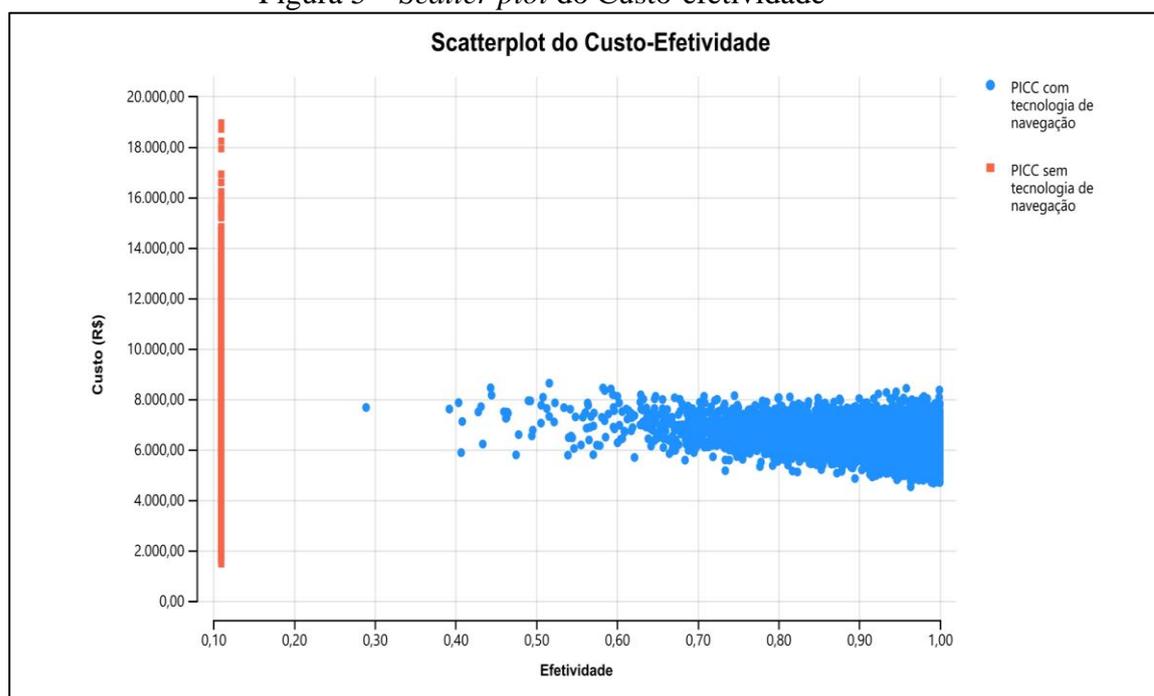
Descrição	Distribuição	Valor esperado
Distribuição da probabilidade de sucesso do PICC com navegação	Beta	0,945
Distribuição da probabilidade de sucesso do PICC sem navegação	Beta	0,109
Distribuição dos custos com enfermeiros	Gamma	26,23
Distribuição dos custos com RX	Gamma	30,13
Distribuição dos custos da realização de acesso venoso profundo	Gamma	2.000,0,
Distribuição dos custos do PICC com tecnologia de navegação	Gamma	6.185,0,
Distribuição dos custos com horários médicos	Gamma	121,22
Distribuição dos custos com PICC sem tecnologia de navegação	Gamma	4.465,00

Fonte: Análise de Custo-Efetividade do Modelo de Árvore de Decisão proposto pelo autor e criado com o uso do software Treeage© (2021). Nota: Custos em Reais (R\$).

Para reportar os resultados das simulações de Monte Carlo, foram plotados gráficos de dispersão (*Scatter Plot*) e de curva de aceitabilidade.

A Figura 5 mostra a dispersão probabilística do custo e da efetividade das tecnologias avaliadas, de acordo com a distribuição estocástica dos parâmetros imputados no modelo. Este gráfico revela de certa forma a incerteza paramétrica e a heterogeneidade dos resultados do modelo.

É possível observar maior dispersão referente a efetividade do PICC com tecnologia de navegação (círculos azuis) e maior dispersão em termos de custo, associada ao PICC sem tecnologia de nevegação (círculos vermelhos), o que pode ser interpretado como incertezas em torno das estimativas tanto de custo quanto de efetividade das intervenções analisadas no caso-base.

Figura 5 – *Scatter plot* do Custo-efetividade

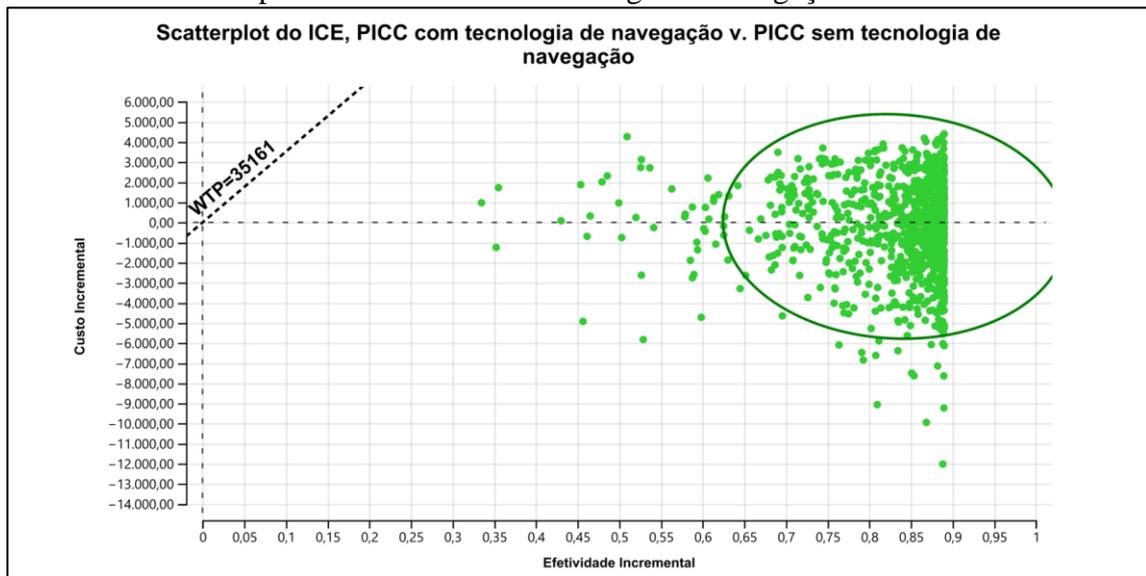
Fonte: Análise de sensibilidade probabilística (Monte Carlo) do modelo de Árvore de Decisão proposto pelo autor, com o uso do software Treeage© (2021).

Os gráficos apresentados nas Figuras 5 e 6, são, respectivamente o gráfico de dispersão (*Scatter Plot*) do custo-efetividade incremental (CEI) e a curva de aceitabilidade de custo-efetividade. Estes dois gráficos, sem desmerecer o *Scatter plot* do custo-efetividade, são considerados em análise de custo-efetividade, os mais importantes e, portanto, os mais utilizados para interpretação das análises probabilísticas e foram plotados gráficos de custo-efetividade incremental comparando PICC com tecnologia de navegação, alternativa custo-efetiva, versus PICC sem tecnologia de navegação, alternativa dominada.

No gráfico de dispersão de custo-efetividade incremental apresentado na Figura 5, cada ponto colorido representa uma das 10.000 iterações (combinações), formadas pelo custo incremental (eixo y - vertical) e efetividade incremental (eixo x - horizontal). Este gráfico foi plotado tendo como comparador a alternativa de maior custo no caso base.

Por meio deste gráfico é possível identificar a proporção de iterações que concordam com o valor médio/determinístico. Pode-se notar um resultado com uma incerteza grande, já que a depender da interação o resultado pode ser dominante, dominado ou de escolha conflitiva e tudo vai depender da disposição de pagar, como vimos no gráfico de custo-efetividade (figura 5), no qual observa-se que ambas as alternativas que nos informa que qualquer uma das tecnologias poderá ser custo-efetiva, dependendo da disposição de pagar.

Figura 6 – Gráfico de dispersão (*Scatter plot*) do CEI, PICC com tecnologia de navegação comparado ao PICC sem tecnologia de navegação.



Fonte: Gráfico incremental do modelo de Árvore de Decisão proposto pelo autor, com o uso do software Treeage©, 2021.

O gráfico (figura 6) é plotado sobre um plano cartesiano, no qual, da direita para a esquerda são contados os quadrantes (I, II, III e IV), formando dois quadrantes superiores e dois inferiores. No quadrante I diz respeito as interações nas quais os custos e a efetividade são elevados, podendo ser custo-efetivo dependendo da disposição de pagar. A linha pontilhada mais escura que atravessa quadrantes superior direito e inferior esquerdo, quadrantes I e III, respectivamente, representa o limiar de disposição de pagar, definido a priori em R\$ 35.161,00.

O limiar de disposição de pagar, para fins de interpretação, deve ser utilizado como uma referência. Sendo assim, todas as interações que estiverem abaixo da linha pontilhada do limiar de disposição de pagar, deverão ser consideradas como custo-efetivas. Importante destacar que essa linha pontilhada divide os quadrantes I e III, formando mais dois componentes (C), perfazendo então um total de 6 componentes, representados no relatório de análise do gráfico do custo-efetividade incremental (tabela 4) pelos componentes C1 a C6.

Tabela 4- Relatório da simulação de Monte Carlo.

Componente	Quadrante	Inc Efe	Inc Custo	RCEI	Frequência	Proporção
C1	IV	IE>0	IC<0	Superior	4.772	0,4772
C2	I	IE>0	IC>0	RCEI<R\$35.161,00	5.228	0,5228
C3	III	IE<0	IC<0	RCEI>R\$35.161,00	0	0
C4	I	IE>0	IC>0	RCEI>R\$35.161,00	0	0
C5	III	IE<0	IC<0	RCEI<R\$35.161,00	0	0
C6	II	IE<0	IC>0	Inferior	0	0

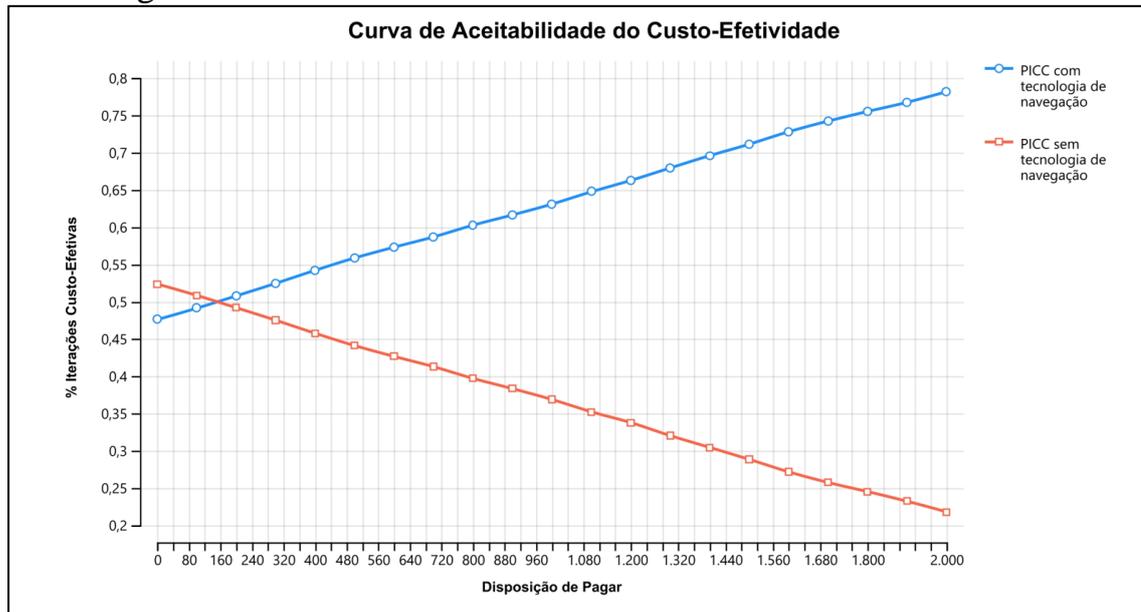
Fonte: Análise de Custo-Efetividade do Modelo de Árvore de Decisão proposto pelo autor e criado com o uso do software Treeage© (2021). Notas: Inc= Incremento; Efe= Efetividade; RCEI= Razão de custo-efetividade incremental; C= Componentes.

O relatório do gráfico de dispersão do custo-efetividade incremental mostra que todas as iterações das 10.000 simulações de Monte Carlo realizadas, colocam o PICC com tecnologia de navegação em quadrantes e componentes (quadrantes I e IV e componentes C1 e C2) que sugerem que a tecnologia deve ser considerada custo-efetiva em relação ao seu comparador. Sendo assim, como o limiar de disposição de pagar foi definida na análise em R\$ 35.161,00, é possível constatar tanto no gráfico da Figura 5 quanto na Tabela 4, que todas as iterações, representadas pelos círculos na cor verde no referido gráfico, estão localizados à direita e abaixo da linha pontilhada que representa esse limiar (WTP). A elipse em representa o intervalo de confiança de 95%.

As 10.000 simulações de Monte Carlo sugerem fortemente, portanto, que o PICC com tecnologia de navegação é a alternativa custo-efetiva no caso-base, dominando o seu comparador, reduzindo, portanto, as incertezas de segunda ordem que ainda restavam em relação as estimativas dos parâmetros das variáveis imputadas no modelo analítico e sua variabilidade.

Com relação à curva de aceitabilidade (Figura 7), as curvas são dadas pela probabilidade de uma tecnologia ser mais custo-efetiva que outra (eixo y - vertical) a depender da disposição a pagar (eixo x - horizontal). A partir dela é possível identificar que, para disposições de pagar igual a R\$ 160,00 (Ponto Q), qualquer uma das alternativas poderá ser custo-efetiva. Abaixo desse valor, ao PICC sem tecnologia apresenta maior probabilidade de ser custo-efetiva. Entretanto, quando a disposição de pagar é maior do que esse valor, o PICC com tecnologia de navegação passa a ter maior probabilidade de ser a alternativa custo-efetiva.

Figura 7 –Curva de Aceitabilidade de Custo-Efetividade



Fonte: Análise de Custo-Efetividade do Modelo de Árvore de Decisão proposto pelo autor e criado com o uso do software Treeage© (2021).

A partir de aproximadamente R\$ 240,00 o PICC com navegação supera o PICC sem navegação e assume a posição de alternativa com maior probabilidade de ser custo-efetiva no caso-base (>50%). O ponto de interseção entre as curvas do PICC com navegação e do PICC sem navegação, representa o ponto Q . Neste ponto, as duas alternativas apresentam a mesma probabilidade de serem custo-efetivas de acordo com o limite de disposição de pagar.

A partir do ponto Q , na medida em que se aumenta a disposição de pagar, o PICC com tecnologia de navegação aumenta a probabilidade de ser a alternativa mais custo-efetiva, podendo chegar a máxima probabilidade de (aproximadamente 78%). Importante destacar que a partir de aproximadamente R\$ 2.000,00, não adianta aumentar a disposição de pagar, pois não haverá aumento da probabilidade desta alternativa ser ainda mais custo-efetiva.

DISCUSSÃO

A terapia infusional como objeto de investigação vem ganhando espaço importante no cenário acadêmico, tendo em vista que é uma ciência que busca conhecimento sobre os dispositivos vasculares, seus benefícios e consequências associadas aos processos e técnicas inrenetes a canulação dos vasos sanguíneos, transitando por vários seguimentos de serviços de saúde, transversais a gestão institucional e dos cuidados em saúde, com grande apelo pela segurança e qualidade da assistencia e otimização de custos associados.

Os resultados deste estudos demonstram que, o uso do PICC com sistema de navegação pode aumentarr ainda mais, a um custo aceitável, as chances de se conseguir reduzir os riscos associados a eventos adversos relacionados a terapia infusional, oferecendo maior durabilidade em caso de necessidade de ampliar o tempo necessário para a conclusão da terapia.

Os eventos adversos que ocorrem durante a assistência ao paciente em nível hospitalar consomem entre R\$ 5,2 bilhões e R\$ 15,6 bilhões da saúde privada no Brasil. Não há dados para estimar os valores desperdiçados nem no SUS e nem na rede privada. Portanto, a orientação para uso do dispositivo adequado para a terapia infusional, não apenas por meio de protocolos assistenciais, mas também aliados às boas práticas, equipe treinada e gestão de custos, são estratégias que frequentemente estão associadas a melhores desfechos clínicos relacionados aos acessos centrais (IESS, 2018).

É fato que a escolha do dispositivo vascular adequado é fundamental para terapêutica intravenosa, devendo levar em consideração diferentes fatores como idade, condições do paciente, gravidade da doença, tipo e tempo de terapia, farmacos utilizados, tal como o posicionamento correto de dispositivos vasculares centrais, para redução de complicações ou efeitos adversos potenciais da terapia (INS, 2016).

A literatura científica sugere que o uso do PICC vem sendo amplamente incentivado devido aos benefícios associados, pensando em conforto para o paciente, redução dos riscos associados ao procedimento, segurança no processo, e otimização e tempo de entrega da linha venosa. Porém, o sucesso na assertividade deste processo e seus desfechos estão diretamente ligados a tecnologia do dispositivo implantado, e aos níveis de qualificação do profissional inserdor.

O conhecimento sobre algumas complicações associadas ao posicionamento incorreto da ponta dos dispositivos vasculares centrais, e conseqüentemente o PICC, tornaram-se mais evidentes, reafirmando a preocupação entre os profisisonais de saúde, dada a prevalência de algumas dessas complicações. A obstrução de cateteres e a formação de trombose são exemplos de complicações diretamente ligadas não apenas a relação do diametro de vaso e cateter, mas também pelo posicionamento do mesmo. Reforçando que cateteres mais altos na area de veia cava superior ou com ponta em regiões anatomicas longe da junção cavo-atrial (JCA), em regiões 4 cm acima da mesma, aumentam consideravelmente as possibilidades de complicações com estes cateteres, e ainda gerar atrasos no inicio da terapia (PETERSEN *et al.*, 1999).

Steere *et al.* (2018) reportaram uma taxa de obstrução de 12% em 14 mil PICCs, e que o posicionamento incorreto dos cateteres gerou o aumento do risco de oclusão (OR = 1,46; IC 95% =

1,14 - 1,87), associando à maiores incidências das complicações, influenciando negativamente a experiência do paciente e aumentando gastos desnecessários.

Vale sinalizar, que no Brasil ainda é predominante um padrão para inserção e posicionamento do PICC com a técnica "às cegas", que é uma técnica considerada convencional, que em inglês é conhecida pelo termo *peel away*, ou com técnica de seldinger modificada, ambas sem tecnologia de navegação, que necessitará uma radiografia de tórax pós-inserção para confirmar a posição da ponta do cateter (COOPER *et al.*, 2013).

A técnica as "cegas" faz com que o profissional se oriente por medições antropométricas, dependendo também de sua experiência na realização do procedimento, aumentando o risco do cateter ficar com um posicionamento incorreto, possibilitando um atraso do início do tratamento, necessidade de novos exames de imagens para confirmação de posicionamento, maior demanda de tempo de profissionais envolvidos para solução do problema (tentativa de reposicionamento do cateter pelo enfermeiro), exposição do paciente a potenciais eventos adversos evitáveis já citados anteriormente, e possível aumento de custo.

Embora não tenha sido identificado na literatura nacional, estudos que tenham comparado em termos de custo-efetividade, as tecnologias avaliadas no caso-base, merece destaque os resultados reportados referentes a um estudo de coorte sobre custos da inserção de PICC guiado pelo USG comparando a punção às cegas, mostrou menores custos para a inserção guiada por US (US\$318,41 x US\$381,44), pela assertividade na punção e inserção do cateter. E ainda, um custo total superior, pois incluíram no cálculo do custo a análise do posicionamento do cateter por RX ou fluoroscopia, o processo de reposicionamento do cateter pelo enfermeiro e se o cateter foi inserido ou reposicionado por médicos, que tem um custo/hora mais cara que o enfermeiro (RESNICK AS *et al.*, 2019).

Um estudo chinês, mostrou uma comparação entre os custos da inserção de PICC guiada por USG e com a inserção sem USG, com um melhor custo benefício para a inserção, e além disso, uma diferença significativa favorável em relação à taxa de conforto (76,6% x 44,7%), taxa de sucesso na primeira punção (94,4% x 75,4%) e taxa de não complicação (97,2% x 61,7%), com valor de $p < 0,001$ para todas as taxas (JING X, *et al.*, 2016).

No momento atual, existem tecnologias para o PICC, como a navegação, por exemplo, que permitem maior e melhor segurança e a efetividade do procedimento, com resultados de eficiência, aumentando as chances de sucesso na assertividade na primeira tentativa de punção, diminuindo riscos do procedimento, sendo razoável que se possa pensar em salvar recursos financeiros (MACK *et al.*, 2020).

A localização da ponta de dispositivos vasculares, durante o procedimento de inserção tempo real, apresenta maior precisão e assertividade, início mais rápido da terapia de infusão e redução dos custos, comparado a inserção de um PICC comum sem tecnologia de navegação eletromagnética. A localização precisa da ponta do cateter foi de 99,30% no grupo intervenção (navegação por eletromagnetismo - ECG) versus 92,30% no grupo controle ($P < 0,001$), e a presença de trombogênese foi significativamente menor no grupo intervenção, concluindo que técnica de localização da ponta do PICC guiada por ECG foi precisa e causou menos complicações relacionadas ao procedimento e menos ansiedade nos pacientes em comparação com a técnica de localização da ponta da radiografia de tórax, e ainda pode ajudar a evitar a exposição à radiação (ZHANG Y *et al.*, 2018).

Os resultados reportados por Zhang *et al.* (2018), no que se refere a precisão e a assertividade no posicionamento da ponta do cateter na comparação entre a tecnologias analisadas no caso-base, nessa dissertação, são consideravelmente diferentes daqueles imputados no modelo analítico proposto para a análise econômica, particularmente no que se refere a efetividade do PICC sem sistema de navegação. No estudo de Zang *et al.* (2018), a efetividade avaliada como precisão e assertividade no posicionamento do cateter PICC sem sistema de navegação foi superior a 93%, enquanto que nessa dissertação, a efetividade não superou os 12%. Dessa forma, caso os parâmetros acerca da efetividade do PICC sem navegação fossem extrapolados dos estudo de Zhang *et al.* (2018), os resultados do modelo econômico poderiam ser diferentes daqueles encontrados nessa análise.

Importante que se destaque que, tanto no estudo de Resnick *et al.* (2019) quanto no estudo de Jingx *et al.* (2016) e de Zang *et al.* (2018), assim como nessa dissertação, nos cenários analisados no caso-base, as variáveis relacionadas à curva de aprendizagem, experiência e as competências profissionais para a inserção, manejo e manutenção dos dispositivos, não foram consideradas em uma eventual análise por sub-grupo, em que pese tratar-se de variáveis passíveis de serem controladas, e capazes de modificarem os resultados do desfecho, conseqüentemente, da análise econômica. Isso não foi possível, uma vez que não houve tempo suficiente para se traçar o perfil dos profissionais que realizaram os procedimentos, considerando o tempo disponível para a defesa da dissertação e o tempo demandado para que o protocolo de pesquisa fosse avaliado e aprovado no CEP.

O presente estudo é uma experiência primeira, sendo, portanto, o primeiro estudo nacional que teve como objetivo avaliar, a partir de uma perspectiva econômica, o custo-efetividade do uso de PICC com tecnologia de navegação no Brasil. Sendo assim, diante do que já foi salientado em relação as diferenças de efetividade encontradas na dissertação e aquelas reportadas pelo estudo de Zang *et*

al. (2018), os resultados dessa análise econômica deve ser utilizado com a devida cautela, antes de extrapolar seus resultados para cenários e contextos diferentes daqueles que à época caracterizam o caso-base.

Para se aumentar as chances e a probabilidade de se conseguir um correto posicionamento da ponta do cateter no local adequado, após a punção venosa para estabelecimento de cateter de média, ou de longa permanência em pacientes adultos internados em unidades hospitalares que demandam por terapia infusional, a tecnologia do catéter, como já foi destacado nessa dissertação, não é a única variável dependente para esse desfecho. A curva de aprendizagem e, conseqüentemente, a competência e os níveis de usabilidade da tecnologia, variáveis relativas aos fatores humanos, são, da mesma forma, de fundamental ou de maior importância ainda.

Como já se sabe, no Brasil, a passagem do PICC pelo Enfermeiro é uma de suas atribuições privativas garantida pela Resolução nº 258/2001 do Conselho Federal de Enfermagem, desde 2001, conferindo ao enfermeiro, qualificado e/ou capacitado profissionalmente, a competência técnica e legal para inserir este dispositivo. Entretanto, para além da qualificação do profissional, a passagem do PICC requer o consumo de materiais específicos, entre os quais, o próprio cateter e seu introdutor, cuja tecnologia deverá ser a mais segura e eficiente possível.

No que se refere a análise econômica, as estimativas imputadas no modelo para a análise de custo-efetividade utilizado nessa dissertação foram baseadas em dados primários e de mundo real, no que tange as estimativas de efetividade. A coorte da qual os dados foram extraídos é retrospectiva, e como tal está sujeita à vieses devido ao quantitativo de pacientes e da qualidade dos registros e dos possíveis fatores de confundimento e precisão das estimativas, sugerem o que já havia sido reportado por Zang *et al.* (2018), ou seja, o PICC com navegação é a alternativa custo-efetiva.

O modelo analítico de árvore de decisão, embora simples, capaz de capturar no curto prazo, os custos e as consequências da utilização das duas tecnologias analisada no caso-base, mostrou que o benefício líquido monetário associado a utilização do PICC com tecnologia de navegação (R\$ 26.896,14) é maior do que o benefício líquido monetário associado ao uso do PICC sem tecnologia de navegação (R\$ -2.591,69), reafirmando a dominância do PICC com tecnologia de navegação sobre o PICC sem tecnologia de navegação.

A dominância do PICC com sistema de navegação em relação ao seu comparador no caso-base, foi ratificada pela análise de sensibilidade probabilística. As 10.000 simulações de Monte Carlo, realizadas para tratar das incertezas de segunda ordem, demonstrou que em termos de custo-efetividade incremental, a proporção de iterações é de 100% favoráveis ao PICC com sistema de

navegação, considerando um limiar de disposição de pagar, definido a priori em R\$ 35.161,00, reduzindo as incertezas entorno dos parâmetros das variáveis (segunda ordem) imputados no modelo.

A partir da curva de aceitabilidade, foi possível demonstrar que, para disposições de pagar igual a R\$ 160,00, qualquer uma das alternativas poderá ser custo-efetiva. Abaixo desse valor, o PICC sem tecnologia apresenta maior probabilidade de ser custo-efetiva. Entretanto, quando a disposição de pagar é maior do que esse valor, a partir de aproximadamente R\$ 240,00 o PICC com navegação supera o PICC sem navegação e assume a posição de alternativa com maior probabilidade de ser custo-efetiva no caso-base (>50%).

Constatou-se ainda que, a medida em que se aumenta a disposição de pagar, o PICC com tecnologia de navegação aumenta a probabilidade de ser a alternativa mais custo-efetiva, podendo chegar a máxima probabilidade de aproximadamente 78%, a partir da qual, independentemente de se aumentar a disposição de pagar, não é possível aumentar também a probabilidade da intervenção ser custo-efetiva. Portanto, a partir de uma disposição de pagar de aproximadamente R\$ 2.000,00, não adianta aumentar a disposição de pagar, pois não haverá aumento da probabilidade desta alternativa ser ainda mais custo-efetiva.

Importante destacar que ainda que o uso do PICC com sistema de navegação possa, no senso comum, estar associado a incremento de custos, sobretudo devido ao custo de aquisição, maiores do que o do PICC sem sistema de navegação, no curto, no médio e no longo prazos, pode representar economia de recursos, diante de maior efetividade e maior probabilidade de reduzir potenciais eventos adversos relacionados ao posicionamento incorreto do cateter, bem como aqueles relacionados ao retardo no início da terapêutica intravenosa, além dos riscos de extravasamento com fármacos com extremos de Ph e osmolaridade, obstruções e a formação de trombose.

A otimização dos recursos é fundamental para o equilíbrio sustentável da instituição, e as análises econômicas em saúde assim como as melhores evidências científicas acerca da segurança, eficácia, efetividade e usabilidade das intervenções, devem e estão cada vez mais sendo utilizadas para informar tomada de decisões em saúde, quer seja por parte de gestores ou dos profissionais do cotidiano da prática assistencial. Portanto, as avaliações econômicas, as avaliações de tecnologias em saúde e a prática informada por evidências científicas podem ajudar a melhorar a eficiência na alocação dos escassos recursos disponíveis. E é nesse sentido que se espera, devam ser utilizados os resultados dessa dissertação, que sugeriu, que o PICC com tecnologia de confirmação eletromagnética uma alternativa custo-efetiva em comparação ao PICC sem tecnologia, que ainda é o “padrão ouro” nos hospitais aqui no Brasil.

Entretanto, deve-se considerar como limitação do estudo, o fato de ter sido realizado em apenas duas instituições hospitalares distintas, não ter considerado o impacto dos fatores humanos, da usabilidade, portanto, no uso das tecnologias avaliadas, além do menor número de procedimentos realizados utilizando o PICC com sistema de navegação, o que pode ter enviesado os resultados para o desfecho de efetividade imputados no modelo, que favoreceu essa tecnologia em relação a outra, que pode ter sido subestimada.. Entretanto, por se tratar de uma abordagem inicial sobre esta temática, os resultados da pesquisa podem contribuir com o avanço no conhecimento sobre os impactos econômicos e as consequências, em termos de benefícios para os pacientes, associadas a utilização dos cateteres PICC na prática clínica.

Por fim, o delineamento do estudo assim como os resultados poderão subsidiar pesquisas futuras que evidenciem os custos e as consequências da utilização das tecnologias analisadas no caso-base, considerando além dos custos médicos diretos associados ao uso dessas tecnologias, aqueles associados a todos os materiais e insumos utilizados, treinamento da equipe, bem como aqueles associados às complicações que poderão resultar em aumento no tempo de permanência hospitalar e demandar o uso de outras tecnologias como para fins diagnóstico, terapêuticos ou de suporte avançado de vida, o que poderia dar maior robustez ao modelo, uma vez que poderão capturar os custos e as consequências no longo prazo.

CONCLUSÃO

Após a análise de sensibilidade probabilística e determinística, o PICC com tecnologia de navegação e confirmação permaneceu como alternativa mais atraente do ponto de vista da custo-efetividade, dentro do limiar de disposição para pagar de 1 PIB *per capita*, estipulado em R\$35.161 tomando como referência o ano de 2020.

O estudo concluiu que é maior a probabilidade de o PICC com navegação eletromagnética ser mais custo-efetivo comparado ao PICC sem tecnologia para a assertividade da posição da ponta de cateter, quanto maior for a disposição de pagar, a partindo-se de R\$ 240,00, aproximadamente.

Apesar das incertezas e limitações do estudo, foi possível a obtenção de resultados satisfatórios para nortear futuros pesquisadores e auxiliar gestores em sua tomada de decisão.

Os objetivos do estudo foram alcançados e, os resultados obtidos sugerem, que a tecnologia de PICC com navegação eletromagnética pode ser a melhor alternativa disponível para a uso, comparado aos PICCs comuns, dependendo da disposição de pagar dos gestores e decisores locais.

Vale ressaltar que não foram encontradas publicações nacionais nessa temática, considerada essencial dada a importância do tema envolvendo segurança e conforto dos pacientes, melhoria da qualidade assistencial, e redução de riscos e custos associados ao processo, acredito que este estudo poderá contribuir para futuros

estudos sobre o assunto, e auxílio em tomadas de decisões na incorporação destas tecnologias com análises mais científicas, não apenas no âmbito da saúde suplementar, mas podendo também ser fomentado no âmbito do SUS.

No Brasil, se faz necessários tais estudos, devido ao aumento de utilização de dispositivos PICC, a busca pela melhor performance da qualidade assistencial e de segurança do paciente, e a busca da sustentabilidade econômica na incorporação de novas tecnologias de saúde sobre acessos vasculares.

REFERÊNCIAS

- ADRIAN, Maria; BORGQUIST, Ola; BENTZER, Peter; AKESON, Jonas; MARTIN, Spångfors. *et al.* Research protocol for mechanical complications after central venous catheterisation: a prospective controlled multicentre observational study to determine incidence and risk factors of mechanical complications within 24 hours after cannulation. **BMJ Open**, n.9, v.10, e029301. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2019-029301>. Acesso em: 29-jun. 2022.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA)**. Disponível em: <http://s.anvisa.gov.br/wps/s/r/zH5>. Acesso em: 18-abr. 2017.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Glossário Erro de medicação**. Brasília; c 2005-2009. Disponível em: <http://websphere.anvisa.gov.br/wps/portal/anvisa/anvisa/posuso/farmacovigilancia/>. Acesso em: 14-abr. 2017.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Portaria Nº 529, de 1º de abril de 2013. **Institui o Programa Nacional de Segurança do Paciente (PNSP)**. Brasília; 2013. Disponível em: http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2013/prt0529_01_04_2013.html. Acesso em: 29-jun. 2022.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução RDC 45, de 12 de março de 2003. **Dispõe sobre o Regulamento Técnico de Boas Práticas de Utilização das Soluções Parenterais (SP) em Serviços de Saúde**. Brasília; 2002. Disponível em: https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2003/rdc0045_12_03_2003.html#:~:text=Disp%C3%B5e%20sobre%20o%20Regulamento%20T%C3%A9cnico,que%20lhe%20confere%20o%20art. Acesso em: 29-jun. 2022.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Rede Sentinela**. Brasília; 2001. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/fiscalizacao-e-monitoramento/rede-sentinela/rede-sentinela-1>. Acesso em: 29-jun. 2022.
- ALBERTINI, Fabrizio; Struglia, Manuela; Faraone, Vincenzo; Fioravanti, Roberto; NIUTTA, Boursier Stefano. Effectiveness of the ECG method in the correct positioning of PICC type central venous catheters in patients with atrial fibrillation. **Minerva Cardioangiol**, n.67, v.3. 2019, p.207-213. Disponível em: <https://doi.org/10.23736/s0026-4725.19.04915-6>. Acesso em: 29-jun. 2022.
- AHN, J.H; KIM, I.S; YANG, J.H; LEE, I.G; SEO, D.H; KIM, S.P. Transoesophageal echocardiographic evaluation of central venous catheter positioning using Peres' formula or a radiological landmark-based approach: a prospective randomized single-centre study. **Br J Anaesth**, n.2, v.118, p.215-222. Disponível em <https://doi.org/10.1093/bja/aew430>. Acesso em: 29-jun. 2022.
- BEHRMAN, Richard E; BUTLER, Adrienne Stith. Preterm birth: Causes, consequences, and prevention. Washington, DC; National Academies Press; 2007. **Institute of Medicine (US) Committee on Understanding Premature Birth and Assuring Healthy Outcomes**. Disponível em: <https://doi.org/10.17226/11622>. Acesso em: 29-jun. 2022.
- BRASIL. Ministério da Saúde, Fundação Oswaldo Cruz, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Documento de referência para o Programa Nacional de Segurança do Paciente**. Brasília; 2014. Disponível em: <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/documentoreferenciaprogramanacionalseguranc a.pdf>. Acesso em: 29-jun. 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. Departamento de Ciência e Tecnologia. **Diretrizes metodológicas: elaboração de pareceres técnico-científicos.** Brasília; 2014. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/diretrizes_metodologicas_elaboracao_parecer_tecnico.pdf. Acesso em: 29-jun. 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. **Resolução 466. 2012 Diretrizes e normas regulamentadoras sobre pesquisa envolvendo seres humanos.** Brasília; 2012. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/cns/2013/res0466_12_12_2012.html. Acesso em: 29-jun. 2022.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Manual de Tecnovigilância: abordagens de vigilância sanitária de produtos para saúde comercializados no Brasil.** Brasília; Ministério da Saúde, 2010. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/centraisdeconteudo/publicacoes/produtos-para-a-saude/manuais/manual-de-tecnovigilancia-abordagens-de-vigilancia-sanitaria-de-produtos-para-a-saude-comercializados-no-brasil.pdf/view>. Acesso em: 29-jun. 2022.

BRASIL. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. **Diretrizes Metodológicas: estudos de avaliação econômica de tecnologias em saúde / Ministério da Saúde, Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos, Departamento de Ciência e Tecnologia.** Brasília; Ministério da Saúde, 2009. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/avaliacao_economica_tecnologias_saude_2009.pdf. Acesso em: 15-jul. 2022.

BRASIL. Secretaria de Ciência, Departamento de Ciência e Tecnologia. Tecnologia e Insumos Estratégicos. Departamento de Ciência e Tecnologia. **Diretrizes metodológicas: análise de impacto orçamentário: manual para o Sistema de Saúde do Brasil / Ministério da Saúde, Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos.** Brasília; Ministério da Saúde, 2012. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/diretrizes_metodologicas_analise_impacto.pdf. Acesso em: 15-jul. 2022.

BRASIL. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. Departamento de Ciência e Tecnologia. **Diretrizes metodológicas: elaboração de estudos para avaliação de equipamentos médicos assistenciais / Ministério da Saúde, Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos.** Brasília; Ministério da Saúde, 2013. Disponível em: https://rebrats.saude.gov.br/phocadownload/diretrizes/Manual_EMAPT_WEB.pdf. Acesso em: 15-jul. 2022.

BRASIL. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Sistema de Informação Sobre Mortalidade – SIM.** Disponível em: <http://svs.aids.gov.br/dashboard/mortalidade/infantil.show.mtw>. Acesso em: 01-jun. 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. Departamento de Ciência e Tecnologia. **Diretrizes metodológicas: elaboração de estudos para avaliação de equipamentos médicos assistenciais.** Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2013. Disponível em: <http://www.saude.gov.br/bvs>. Acesso em: 10-dez. 2017.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº. 63, de 24 de novembro de 2011. **Dispõe sobre os Requisitos de Boas Práticas de Funcionamento para os Serviços de Saúde.** Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2011. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/3fcb208049af5f1e96aeb66dcbd9c63c/RDC+36+de+25_11_2011+Vers%C3%A3o+Publicada.pdf?MOD=AJPERES. Acesso em: 18-abr. 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Avaliação econômica em saúde: desafios para a gestão no Sistema Único de Saúde**. Brasília, Ministério da Saúde, 2008. Disponível em: http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/avaliacao_economica_desafios_gestao_sus.pdf. Acesso em: 12-mai.2017.

BRIGGS, Andrew; CLAXTON, Karl; SCULPHER, Mark. **Decision Modelling for Health Economic**. Oxford University Press. 2007.

BRASIL. Conselho Nacional de Saúde. **CADASTRO NACIONAL DE ESTABELECIMENTO DE SAÚDE**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2017. Disponível em: <http://cnes2.datasus.gov.br>. Acesso em:18-abr. 2017.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Diretoria de Pesquisas. Coordenação de Trabalho e Rendimento. Sistema Integrado de Pesquisas Domiciliares – SIPD. **Estatísticas do registro Civil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/135/rc_2015_v42.pdf. Acesso em: 29-jun. 2022.

CARVALHO, Viviane Tostes; CASSIANI, Silvia Helena De Bortoli. Erros na medicação e consequências para os profissionais de enfermagem e clientes: um estudo exploratório. **Rev Latino-Am Enfermagem**, n.4, v.10, p.523-9, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0104-11692002000400009>. Acesso em: 29-jun. 2022.

CASSIANI, Silvia Helena de Bortoli; GIMENES, Fernanda Raphael Escobar; MONZANI, Aline Aparecida Silva. O uso da tecnologia para a segurança do paciente. **Revista Eletrônica de Enfermagem**, n.2, v.11, p.413-417, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.5216/ree.v11.47051>. Acesso em: 29-jun. 2022.

COFEN. Conselho Federal de Enfermagem. Parecer normativo nº002/2015. **Parecer técnico sobre dispensação de medicamento por profissional Enfermeiro**. Disponível em: http://www.cofen.gov.br/parecer-normativo-no-0022015-2_37029.html. Acesso em: 29-jun. 2022.

BRASIL. Comissão Nacional de Incorporação De Tecnologias no SUS. **Monitoramento do horizonte tecnológico**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2014. Disponível em: <http://conitec.gov.br/index.php/monitoramento-de-tecnologias>. Acesso em: 27-abr. 2017.

CORRIGAN J.M. et al. **Crossing the quality chasm: a new health system for the 21st century**. Washington, DC: National Academy Press; 2001.

CONSELHO FEDERAL DE ENFERMAGEM (Brasil). Resolução n. 258, 12 de julho de 2001. **Dispõe sobre a Inserção de Cateter Periférico Central pelos Enfermeiros**. Rio de Janeiro, 2001. Disponível em: http://www.cofen.gov.br/resoluo-cofen-2582001_4296.html. Acesso em: 15-jul. 2017.

CALABRESE, Maria; MONTINI, Luca; ARLOTTA, Gabriella; LA GRAGA, Antonio; BIASUCCI, Daniele G; BEVILACQUA, Francesca. et al. Um método eletrocardiográfico intracavitário modificado para detectar a localização da ponta de cateteres venosos centrais em pacientes com fibrilação atrial. **The Journal of Vascular Access**, n.5, v.20, p.516-523, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1177%2F1129729818819422>. Acesso em: 29-jun. 2022.

CHOPRA, Vineet; SCOTT, A Flanders; SAINT, Sanjay; WOLLER, Scott; O'GRADY, Naomi P; SAFDAR, Nasia, *et al*. The Michigan Appropriateness Guide for Intravenous Catheters (MAGIC): Results From a Multispecialty Panel Using the RAND/UCLA Appropriateness Method. **Ann Intern**

Med, Supp, p. S1-S39, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.7326/M15-0744>. Acesso em 15-jul. 2022.

DE VRIES, E.M; Ramrattan, M.A; Smorenburg, S.M; Gouma, D.J; Boermeester, M.A. The incidence and nature orin-hospital adverse events: a systematic review. **Quality & Safety in Health Care**, n.17, p.216-223, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1136/qshc.2007.023622>. Acesso em: 29-jun. 2022.

DALE, Megan; HIGGINS, Ailish; CAROLAN-REES, Grace. Sherlock 3CG(®) Tip Confirmation System for Placement of Peripherally Inserted Central Catheters: A NICE Medical Technology Guidance. **Appl Health Econ Health Policy**, n.1, v.14, p.41-49, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s40258-015-0192-3>. Acesso em 14-jul. 2022.

GOODMAN, C.S. **HTA 101: Introduction to Health Technology Assessment**. Bethesda, MD: National Library of Medicine (US); 2014.

HADDIX, Anne C; TEUTSCH, Steven M; CORSO, Phaedra S. **Prevention effectiveness. A guide to decision analysis and economic evaluation**. 2nd ed. New York: Oxford University Press, 2002.

IAMS, Jay D; ROMERO, Roberto; CULHANE, Jennifer F, GOLDENBERG, Robert L. Primary, secondary, and tertiary interventions to reduce the morbidity and mortality of preterm birth. **Lancet**, n.371, p.164-175, 2008. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(08\)60108-7](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(08)60108-7). Acesso em: 29-jun. 2022.

HUSEREAU, Dom; DRUMMOND, Michael; PETROU, Starvos; CARSWELL, Chris; MOHER, David; GREENBERG, Dan, et al. Consolidated Health Economic Evaluation Reporting Standards (CHEERS) - explanation and elaboration: a report of the ISPOR Health Economic Evaluation Publication Guidelines Good Reporting Practices Task Force. **Value Health**, n.2, v.16, p.231-250, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jval.2013.02.002>. Acesso em: 15-jul. 2022.

COOPER, D. James; MYBURGH, John; HERITIER, Stephane; FINFER, Simon; BELLOMO, Rinaldo; BILLOT, Laurent, et al. Albumin resuscitation for traumatic brain injury: is intracranial hypertension the cause of increased mortality? **J Neurotrauma**, n.7, v.30, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1089/neu.2012.2573>. Acesso em: 29-jun. 2022.

JOHNSTON, A.J; BISHOP, S.M; MARTIN, L; SEE, T.C; STREATER, C.T. Defining peripherally inserted central catheter tip position and an evaluation of insertions in one unit. **Anaesthesia**, n.5, v.68, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/anae.12188>. Acesso em: 29-jun. 2022.

KILGORE, K.P; LEE, M.S; LEAVITT, J.A; MOKRI, B; HODGE, D.O; FRANK, R.D; CHEN, J.J. Re-evaluating the Incidence of Idiopathic Intracranial Hypertension in an Era of Increasing Obesity. **Ophthalmology**, n.5, v.124, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2017.01.006>. Acesso em: 29-jun. 2022.

KLEIDON, Tricia M; HOROWITZ, Jennifer; RICKARD, Claire M; ULLMAN, Amanda J, MARSH, Nicole; SCHULTS, Jessica, et al. Peripherally inserted central catheter thrombosis after placement via electrocardiography vs traditional methods. **The American Journal of Medicine**, n.2, v.134, S0002-9343(20)30557-X, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2020.06.010>. Acesso em: 29-jun. 2022.

LELKES, Valdis; KUMAR, Abhishek; SHUKLA, Pratik A; CONTRACTOR, Sohail; RUTAN, Thomas. Analysis of the Sherlock II tip location system for inserting peripherally inserted central venous catheters. **Clin Imaging**, n.5, v.37, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.clinimag.2013.04.009>. Acesso em: 29-jun. 2022.

LING, Qiying; CHEN, Hong; TANG, Min; Qu, Yi; TANG, Binzhi. Accuracy and safety study of intracavitary electrocardiographic guidance for peripherally inserted central catheter placement in neonates. **J Perinat Neonatal Nurs**, n.1, v.33, p. 89-95, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1097/jpn.0000000000000389>. Acesso em: 29-jun. 2022.

LI, A; JIAO, J; ZHANG Y, et al. A randomized controlled study of bedside electrocardiograph-guided tip location technique & the traditional chest radiography tip location technique for peripherally inserted central venous catheter in cancer patients. **Indian J Med Res**, n.5, v.147, p.477-483, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.4103/ijmr.IJMR_1120_16. Acesso em 15-jul. 2022.

MIELKE, Dorothea; WITTIG, Andrea; TEICHGRABER, Ulf. Cateter venoso central de inserção periférica (PICC) em tratamento oncológico ambulatorial e hospitalar. **Support Care Cancer**, v.10, p.4753-4760, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00520-019-05276-0>. Acesso em: 29-jun. 2022.

NEGELISKII, C; LAUTERT, L; NONNENMACHER, CL; PERUZZO, AB; BAIOTTO, GG; VARGAS, I. Custo benefício do cateter central de inserção periférica em comparação com o cateter venoso central. **Rev Eletrôn Estácio Saúde**, n.1, v.6, 2017. Disponível: <http://revistadmmade.estacio.br/index.php/saudesantacatarina/index-ISSN1983-1617>. Acesso em 15-jul. 2022.

STEINHAGEN, Folkert; KANTHAK, Maximilian; KUKUK, Guido; BODE, Christian; HOEFT, Andreas; WEBER, Stefan, et al. Electrocardiographycontrolled central venous catheter tip positioning in patients with atrial fibrillation. **The Journal of Vascular Access**, n.6, v.19, p.528-534, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1177%2F1129729818757976>. Acesso em: 29-jun. 2022.

STROUD, Andrea; ZALIECKAS, Jill; TAN, Corine; TRACY, Sarah; ZURAKOWSKI, David; MOONEY, David P. Simple formulas to determine optimal subclavian central venous catheter tip placement in infants and children. **J Pediatr Surg**, n.7, v.49, p.1109-1112, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2013.12.024>. Acesso em: 29-jun. 2022.

PERIN, Giordano; SCARPA, Maria-Grazia. Defining central venous line position in children: tips for the tip. **The Journal of Vascular Access**, n.2, v.16, p.77-86, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.5301%2Fjva.5000285>. Acesso em: 29-jun. 2022.

PATERSON, Rebecca; CHOPRA, Vineet; BROWN, Erin; KLEIDON, Tricia M; COOKE, Marie; RICKARD, Claire M, et al. Selection and insertion of vascular access devices in pediatrics: a systematic review. **Pediatrics**, (suppl 3), v.145, S243-S268, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1542/peds.2019-3474h>. Acesso em: 29-jun. 2022.

MAREHBIAN, Jonathan; MUEHLSCHLEGEL, Susanne; EDLOW, Brian L; HINSON, Holly E; HWANG, David Y. Medical Management of the Severe Traumatic Brain Injury Patient. **Neurocrit Care**, n.3, v.27, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12028-017-0408-5>. Acesso em: 29-jun. 2022.

MOUREAU, Nancy; CHOPRA, Vineet. Indications for peripheral, midline and central catheters: summary of the MAGIC recommendations. **British Journal of Nurse**, n.8, v.25, S15-24, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.12968/bjon.2016.25.8.s15>. Acesso em: 15-jul. 2022.

NAIR, S.S; SURENDRAN, A; PRABHAKAR, R.B; CHISTHI, M.M. Comparison between FOUR score and GCS in assessing patients with traumatic head injury: a tertiary centre study. **Int. Surg. J**, n.2, v.4, 2017. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.18203/2349-2902.isj20170209>. Acesso em: 29-jun. 2022.

CZARNIK, Tomasz; GAWDA, Ryszard; NOWOTARSKI, Jakub. Real-time, ultrasound-guided infraclavicular axillary vein cannulation for renal replacement therapy in the critical care unit-a prospective intervention study. **J Crit Care**, n.3, v.30, p.624-628, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2015.01.002>. Acesso em: 29-jun. 2022.

FLEMING, Geoffrey M; MINK, Richard B; HORNIK, Christoph; EMKE, Amanda R; GREEN, Michael L; MASON, Katherine, et al. Developing a tool to assess placement of central venous catheters in pediatrics patients. **J Grad Med Educ**, n.3, v.8, p.346-352, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.4300/jgme-d-15-00365.1>. Acesso em: 29-jun. 2022.

GORSKI, Lisa A; HADAWAY, Lynn; HAGLE, Mary E; BROADHURST, Daphne; CLARE, Simon; KLEIDON, Tricia, et al. Infusion therapy standards of practice. **J Infus Nurs**, n.15, v.44, S1-S224, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1097/NAN.0000000000000396>. Acesso em: 15-jul. 2022.

GURIEN, Lori A; BLAKELY, Martin L; RUSSELL, Robert T; STRECK, Christian J; VOGEL, Adam M; RENAUD, Elizabeth J, et al. Real-time ultrasonography for placement of central venous catheters in children: a multiinstitutional study. **Surgery**, n.6, v.160, p.1605-1611, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.surg.2016.05.019>. Acesso em: 29-jun. 2022.

KELLER, EJ; ARAGONA, E; MOLINA, H; LEE, J; SALEM, R; RESNICK, AS, et al. Cost-effectiveness of a guided peripherally inserted central catheter placement system: a single-center cohort study. **J Vasc Interv Radiol**, n.5, v.30, p.709-714, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jvir.2018.07.032>. Acesso em: 15-jul. 2022.

KIM, Se-Chan; HEINZE, Ingo; SCHMIEDEL, Alexandra; BAUMGARTEN, Georg; KNUEFERMANN, Pascal; HOEFT, Andreas; WEBER, Stefan. Ultrasound confirmation of central venous catheter position via a right supraclavicular fossa view using a microconvex probe: an observational pilot study. **Eur J Anaesthesiol**, n.1, v.32, p.29-36, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1097/eja.0000000000000042>. Acesso em: 29-jun. 2022.

KIM, Se-Chan, KLEBACH, Christian; HEINZE, Ingo; HOEFT, Andreas; BAUMGARTEN, Georg; WEBER, Stefan. The supraclavicular fossa ultrasound view for central venous catheter placement and catheter change over guidewire. **J Vis Exp**, n.94, 52160, 2014. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.3791/52160>. Acesso em: 29-jun. 2022.

YIN, Yu-Xian; GAO, Wei; LI, Xu-Ying; DENG, Qian-Hong. Insertion of peripherally inserted central catheters with intracavitary electrocardiogram guidance: A randomized multicenter study in China. **J Vasc Access**, n.5, v.20, p.524-529, 2019. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.1177/1129729818819732>. Acesso em: 15-jul. 2022.

LI, A; JIAO, JianGuo; ZHANG, Ying; TIAN, Li; MIAO, JinHonh; HAO, XiaoLi, et al. A randomized controlled study of bedside electrocardiograph-guided tip location technique & the traditional chest radiography tip location technique for peripherally inserted central venous catheter in cancer patients. **Indian J Med Res**, n.5, v.147, p.477-483, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.4103/ijmr.ijmr_1120_16. Acesso em: 15-jul. 2022.

LI, X.Y; YE J,B; ZHANG, L.G; JIA, Y.Z; ZHOU, R.M; PAI, P. Misplacement of tunneled hemodialysis catheter into azygos vein: left or right jugular insertion has similar susceptibility. **Blood Purif**, n.1, v.48, p.1-9, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1159/000497231>. Acesso em: 29-jun. 2022.

OLETI, Tejopratap; JEEVA, Sankar M; THUKRAL, Anu; SREENIVAS, V; GUPTA, Arun Kumar; AGARWAL, Ramesh, et al. Does ultrasound guidance for peripherally inserted central catheter

(PICC) insertion reduce the incidence of tip malposition? - a randomized trial. **J Perinatol**, n.1, v.39, p.95-101, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41372-018-0249-x>. Acesso em: 29-jun. 2022.

STEERE, Lee; ROUSSEAU, Marc; DURLAND, Lisa. Lean Six Sigma for Intravenous Therapy Optimization: A Hospital Use of Lean Thinking to Improve Occlusion Management. **Journal of the Association for Vascular Access**, n.1, v.23, p.42-50, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.java.2018.01.002>. Acesso em 15-jul. 2022.

TOMASZEWSKI, K.J; FERKO, N; HOLLMANN, S.S; ENG, S.C; RICHARD, H.M; ROWE L, SPROULE, S. Time and resources of peripherally inserted central catheter insertion procedures: a comparison between blind insertion/chest X-ray and a real time tip navigation and confirmation system. **Clinicoecon Outcomes Res**, v.9:115-125, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.2147/CEOR.S121230>. Acesso em: 29-jun. 2022.

PITTIRUTI, Mauro; BERTOLLO, Daniele; BRIGLIA, Ermano; BUONONATO, Massimo; CAPOZZOLI, Giuseppe; DE SIMONE, Luigi, et al. The intracavitary ECG method for positioning the tip of central venous catheters: results of an Italian multicenter study. **Journal of Vascular Access**, n.3, v.13, p.357-365, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.5301/jva.2012.9020>. Acesso em: 29-jun. 2022.

ZHU, Li-Bo; LIU, Ling; ZHANG, Tie-Song; ZHENG, Yu-Ting; LU, Chun-Yan; ZHANG, Shu-Xian, et al. A clinical study on the tip localization of peripherally inserted central catheter (PICC) guided by intracavitary electrocardiography in newborns: a randomised trial. *Transl Pediatr*, n.10, v.10, p.2409-2417, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.21037/tp-20-370>. Acesso em: 15-jul. 2022.