



MINISTÉRIO DA SAÚDE
INSTITUTO NACIONAL DE CARDIOLOGIA
COORDENAÇÃO DE ENSINO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AVALIAÇÃO DE TECNOLOGIAS EM
SAÚDE

CARLOS EDUARDO PESSANHA BOLLER

CUSTO-EFETIVIDADE DO CATETERISMO VENOSO CENTRAL GUIADO POR
ULTRASSONOGRAFIA NO SUS

RIO DE JANEIRO

2016



CARLOS EDUARDO PESSANHA BOLLER

CUSTO-EFETIVIDADE DO CATETERISMO VENOSO CENTRAL GUIADO POR
ULTRASSONOGRAFIA NO SUS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Avaliação de Tecnologias em Saúde (Mestrado Profissional), do Instituto Nacional de Cardiologia, como requisito à obtenção do título de Mestre.

Orientadores: Prof^a. Dr^a. Marisa da Silva Santos

Prof^a. MSc. Kátia Marie Simões e Senna

RIO DE JANEIRO

2016

B691c Boller, Carlos Eduardo Pessanha.

Custo-efetividade do cateterismo venoso central guiado por ultrassonografia no SUS / Carlos Eduardo Pessanha Boller. – Rio de Janeiro, 2016.

60 f.

Dissertação (Mestrado Profissional em Avaliação de Tecnologia em Saúde) Instituto Nacional de Cardiologia – INC

1. Cateterismo Venoso Central 2. Ultrassonografia de Intervenção 3. Análise Custo-Benefício I. Título.

CARLOS EDUARDO PESSANHA BOLLER

**CUSTO-EFETIVIDADE DO CATETERISMO VENOSO CENTRAL GUIADO POR
ULTRASSONOGRAFIA NO SUS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Avaliação de Tecnologias em Saúde (Mestrado Profissional), do Instituto Nacional de Cardiologia, como requisito à obtenção do título de Mestre.

Aprovado em: 11 de outubro de 2016

Membros da Banca:

Prof. Claudia Cristina de Aguiar Pereira – ENSP/FIOCRUZ (presidente)

Prof. Pedro Pimenta de Mello Spineti – HUPE/UERJ (membro)

Prof. Luciana Tarbes Matanna Saturnino – INC (membro)

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho às 3 mulheres da minha vida:

- Minha esposa por estar ao meu lado nas alegrias e nas tristezas
- Minha mãe que sempre disse que eu seguiria vida acadêmica, mas infelizmente faleceu poucas semanas antes da prova de seleção para o mestrado, porém tenho certeza que estaria muito orgulhosa
- Minha avó que sonhava cursar enfermagem e por acaso teve um neto Enfermeiro, apesar de não ter podido acompanhar nem esta, nem as demais conquistas profissionais

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me dado coragem e determinação para sair do conforto que estava e almejar buscar novos conhecimentos e formações;

À minha esposa, por ter estado ao meu lado durante todo o curso, por ter me apoiado desde as aulas particulares de inglês até os dias tristes após voltar de algumas orientações;

Ao amigo, professor e dirigente espiritual Dr. Diácono Bernardo Tura, por ter dado incentivo para que eu começasse a cogitar fazer mestrado;

Às minhas orientadoras, por cada parágrafo inteiro excluído e por cada nova versão criada, pois só assim consegui concluir esse trabalho, em especial a Prof. Marisa Santos por ter me “adotado” depois de parte do caminho já percorrido.

À amiga Roberta Barroca, tradutora, que apesar de achar que sua ajuda era simples, fez colocações de extrema relevância na versão final do abstract deste trabalho.

“No meio do caminho havia uma pedra, e dessa pedra eu fiz uma jóia”

(Carlos Eduardo Pessanha Boller)

RESUMO

O Cateterismo Venoso Central é um procedimento muito utilizado nas Unidades de Terapia Intensiva e consiste na inserção de um dispositivo por meio da rede venosa e posicionamento na veia cava. O pneumotórax e a punção arterial acidental são suas principais complicações quando realizado em Veia Subclávia e Veia Jugular Interna, respectivamente, podendo ter associação com variações anatômicas, alterações fisiológicas ou treinamento insuficiente. A ultrassonografia vem sendo utilizada como auxiliar no Cateterismo Venoso Central com o objetivo de minimizar riscos e reduzir complicações. O presente estudo apresenta uma avaliação econômica de custo-efetividade comparando a técnica de cateterismo venoso central guiada pelo ultrassom com a técnica padrão, realizada em adultos, sob a perspectiva do Sistema Único de Saúde brasileiro. A partir de uma busca sistemática na base de dados Medline via Pubmed, os dados de prevalência para a construção do modelo econômico foram levantados e sumarizados por meio de meta-análises. Uma árvore de decisão foi construída com base em um cenário hipotético descrito como uma unidade de atendimento terciário de saúde já em uso do equipamento de ultrassonografia para auxiliar o procedimento, e com equipe técnica habilitada. Os custos diretos estimados para os materiais e procedimentos foram valorados utilizando bancos de registros de compras nacionais. Foi adotado o valor de R\$28.876,00 (1 PIB per capita brasileiro - 2016) como limiar de Custo-Efetividade. Realizada análise de sensibilidade determinística e probabilística. A razão do custo-efetividade incremental para a ultrassonografia no sítio Veia Jugular Interna foi de R\$14.922,34 para cada complicação grave evitada. Após a realização da análise probabilística identificou-se que 63,6% das simulações foram custo-efetivas e apenas 8,9% não foram efetivas em relação à técnica padrão. No sítio Veia Subclávia, a razão de custo-efetividade incremental estimada para a ultrassonografia foi de R\$1.159,19 por complicação grave evitada. Após a realização da análise probabilística, identificou-se que 80,1% das simulações foram custo-efetivas, sendo 13,2% destas dominantes. Desta forma, conclui-se que a intervenção avaliada é eficaz, segura e custo-efetiva em ambos os sítios, sendo mais custo-efetiva na punção de Veia Subclávia.

Palavras-Chave: Cateterismo Venoso Central; Ultrassonografia de Intervenção; Análise Custo-Benefício; Padrões de Prática Médica; Medicina Baseada em Evidências; Avaliação de Tecnologia Biomédica

ABSTRACT

Central Venous Catheterization (CVC) is a procedure that is widely used in intensive care units and consists of inserting a catheter into the vein and positioning it in the vena cava. The most common complications are pneumothorax and arterial puncture when the procedure is performed in the subclavian and internal jugular vein, respectively. Complications may be associated with anatomical variations, physiological changes or insufficient staff training. Ultrasonography has been used to assist Central Venous Catheterization and minimize risks and reduce complications. This study aims to develop a cost-effectiveness economic evaluation comparing the ultrasound (US)-guided catheterization technique to the standard technique, performed in adults in the Brazilian Unified Health System (SUS). This study used a structured search in the Medline database through the Pubmed interface. Prevalence data for building the model were collected and summarized through meta-analysis. The decision tree considered the hypothetical scenario of a tertiary health care unit, already equipped with US to perform CVC, along with technical staff qualified for the procedure. Estimated direct costs for materials and procedures were valued in national public procurement databases. The threshold for the Incremental Cost-Effectiveness adopted was BRL 28,876.00 (1 GDP per capita - 2016). Deterministic sensitivity and probabilistic sensitivity were performed. The incremental cost-effectiveness ratio estimated for the US on the Internal Jugular Vein was BRL 14,922.34 for each serious complication avoided. Probabilistic analysis found that 63.6% of simulations were cost-effective and only 8.9% were not effective in relation to the standard technique. For the subclavian vein site, the estimated incremental cost-effectiveness ratio for US was BRL 1,159.19 for each serious complication avoided. Probabilistic analysis, found that 80.1% of the simulations were cost-effective, and 13.2% of these were dominant. Thus, it was concluded that the studied intervention is effective, safe and cost-effective at both sites, and the most cost-effective procedure was subclavian vein puncture.

Keywords: Catheterization, Central Venous; Ultrasonography, Interventional; Cost-Benefit Analysis; Practice Patterns, Physicians'; Evidence-Based Medicine; Technology Assessment, Biomedical

Lista de Ilustrações

Figura 1 - Referencial Anatômico para Cateterismo Venoso Central em Veia Jugular Interna	16
Figura 2 - Referencial Anatômico (I) para Cateterismo Venoso Central em Veia Subclávia.....	16
Figura 3 - Referencial Anatômico (II) para Cateterismo Venoso Central em Veia Subclávia.....	16
Figura 4 - Ultrassonografia em incidência transversa	18
Figura 5 – Ultrassonografia durante canulação em incidência longitudinal da Veia Jugular Interna	19
Figura 6 – Estrutura de árvore.....	27
Figura 7 – Diagrama de Tornado do modelo para Cateterismo Venoso Central em Veia Jugular Interna	38
Figura 8 - Simulações variando Efetividade e Custo para Cateterismo Venoso Central em Veia Jugular Interna.....	39
Figura 9 - Diagrama de Tornado do modelo para Cateterismo Venoso Central em Veia Subclávia.....	40
Figura 10 -- Simulações variando Efetividade e Custo para Cateterismo Venoso Central em Veia Subclávia	41

Lista de Quadros

Quadro 1- Principais complicações e incidências do Cateterismo Venoso Central...	17
Quadro 2- Elaboração da pergunta estruturada	23
Quadro 3- Estratégia de busca.....	23
Quadro 4- Probabilidade das variáveis	29

Lista de Tabelas

Tabela 1- Conduta de Tratamento por Complicação e Percentual de Aplicação da Conduta	25
Tabela 2 - Memória de Calculo das Probabilidades	29
Tabela 3- Quantidade e Valores dos Recursos do Modelo	31
Tabela 4 - Memória de Calculo dos Custos	33
Tabela 5 - Frequência das simulações de Monte Carlo para Cateterismo Venoso Central em Veia Jugular Interna.....	38
Tabela 6 - Frequência das simulações de Monte Carlo para Cateterismo Venoso Central em Veia Subclávia	41

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 Ultrassonografia	17
1.2 Avaliação Econômica	19
2 JUSTIFICATIVA.....	21
3 OBJETIVOS.....	22
4 MÉTODOS	23
4.1- Pergunta	23
4.2 Busca	23
4.3 Critérios de inclusão e exclusão.....	24
4.4 Seleção e extração de dados.....	24
4.5 Definição de desfechos e variáveis.....	24
4.6 Custos e Efetividade	25
4.7 Pressupostos	25
4.8 Modelo	26
4.9 Análise de sensibilidade.....	27
5 Aspectos Éticos	28
6 RESULTADOS.....	29
6.1 Análise de Custos para o sítio de punção VEIA JUGULAR INTERNA	37
6.2 Análise de Custos para o sítio de punção VEIA SUBCLÁVIA.....	39
7 DISCUSSÃO	42
8 CONCLUSÃO	46
Referências Bibliográficas	47
APENDICE.....	51
Apêndice A – PRISMA de seleção de artigos	51
Apêndice B - Análise de qualidade dos artigos segundo a ferramenta AMSTAR ..	52

Apêndice C – Meta-análise dos estudos primários para Sucesso na 1ª tentativa quando Cateterismo Venoso Central realizado em Veia Jugular Interna sob técnica de procedimento padrão	54
Apêndice D – Meta-análise dos estudos primários para Punção Arterial Equivocada quando Cateterismo Venoso Central realizado em Veia Jugular Interna sob técnica de procedimento padrão	55
Apêndice E – Meta-análise dos estudos primários para Punção Arterial Equivocada quando Cateterismo Venoso Central realizado em Veia Subclávia sob técnica de procedimento padrão	56
Apêndice F – Meta-análise dos estudos primários para Sucesso na 1ª tentativa quando Cateterismo Venoso Central realizado em Veia Subclávia sob técnica de procedimento padrão	57
Apêndice G - Meta-análise dos estudos primários para Pneumotórax quando Cateterismo Venoso Central realizado em Veia Subclávia sob técnica de procedimento padrão	58
Apêndice H - Lista de procedimentos orçados pelo SIGTAP com seus respectivos códigos e descrições.....	59
Apêndice I - Lista de procedimentos orçados pelo Compras Governamentais com seus respectivos códigos e descrições	60

1 INTRODUÇÃO

O Cateterismo Venoso Central (CVC) é um procedimento muito utilizado nos estabelecimentos assistenciais de saúde, especialmente nas Unidades de Terapia Intensiva (UTI). Este procedimento consiste na inserção de um dispositivo apropriado no acesso vascular, habitualmente usando a veia jugular interna (VJI), veia subclávia (VSC) ou veia femoral (VF), e posicionamento na veia cava (1, 2), sendo indispensável o emprego de materiais estéreis e técnica asséptica. (3)

No Brasil, segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), durante o ano de 2014, havia 3.028.327 CVC-dia, se considerarmos todas as 1246 UTI públicas e privadas notificantes (4). Estima-se que 8% dos pacientes hospitalizados nos Estados Unidos da América (EUA) necessitam desse procedimento (5), o que representa cerca de cinco milhões de canulações por ano (6).

São muitas as indicações clínicas para o cateterismo venoso central, tais como: a necessidade de monitorização hemodinâmica invasiva; realização de terapêutica substitutiva renal de urgência (hemofiltração, hemodiálise); a administração de substâncias hipertônicas ou irritantes às veias periféricas (medicamentos e hemoderivados). (7)

Este dispositivo é comumente fabricado em politetrafluoretileno (PTFE), podendo também ser de poliuretano ou silicone e, para adequada utilização, são necessários alguns cuidados, desde o preparo prévio para inserção, informação correta para o paciente, até o registro da correta forma de retirada. (3, 8)

Existem diversas técnicas e referenciais anatômicos para a realização do procedimento. O correto posicionamento do paciente deve ser realizado, a fim de facilitar o reconhecimento tátil ou visual desses referenciais. (3, 8, 9)

Na punção da VJI, é localizado o processo mastóide, a inserção esternal do músculo esternocleidomastoideo (M.SCM) e a artéria carótida (figura 1). Na punção de VSC, é necessária a identificação do triângulo delto-peitoral e da linha infraclavicular (figura 2 e figura 3). (8)

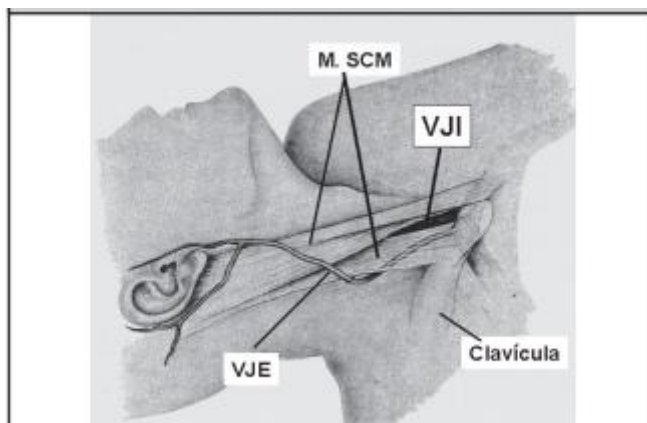


Figura 1 - Referencial Anatômico para Cateterismo Venoso Central em Veia Jugular Interna¹

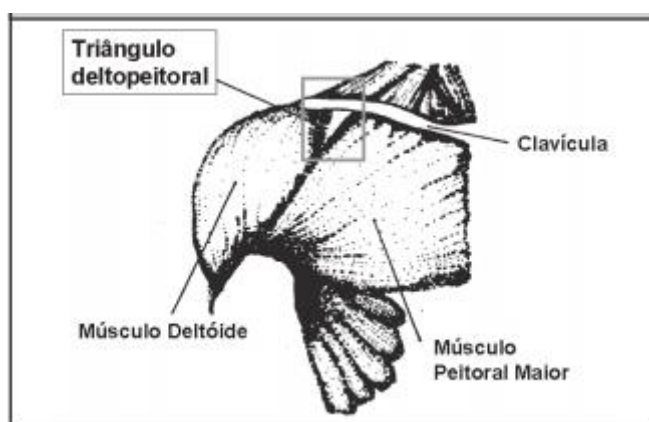


Figura 2 - Referencial Anatômico (I) para Cateterismo Venoso Central em Veia Subclávia¹

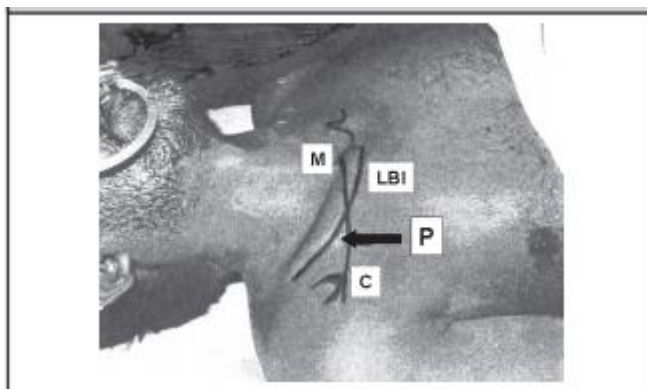


Figura 3 - Referencial Anatômico (II) para Cateterismo Venoso Central em Veia Subclávia¹

Estão descritas na literatura diversas complicações associadas ao uso e inserção de cateteres, possuindo um ou mais fatores predisponentes. Tsotsolis e colaboradores (10) afirmam que 15% das tentativas de canulações venosas centrais

¹ Figuras extraídas de: Araújo S. Acessos venosos centrais e arteriais periféricos-Aspectos técnicos e práticos. Revista Brasileira Terapia Intensiva. Abril/Junho 2003;15(2):70-82.

produzem complicações, sendo o risco aumentado 5,5 vezes quando é necessária uma segunda tentativa do procedimento.

McGee e colaboradores (11) descreveram as incidências de algumas das principais complicações associadas à punção de acesso venoso central, conforme descrito no Quadro 1:

Quadro 1 - Principais complicações e incidências do Cateterismo Venoso Central

Característica:	Incidência:
Trombóticas	De 2% a 26%
Infecciosas	De 5% a 26%
Mecânicas	De 5% a 19%

Fonte: McGee e col.²

O Pneumotórax é considerado a complicação mais significativa da punção de subclávia, sendo responsável por 30% de todas as complicações mecânicas (10). A Punção Arterial Inadvertida é a principal complicação na punção de veia jugular interna, ocorrendo em torno de 10% dos procedimentos. (12)

Essas complicações, além de danos e sofrimento para os pacientes, aumentam os custos das unidades de saúde. O aumento dos custos ocorre por perda de material, aumento do tempo de internação hospitalar ou por demandar a realização de outros procedimentos clínicos ou cirúrgicos como, por exemplo, drenagem torácica devido pneumotórax. (5)

Variações anatômicas, taquipnéia, obesidade, alterações fisiológicas como distúrbios da coagulação, pouca experiência do profissional de saúde ou treinamento insuficiente, são alguns dos fatores associados ao maior risco de ocorrência de complicações, como infecções, sangramentos ou pneumotorax. (5)

1.1 Ultrassonografia

Visando minimizar esse risco, foi empregado, a partir da década de 1980, o uso da ultrassonografia (USG) para auxiliar à localização da VJI e sugeriu-se que seu uso poderia ser um fator de proteção contra possíveis insucessos na punção (5). A USG tem sido muito empregada no campo da radiologia intervencionista para guiar procedimentos percutâneos, em especial no sistema circulatório e em órgãos

² Dados extraídos de: McGee DC, Gould MK. Preventing complications of central venous catheterization. New England Journal of Medicine. 2003;348(12):1123-33.

como os rins, fígado, cavidade pleural, articulações, dentre outros. Não há contraindicações específicas à USG, podendo ser utilizada em pacientes de todas as idades, inclusive gestantes. (9, 13-15)

Mais recentemente, em 2015, Tsotsolis e colaboradores (10) relataram uma redução na incidência de complicações (de 6,3-11,8% para 4%) em cateterismo de VJI, quando realizado sob orientação da USG, e Lalu *et al* (16) corroboraram que existe uma redução nas complicações após punções em Veia Subclávia quando guiadas por USG.

A orientação da USG para apoio a punção de veias centrais pode ser classificada como estática ou dinâmica. A estática é realizada sequencialmente à conduta clínica (antes e depois da canulação). A dinâmica ocorre simultaneamente ao procedimento.

O cateterismo quando realizado sob orientação dinâmica é em teoria mais seguro para o paciente e facilita o procedimento para o médico, pois exibe em tempo real as estruturas adjacentes, proporcionando como principais vantagens o conhecimento da posição exata da veia alvo, assim como a detecção de variantes anatômicas ou possíveis trombooses em seu interior. (5, 15)

Existem dois planos de USG a serem considerados durante o cateterismo, o transversal e longitudinal. Essa nomenclatura se refere à orientação do transdutor e da imagem em relação ao eixo do vaso, fornecendo, respectivamente, informações sobre as estruturas adjacentes ao vaso (figura 4) e sobre as estruturas anteriores e posteriores (figura 5), viabilizando inclusive a visualização da agulha durante o procedimento. (5)



Figura 4 - Ultrassonografia em incidência transversa ³

³ Figura extraída de: www.sopati.com.br/lermais_materias.php?cd_materias=386&furl=_-Puncao-venosa-central-guiada-por-ultrassonografia-_

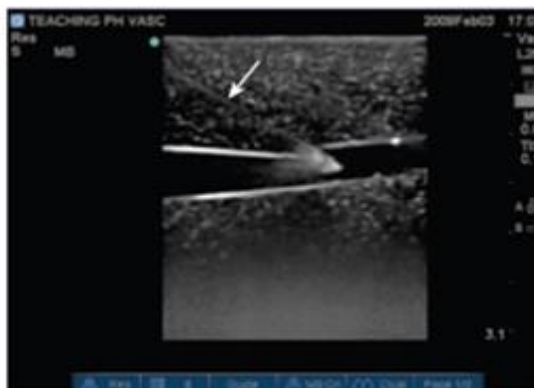


Figura 5 – Ultrassonografia durante canulação em incidência longitudinal da Veia Jugular Interna ⁴

Instituições que normatizam aspectos da segurança do paciente, como a *Agency for Healthcare Research and Quality* (AHRQ/USA) (17) e a *National Institute for Clinical Excellence* (NICE/UK) (15), recomendam desde 2001 e 2002, respectivamente, o uso da USG durante os procedimentos de CVC, por reduzir as falhas na punção e a necessidade de mais tentativas. Acredita-se também, que seu emprego reduza a taxa de infecções por cateter, facilite a confirmação do posicionamento, assim como permita verificar se o acesso venoso encontra-se pérvio e efetivo. (9, 18)

1.2 Avaliação Econômica

O termo “Avaliação Econômica” é usado para descrever um conjunto de técnicas que analisam duas ou mais tecnologias, mensurando de forma sistemática seus custos e resultados. Elas possibilitam auxiliar a tomada de decisão, subsidiando aos gestores e órgãos reguladores informações em relação às alternativas disponíveis (19). Eichler e colaboradores (20) afirmam que o desafio dos sistemas de saúde nesta década é identificar a alocação ótima dos recursos disponíveis para maximizar a saúde.

Existem diversos tipos de avaliações econômicas devendo ser analisada qual a mais indicada, de acordo com a relação que se deseja construir entre os custos e os resultados da estratégia terapêutica (21).

⁴ Figura extraída de: www.sopati.com.br/lermais_materias.php?cd_materias=386&furl=_-Puncao-venosa-central-guiada-por-ultrassonografia-_

Os quatro principais tipos são: Análise de Custo Minimização (ACM), que avalia a diferença dos custos de tecnologias com resultados equivalentes, usada principalmente na decisão sobre alocação de recursos para intervenções semelhantes (21); Análise de Custo Benefício (ACB), que aborda diretamente a questão monetária da intervenção e para isso necessita que efeitos clínicos sejam convertidos em unidades monetárias, dessa forma analisando todos os aspectos da eficiência na alocação de recursos (21); a Análise de Custo-Utilidade (ACU), focada particularmente na qualidade do desfecho produzido ou evitado, avaliando o impacto na qualidade de vida do indivíduo objeto da intervenção (21, 22); e a Análise de Custo-Efetividade (ACE), tipo selecionado para a análise deste estudo.

As consequências em saúde na ACE são aferidas em unidades naturais de benefício clínico, como por exemplo, anos de vida salvos ou número de eventos evitados. Posteriormente são calculadas as razões de custo-efetividade incrementais (RCEI), que são obtidas por meio da divisão da diferença de custos das alternativas pela diferença das suas efetividades. Esta medida expressa um resumo dos resultados de uma avaliação comparativa de diferentes estratégias de cuidados à saúde, sendo o principal resultado de uma análise econômica. (21)

A adoção de um ponto de corte (limiar de custo-efetividade) que determina se uma tecnologia deve ser ou não considerada custo-efetiva é motivo de debate na literatura e entre gestores da área da saúde, mas traz vantagens teóricas como a redução da carga de responsabilidade daqueles que tomam as decisões, gerando maior transparência e confiança no processo (19). A Organização Mundial da Saúde (OMS) sugere que as intervenções que custam até uma vez o PIB per capita do país para cada ano de vida ajustado por incapacidade (DALY) economizado é “muito custo-efetivo”, menos que três vezes o PIB per capita por DALY economizado é “custo-efetivo” e representa um bom valor para o dinheiro e aquelas que custem mais do que esse valor (três vezes o PIB per capita por DALY economizado) se torna “não custo-efetivo”. (19, 23)

Cada país possui autonomia para definir ou não qual é o limiar aceito para incorporar determinada tecnologia. Nas Américas poucos países possuem limiares estabelecidos e o Brasil não está incluído nesta lista, apesar de exigir análises de custo-efetividade como requisito para a incorporação. (24)

2 JUSTIFICATIVA

A inclusão da USG ao procedimento de CVC acarreta aumento nos custos diretos. Por outro lado, o uso da USG para o auxílio do CVC potencialmente acarreta uma redução nas taxas de complicações e falhas. O emprego adequado desta tecnologia pelos estabelecimentos assistenciais de saúde pode contribuir para uma maior segurança do paciente, tornando-a uma potencial ferramenta para redução dos custos.

Sabendo que a Avaliação de Tecnologias em Saúde objetiva subsidiar decisões quanto à incorporação e monitoramento de tecnologias (25), o presente estudo poderá apontar os custos e os reais benefícios para o paciente, subsidiando, consequentemente, uma possível decisão quanto a utilização regular dessa tecnologia pelo Sistema de Saúde Brasileiro.

3 OBJETIVOS

Objetivo primário:

Elaborar uma avaliação econômica de custo-efetividade comparando a técnica de CVC guiada pelo ultrassom com a técnica de CVC padrão, realizada em adultos.

Objetivos secundários:

- Descrever os custos associados ao CVC-VJI e CVC-VSC
- Descrever os valores da RCEI para cada sítio de punção avaliando a modificação dos valores frente à incerteza nas fontes de informações

4 MÉTODOS

4.1- Pergunta

Para construção do modelo de estudo foi estruturada a pergunta a partir do acrônimo PICO, conforme descrito no Quadro 2.

Quadro 2 - Elaboração da pergunta estruturada

População	Pacientes adultos com indicação de Acesso Venoso Central por Veia Jugular ou Subclávia;
Intervenção	Técnica de Cateterismo Venoso Central guiada por USG
Comparador	Técnica de Cateterismo Venoso Central padrão
Desfechos (Outcomes)	- Complicações graves: pneumotórax, sangramento, infecção, óbito - Número de tentativas de punção - Sucesso no procedimento

A pergunta final ficou descrita como: “A técnica de Cateterismo Venoso Central guiada por USG é mais eficaz, segura e custo-efetiva quando comparada a técnica padrão?”.

4.2 Busca

Tendo em vista que análises econômicas usualmente são dependentes de um grande número de estimativas de parâmetros (21), foi elaborada uma busca por revisões sistemáticas com o objetivo de fornecer dados para o modelo.

Foi utilizada a base de dados eletrônicos *Medline (Medical Literature Analysis and Retrieval System Online)*, por meio da interface de acesso *Pubmed*, não considerando, no primeiro momento, nenhum limite de língua ou data de publicação.

A estratégia de busca elaborada está apresentada na Quadro 3.

Quadro 3 - Estratégia de busca

("Subclavian Vein"[Mesh] OR "Jugular Veins"[Mesh] OR subclavian*[tiab] OR jugular*[tiab]) AND ("Ultrasonography"[Mesh] OR ultrasonogra* OR doppler*[tiab] OR ultrasound*[tiab]) AND ("Central Venous Catheters"[Mesh] OR "Catheterization, Central Venous"[Mesh] OR catheter*[tw] OR acess*[tiab] OR central-line*[tw] OR cannulat*[tiab]) AND (systematic[sb])

4.3 Critérios de inclusão e exclusão

Para fins desta análise foram consideradas como critérios de inclusão apenas revisões sistemáticas, realizadas em população de adultos submetidos a punção venosa de curta permanência nos sítios Veia Jugular Interna ou Veia Subclávia.

Foram excluídos estudos publicados anteriores ao ano de 2001 (últimos 15 anos) ou em idioma diferentes de Inglês, Espanhol e Português.

4.4 Seleção e extração de dados

A seleção foi feita por pares (CEPB e RT), não necessitando haver um terceiro revisor por não haver discrepâncias na seleção. Seis artigos (12, 16, 26-29) foram selecionados como demonstrado no apêndice A.

Para avaliar a qualidade dos dados extraídos foi feita a análise das publicações selecionadas por meio da ferramenta de mensuração da qualidade metodológica de revisões sistemáticas AMSTAR (30) (apêndice B). Os dados extraídos foram sumarizados em meta-análises através do programa *R*, versão 3.1.2, pacote *Meta*, visando obter os valores das probabilidades utilizadas nos modelos.

4.5 Definição de desfechos e variáveis

Após análise da literatura, os desfechos foram definidos como:

- com complicação grave: produção de pneumotórax durante a realização do procedimento ou punção arterial inadvertida com necessidade de intervenção cirúrgica para tratamento;
- sem complicação grave: punção arterial inadvertida sem indicação de intervenção cirúrgica para tratamento; procedimentos realizados com “sucesso na 1ª tentativa” ou todas as demais complicações menores.

Os desfechos foram compostos pela incidência das complicações, pelo valor dos procedimentos e pela incidência do êxito na realização do procedimento, tendo sido mensuradas para a intervenção, assim como para o comparador.

Com o objetivo de estimar o custo produzido por cada desfecho analisado no modelo, foram padronizadas as condutas clínicas, assim como sua frequência de execução, conforme detalhado na tabela 1.

Tabela 1 – Conduta de Tratamento por Complicação e Percentual de Aplicação da Conduta

Complicação	Conduta	Aplicação (fonte)
Pneumotórax	- Duas Radiografias de Tórax	100% (c.e.)
	- Drenagem Pleural	100% (31)
Punção Arterial Inadvertida	- Cirurgia Vascular	4% (32)
	- Duas Diárias em UTI	4% (c.e.)
	- Dois curativos compressivos	96% (32)
Demais possíveis complicações	- Sem intervenção clínica	100% (c.e.)

c.e. : Consulta aos Especialistas

4.6 Custos e Efetividade

Os custos foram estimados a partir da identificação de materiais e procedimentos, quantificação dos itens e atribuição de valores oriundos do “Sistema de Gerenciamento da Tabela de Procedimentos, Medicamentos e Órteses, Próteses e Materiais (OPM)” (SIGTAP) (33) e do portal de compras do Governo Federal “Compras Governamentais” (34). O SIGTAP (33) é uma ferramenta de gestão para consulta de todos os procedimentos que podem ser realizados no âmbito ambulatorial e hospitalar do Sistema Único de Saúde;

Para este estudo foram contemplados os custos médicos diretos associados ao procedimento, com valores extraídos do SIGTAP (33), e tendo como base a tabela de referência de maio/2016. Para os itens extraídos do Compras Governamentais (34) utilizou-se a mediana dos preços praticados no 2º bimestre de 2016 em virtude da diversidade de valores e quantidades licitadas no período.

Foram descartados os pregões onde o mesmo código constava em mais de um item. Para produtos onde não houve compra no período analisado foi extraído o último preço disponível e atualizado para o período de referência pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo – IPCA Saúde.

Os custos foram expressos em moeda nacional brasileira (Real - R\$) e encontram-se detalhados nos resultados da pesquisa (tabela 4) e a efetividade foi medida por complicação grave evitada.

4.7 Pressupostos

Foram assumidos os seguintes pressupostos:

- quando a canulação ocorre em apenas uma tentativa, não seriam produzidas complicações;

- quando ocorre qualquer tipo de complicação, seriam necessárias duas tentativas de canulação, logo, utilizados dois cateteres;
- as frequências das condutas clínicas, quando necessário, seriam as mesmas em ambos os sítios;
- a aquisição do equipamento de USG ocorreu anteriormente ao período analisado;
- não há desgaste do aparelho durante a realização dos procedimentos;
- a execução do procedimento sob auxílio do ultrassom seria de responsabilidade de um único operador, sendo ele o executor da USG e do CVC;
- o limiar adotado foi de 1 PIB per capita - R\$ 28.876,00 (35), por complicação grave evitada.

4.8 Modelo

Visando responder à pergunta de pesquisa foi realizada uma análise de custo-efetividade, optando-se pela utilização de modelagem a partir da construção de uma árvore de decisão no seguinte cenário: unidade de atendimento terciário de saúde, já possuindo previamente equipamento de USG para realização de CVC e equipe técnica habilitada para o procedimento.

O algoritmo da árvore de decisão foi introduzido em 1984 por Breiman e colaboradores (36) e tem sido de grande utilidade para pesquisas econômicas, pois permite modelar de forma simples problemas complexos, facilitando a interpretação por leigos (37, 38). As árvores são compostas por nós de decisão, nós de chance (ou probabilidade) e nós terminais. Os nós de decisão categorizam/dividem os eventos entre as possíveis intervenções ou condutas. Para cada nó de chance, estará associada a probabilidade do evento ocorrer. Isto leva a uma estrutura de árvore que divide os sujeitos em direção aos nós terminais (desfechos do estudo). Estes modelos oferecem regras de decisões visuais e, portanto, podem ser facilmente utilizados na tomada de decisão médica (38).

Foi construída uma mesma estrutura de árvore (figura 6) com probabilidades distintas para cada sítio de punção, resultando em dois modelos.

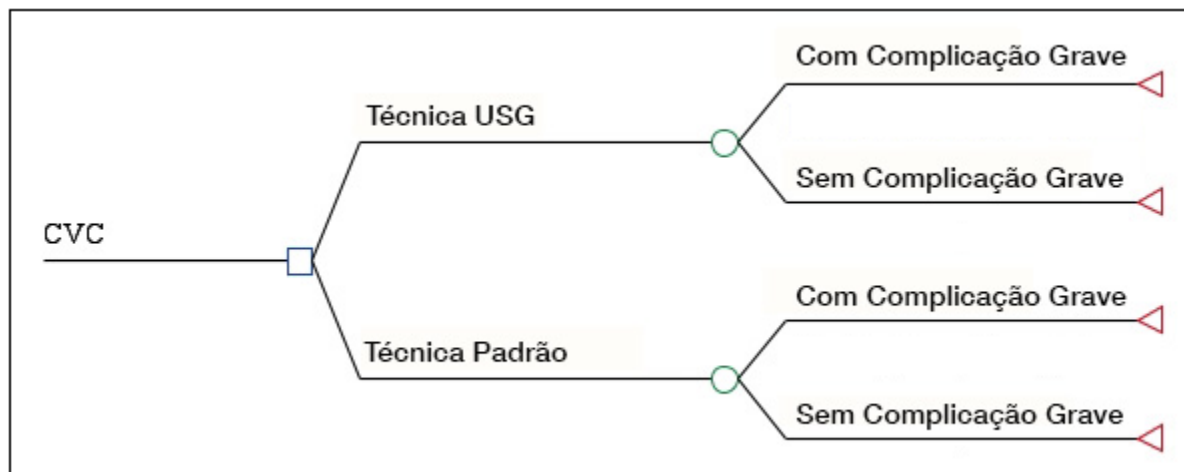


Figura 6 – Estrutura de árvore de decisão quanto a técnica de Cateterismo

CVC: Cateterismo Venoso Central; USG: Ultrassonografia

Para a análise, foi utilizada a perspectiva do SUS e definido como horizonte temporal o período de três dias após a realização do procedimento, pois segundo especialistas, é o tempo necessário para diagnóstico e tratamento das complicações analisadas.

4.9 Análise de sensibilidade

Foi realizada análise de sensibilidade probabilística e determinística. Para a construção e análise do modelo foi utilizado o software *TreeAge Pro 2015* (39).

A análise de sensibilidade determinística tem como objetivo verificar o quão importante é cada variável no modelo. Como forma de verificar o impacto das variáveis coletadas sobre o resultado final, cada uma delas foi transformada em intervalo de valores, respeitando um limite mínimo e máximo. Para este estudo foi utilizado um intervalo bilateral de 50% do valor da média de cada variável.

Após a análise determinística, as variáveis identificadas como mais impactantes no modelo foram submetidas à análise de sensibilidade probabilística de Monte Carlo, onde realizaram-se 1000 simulações dentro dos intervalos de valores previamente propostos.

5 Aspectos Éticos

A pesquisa foi submetida ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Instituto Nacional de Cardiologia, sendo aprovada sob número CAAE 52873215.6.0000.5272.

Não há conflitos de interesses do autor, nem de suas orientadoras, assim como dos pares utilizados na seleção dos artigos.

6 RESULTADOS

A partir da literatura selecionada na estratégia de busca (apêndice A), foram obtidos dados para atribuição de probabilidades de ocorrência aos eventos clínicos. Os valores probabilísticos utilizados no modelo constam no quadro 4. Na tabela 2 constam as formulações para obtenção desses valores.

Quadro 4 - Probabilidade das Variáveis

Probabilidade	Cateterismo em Veia Jugula Interna		Cateterismo em Veia Subclávia	
	Técnica Padrão	USG	Técnica Padrão	USG
Com Complicação Grave	0,004	0,00084	0,0328	0,0109
Sem Complicação Grave	0,996	0,99916	0,9672	0,9891

USG: Ultrassonografia

Tabela 2 - Memória de Cálculo das Probabilidades

Procedimento			
Desfecho (técnica)			
Fórmula para cálculo			
# Fórmulas complementares			
Variável:			Valor (Referência)
Cateterismo em Veia Jugula Interna			
Com Complicação Grave (Técnica Padrão)			
$P(\text{CCG} \cap \text{PP_VJI}) = P(\text{PAG_VJI})$			
# $P(\text{PAG_VJI}) = P(\text{PA_VJI}) * P(\text{ser grave})$			
$P(\text{PA_VJI})$	=	0,1	(Apendice D)
$P(\text{ser grave})$	=	0,04	(32)
Sem Complicação Grave (Técnica Padrão)			
$P(\text{SCG} \cap \text{PP_VJI}) = 1 - P(\text{CCG} \cap \text{PP_VJI})$			
Com Complicação Grave (Técnica USG)			
$P(\text{CCG} \cap \text{USG_VJI}) = P(\text{CCG} \cap \text{PP_VJI}) * \text{RR}(\text{PA_VJI})$			
$P(\text{CCG} \cap \text{PP_VJI})$	=	0,004	(NA)
$\text{RR}(\text{PA_VJI})$	=	0,21	(12)
Sem Complicação Grave (Técnica USG)			
$P(\text{SCG} \cap \text{USG_VJI}) = 1 - P(\text{CCG} \cap \text{USG_VJI})$			

$P(\text{CCG} \cap \text{PP_VJI})$: Probabilidade de Complicação Grave quando realizado em Veia Jugular Interna sob técnica padrão; $P(\text{PAG_VJI})$: Probabilidade de Punção Arterial Inadvertida Grave em Veia Jugular Interna; $P(\text{PA_VJI})$: Probabilidade de Punção Arterial Inadvertida em Veia Jugular Interna; $P(\text{ser grave})$: Probabilidade da Punção Arterial Inadvertida ser grave; $P(\text{SCG} \cap \text{PP_VJI})$: Probabilidade de ocorrer Sem Complicação Grave quando realizado em Veia Jugular Interna sob técnica padrão; $P(\text{CCG} \cap \text{USG_VJI})$: Probabilidade de Complicação Grave quando realizado em Veia Jugular Interna sob técnica de Ultrassonografia; $\text{RR}(\text{PA_VJI})$: Risco Relativo da produção de Punção Arterial Inadvertida quando realizado em Veia Jugular Interna; $P(\text{SCG} \cap \text{USG_VJI})$: Probabilidade de ocorrer Sem Complicação Grave quando realizado em Veia Jugular Interna sob técnica de Ultrassonografia

Tabela 2 - Memória de Cálculo das Probabilidades (continuação)

Procedimento			
<i>Desfecho (técnica)</i>			
Fórmula para cálculo			
# Fórmulas complementares			
	Variável:		Valor (Referência)
Cateterismo em Veia Subclávia			
<i>Com Complicação Grave (Técnica Padrão)</i>			
$P(\text{CCG} \cap \text{PP_VSC}) = P(\text{PAG_VSC}) + P(\text{PNT})$			
# $P(\text{PAG_VSC}) = P(\text{PA_VSC}) * P(\text{ser grave})$			
	P (PA_VSC)	=	0,07 (Apendice E)
	P (ser grave)	=	0,04 (32)
	P (PNT)	=	0,03 (Apendice G)
<i>Sem Complicação Grave (Técnica Padrão)</i>			
$P(\text{SCG} \cap \text{PP_VSC}) = 1 - P(\text{CCG} \cap \text{PP_VSC})$			
<i>Com Complicação Grave (Técnica USG)</i>			
$P(\text{CCG} \cap \text{USG_VSC}) = P(\text{PAG_VSC}) * \text{RR}(\text{PA_VSC}) + P(\text{PNT}) * \text{RR}(\text{PNT})$			
	P(PAG_VSC)	=	0,0028 (NA)
	RR(PA_VSC)	=	0,26 (26)
	P(PNT)	=	0,03 (Apendice G)
	RR(PNT)	=	0,34 (16)
<i>Sem Complicação Grave (Técnica USG)</i>			
$P(\text{SCG} \cap \text{USG_VSC}) = 1 - P(\text{CCG} \cap \text{USG_VSC})$			
P(CCG ∩ PP_VSC): Probabilidade de Complicação Grave quando realizado em Veia Subclávia sob técnica padrão; P(PAG_VSC): Probabilidade de produzir Punção Arterial Inadvertida Grave quando realizado em Veia Subclávia; P(PNT): Probabilidade de produzir Pneumotórax; P(PA_VSC): Probabilidade de produzir Punção Arterial Inadvertida quando realizado em Veia Subclávia; P(ser grave): Probabilidade da Punção Arterial Inadvertida ser grave; P(SCG ∩ PP_VSC): Probabilidade de ocorrer Sem Complicação Grave quando realizado em Veia Subclávia sob técnica padrão; P(CCG ∩ USG_VSC): Probabilidade de Complicação Grave quando realizado em Veia Subclávia sob técnica de Ultrassonografia; RR(PA_VSC): Risco Relativo da produção de Punção Arterial Inadvertida quando realizado em Veia Subclávia; RR(PNT): Risco Relativo da produção de Pneumotórax; P(SCG ∩ USG_VSC): Probabilidade de ocorrer Sem Complicação Grave quando realizado em Veia Subclávia sob técnica de Ultrassonografia			

Para a análise de custos foram utilizadas as composições, e seus respectivos valores, dos produtos detalhadas na tabela 3. A utilização desses valores na composição dos custos dos desfechos está discriminado na tabela 4.

Tabela 3 – Quantidade e Valores dos Recursos do Modelo

Desfecho	Quantidade		Valor Unitário	Valor Total	
Complicação	USG	Padrão		USG	Padrão
<i>Material/Procedimento (fonte)</i>					
Com Complicações Graves					
Pneumotórax				R\$1397,30	R\$1344,83
CVC (33)	2	2	R\$112,48	R\$224,96	R\$224,96
Drenagem Pleural (34)	1	1	R\$1029,44	R\$1029,44	R\$1029,44
Retirada do Dreno (33)	1	1	R\$33,97	R\$33,97	R\$33,97
Dreno (34)	1	1	R\$37,46	R\$37,46	R\$37,46
RX (33)	2	2	R\$ 9,50	R\$ 19,00	R\$ 19,00
USG (33)	1	NA	R\$ 39,60	R\$ 39,60	R\$ 0,00
Capa protetora (34)	1	NA	R\$ 12,87	R\$ 12,87	R\$ 0,00
Punção Arterial Inadvertida				R\$ 1901,69	R\$ 1849,22
CVC (33)	2	2	R\$112,48	R\$224,96	R\$224,96
Sutura Arterial Cirúrgica (33)	1	1	R\$607,00	R\$607,00	R\$607,00
Diária de UTI (33)	2	2	R\$508,63	R\$1017,26	R\$1017,26
USG (33)	1	NA	R\$39,60	R\$39,60	R\$ 0,00
Capa protetora (34)	1	NA	R\$12,87	R\$12,87	R\$ 0,00

NA: Não se Aplica; CVC: Cateterismo Venoso Central; RX: Radiografia; USG: Ultrassonografia; UTI: Unidade de Terapia Intensiva

Tabela 3 (cont) – Quantidade e Valores dos Procedimentos/Produtos

Desfecho	Quantidade		Valor Unitário	Valor Total	
Complicação	USG	Padrão		USG	Padrão
Material/Procedimento (fonte)					
Sem Complicações Graves					
Punção Arterial Inadvertida				R\$ 284,27	R\$ 231,80
CVC (33)	2	2	R\$112,48	R\$224,96	R\$224,96
Curativo Transparente (34)	2	2	R\$1,90	R\$3,80	R\$3,80
Luva Estéril (34)	2	2	R\$1,13	R\$2,26	R\$2,26
Gaze (34)	2	2	R\$0,39	R\$0,78	R\$0,78
USG (33)	1	NA	R\$39,60	R\$39,60	R\$0,00
Capa protetora (34)	1	NA	R\$12,87	R\$12,87	R\$0,00
Outras Complicações				R\$ 277,43	R\$ 224,96
CVC (33)	2	2	R\$112,48	R\$224,96	R\$224,96
USG (33)	1	NA	R\$39,60	R\$39,60	R\$0,00
Capa protetora (34)	1	NA	R\$12,87	R\$12,87	R\$0,00
Canulação sem complicações				R\$ 164,95	R\$ 112,48
CVC (33)	1	1	R\$112,48	R\$112,48	R\$112,48
USG (33)	1	NA	R\$39,60	R\$39,60	R\$0,00
Capa protetora (34)	1	NA	R\$12,87	R\$12,87	R\$0,00

NA: Não se Aplica; CVC: Cateterismo Venoso Central; USG: Ultrassonografia

Tabela 4 - Memória de Cálculo dos Custos

Procedimento		
Desfecho (técnica)		
Fórmula para cálculo		
# Fórmulas complementares		
Variável:		Valor (Referência)
Cateterismo em Veia Jugular Interna		
Com Complicação Grave (Técnica Padrão)		
$C(CCG \cap PP_VJI) = C(PAG \cap PP)$		
$C(PAG \cap PP)$	=	RS 1849,22 (tabela 3)
Sem Complicação Grave (Técnica Padrão)		
$C(SCG \cap PP_VJI) = C(PANG \cap PP) * P(PANG_VJI SCG) +$		
$C(CSC \cap PP) * P(Suc_VJI SCG) +$		
$C(Outras \cap PP) * P(Outras_VJI SCG)$		
# $P(PANG_VJI SCG) = P(PANG_VJI) / P(SCG)$		
# $P(PANG_VJI) = P(PA_VJI) * (1 - P(\text{ser grave}))$		
# $P(Suc_VJI SCG) = P(Suc_VJI) / P(SCG)$		
# $P(Outras_VJI SCG) = P(Outras_VJI) / P(SCG)$		
# $P(Outras_VJI) = 1 - P(PANG_VJI) - P(Suc_VJI)$		
$C(PANG \cap PP)$	=	RS 231,80 (tabela 3)
$C(CSC \cap PP)$	=	RS 112,48 (tabela 3)
$C(Outras \cap PP)$	=	RS 224,96 (tabela 3)
$P(PA_VJI)$	=	0,1 (Apendice D)
$P(SCG)$	=	1,0 (NA)
$P(Suc_VJI)$	=	0,52 (Apendice C)
$P(\text{ser grave})$	=	0,04 (32)
Com Complicação Grave (Técnica USG)		
$C(CCG \cap USG_VJI) = C(PAG USG)$		
$C(PAG USG)$	=	RS 1901,69 (tabela 3)
C(CCG $\cap$ PP_VJI): Custo do procedimento e do tratamento da Complicação Grave quando realizado em Veia Jugular Interna sob técnica padrão; C(PAG $\cap$ PP): Custo do procedimento e do tratamento da Punção Arterial Inadvertida Grave quando realizado sob técnica padrão; C(SCG $\cap$ PP_VJI): Custo do procedimento e do tratamento de ocorrer Sem Complicação Grave quando realizado em Veia Jugular Interna sob técnica padrão; C(PANG $\cap$ PP): Custo do procedimento e tratamento da Punção Arterial Inadvertida Não Grave sob técnica padrão; P(PANG_VJI SCG): Probabilidade de produzir Punção Arterial Inadvertida Não Grave na Veia Jugular Interna dado que o procedimento foi Sem Complicação Grave; C(CSC $\cap$ PP): Custo do procedimento com sucesso quando realizado sob técnica padrão; P(Suc_VJI SCG): Probabilidade de produzir Canulação sem Complicações na Veia Jugular Interna dado que o procedimento foi Sem Complicação Grave; C(Outras $\cap$ PP): Custo do procedimento e tratamento de Outras Complicações sob técnica padrão; P(Outras_VJI SCG): Probabilidade de produzir Outras Complicações na Veia Jugular Interna dado que o procedimento foi Sem Complicação Grave; P(PANG_VJI): Probabilidade de produzir Punção Arterial Inadvertida Não Grave na Veia Jugular Interna; P(SCG): Probabilidade de produzir Sem Complicação Grave; P(Suc_VJI): Probabilidade de produzir Canulação sem Complicações na Veia Jugular Interna; P(Outras_VJI): Probabilidade de produzir Outras Complicações na Veia Jugular Interna; C(CCG $\cap$ USG_VJI): Custo do procedimento e do tratamento da Complicação Grave quando realizado em Veia Jugular Interna sob técnica de Ultrassonografia		

Tabela 4 - Memória de Cálculo dos Custos (continuação)

Procedimento		
<i>Desfecho (técnica)</i>		
Fórmula para cálculo		
# Fórmulas complementares		
Variável:		Valor (Referência)
Cateterismo em Veia Jugula Interna		
<i>Sem Complicação Grave (Técnica USG)</i>		
$C(SCG \cap USG_VJI) = C(PANG \cap USG) * P(PANG_VJI SCG) +$ $C(CSC \cap USG) * P(Suc_VJI SCG) +$ $C(Outras \cap USG) * P(Outras_VJI SCG)$		
$C(PANG \cap USG)$	=	RS 284,27 (tabela 3)
$C(CSC \cap USG)$	=	RS 112,48 (tabela 3)
$C(Outras \cap USG)$	=	RS 224,96 (tabela 3)
Cateterismo em Veia Subclávia		
<i>Com Complicação Grave (Técnica Padrão)</i>		
$C(CCG \cap PP_VSC) = C(PAG \cap PP) * P(PAG CCG) +$ $C(PNT \cap PP) * P(PNT CCG)$		
# $P(PAG CCG) = P(PAG_VSC) / P(CCG)$		
# $P(PAG_VSC) = P(PA_VSC) * P(\text{ser grave})$		
# $P(PNT CCG) = P(PNT_VSC) / P(CCG)$		
# $P(CCG) = P(CCG \cap PP_VSC)$		
$C(PAG \cap PP)$	=	RS 1849,22 (tabela 3)
$C(PNT \cap PP)$	=	RS 1344,83 (tabela 3)
$P(PA_VSC)$	=	0,07 (Apendice E)
$P(PNT_VSC)$	=	0,03 (Apendice G)

$C(SCG \cap USG_VJI)$: Custo do procedimento e do tratamento de Sem Complicação Grave quando realizado em Veia Jugular Interna sob técnica de Ultrassonografia; $C(PANG \cap USG)$: Custo do procedimento e do tratamento da Punção Arterial Não Grave quando realizado sob técnica de Ultrassonografia; $P(PANG_VJI | SCG)$: Probabilidade de produzir Punção Arterial Inadvertida Não Grave na Veia Jugular Interna dado que o procedimento foi Sem Complicação Grave; $C(CSC \cap USG)$: Custo da Canulação sem Complicações quando realizado técnica de Ultrassonografia; $P(Suc_VJI | SCG)$: Probabilidade de produzir Canulação sem Complicações na Veia Jugular Interna dado que o procedimento foi Sem Complicação Grave; $C(Outras \cap USG)$: Custo do procedimento e do tratamento de Outras Complicações quando realizado sob técnica de Ultrassonografia; $P(Outras_VJI | SCG)$: Probabilidade de produzir Outras Complicações na Veia Jugular Interna dado que o procedimento foi Sem Complicação Grave; $C(CCG \cap PP_VSC)$: Custo do procedimento e do tratamento da Complicação Grave quando realizado em Veia Subclávia sob técnica padrão; $C(PAG \cap PP)$: Custo do procedimento e do tratamento da Punção Arterial Inadvertida Grave quando realizado sob técnica padrão; $P(PAG | CCG)$: Probabilidade de produzir Punção Arterial Inadvertida Grave dado que produziu Complicação Grave; $C(PNT \cap PP)$: Custo do procedimento e do tratamento do Pneumotórax quando realizado sob técnica padrão; $P(PNT | CCG)$: Probabilidade de produzir Pneumotórax dado que produziu Complicação Grave; $P(PAG_VSC)$: Probabilidade de produzir Punção Arterial Inadvertida Grave quando realizado em Veia Subclávia; $P(CCG)$: Probabilidade de produzir Com Complicação Grave; $P(PA_VSC)$: Probabilidade de produzir Punção Arterial Inadvertida quando realizado em Veia Subclávia; $P(\text{ser grave})$: Probabilidade da Punção Arterial Inadvertida ser grave; $P(PNT_VSC)$: Probabilidade de produzir Pneumotórax na Veia Subclávia; $P(CCG \cap PP_VSC)$: Probabilidade de Complicação Grave quando realizado em Veia Subclávia sob técnica padrão

Tabela 4 - Memória de Cálculo dos Custos (continuação)

Procedimento		
Desfecho (técnica)		
Fórmula para cálculo		
# Fórmulas complementares		
Variável:		Valor (Referência)
Cateterismo em Veia Subclávia		
Sem Complicação Grave (Técnica Padrão)		
$C(SCG \cap PP_VSC) = C(PANG \cap PP) * P(PANG_VSC SCG) +$ $C(CSC \cap PP) * P(Suc_VSC SCG) +$ $C(Outras \cap PP) * P(Outras_VSC SCG)$		
# $P(PANG_VSC SCG) = P(PANG_VSC) / P(SCG)$		
# $P(PANG_VSC) = P(PA_VSC) * (1 - P(\text{ser grave}))$		
# $P(Suc_VSC SCG) = P(Suc_VSC) / P(SCG)$		
# $P(Outras_VSC SCG) = P(Outras_VSC) / P(SCG)$		
# $P(Outras_VSC) = 1 - P(PANG_VSC SCG) - P(Suc_VSC SCG)$		
P (Suc_VSC)	=	0,66 (Apendice F)
Com Complicação Grave (Técnica USG)		
$C(CCG \cap USG_VSC) = C(PAG \cap USG) * P(PAG CCG) +$ $C(PNT \cap USG) * P(PNT CCG)$		
# $P(PAG CCG) = P(PAG_VSC) / P(CCG)$		
# $P(PAG_VSC) = P(PA_VSC) * P(\text{ser grave})$		
# $P(PNT CCG) = P(PNT_VSC) / P(CCG)$		
# $P(CCG) = P(CCG \cap USG_VSC)$		
C(PNT ∩ USG)	=	RS 1397,30 (tabela 3)
C(SCG ∩ PP_VSC): Custo do procedimento e do tratamento de Sem Complicação Grave quando realizado em Veia Subclávia sob técnica padrão; C(PANG ∩ PP): Custo do procedimento e tratamento da Punção Arterial Inadvertida Não Grave sob técnica padrão; P(PANG_VSC SCG): Probabilidade de produzir Punção Arterial Não Grave na Veia Subclávia dado que o procedimento foi Sem Complicação Grave; C(CSC ∩ PP): Custo do procedimento com sucesso quando realizado sob técnica padrão; P(Suc_VSC SCG): Probabilidade de produzir Canulação sem Complicações na Veia Subclávia dado que o procedimento foi Sem Complicação Grave; C(Outras ∩ PP): Custo do procedimento e tratamento de Outras Complicações sob técnica padrão; P(Outras_VSC SCG): Probabilidade de produzir Outras Complicações quando realizado em Veia Subclávia dado que o procedimento foi Sem Complicação Grave; P(PANG_VSC): Probabilidade de produzir Punção Arterial Inadvertida Não Grave quando realizado em Veia Subclávia; P(SCG): Probabilidade de produzir Sem Complicação Grave; P(PA_VSC): Probabilidade de produzir Punção Arterial Inadvertida quando realizado em Veia Subclávia; P(ser grave): Probabilidade da Punção Arterial Inadvertida ser grave; P(Suc_VSC): Probabilidade de produzir Canulação sem Complicações na Veia Subclávia; P(Outras_VSC): Probabilidade de produzir Outras Complicações quando realizado em Veia Subclávia		

Tabela 4 - Memória de Calculo dos Custos (continuação)

Procedimento		
Desfecho (técnica)		
Fórmula para cálculo		
# Fórmulas complementares		
Variável:		Valor (Referência)
Sem Complicação Grave (Técnica USG)		
$C(SCG \cap USG_VSC) = C(PANG \cap USG) * P(PANG_VSC SCG) +$ $C(CSC \cap USG) * P(Suc_VSC SCG) +$ $C(Outras \cap USG) * P(Outras_VSC SCG)$		
# $P(PANG_VSC SCG) = P(PANG_VSC) / P(SCG)$		
# $P(PANG_VSC) = P(PA_VSC) * (1 - P(\text{ser grave}))$		
# $P(Suc_VSC SCG) = P(Suc_VSC) / P(SCG)$		
# $P(Outras_VSC SCG) = P(Outras_VSC) / P(SCG)$		
# $P(Outras_VSC) = 1 - P(PANG_VSC SCG) - P(Suc_VSC SCG)$		
$C(PANG \cap USG)$	=	RS 284,27 (tabela 3)
$C(CSC \cap USG)$	=	RS 112,48 (tabela 3)
$C(Outras \cap USG)$	=	RS 224,96 (tabela 3)
$C(SCG \cap USG_VSC)$: Custo do procedimento e do tratamento de Sem Complicação Grave quando realizado em Veia Subclávia sob técnica de Ultrassonografia; $C(PANG \cap USG)$: Custo do procedimento e do tratamento da Punção Arterial Não Grave quando realizado sob técnica de Ultrassonografia; $P(PANG_VSC SCG)$: Probabilidade de produzir Punção Arterial Não Grave na Veia Subclávia dado que o procedimento foi Sem Complicação Grave; $C(CSC \cap USG)$: Custo da Canulação sem Complicações quando realizado técnica de Ultrassonografia; $P(Suc_VSC SCG)$: Probabilidade de produzir Canulação sem Complicações na Veia Subclávia dado que o procedimento foi Sem Complicação Grave; $C(Outras \cap USG)$: Custo do procedimento e do tratamento de Outras Complicações quando realizado sob técnica de Ultrassonografia; $P(Outras_VSC SCG)$: Probabilidade de produzir Outras Complicações quando realizado em Veia Subclávia dado que o procedimento foi Sem Complicação Grave; $P(PANG_VSC)$: Probabilidade de produzir Punção Arterial Inadvertida Não Grave quando realizado em Veia Subclávia; $P(SCG)$: Probabilidade de produzir Sem Complicação Grave; $P(PA_VSC)$: Probabilidade de produzir Punção Arterial Inadvertida quando realizado em Veia Subclávia; $P(\text{ser grave})$: Probabilidade da Punção Arterial Inadvertida ser grave; $P(Suc_VSC)$: Probabilidade de produzir Canulação sem Complicações na Veia Subclávia; $P(Outras_VSC)$: Probabilidade de produzir Outras Complicações quando realizado em Veia Subclávia		

6.1 Análise de Custos para o sítio de punção VEIA JUGULAR INTERNA

O custo e a efetividade incremental, respectivamente, para o sítio Veia Jugular Interna foi de R\$47,15 e 0,3% (0,003), assim sendo, a razão de custo-efetividade incremental foi de R\$14.922,34 para cada complicação grave evitada.

O resultado da análise de sensibilidade determinística está representado pela figura 7 e demonstrou que as variáveis que mais impactaram na razão de custo-efetividade incremental, por ordem decrescente foram: a probabilidade de complicações graves quando utilizada a técnica padrão, o custo da intervenção, a probabilidade de complicações graves quando utilizada a técnica de USG e o custo de tratamento da complicação grave.

Após a análise das variáveis através do Diagrama de Tornado, as três variáveis de maior impacto foram submetidas à análise probabilística e identificou-se que 63,6% das simulações realizadas apresentaram o RCEI inferior ao limiar de custo-efetividade adotado, como pode ser visto na tabela 5.

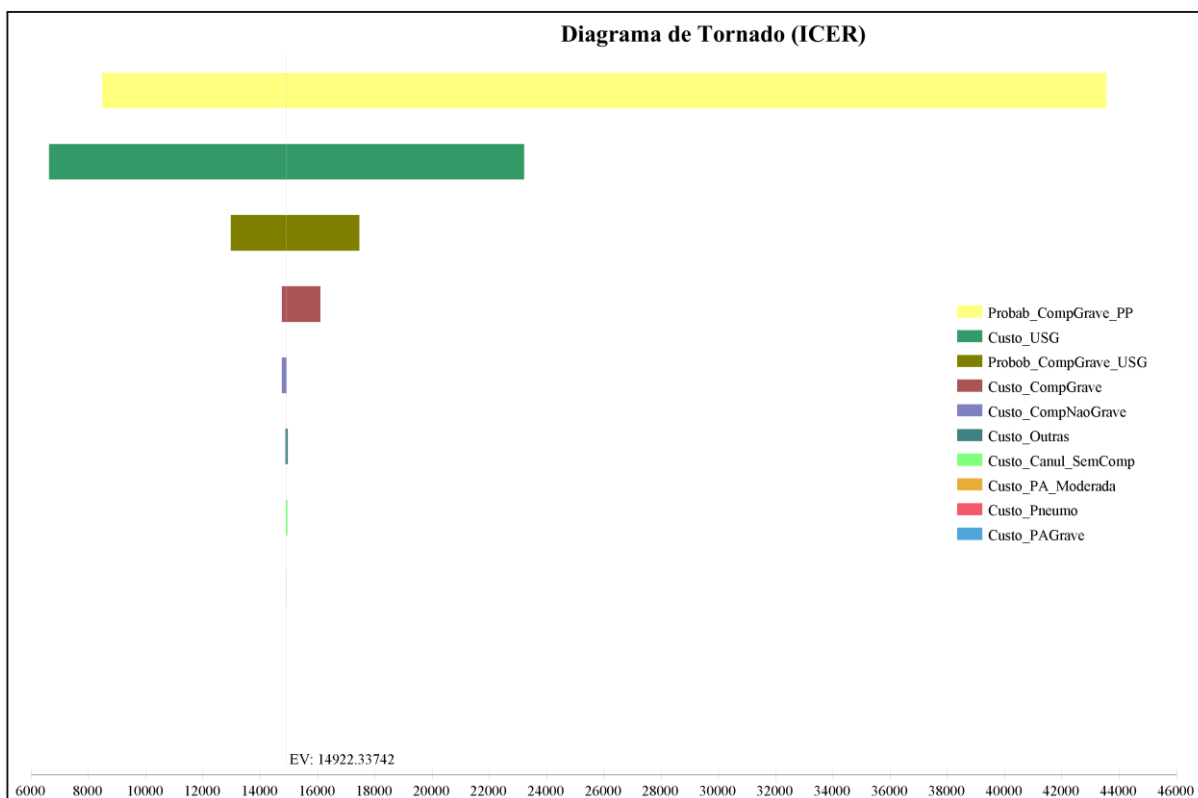


Figura 7 – Diagrama de Tornado do modelo para Cateterismo Venoso Central em Veia Jugular Interna

Probab_CompGrave_PP: Probabilidade de ocorrer Complicações Graves quando técnica padrão; Custo_USG: Custo da intervenção; Probob_CompGrave_USG: Probabilidade de Complicações Graves quando técnica de Ultrassonografia; Custo_Outras: Custo de Outras Complicações; Custo_Canul_SemComp: Custo da Canulação Sem Complicações; Custo_PA_Moderada: Custo da Punção Arterial não grave; Custo_Pneumo: Custo do Pneumotórax; Custo_PAGrave: Custo da Punção Arterial grave

Tabela 5 - Frequência das simulações de Monte Carlo para Cateterismo Venoso Central em Veia Jugular Interna

Efetividade Incremental	Custo Incremental	Custo-Efetividade Incremental	Frequência	Proporção
EI>0	CI<0	Dominante	0	0,000
EI>0	CI>0	RCEI< limiar	636	0,636
EI<0	CI<0	RCEI> limiar	0	0,000
EI>0	CI>0	RCEI> limiar	275	0,275
EI<0	CI<0	RCEI< limiar	0	0,000
EI<0	CI>0	Dominado	89	0,089

EI: Efetividade Incremental; CI: Custo Incremental; RCEI: Razão de Custo-Efetividade Incremental

No gráfico a seguir (figura 8), encontra-se a representação visual da análise de sensibilidade probabilística, onde se identifica o limiar definido por uma linha diagonal, onde à direita dela situam as simulações onde o RCEI é inferior ao limiar e

à esquerda as superiores. Destaca-se que em apenas 8,9% das simulações a intervenção proposta foi menos efetiva apesar do custo superior, em relação à técnica padrão.

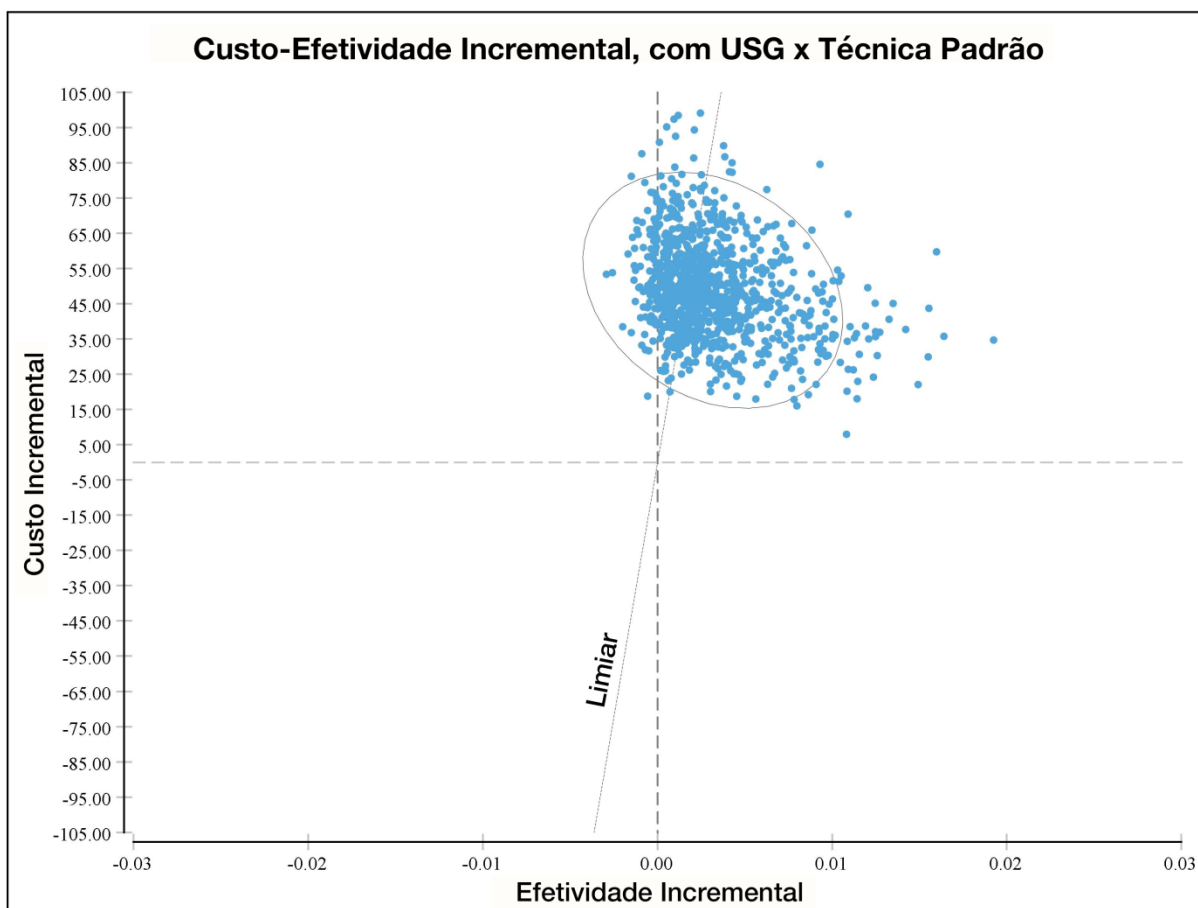


Figura 8 - Simulações variando Efetividade e Custo para Cateterismo Venoso Central em Veia Jugular Interna

6.2 Análise de Custos para o sítio de punção VEIA SUBCLÁVIA

Quando se analisou o modelo segundo os custos e probabilidades existentes no sítio Veia Subclávia, concluiu-se que a intervenção é muito custo-efetiva quando comparada ao limiar proposto de 1 PIB per capita. O RCEI calculado foi bem menor que o anterior, com o valor de R\$1.159,19 para cada complicação grave evitada.

Esse valor foi obtido através da divisão do custo incremental pela efetividade incremental, valorados respectivamente como R\$25,82 e 0,022 (2,2%).

A análise de sensibilidade determinística está descrita na figura 9. As variáveis que mais impactaram na razão de custo-efetividade incremental foram: a probabilidade de ocorrer complicações graves quando utilizada a técnica padrão, o

custo da intervenção, a probabilidade de ocorrer complicações graves quando técnica de USG e o custo de tratamento da complicação grave.

O resultado da análise de sensibilidade probabilística pode ser observado na tabela 6, onde se identifica que em 16,5% das simulações a intervenção foi dominante, apresentando uma efetividade superior e um custo inferior ao padrão. Além dessas, outras 63,6% permaneceram abaixo do limiar de custo-efetividade arbitrado, classificando 80,1% das simulações como custo-efetivas.

Na representação visual da análise de sensibilidade probabilística (figura 10), observa-se uma maior dispersão entre as simulações, apresentando aproximadamente a mesma proporção de simulações dominantes e dominadas, apesar das primeiras se localizarem de forma mais dispersa e as demais mais concentradas.

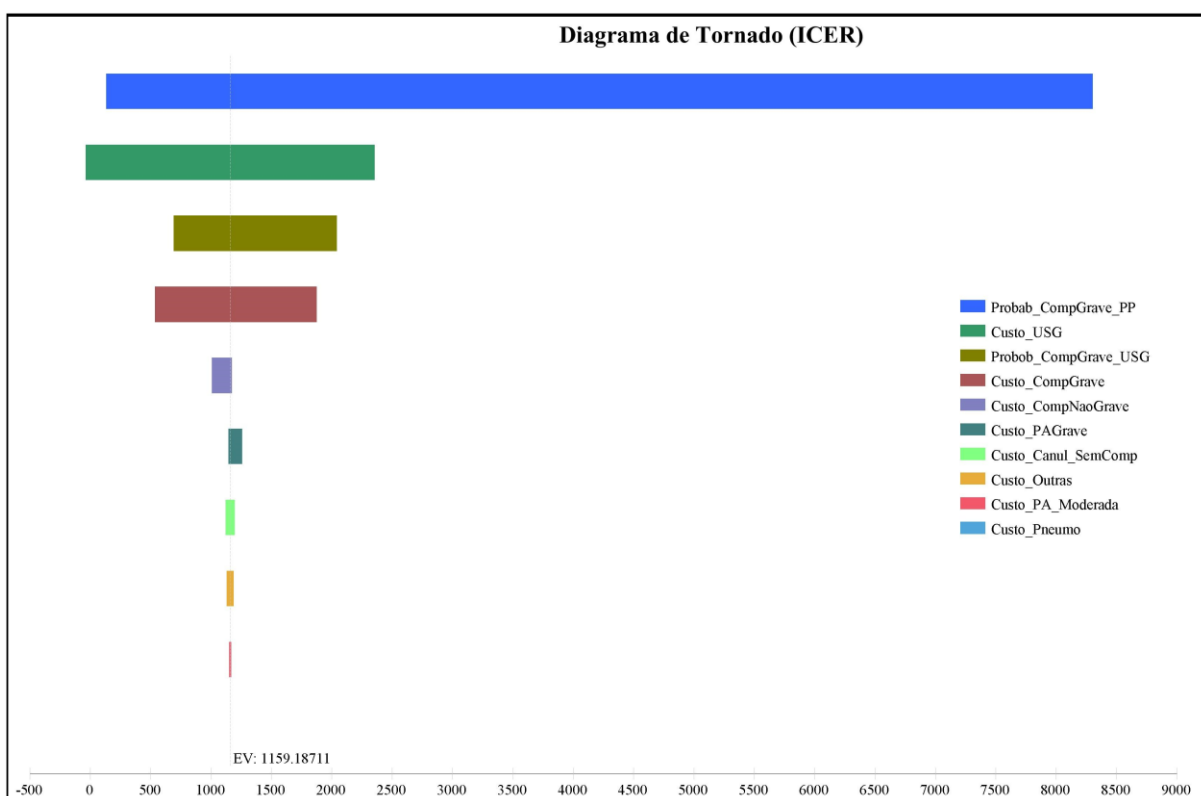


Figura 9 – Diagrama de Tornado do modelo para Cateterismo Venoso Central em Veia Subclávia

Probab_CompGrave_PP: Probabilidade de ocorrer Complicações Graves quando técnica padrão; Custo_USG: Custo da intervenção; Probob_CompGrave_USG: Probabilidade de Complicações Graves quando técnica USG; Custo_Pneumo: Custo do Pneumotórax; Custo_PAGrave: Custo da Punção Arterial grave; Custo_Canul_SemComp: Custo da Canulação sem Complicações; Custo_Outras: Custo de Outras Complicações; Custo_PA_Moderada: Custo da Punção Arterial não grave

Tabela 6 - Frequência das simulações de Monte Carlo para Cateterismo Venoso Central em Veia Subclávia

Efetividade Incremental	Custo Incremental	Custo-Efetividade Incremental	Frequência	Proporção
EI>0	CI<0	Dominante	165	0,165
EI>0	CI>0	RCEI< limiar	636	0,636
EI<0	CI<0	RCEI> limiar	0	0
EI>0	CI>0	RCEI> limiar	32	0,032
EI<0	CI<0	RCEI< limiar	0	0
EI<0	CI>0	Dominado	167	0,167

EI: Efetividade Incremental; CI: Custo Incremental; RCEI: Razão de Custo-Efetividade Incremental

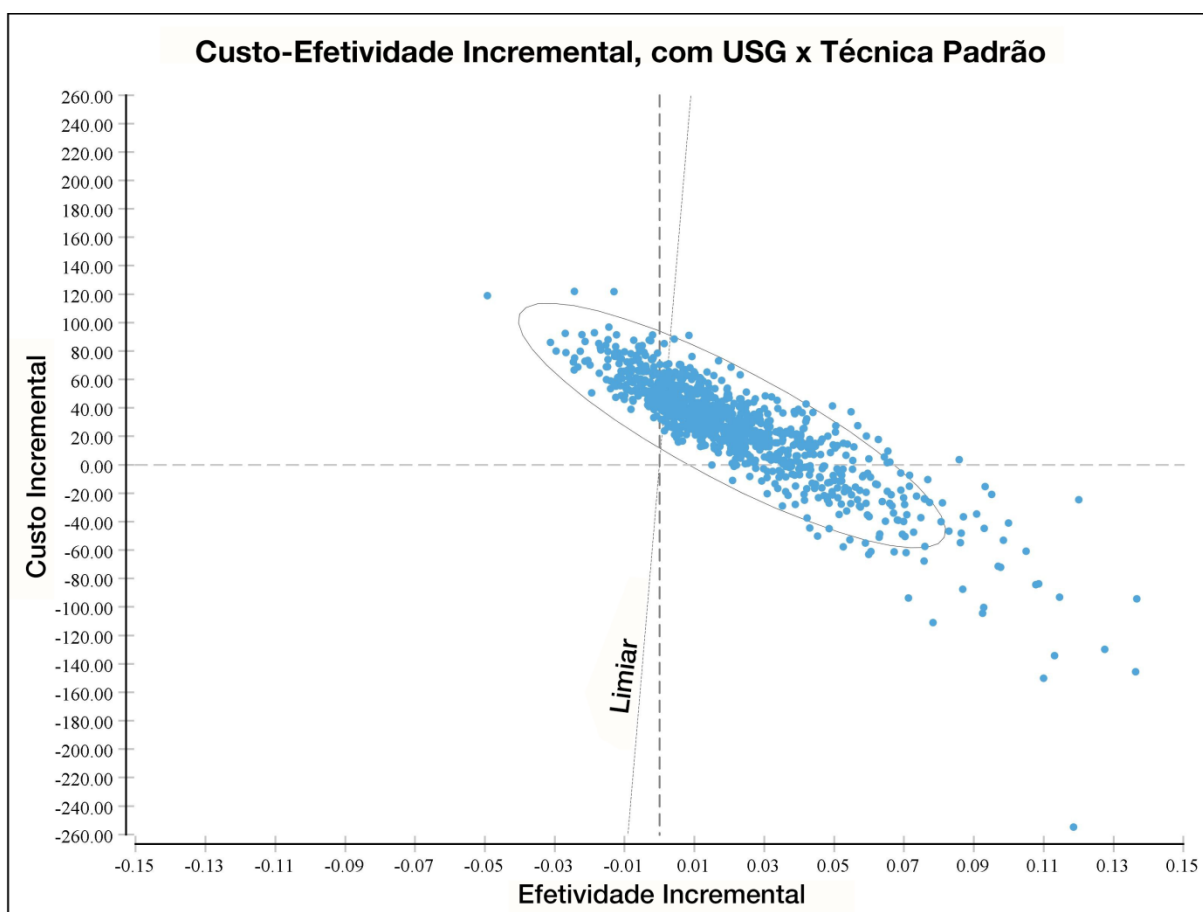


Figura 10 - Simulações variando Efetividade e Custo para Cateterismo Venoso Central em Veia Subclávia

7 DISCUSSÃO

A engenharia biomédica constantemente vem trabalhando para desenvolver tecnologias que auxiliem a realização precisa de procedimentos assistenciais, ou então, adaptando técnicas há muito utilizadas, para reduzir a possibilidade de complicações em sua execução. Todavia, sua inclusão na prática médica é dependente de variáveis como a habilidade específica do profissional, aceitação por parte das instituições, além de, em um cenário ideal, a elaboração de estudos econômicos que possam colaborar para a sustentabilidade do sistema. (40, 41)

O Cateterismo Venoso Central é um procedimento comumente realizado, e por isso a equipe envolvida em sua realização deve possuir treinamento baseado em procedimentos padronizados, além de supervisão regular a fim de reduzir complicações. Conforme os dados utilizados no modelo, o uso da tecnologia da USG para apoio a este método está associado a um aumento da probabilidade de sucesso em 8% (12) quando realizado em VJI e em 51% (26) quando utilizada a VSC.

Existem diversas vantagens para o uso dessa tecnologia como o baixo custo, a ausência de radiação ionizante e uma rápida execução do procedimento. Apesar de todas as vantagens citadas anteriormente, a necessidade de habilidade do examinador tem sido entendida como desvantagem. Em relação ao custo, variáveis como o preço do aparelho, a adequação da infraestrutura e o treinamento da equipe podem encarecer significativamente a realização da técnica e, conseqüentemente, modificar a razão de custo-efetividade estimada. (42)

O uso da técnica de USG para CVC é estimulado pelo desenvolvimento de aparelhos cada vez mais portáteis e acessíveis, além da existência de manequins de treinamento. A Sociedade Americana de Ecocardiografia e Anestesiologistas Cardiovasculares considera como treinado, e com competência para realização sem auxílio, aquele profissional que realizar dez procedimentos supervisionados. (43)

Não foram localizados nas revisões sistemáticas utilizadas estimativas de redução do risco de morte pelo uso da técnica, apesar disso, foram observadas diversas complicações, sendo algumas de menor magnitude.

O *Institute of Medicine (IOM)*, órgão dos EUA que propõe fornecer ao setor público e privado evidências confiáveis para tomadas de decisões em saúde,

entende como não aceitável os doentes serem prejudicados pelo sistema de saúde, pois este existe para oferecer cura e conforto (44), assim sendo, emitiu um relatório denominado *To err is human* onde propõe estratégias para o governo, prestadores de saúde e consumidores reduzirem a quantidade de erros médicos evitáveis (44).

Erros em saúde podem ser definidos como falhas na execução de uma ação planejada ou até mesmo falhas no planejamento. Além do custo financeiro, existem custos intangíveis como a perda de vidas e até mesmo a perda da confiança aos profissionais por parte dos pacientes, reduzindo a satisfação com o serviço prestado por ambos os sujeitos. (44)

Todas essas orientações corroboram para o entendimento de que a ocorrência de eventos adversos/complicações envolve custos sociais e econômicos, podendo inclusive produzir danos irreversíveis aos pacientes e suas famílias. (45)

A ocorrência de Pneumotórax em punções é considerada um evento evitável. Gallotti (46) afirma que 10% dos pacientes internados sofrem complicações e complementa que, de 50% a 60% destas são classificadas como evitáveis. No Brasil, Mendes (47) estimou a incidência de complicações em hospitais em 7,6%, apesar de 67% destes classificados como evitáveis.

O IOM recomenda também a criação de sistemas de monitoração contínua da segurança do paciente (44), porém esse tipo de regulação apenas foi reconhecida no Brasil em 2013, quando a ANVISA publica em 25 de julho de 2013 a RDC n.º 36, onde institui ações para a segurança do paciente em serviços de saúde e dá outras providências. (48)

Nos EUA, a *Agency for Healthcare Research and Quality* (AHRQ) foi criada com a missão de melhorar a qualidade, a segurança, a eficiência e a efetividade do cuidado à saúde para os americanos (45) e esta recomenda o uso do dispositivo de USG para minimizar os efeitos adversos do CVC desde 2001 (18).

Os pacientes submetidos a algum tipo de falha, e que acabam suscetíveis a internações longas e dolorosas sofrem com desconforto físico e psicológico. Já os profissionais sofrem com danos morais, além da frustração produzida pelo sentimento de incapacidade para ofertar o melhor cuidado possível. A sociedade, além de arcar com o ônus direto de uma complicação, ainda fica exposta à diminuição da produtividade do trabalhador/vítima, provocada pela ausência no emprego, além da também diminuição da produtividade do profissional de saúde

pois, parte do seu tempo será demandado para refazer procedimentos anteriormente realizados. (44)

A ANVISA vem promovendo em território brasileiro ações previstas pela OMS visando à segurança do paciente e a melhoria da qualidade em serviços de saúde. Porém, apesar da elevada, incidência de complicações evitáveis não existe ampla divulgação no Brasil de um diagnóstico completo acerca dos eventos adversos nos hospitais, corroborando com a necessidade iminente do fortalecimento da cultura de segurança entre os profissionais de hospitais. (45)

A inserção cumulativa de uma tecnologia para uso em determinado procedimento, sem substituir outra, provavelmente acarretará em maior ônus para a instituição, porém, deve ser ponderada em função de uma redução nos gastos com as complicações produzidas. Uma análise realizada na Inglaterra pelo NICE em 2002 (15), concluiu que o custo da técnica com a USG onerava a instituição em £10 por procedimento, porém, ao considerar os gastos oriundos das complicações, o uso da USG foi dominante reduzindo em média £2 por procedimento.

Este foi o único relato a respeito de avaliações econômicas encontrado na literatura, porém não detalha a composição desse custo, o que inviabiliza uma comparação direta entre os dois estudos, pois caso o valor apresentado inclua o custo da aquisição do aparelho, a diferença no cenário estudado seria inferior.

Outra diferença no cenário das pesquisas é que o NICE (15), além de ter considerado o procedimento sendo realizado em adultos e crianças, utilizou apenas aqueles na VJI e este estudo observou que existe uma diferença significativa na RCEI entre os sítios. Tal diferença é produzida principalmente por existir, quando observado a VSC, uma complicação (pneumotórax) que não é descrita em VJI. Além disso, o tratamento desta complicação é oneroso (R\$1182,41), assim sendo, aumenta o custo e consequentemente a RCEI.

O desenvolvimento de novas tecnologias por vezes é acompanhado por um elevado preço comercial, assim sendo, acabam distanciando a utilização do produto, necessitando de fomentos públicos e, consequentemente, elaboração de critérios bem estabelecidos para priorizar e alocar em áreas com situação de vulnerabilidade. (49)

A tecnologia é previamente utilizada, desta forma, a disponibilização para o uso depende unicamente da elaboração de diretrizes que regulamentem o uso,

propondo protocolos de uso, assim como definição de preços para cobrança e repasse para as instituições públicas.

Tomando por base todas as fontes consultadas, não existe ainda qualquer movimentação em prol do reconhecimento da técnica com esta finalidade dentro do sistema público de saúde brasileiro, por conseguinte não pode ser incluído em qualquer protocolo institucional, inviabilizando qualquer possibilidade de uma técnica comprovadamente custo-efetiva ser oferecida àqueles necessitados.

Espera-se, contudo, que a divulgação dos resultados desta, como de outras pesquisas na área, fomenta a discussão a respeito desta utilização, viabilizando o amplo uso da tecnologia analisada.

8 CONCLUSÃO

O exercício contemporâneo da medicina está cada vez mais apoiado em tecnologias que supostamente viabilizam tomadas de decisões e realização de procedimentos de forma mais eficaz, porém nem sempre a tecnologia é alcançar comprovadamente esse objetivo e em poucas vezes existe vantagem do ponto de vista econômico.

Todo procedimento possui custos diretos associados não só a sua realização, como a correção das possíveis complicações produzidas. Este estudo identificou que a tecnologia estudada onera o procedimento pela necessidade de utilização da capa protetora, uma vez que deve ser realizado sob técnica estéril, além da própria realização do procedimento.

A intervenção estudada mostrou-se eficaz, segura e considerando todos os custos associados, assim como a efetividade de cada procedimento nos sítios analisados, a razão de custo-efetividade incremental para a realização do CVC na Veia Jugular Interna e na Veia Subclávia, respectivamente foram de R\$14.922,34 e R\$1.159,19, logo, ambos os sítios são custo-efetivos, sendo mais custo-efetiva quando utilizada em Veia Subclávia.

Referências Bibliográficas

1. Okutubo FA. Central venous cannulation: how to do it. *Br J Hosp Med*. 1997;57(8):368-70.
2. Silva AJR, Oliveira FMD, Ramos MEP. Infecção associada ao cateter venoso central–revisão da literatura. *Referência* 2009;2(11):125-34.
3. Mansfield PF, Hohn DC, Fornage BD, Gregurich MA, Ota DM. Complications and failures of subclavian-vein catheterization. *N Engl JMed* 1994;331(26):1735-8.
4. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Segurança do paciente e qualidade em serviços de saúde. Avaliação dos indicadores nacionais de infecção relacionada à assistência ano de 2014 e relatório de progresso. Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária; 2015.
5. Levitov AB, Dallas AP, Slonim AD. Ultrassonografia à Beira do Leito na Medicina Clínica. Porto Alegre: AMGH Editora; 2013. p. 230-246.
6. Heffner AC, Androes MP. Overview of central venous access. UpToDate 2015. Disponível em: <<http://www.uptodate.com/contents/overview-of-central-venous-access>>. Acessado em: 13/11/2015.
7. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Medidas de prevenção de infecção da corrente sanguínea. Medidas de prevenção de infecção relacionada à assistência à saúde. Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária; 2013. p. 37-66.
8. Araújo S. Acessos venosos centrais e arteriais periféricos-aspectos técnicos e práticos. *Rev Bras Ter Intensiva* Abril/Junho 2003;15(2):70-82.
9. Ortega R, Song M, Hansen CJ, Barash P. Ultrasound-guided internal jugular vein cannulation. *N Engl JMed* 2010;362(16):e57.
10. Tsotsolis N, Tsirgogianni K, Kioumis I, Pitsiou G, Baka S, Papaiwannou A, et al. Pneumothorax as a complication of central venous catheter insertion. *Ann Transl Med* 2015 Mar;3(3):40.
11. McGee DC, Gould MK. Preventing complications of central venous catheterization. *N Engl JMed* 2003;348(12):1123-33.
12. Brass P, Hellmich M, Kolodziej L, Schick G, Smith AF. Ultrasound guidance versus anatomical landmarks for internal jugular vein catheterization. *Cochrane Database Syst Rev* 2015 Jan 9;1:CD006962.
13. Marchiori E, Santos ML. Introdução à radiologia. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2013.
14. Chacko J, Brar G. Bedside ultrasonography-applications in critical care: Part II. *Indian J Crit Care Med* 2014;18(6):376.
15. NICE. Guidance on the use of ultrasound locating devices for placing central venous catheters. NICE technology appraisal guidance [Internet]. 2002 01/10/2015. Disponível em:<<https://www.nice.org.uk/guidance/ta49>>. Acessado em 22 set 2016

16. Lalu MM, Fayad A, Ahmed O, Bryson GL, Fergusson DA, Barron CC, et al. Ultrasound-guided subclavian vein catheterization: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care Med* 2015 Jul;43(7):1498-507.
17. Agency for Healthcare Research and Quality. Use of real-time ultrasound guidance during central line insertio. Maryland: AHRQ, 2001. Disponível em:<<http://www.ahrq.gov/research/findings/evidence-based-reports/ptsafetyuptp.html>>. Acessado em: 02/10/2015.
18. O'Grady NP, Alexander M, Dellinger EP, Gerberding JL, Heard SO, Maki DG, et al. Guidelines for the prevention of intravascular catheter-related infections. *Clin Infect Dis* 2011;35(11):1281-307.
19. Santos VC. As análises econômicas na incorporação de tecnologias em saúde: reflexões sobre a experiência brasileira. Dissertação [Mestrado Profissional em Saúde Pública]. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca; 2010.
20. Eichler HG, Kong SX, Gerth WC, Mavros P, Jönsson B. Use of cost-effectiveness analysis in health-care resource allocation decision-making: how are cost-effectiveness thresholds expected to emerge? *Value Health* 2004;7(5):518-28.
21. Brasil. Ministério da Saúde. Diretrizes metodológicas : Diretriz de Avaliação Econômica. 2 ed. Brasília: Ministério da Saúde; 2014. p. 17-85
22. Silva LK. Avaliação tecnológica e análise custo-efetividade em saúde: a incorporação de tecnologias e a produção de diretrizes clínicas para o SUS. *Cienc Saude Colet* 2003;8(2):501-20.
23. Pichon-Riviere A, Augustovski F, Garcia MS, Caporale J. The Efficiency Path: An Estimation of Cost-Effectiveness Thresholds for 185 Countries Based on Per Capita Health Expenditures and Life Expectancy. *Value in health: the journal of the International Society for Pharmacoeconomics and Outcomes Research*. 2015;18(7):A695-6.
24. Pinto M, Santos M, Trajman A. Limiar de custo-efetividade: uma necessidade para o Brasil? *J Bras Econ Saúde* 2016;8(1):58-60.
25. Capucho HC. Incorporação de tecnologias em saúde: Brasil na vanguarda. *Rev Bras Farm Hosp Serv Saúd* 2012;3(1):4-5.
26. Brass P, Hellmich M, Kolodziej L, Schick G, Smith AF. Ultrasound guidance versus anatomical landmarks for subclavian or femoral vein catheterization. *Cochrane Database Syst Rev* 2015;9(1).
27. Mehta N, Valesky WW, Guy A, Sinert R. Systematic review: is real-time ultrasonic-guided central line placement by ED physicians more successful than the traditional landmark approach? *Emerg Med J* 2013;30(5):355-9.
28. Hind D, Calvert N, McWilliams R, Davidson A, Paisley S, Beverley C, et al. Ultrasonic locating devices for central venous cannulation: meta-analysis. *Bmj* 2003;327(7411):361.
29. Keenan SP. Use of ultrasound to place central lines. *J Crit Care* 2002;17(2):126-37.
30. Lewin S, Oxman AD, Lavis JN, Fretheim A. SUPPORT Tools for evidence-informed health Policymaking (STP) 8: Decidindo até que ponto uma revisão

sistemática pode ser considerada confiável. *Health Res Policy Syst* 2009;7(suppl 1):S8.

31. Silva Junior JL, Stocco L, Ishie RT, Cardoso JJ. Pneumotórax em hospital geral: análise dos casos e condutas. *Arq Catar Med* 2007;36(2). p. 8-14.

32. Kusminsky RE. Complications of central venous catheterization. *J Am Coll Surg* 2007;204(4):681-96.

33. Brasil. Ministério da Saúde. Sistema de Gerenciamento da Tabela de Procedimentos, Medicamentos e Órteses/Próteses do Sistema Único de Saúde [Internet]. Brasília: DATASUS; 2015. Disponível em: <<http://sigtap.datasus.gov.br/tabela-unificada/app/sec/inicio.jsp>>. Acessado em: 05/10/2015.

34. Brasil. Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão. Compras Governamentais. Brasília; 2015. Disponível em: <<http://www.comprasgovernamentais.gov.br/gestor-de-compras/consultas-1>>. Acessado em 05/10/2015.

35. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas. Brasil em síntese. Brasília: IBGE; 2016. Disponível em: <<http://brasilemsintese.ibge.gov.br/contas-nacionais/pib-per-capita.html>>.

36. Breiman L, Friedman J, Stone CJ, Olshen RA. Classification and regression trees. Boca Raton: CRC press; 1984.

37. Laber EB, Zhao YQ. Tree-based methods for individualized treatment regimes. *Biometrika*. 2015;102(3):501-14.

38. Yosefian I, Mosa Farkhani E, Baneshi MR. Application of random forest survival models to increase generalizability of decision trees: a case study in acute myocardial infarction. *Comput Math Methods Med* 2015;2015:576413.

39. TreeAge Pro 2015, R1.0. *TreeAge Software, Williamstown, MA*

40. Vasconcelos P, Lino FJ, Neto R. O fabrico rápido de ferramentas ao serviço da engenharia concorrente. *Tecnometal* 2001;136:17-21.

41. Melo-Júnior MR, Araújo-Filho JL, Machado MC, Patu VJ. Análise digital de imagens em patologia—a interface com a Engenharia Biomédica. *Res Biomed Eng* 2006;22(3):239-42.

42. Watanabe M, Moraes CA, Couto Júnior AS. Considerações sobre eficiência administrativa relacionado aos exames de ultra-sonografia, tomografia computadorizada e ressonância magnética nas afecções orbitárias. *Rev Bras Oftalmol* 2007; 66 (6): 376-82.

43. Petisco GM, Petisco AC, Fiato UA, Santos FB. Cateterização venosa guiada por ultrassom: relato de caso e revisão da literatura. *Rev bras ecocardiogr imagem cardiovasc*. 2013;26(3):228-35.

44. Kohn LT, Corrigan JM, Donaldson MS. To err is human: building a safer health system. National Academies Press; 2000.

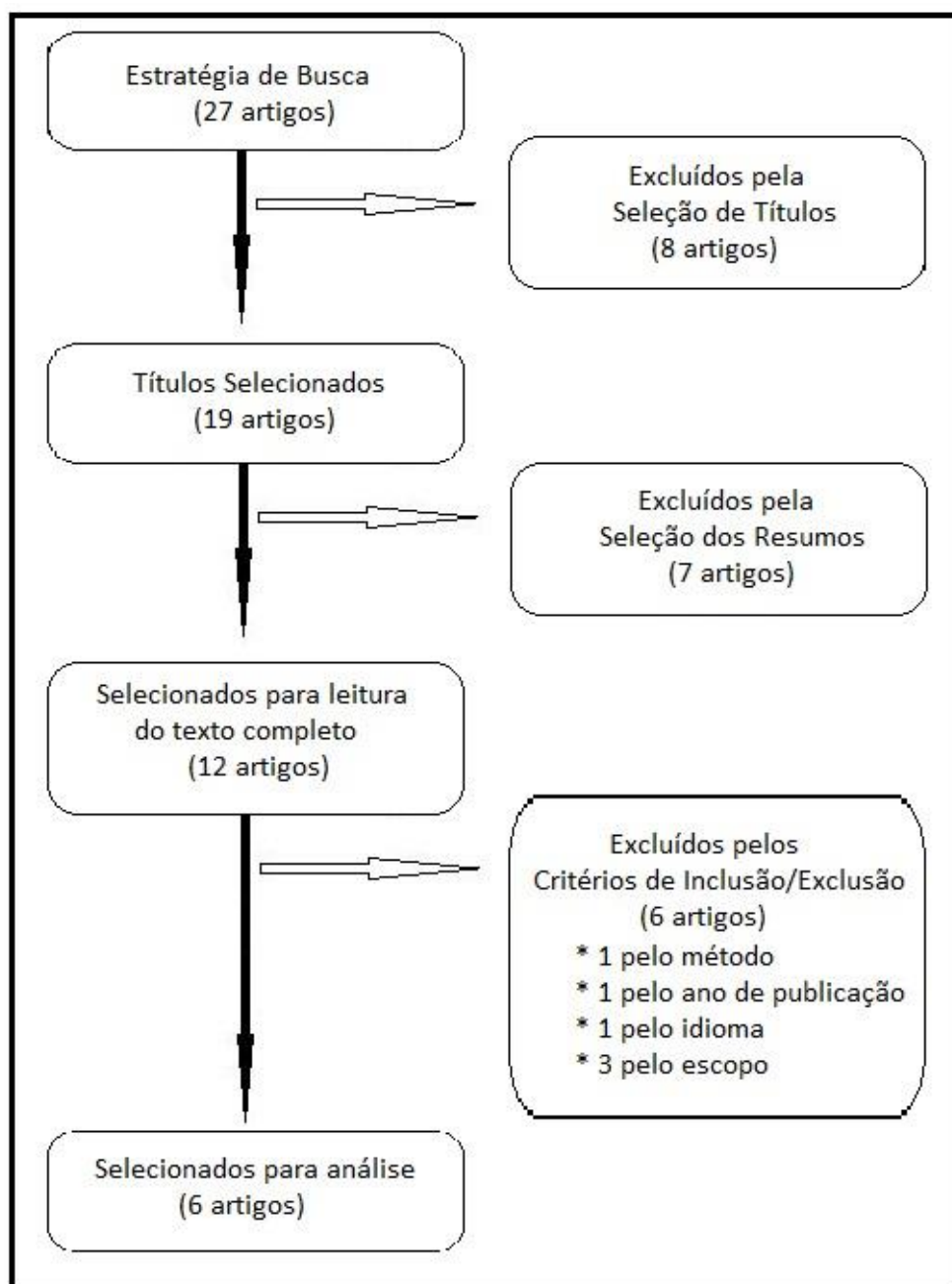
45. Reis CT, Martins M, Laguardia J. A segurança do paciente como dimensão da qualidade do cuidado de saúde: um olhar sobre a literatura. *Cien Saude Colet* 2013;18(7):2029-36.

46. Gallotti RMD. Eventos adversos: o que são? *Rev Assoc Med Bras* 2004;50(2):114.

47. Mendes W, Martins M, Rozenfeld S, Travassos C. The assessment of adverse events in hospitals in Brazil. *Int J Qual Health Care* 2009; 21(4):279-284.
48. Brasil. Resolução RDC n.º 36, de 25 de julho de 2013. Institui ações para a segurança do paciente em serviços de saúde e dá outras providências. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2013/rdc0036_25_07_2013.html>.
49. Contó M, Biella CA, Petramale CA. Dispositivos médicos no Sistema Único de Saúde (SUS)-avaliação e incorporação tecnológica. *Rev Eletron Gest Saúde* 2015;6(4):3017-3023.

APENDICE

Apêndice A – PRISMA de seleção de artigos



Apêndice B - Análise de qualidade dos artigos segundo a ferramenta AMSTAR

	Lalu (2015)	Brass (2015) ⁵	Brass (2015) ⁶	Mehta (2013)	Hind (2003)	Keenan (2002)
1- Foi fornecido um projeto “a priori”?	-	+	+	-	-	-
2- Houve uma duplicação na seleção de estudos e extração de dados?	+	+	+	+	+	-
3- Foi realizada uma pesquisa/busca bibliográfica abrangente?	+	+	+	+	-	-
4- O status da publicação (ou seja, literatura cinzenta) foi utilizado como um critério de inclusão?	+	+	+	-	-	+
5- Foi fornecida uma lista de estudos (incluídos e excluídos)?	-	•	•	-	-	-
6- As características dos estudos incluídos foram fornecidas?	+	+	+	+	+	+
7- A qualidade científica dos estudos incluídos foi avaliada e documentada?	+	-	-	+	-	+

Legenda: Não Sim Não respondeu

⁵ Brass P, Hellmich M, Kolodziej L, Schick G, Smith AF. Ultrasound guidance versus anatomical landmarks for internal jugular vein catheterization. The Cochrane Library. 2015.

⁶ Brass P, Hellmich M, Kolodziej L, Schick G, Smith AF. Ultrasound guidance versus anatomical landmarks for subclavian or femoral vein catheterization. Cochrane Database Syst Rev. 2015;9(1).

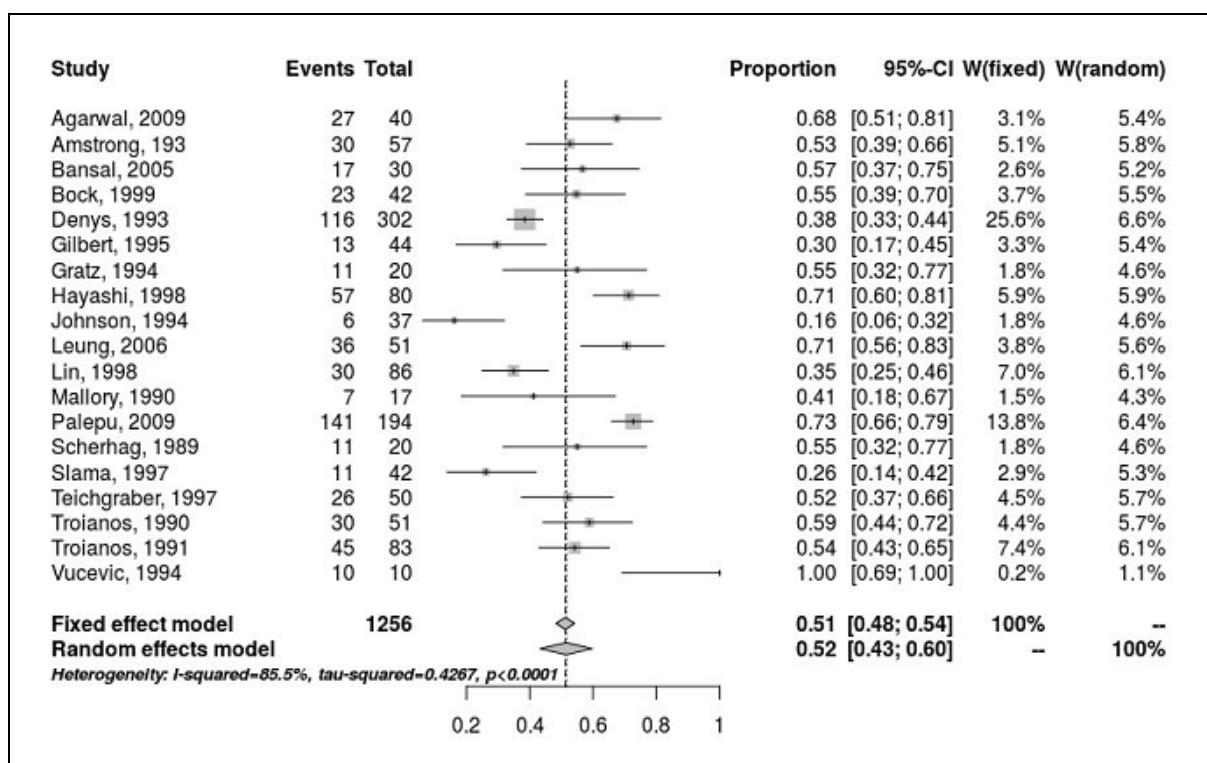
	Lalu (2015)	Brass (2015) ⁷	Brass (2015) ⁸	Mehta (2013)	Hind (2003)	Keenan (2002)
8- A qualidade científica dos estudos incluídos foi utilizada de forma adequada na formulação das conclusões?	+	+	+	-	-	+
9- Os métodos foram usados para combinar os resultados de estudos adequados?	+	+	+	+	+	+
10- A probabilidade de viés de publicação foi avaliada?	+	+	+	+	-	-
11- O conflito de interesses foi informado?	-	+	+	+	+	-

Legenda: Não Sim Não respondeu

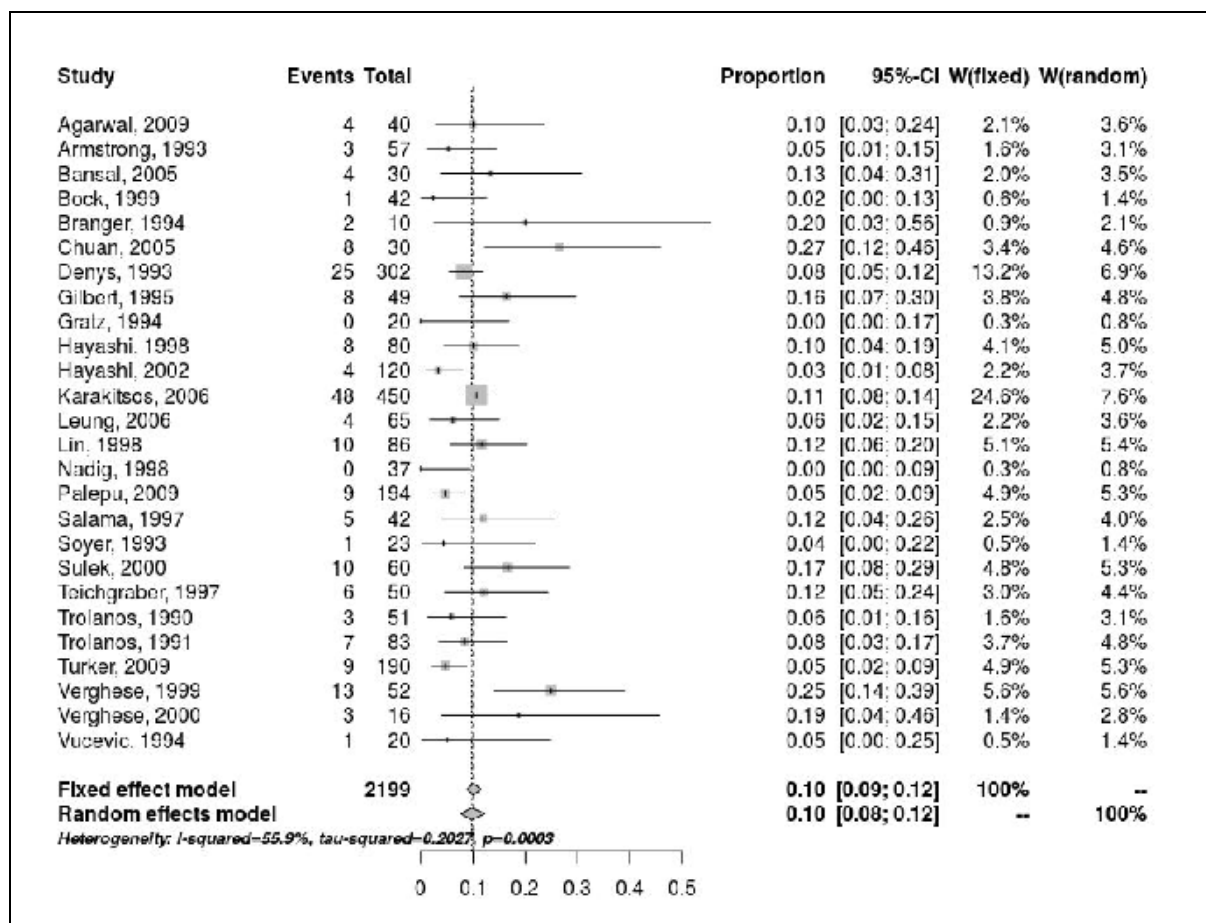
⁷ Brass P, Hellmich M, Kolodziej L, Schick G, Smith AF. Ultrasound guidance versus anatomical landmarks for internal jugular vein catheterization. The Cochrane Library. 2015.

⁸ Brass P, Hellmich M, Kolodziej L, Schick G, Smith AF. Ultrasound guidance versus anatomical landmarks for subclavian or femoral vein catheterization. Cochrane Database Syst Rev. 2015;9(1).

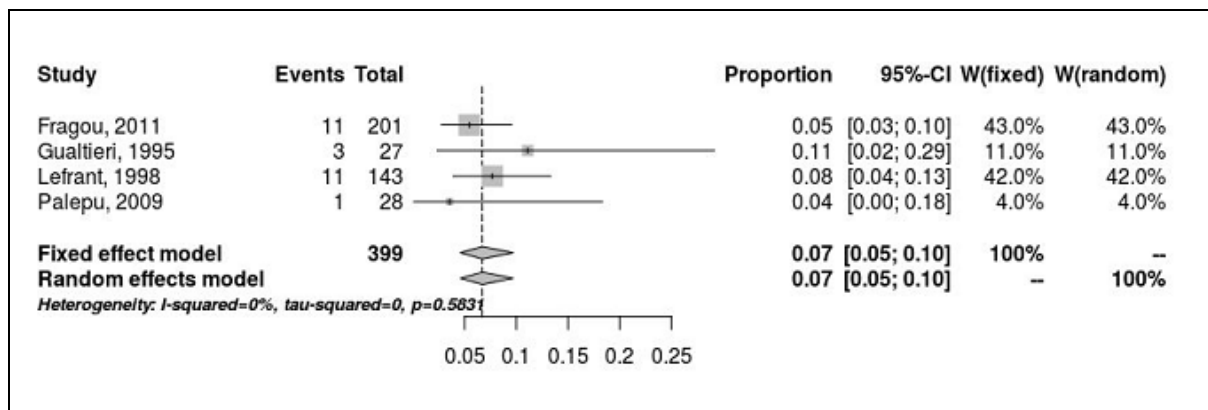
Apêndice C – Meta-análise dos estudos primários para Sucesso na 1ª tentativa quando CVC realizado em VJI sob técnica de procedimento padrão



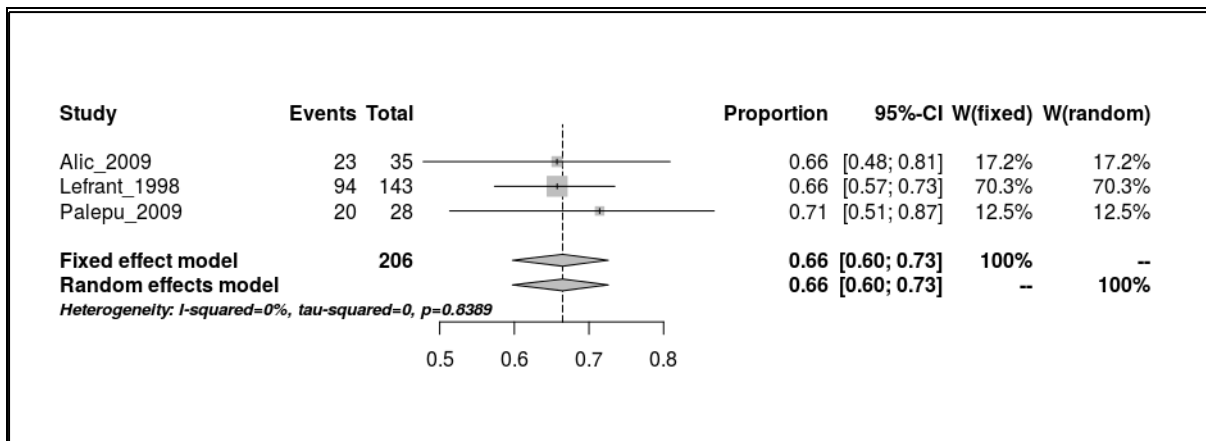
Apêndice D – Meta-análise dos estudos primários para Punção Arterial Equivocada quando CVC realizado em VJI sob técnica de procedimento padrão



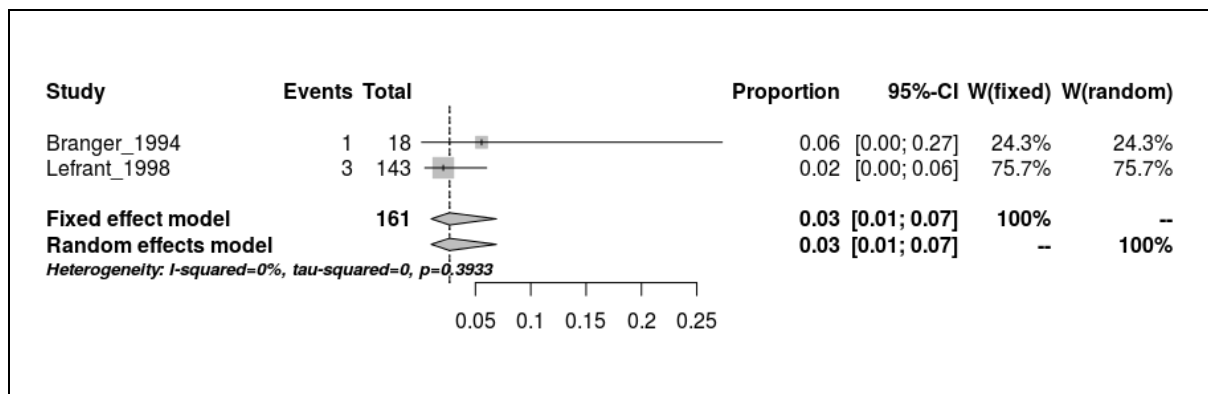
Apêndice E – Meta-análise dos estudos primários para Punção Arterial Equivocada quando CVC realizado em VSC sob técnica de procedimento padrão



Apêndice F – Meta-análise dos estudos primários para Sucesso na 1ª tentativa quando CVC realizado em VSC sob técnica de procedimento padrão



Apêndice G - Meta-análise dos estudos primários para Pneumotórax quando CVC realizado em VSC sob técnica de procedimento padrão



Apêndice H - Lista de procedimentos orçados pelo SIGTAP com seus respectivos códigos e descrições

Procedimento	Código	Descrição
<i>CVC</i>	03.09.06.001-0	Instalação de Cateter Duplo Lumen por Punção
<i>Drenagem Pleural</i>	04.12.04.016-6	Toracostomia com Drenagem Pleural Fechada
<i>Retirada do Dreno</i>	04.12.03.012-8	Retirada de Dreno Tubular Toracico
<i>RX</i>	02.04.03.015-3	Radiografia de Tórax (PA e Perfil)
<i>USG</i>	02.05.01.004-0	Ultrassonografia Doppler Colorido de Vasos
<i>Sutura Arterial Cirúrgica</i>	04.06.02.049-3	Tratamento Cirúrgico de Lesões Vasculares Traumáticas da Região Cervical
<i>Diária de UTI</i>	08.02.01.009-1	Diária de Unidade de Terapia Intensiva Adulto (UTI III)

Apêndice I - Lista de procedimentos orçados pelo Compras Governamentais com seus respectivos códigos e descrições

Procedimento	Código	Descrição
<i>Dreno</i>	306529	CONJUNTO DRENAGEM TÓRAX, COMNENTES SISTEMA 3 CAMARAS DRENAGEM PLEURAL, APLICAÇÃO 1 CAMARA CONTROLE SUCCÃO C/VÁLVULA ATMOSFÉRICA, CARACTERÍSTICAS ADICIONAIS PRESSÃO >20CM H2O, MARCAÇÃO CADA 5CM, ADICIONAIS CÂMARA C/VÁLVULA FLUTUANTE ALTA NEGAT. SELO D'AGUA, ACESSÓRIOS CÂMARA 4 COLUNAS DRENAGEM(2,5L), 1 C/200MLC, MARC/ML, USO ESTÉRIL, DESCARTÁVEL
<i>Curativo Transparente</i>	411381	CURATIVO, MATERIAL POLIURETANO, DIMENSÃO CERCA DE 7,5 X 10, PERMEABILIDADE PERMEÁVEL A GASES E IMPERMEÁVEL A LÍQUIDOS, OPACIDADE TRANSPARENTE, COMPONENTES ADERENTE, CARACTERÍSTICA ADICIONAL FENESTRADO, ESTERELIDADE ESTÉRIL, EMBALAGEM EMBALAGEM INDIVIDUAL
<i>Capa protetora</i>	388153	CAPA PROTETORA, MATERIAL INTERNO POLIURETANO ISENTO DE LÁTEX, TIPO TRANSDUTOR DE ULTRASSONOGRRAFIA, DIMENSÕES 2,5 X 122CM, TIPO USO DESCARTÁVEL, ESTÉRIL, EMBALAGEM INDIVIDUAL
<i>Luva Estéril</i>	269838	LUVA CIRÚRGICA, MATERIAL LÁTEX NATURAL, TAMANHO 7,50, ESTERILIDADE ESTÉRIL, CARACTERÍSTICAS ADICIONAIS COMPRIMENTO MÍNIMO DE 28CM, APRESENTAÇÃO LUBRIFICADA C/ PÓ BIOABSORVÍVEL, ATÓXICA, TIPO USO DESCARTÁVEL, FORMATO ANATÔMICO, EMBALAGEM CONFORME NORMA ABNT C/ ABERTURA ASSÉPTICA
<i>Gaze</i>	269978	COMPRESSA GAZE, MATERIAL TECIDO 100 ALGODÃO, TIPO 13 FIOS/CM2, MODELO COR BRANCA, ISENTA DE IMPUREZAS, CAMADAS 8 CAMADAS, LARGURA 7,50, COMPRIMENTO 7,50, DOBRAS 5 DOBRAS, CARACTERÍSTICAS ADICIONAIS ESTÉRIL, DESCARTÁVEL