

**Padronização do ultrassom para cateterismo no Sistema Único de Saúde (SUS)  
brasileiro: recomendação da análise de custo-efetividade**  
**Standardization of the ultrasound for catheterism in brazilian Sistema Único de Saúde  
(SUS): recommendation of cost-effectiveness analysis**  
**Normalización del ultrasonido en el cateterismo en el Sistema Único de Saúde (SUS):  
una recomendación del análisis de coste-efectividad**

Recebido: 25/05/2020 | Revisado: 29/05/2020 | Aceito: 30/05/2020 | Publicado: 16/06/2020

**Carlos Eduardo Pessanha Boller**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5180-3159>

Instituto Nacional de Saúde da mulher, da criança e do adolescente Fernandes Figueira, Brasil

E-mail: [kadu.boller@gmail.com](mailto:kadu.boller@gmail.com)

**Kátia Marie Simões Senna**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3583-2072>

Instituto Nacional de Cardiologia, Brasil

E-mail: [kmsenna@gmail.com](mailto:kmsenna@gmail.com)

**Roberta da Silva Teixeira**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7830-3533>

Instituto Nacional de Cardiologia, Brasil

E-mail: [robertateixeira@outlook.com](mailto:robertateixeira@outlook.com)

**Marcelo Correa Goulart**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3339-6606>

Instituto Nacional de Cardiologia, Brasil

E-mail: [mgoulart.inc@gmail.com](mailto:mgoulart.inc@gmail.com)

**Bernardo Rangel Tura**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6890-0705>

Instituto Nacional de Cardiologia, Brasil

E-mail: [brtura@gmail.com](mailto:brtura@gmail.com)

**Marisa da Silva Santos**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2174-6800>

Instituto Nacional de Cardiologia, Brasil

E-mail: [marisaccih@gmail.com](mailto:marisaccih@gmail.com)

## Resumo

O processo de padronização de determinadas tecnologias no Sistema Único de Saúde Brasileiro deve ser precedido de análises de custo-efetividades. O procedimento de cateterismo é realizado em 8% dos pacientes internados e em 15% acarretam complicações. Diante desse cenário uma tecnologia que possa proporcionar segurança para pacientes e profissionais e reduzir a taxa de complicações deve ser analisada e quiçá incorporada a rotina médica. Desta forma objetiva-se determinar a factibilidade econômica da técnica de cateterismo central em veia subclávia guiada pelo ultrassom comparado à orientação por referenciais anatômicos, sob a perspectiva pagadora do Sistema Único de Saúde brasileiro. Através de análise de custo-efetividade utilizando modelo de árvore de decisão sob uma população de pacientes adultos em um cenário de uma unidade terciária de saúde com custos de materiais e procedimentos estimados em bancos brasileiros de registros de compras. Os desfechos foram definidos em revisão de literatura pela incidência. Os resultados mostraram que a intervenção onerou o procedimento em R\$53,81. Apesar disso 80,1% das simulações mostraram-se custo-efetivas e 16,5% “dominantes”. Outros fatores corroboraram na discussão concluindo-se a intervenção como muito custo-efetiva e o resultado traz ao gestor segurança para tomadas de decisões quanto a padronização da tecnologia.

**Palavras chaves:** Cateterismo venoso central; Ultrassonografia de intervenção; Avaliação de custo-efetividade; Veia subclávia; Guia de prática clínica.

## Abstract

The standardization process of certain technologies in the Brazilian Unified Health System must be preceded by cost-effectiveness analyzes. The catheterization procedure is performed in 8% of hospitalized patients and in 15% it causes complications. In view of this scenario, a technology that can provide safety for patients and professionals and reduce the rate of complications must be analyzed and perhaps incorporated into the medical routine. In this way, the objective is to determine the economic feasibility of the technique of central catheterization in a subclavian vein guided by ultrasound compared to guidance by anatomical references, from the perspective of the Brazilian Unified Health System. Through cost-effectiveness analysis using a decision tree model under a population of adult patients in a tertiary health care setting with materials and procedures costs estimated in Brazilian purchase records banks. The outcomes were defined in a literature review by incidence. The results showed that the intervention cost the procedure R\$53.81. Despite this, 80.1% of the

simulations proved to be cost-effective and 16.5% “dominant”. Other factors corroborated the discussion, concluding the intervention as very cost-effective and the result brings security to the manager when making decisions regarding the standardization of technology.

**Keywords:** Catheterization, Central venous; Ultrasonography, Interventional; Cost-Effectiveness evaluation; Subclavian Vein; practice guideline.

## Resumen

El proceso de estandarización de ciertas tecnologías en el Sistema Único de Salud de Brasil debe estar precedido por análisis de costo-efectividad. El procedimiento de cateterización se realiza en el 8% de los pacientes hospitalizados y en el 15% causa complicaciones. Ante este escenario, una tecnología que puede proporcionar seguridad para pacientes y profesionales y reducir la tasa de complicaciones debería analizarse y quizás incorporarse a la rutina médica. De esta manera, el objetivo es determinar la viabilidad económica de la técnica de cateterismo central en una vena subclavia guiada por ultrasonido en comparación con la guía por referencias anatómicas, desde la perspectiva del Sistema Único de Salud de Brasil. Mediante el análisis de costo-efectividad utilizando un modelo de árbol de decisión en una población de pacientes adultos en un entorno de atención de salud terciaria con costos de materiales y procedimientos estimados en bancos de registros de compra brasileños. Los resultados se definieron en una revisión de la literatura por incidencia. Los resultados mostraron que la intervención le costó al procedimiento R\$53.81. A pesar de esto, el 80.1% de las simulaciones demostraron ser rentables y el 16.5% "dominantes". Otros factores corroboraron la discusión, concluyendo que la intervención es muy rentable y el resultado brinda seguridad al gerente para la toma de decisiones con respecto a la estandarización de la tecnología.

**Palabras clave:** Cateterismo venoso central; Ultrasonografía intervencional; Evaluación de costo-efectividad; Vena subclavia; Guía de práctica clínica.

## 1. Introdução

O Cateter venoso central é um dispositivo invasivo apropriado para inserção em redes vasculares, utilizado nas unidades hospitalares em todo o mundo, especialmente em Unidades de Terapia Intensiva e tem por finalidade facilitar o diagnóstico e o tratamento do paciente (Trindade et al., 2008). Este procedimento habitualmente é realizado na veia jugular interna ou veia femoral ou na subclávia, sendo esse último sítio o recomendado como “sítio de escolha” pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2017).

Existem diversas técnicas de inserção e aproximadamente 15% das tentativas acarretam em problemas (Merrer et al., 2001), ressalta-se que ao se evidenciar a necessidade de proceder uma nova tentativa, a probabilidade de ocorrência de danos ao paciente aumenta em 5,5 vezes (Mansfield, Hohn, Fornage, Gregurich, & Ota, 1994). Dentre essas complicações factíveis estão as infecciosas, trombóticas e mecânicas, sendo a punção arterial acidental relatada como a de maior frequência independente do sítio utilizado (Kornbau, Lee, Hughes, & Firstenberg, 2015). O Pneumotórax, considerado a complicação mais significativa quando realizado em veia subclávia, corresponde a 30% de todas as ocorrências de complicações mecânicas (Tsotsolis et al., 2015).

Instituições como a *Agency for Health Care Research and Quality* (2001) e a *National Institute for Clinical Excellence* (2002) que normatizam aspectos da segurança do paciente passaram a recomendar o uso da ultrassonografia durante os procedimentos de cateterismo venoso central com o intuito de minimizar os eventuais problemas. Tal orientação é reiterada pelo suporte que a tecnologia propicia no adequado posicionamento do cateter no leito vascular, o que pode viabilizar a diminuição da quantidade de tentativas, bem como as falhas na realização do procedimento (AHRQ, 2013; NICE, 2016; Petisco, Petisco, Fiato, & dos Santos, 2013).

O cateterismo guiado por ultrassom ainda não é amplamente adotado apesar das recomendações que tornam promissores o uso com esta finalidade. Algumas justificativas são trazidas à tona como, por exemplo, a não disponibilidade indiscriminada de equipamentos, além da limitação financeira nos serviços públicos de saúde. Porém, justamente pela baixa disponibilidade de recursos, torna-se decisivo balancear o custo necessário para o uso da tecnologia com sua capacidade de incrementar a taxa de sucesso.

A realização de análises de custo no processo de parametrização de determinada tecnologia não é unânime entre gestores da área da saúde, mas traz vantagens teóricas como a redução da carga de responsabilidade no processo de tomada de decisões, gerando maior transparência e confiança no processo (Santos, 2010). A Organização Mundial da Saúde (OMS) sugere que as intervenções que custem 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 “custo-efetivo”, representando um bom investimento, e aquelas que custem mais do que esse valor (três vezes o PIB) se torna “não custo-efetivo”. (Santos, 2010; Pichon-Riviere, Augustovski, Garcia, & Caporale, 2015)

Isto posto, a condução de um estudo de custo-efetividade pode colaborar na tomada de decisão dos gestores sobre a incorporação da referida técnica. No mais, é feita menção à

escassez de avaliações econômicas sobre o uso da ultrassonografia como referência para realização de cateterismo venoso central no cenário brasileiro. Assim, a hipótese do estudo foi: “Em pacientes adultos submetidos à punção da veia subclávia em uma unidade pública assistencial de saúde, a técnica de ultrassom guiada é custo-efetiva quando comparada à técnica guiada por referenciais anatômicos” e objetiva determinar a factibilidade econômica da técnica de cateterismo central em veia subclávia guiada pelo ultrassom comparado à guiada por referências anatomicas, sob a perspectiva pagadora do Sistema Único de Saúde brasileiro, ou seja, em um cenário usualmente encontrado nas unidades públicas de saúde.

## **2. Método**

### **Desenho**

De acordo com Pereira et al. (2018), uma pesquisa visa trazer novos saberes para a sociedade, e neste contexto, necessita seguir metodologias que permitam sua reprodutibilidade a fim de ser aceita pela comunidade acadêmica e científica. No presente estudo, foi realizada uma análise estudo de custo-efetividade baseada em pesquisa documental, quantitativa, no qual a população-alvo foi composta estatisticamente por pacientes adultos submetidos ao procedimento de cateterismo venoso central de veia subclávia em unidades públicas de saúde (dentro e fora de unidades de terapia intensiva). A população em questão foi definida por ser a mais propensa a realização do procedimento, ou seja, a que produziria mais impacto a fonte pagadora do modelo.

O contexto abordado consiste na tomada de decisão sobre qual técnica deverá ser prioritária no procedimento de punção venosa profunda no âmbito analisado. A perspectiva adotada foi do Sistema Único de Saúde Brasileiro (SUS) como prestador e responsável financeiro, por conseguinte, os custos estimados foram extraídos, sempre que possível, de bancos de dados públicos, de acordo com suas particularidades. As intervenções sob comparação foram à punção guiada por ultrassom e a orientada somente pelos marcos anatômicos. A escolha de ambas foi fundamentada tanto pela intervenção se apresentar como promissora quanto pelo comparador ser utilizado como técnica padrão e usualmente utilizado na condução do cateterismo.

## Busca na Literatura

Visando verificar o conhecimento já existente sobre o uso da intervenção proposta a fim de identificar os possíveis dados que viabilizassem a análise foi elaborada uma busca estruturada na literatura de modo a identificar estudos que avaliassem o uso da ultrassonografia auxiliando o cateterismo venoso central de veia subclávia que pudessem fornecer dados vitais na elaboração do modelo a ser utilizado posteriormente no estudo (desfechos na realização do procedimento), assim como no provimento, considerando que análises econômicas usualmente são dependentes de um grande número de estimativas de parâmetros (Brasil, 2014). A busca na literatura, conforme descrito a seguir, foi realizada na base de dados eletrônica MEDLINE (*Medical Literature Analysis and Retrieval System Online*), por meio da interface de acesso PubMed em março de 2019.

A estratégia de busca ("*Subclavian Vein*"[Mesh] OR *subclavian*\*[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]) foi elaborada com a inclusão do filtro metodológico de revisões sistemáticas (*systematic*[sb]) por compreender que esse tipo de pesquisa agregaria mais pesquisas primárias, além de acreditar-se que teriam um maior rigor na pesquisa e análise. Após a seleção inicial, foram excluídos estudos em idiomas diferentes do inglês, espanhol e português, além daqueles publicados há mais de quinze anos por compreender que esses não contemplariam o avanço tecnológico desejado. Tanto a seleção, como a extração de dados foram realizadas por dois avaliadores independentes, com discordâncias resolvidas por consenso.

## Desfechos

Baseado na análise da literatura, foram identificados os possíveis desfechos da realização do procedimento e, através da incidência dos mesmos, foram agrupados em: “ocorrência de complicação grave”, definidas por punção arterial acidental grave e pneumotórax, e “ocorrência de complicação não grave”, contemplando todos os outros possíveis desfechos de menor magnitude, além do procedimento realizado com sucesso. Não foram consideradas as ocorrências de falhas, pois se entendeu que esta foi sucedida por uma nova tentativa exitosa, apesar da possibilidade de complicações durante o trajeto.

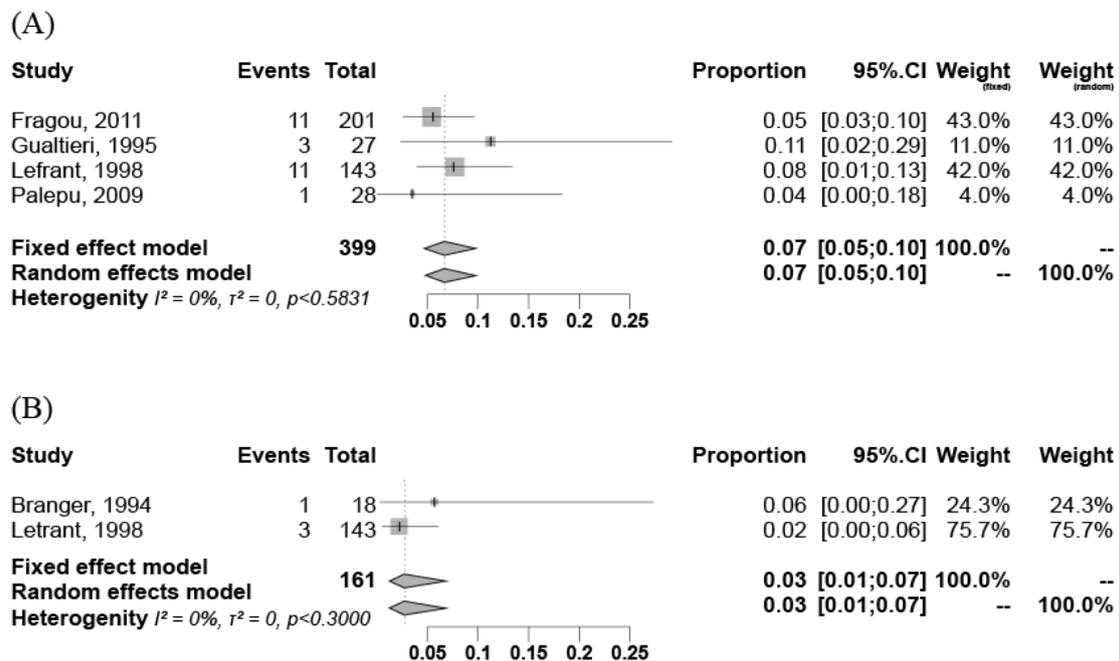
## Horizonte Temporal e Taxa de Desconto

Foi realizado um painel com 5 (cinco) especialistas médicos intensivistas com experiência na realização do procedimento assim como na condução clínica de tratamento dos desfechos definidos, tendo sido estabelecido o período de três dias após a realização do procedimento, haja vista a compreensão de ser tempo suficiente para diagnóstico e tratamento independentemente das complicações. Em virtude deste curto horizonte temporal, não foi adotada nenhuma taxa de desconto na avaliação econômica.

## Mensuração da efetividade

Os valores utilizados no modelo foram obtidos a partir da sumarização de todos os valores estatísticos de incidência obtidos na literatura selecionada por meta-análises (Figura 1), utilizando o pacote *Meta* do software *R*, versão 3.1.2.

**Figura 1** - Incidência de punção arterial acidental (A) e Incidência de Pneumotórax (B) quando realizado sob técnica guiada por referencias anatômicos.



Fonte: Os autores, 2019

Observa-se que após a realização das análises cima, obteve-se uma frequência de 0,070 (7%) para Punção Arterial Acidental (Figura 1a) e 0,030 (3%) para Pneumotórax (Figura 1b).

### **Mensuração dos recursos e custos**

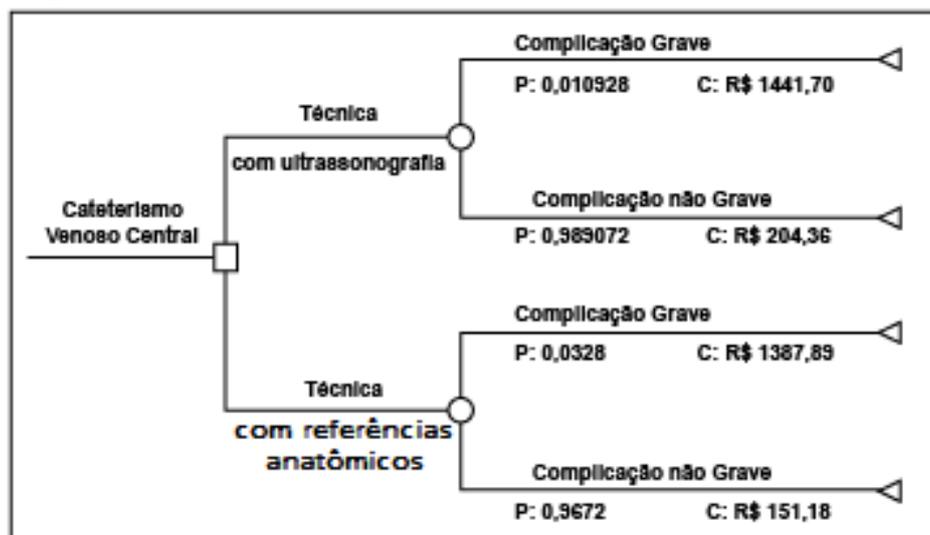
O painel de especialistas assinalou o prognóstico e a conduta para cada um dos casos, estimando-se os custos diretos do procedimento através da extração dos valores de procedimentos e materiais dos bancos de dados nacionais, como o “Sistema de Gerenciamento da Tabela de Procedimentos, Medicamentos, Órteses, Próteses e Materiais” (Sigtap) e o Portal de Compras Governamentais do Governo Federal. Para o treinamento da intervenção no procedimento, o valor foi estabelecido mediante a comunicação pessoal às empresas que prestam esse tipo de serviço. Destaca-se que o custo de compra e manutenção do equipamento foram desconsiderados, dado que a instituição, como descrito no cenário, o possuía previamente para outros fins e, conseqüentemente, a unidade não seria onerada por esses motivos.

A moeda brasileira corrente (Real) foi empregada e para definição dos custos do modelo, utilizou-se os seguintes períodos: (i) maio de 2019 para os custos extraídos do Sigtap; (ii) segundo bimestre de 2019 para os custos extraídos do portal de compras governamentais, sendo que devido a diversidade de valores e quantidades licitadas foi considerado a mediana dos preços praticados neste período; e (iii) agosto de 2019 para o treinamento da intervenção no procedimento. Não foi necessário qualquer tipo de conversão na moeda, pois todos os valores estimados já estavam na moeda de referência deste estudo.

### **Modelo de custo-efetividade**

A modelagem adotada fundamentou-se na árvore de decisão (Figura 2) em função dos desfechos serem de curto prazo, não necessitando da realização de ciclos, sendo assim elaborado no software *TreeAge Pro* e tendo como cenário fictício uma unidade de atendimento terciário de saúde, cujo o aparelho de ultrassom havia sido adquirido anteriormente e com equipe não possuidora de treinamento para utilizar o equipamento com a finalidade proposta.

**Figura 2** - Árvore de decisão da técnica de cateterismo venoso central.



Fonte: Os autores, 2019

Na Figura acima é possível observar a composição final do modelo proposto, assim como os custos e as probabilidades correspondente a cada um dos nós terminais da árvore de decisão.

Os pressupostos que serviram de base para o referido modelo foram: (i) “punção arterial acidental grave”, que requereu como conduta terapêutica sutura arterial cirúrgica e, conseqüentemente, duas diárias na unidade de terapia intensiva; (ii) “pneumotórax”, que requereu como conduta terapêutica duas avaliações de imagem através de radiografia de tórax Pósterio-Anterior e Perfil, além da realização de Toracotomia com Drenagem Pleural Fechada, não foram computadas diárias de enfermaria pois esse ônus não seria oriundo da complicação; (iii) probabilidade de “complicação grave” que foi o somatório das probabilidades isoladas dos possíveis desfechos que o compõe, (iv) “complicação não grave”, que foram agrupados em: punções arteriais acidentais sem gravidade e as demais complicações possíveis sem relevância estatística individualmente, e ausência de complicações, requerendo como conduta terapêutica para as duas primeiras, dois curativos compressivos e para a última nenhuma conduta assistencial; (v) “ausência de complicações”, que foi demandado a utilização de apenas uma tentativa de inserção do cateter; (vi) todas as demais complicações demandariam duas tentativas de realização do procedimento, sendo assim composta monetariamente por dois cateteres, e (vii) um único operador manusearia a tecnologia e seria o responsável pela realização do cateterismo.

No que se refere aos métodos analíticos, a análise do modelo também utilizou o software *TreeAge Pro*, tendo como parâmetros para análise de sensibilidade determinística

uma variação de 50% do valor da média como limites superior e inferior, e para análise probabilística o mesmo intervalo de valores realizando 1.000 simulações de Monte Carlo. Essa variação em questão foi escolhida por proporcionar uma faixa mais abrangente e assim obter o real impacto das variáveis. No restante, menciona-se que na análise probabilística os valores das efetividades foram simulados utilizando uma distribuição beta e os custos uma distribuição gama.

### 3. Resultados

Tomando como referência os valores contidos nas bases dos preços anteriormente apontados e as composições detalhadas na Tabela 1.

**Tabela 1** - Detalhamento dos dados de custos (inputs e outputs).

Complicação	Valor	Técnica com ultrassonografia (n)	Técnica padrão (n)
<b>Material/Procedimento</b>			
<b>COMPLICAÇÃO GRAVE</b>			
<b>Pneumotórax</b>			
Cateterismo venoso central	R\$ 112,48	2	2
Toracostomia com drenagem pleural fechada	R\$ 1029,44	1	1
Retirada de dreno tubular toracico	R\$ 33,97	1	1
Dreno de tórax	R\$ 37,46	1	1
Radiografia de tórax (PA e Perfil)	R\$ 9,50	2	2
Ultrassonografia	R\$ 39,60	1	NA
Capa protetora	R\$ 12,87	1	NA
Treinamento do uso da ultrassonografia	R\$ 1,34	1	NA
<b>Punção arterial acidental grave</b>			
Cateterismo venoso central	R\$ 112,48	2	2
Diária de terapia intensiva	R\$ 508,63	2	2
Ultrassonografia	R\$ 39,60	1	NA
Capa protetora	R\$ 12,87	1	NA
Sutura arterial cirúrgica	R\$ 607,00	1	1
Treinamento do uso da ultrassonografia	R\$ 1,34	1	NA
<b>COMPLICAÇÃO NÃO GRAVE</b>			
<b>Punção arterial acidental sem gravidade</b>			
Cateterismo venoso central	R\$ 112,48	2	2
Curativo transparente	R\$ 1,90	2	2
Luva estéril	R\$ 1,13	2	2
Gaze	R\$ 0,39	1	NA
Ultrassonografia	R\$ 39,60	1	NA
Capa protetora	R\$ 12,87	1	NA
Treinamento do uso da ultrassonografia	R\$ 1,34	1	NA
<b>Demais complicações</b>			
Cateterismo venoso central	R\$ 112,48	2	2
Ultrassonografia	R\$ 39,60	1	NA
Capa protetora	R\$ 12,87	1	NA
Treinamento do uso da ultrassonografia	R\$ 1,34	1	NA
<b>Ausência de complicações</b>			
Cateterismo venoso central	R\$ 112,48	1	1
Ultrassonografia	R\$ 39,60	1	NA
Capa protetora	R\$ 12,87	1	NA

Treinamento do uso da ultrassonografia	R\$	1,34	1	NA
<b>Custos Finais</b>				
Complicação grave com ultrassonografia	R\$	1.441,70		
Complicação grave com técnica padrão	R\$	204,36		
Complicação não grave com ultrassonografia	R\$	1.387,89		
Complicação não grave com técnica padrão	R\$	151,18		
Custo incremental	R\$	53,81		

Legenda: n – quantidade; NA- não aplicável.  
 Fonte: Os autores, 2019

Obteve-se como custos da “Complicação grave” e da “Complicação não grave”, quando produzidas sob técnica padrão, respectivamente, R\$1387,89 e R\$151,18. Quando realizada com a técnica sob orientação da ultrassonografia, ambos os desfechos oneram em R\$53,81.

Quanto ao cálculo das probabilidades utilizadas, as composições estão detalhadas na Tabela 2.

**Tabela 2** - Detalhamento de dados de probabilidades (inputs e output).

Variável	Probabilidade
Punção arterial acidental	0,07
Gravidade	0,04
Risco Relativo entre as técnicas para Punção Arterial Acidental	0,26
Pneumotórax	0,03
Risco Relativo entre as técnicas para Pneumotórax	0,34
Complicação grave com ultrassonografia	0,010928
Complicação grave com técnica padrão	0,032800
Complicação não grave com ultrassonografia	0,989072
Complicação não grave com técnica padrão	0,967200
Efetividade incremental	0,002200

Fonte: Os autores, 2019

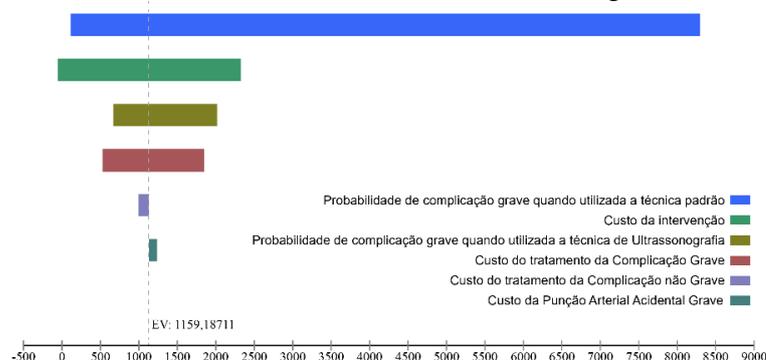
Para o cálculo da probabilidade de uma “complicação grave” (0,0328) considerou-se o somatório da probabilidade de “punção arterial acidental grave” (obtida pelo produto entre a ocorrência de “punção arterial acidental” – 0,07 (Figura 1a) - com o risco de a mesma ocorrer na forma grave - 0,04 (Kusminsky, 2007)) e “pneumotórax” - 0,03 (Figura 1b). Conseqüentemente, para a ocorrência de “complicação não grave” utilizou-se o complemento - 0,9672. Na mensuração da probabilidade de ocorrência quando realizado sob a intervenção estudada, foi obtida pelo produto entre os fatores correspondentes a “complicação grave” e seus respectivos riscos relativos entre as técnicas, sendo 0,26 para punção arterial (Brass, Hellmich, Kolodziej, Schick, & Smith, 2015) e 0,34 para pneumotórax (Lalu et al., 2015) o

porte de 0,010928. Quanto a mensuração para “complicação não grave”, a estimativa, por meio do complemento, é de 0,989072.

O custo e a efetividade incremental do procedimento utilizando a ultrassonografia foram mensurados em, respectivamente, R\$53,81 e 2,2% (0,022). Portanto, para cada complicação grave evitada ao realizar o procedimento com a intervenção proposta, a razão de custo-efetividade incremental (RCEI) foi de R\$2.445,91.

A análise de sensibilidade determinística (Figura 3), possibilitou a identificação das variáveis que impactaram na razão de custo-efetividade incremental.

**Figura 3.** Análises de sensibilidade determinística (Diagrama de Tornado).

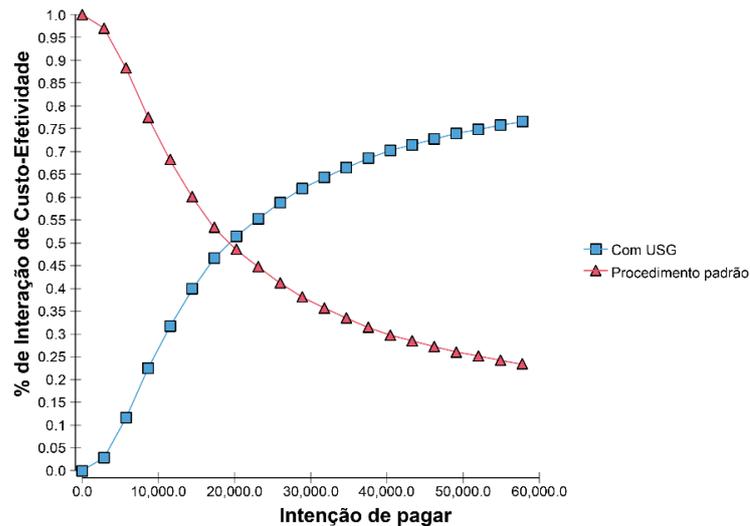


Fonte: Os autores, 2019

As principais variáveis, por ordem de influência e a variação que proporcionariam ao resultado do modelo foram: “Probabilidade de complicação grave quando utilizada a técnica padrão” (RCEI: R\$200,00 – R\$8.200,00), “Custo da intervenção” (RCEI: R\$0,00 - R\$2.400,00), “Probabilidade de complicação grave quando utilizada a técnica de ultrassonografia” (RCEI: R\$600,00 – R\$2.200,00) e “Custo do tratamento da complicação grave” (RCEI: R\$500,00 – R\$2.000,00).

Quanto a definição da disposição a pagar (WTP) da intervenção proposta, foi elaborada através da análise de aceitabilidade (Figura 4).

**Figura 4.** Análise de Aceitabilidade.

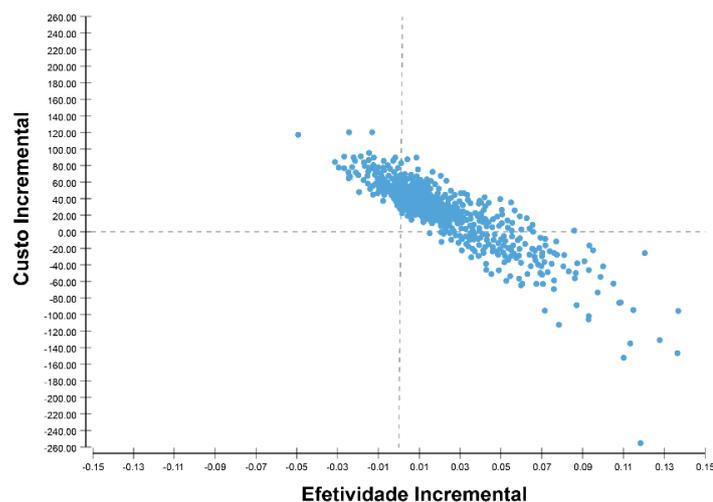


Fonte: Os autores, 2019

A intervenção proposta torna-se aceitável quando exposta a uma intenção de pagar de R\$18.125,00, tendo sido posteriormente definido, esse, como valor do limiar para a razão de custo-efetividade.

Quando submetido o modelo a análise de sensibilidade probabilística, onde expõem-se as variáveis a 1000 valores aleatórios dentro do mesmo intervalo anterior (bilateral de 50% do valor da média de cada variável), obteve-se o gráfico abaixo (Figura 5).

**Figura 5.** Análise de sensibilidade probabilística.



Fonte: Os autores, 2019

Em 80,1% das simulações a RCEI inferior a WTP estimada, o que contribuiria significativamente para aceitação e consequente padronização da intervenção proposta.

Destaca-se que desses, 16,5% foram classificadas como “dominantes”, ou seja, intervenção mais efetiva e com menor custo. De todas as simulações onde o custo foi superior (199), em 32 (3,2%) a técnica guiada pelo USG era tão eficaz que ainda permitiria uma análise favorável, tendo apenas 167 (16,7%) se mostrarem “dominadas” (intervenção menos efetiva e com custo superior), em relação à técnica padrão.

#### **4. Discussão**

Motivado por Santos (2010) que considera que avaliações econômicas são ferramentas importantes de gestores no processo de tomada de decisão viabilizando a alocação dos recursos de forma estruturada, esta pesquisa propôs avaliar a factibilidade econômica da inserção de cateter em veia subclávia guiada por ultrassonografia. Em um cenário ideal, a elaboração de estudos econômicos, como aqui executado, pode contribuir para a sustentabilidade do sistema de saúde.

Além do uso preconizado pelas fabricantes, as diversas equipes de saúde e pesquisa vêm padronizando novas utilidades para as diversas tecnologias disponíveis no meio médico e seus novos usos têm sido aplicados na prática corriqueiramente. No caso do ultrassom, há todo um movimento de estímulo da sua empregabilidade não só para diagnósticos de imagem como inicialmente e habitualmente indicado, mas também, mediante o desenvolvimento de aparelhos portáteis e principalmente financeiramente acessíveis, para procedimentos clínicos como cateterismos venosos em suas diversas categorias (PICC, acesso periférico e cateterismo profundo). Em razão desse uso não previamente considerado, as sociedades reguladoras têm se ajustado aos avanços tecnológicos, com enfoque na difusão da tecnologia.

A título de exemplificação, a Sociedade Americana de Ecocardiografia e Anestesiologistas Cardiovasculares, desde o ano de 2012, classifica como “capacitado” todos os profissionais com expertise de no mínimo dez procedimentos realizados sob supervisão. Essa regulamentação foi emitida no mesmo ano que o Comitê Internacional de Acesso Vascular com Ultrassom publicou suas recomendações, também pretendendo incentivar o uso da tecnologia com este fim.

Há de se reiterar que a utilização do ultrassom para suportar o método de cateterismo venoso central está associada a uma elevação da probabilidade de sucesso da intervenção (Tsotsolis et al., 2015). Destaca-se que segundo o modelo a ocorrência de complicações com ambas as técnicas impactam consideravelmente, porém se realizado em um serviço com a tecnologia incorporada, a ocorrência de complicação sob técnica padrão não existiria e

quando sob auxílio do ultrassom haveria uma redução de 51% (Brass, Hellmich, Kolodziej, Schick, & Smith, 2015) o que incorporaria vantagens clínicas e econômicas ao serviço.

As Possíveis desvantagens a serem reportadas ao modelo proposto seriam: a habilidade do executor, bem como o custo do equipamento, quando considerado um serviço desprovido desta tecnologia. (Watanabe, Morais, Júnior, & De Souza, 2007)

Esses detrimentos tiveram mínimo impacto no cenário do nosso estudo e teriam um baixo impacto quando extrapolado para situações reais, haja vista que as unidades de uma forma geral já utilizam deste equipamento para fins clássicos (diagnósticos de imagem), além disso, como já abordado anteriormente, essa tecnologia tem se posta cada vez mais financeiramente acessível ao serviço como um todo. Outro ponto que poderia onerar o modelo seria a capacitação dos profissionais na intervenção estudada, porém esta não denotaria nem um longo período, nem gastos exorbitantes, segundo pesquisa de mercado feita pelos autores. Ademais, como evidenciado pela análise de sensibilidade determinística, o custo do treinamento para os profissionais responsáveis não possui impacto na análise (Figura 3), permitindo inferir que apesar da necessidade de constante treinamento, este não deve inviabilizar a implantação desta tecnologia.

A presente pesquisa determinou R\$53,81 como real investimento para a inclusão da ultrassonografia em cada um dos procedimentos, o qual onerou discretamente o modelo, porém vantajoso quando comparado aos gastos oriundos das condutas terapêuticas nos possíveis casos de complicações (R\$1236,71). À vista desse aumento no custo, cita-se um estudo conduzido na Inglaterra (NICE, 2002) que atestou que apesar do investimento absoluto pela fonte pagadora de £10,00 (R\$50,80) por punção venosa guiada por ultrassom (valor semelhante ao identificado no Brasil por este estudo), quando considerado os gastos oriundos com as complicações, o procedimento realizado sob a intervenção proposta apresentava um custo relativo de, em média, £2,00 (R\$10,16) menor por procedimento. Isso é possível ao considerarmos que o mesmo estudo reportou uma atenuação da razão de incidência de complicações provenientes do cateterismo de veias centrais com o ultrassom na casa de 9% e como já apresentado há relatos de atenuação de aproximadamente 50%. Ou seja, uma economia que tende a aumentar com a incidência do uso, com o barateamento da técnica, a expertise dos profissionais e todos os outros fatores factíveis com o avançar dos anos.

Na perspectiva brasileira, espera-se que com a utilização dessa tecnologia suceda uma redução da taxa de 7,6% das complicações proveniente de procedimentos hospitalares. Destaca-se que esse valor, inicialmente, pode ser considerado de baixo impacto se tomarmos por base que o montante de complicações classificadas como evitáveis alcançam 66,7%,

porém já representaria uma melhora relativa de 11,4% dos desfechos indesejáveis (Mendes, Martins, Rozenfeld, & Travassos, 2009). Dessa maneira, a incorporação e, conseqüente, utilização do ultrassom na rotina de realização de cateterismo venoso central pode proporcionar uma melhoria dos resultados atualmente existentes, viabilizando uma maior segurança para os pacientes e uma economia para os serviços, além da confiabilidade deste procedimento de tanta relevância para os prognósticos em saúde, tendo em vista que 8% dos pacientes hospitalizados são submetidos ao procedimento aqui discutido. (Heffner & Androes, 2015)

Tomando por referência os requisitos para incorporação de tecnologias no Brasil, análises de custo-efetividade são obrigatórias, apesar de não haver um limiar (WTP) previamente definido (Pinto, Santos, & Trajman, 2016). Cada país possui autonomia para definir qual o limiar aceito para homologação de padronizações, na ausência desse e tendo por base a recomendação da OMS, a classificação de “muito custo-efetiva” seria atribuída a tecnologias com um investimento inferior a R\$31.833,50 (uma vez o PIB per capita brasileiro em 2017). Tendo esse valor como base, observa-se que a análise desta pesquisa identificou o ICER inferior a 10% e uma aceitabilidade de aproximadamente 50% deste valor.

O estudo possui como limitação a não inclusão da compra e manutenção do equipamento, assim como dos custos administrativos da unidade. Tais limitantes não foram considerados na elaboração do modelo em virtude de o cenário analisado já possuir o equipamento em questão e, conseqüentemente, sua manutenção não ser considerada um gasto incremental. Outra limitação sucede em virtude da falta de informação brasileira específica a respeito da efetividade, sendo as utilizadas nesta pesquisa baseadas em estudos internacionais, podendo, portanto, diferir da efetividade no cenário brasileiro.

## **5. Considerações finais**

Diante de toda exposição realizada, tem-se a intervenção proposta como muito custo-efetiva no cenário estudado, ou seja, com alta factibilidade econômica quando tido o Sistema Único de Saúde brasileiro como perspectiva pagadora. Conclui-se que os achados aqui apresentados, com destaque ao valor da razão de custo-efetividade incremental, proporcionarão respaldo para o uso da ultrassonografia de forma padronizada como orientador do cateterismo venoso central de veia subclávia. Apesar disso, acredita-se na necessidade da condução de futuros estudos brasileiros de efetividade sobre a referida técnica, aproximando cada vez mais análises econômicas da realidade nacional.

## Referências

AHRQ. (2013). *Making Health Care Safer II: An Updated Critical Analysis of the Evidence for Patient Safety Practices*. Disponível em:

<https://www.ahrq.gov/sites/default/files/wysiwyg/research/findings/evidence-based-reports/services/quality/patientsftyupdate/ptsafetysum.pdf>

ANVISA. (2017). Medidas de Prevenção de Infecção da Corrente Sanguínea. In *Medidas de Prevenção de Infecção Relacionada à Assistência à Saúde* (4: 49-77): ANVISA.

Brasil. (2014). *Diretrizes metodológicas : Diretriz de Avaliação Econômica* (2). Brasília: Ministério da Saúde.

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

Gallotti, R. M. D. (2004). Eventos adversos: o que são? *Revista da Associação Médica Brasileira*, 50(2), 114-114.

Heffner, A. C., & Androes, M. P. (2015). Overview of central venous access. *Cochrane Database Syst Rev*. Disponível em: <https://www.uptodate.com/contents/overview-of-central-venous-access-in-adults>

Kornbau, C., Lee, K. C., Hughes, G. D., & Firstenberg, M. S. (2015). Central line complications. *International journal of critical illness and injury science*, 5(3), 170-178.

Kusminsky, R. E. (2007). Complications of central venous catheterization. *Journal of the American College of Surgeons*, 204(4), 681-696.

Lalu, M. M., Fayad, A., Ahmed, O., Bryson, G. L., Fergusson, D. A., Barron, C. C., Thompson, C. (2015). Ultrasound-Guided Subclavian Vein Catheterization: A Systematic Review and Metaanalysis. *Critical care medicine*, 43(7), 1498-1507.

Mansfield, P. F., Hohn, D. C., Fornage, B. D., Gregurich, M. A., & Ota, D. M. (1994). Complications and failures of subclavian-vein catheterization. *New England Journal of Medicine*, 331(26), 1735-1738.

Mendes, W., Martins, M., Rozenfeld, S., & Travassos, C. (2009). The assessment of adverse events in hospitals in Brazil. *International Journal for Quality in Health Care*, 21(4), 279-284.

Merrer, J., De Jonghe, B., Golliot, F., Lefrant, J.-Y., Raffy, B., Barre, E., Bosquet, C. (2001). Complications of femoral and subclavian venous catheterization in critically ill patients: a randomized controlled trial. *Jama*, 286(6), 700-707.

NICE. (2016). Guidance on the use of ultrasound locating devices for placing central venous catheters. *NICE technology appraisal guidance*. 49. Disponível em: <https://www.nice.org.uk/guidance/ta49>

Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. Disponível em: [https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic\\_Computacao\\_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1](https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1).

Petisco, G. M., Petisco, A. C. G. P., Fiato, U. A. P., & Santos, F. B. (2013). Cateterização Venosa Guiada por Ultrassom: Relato de Caso e Revisão da Literatura. *Rev. bras. ecocardiogr. imagem cardiovasc*, 26(3), 228-235.

Pichon-Riviere, A., Augustovski, F., Garcia, M. S., & Caporale, J. (2015). 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*, 18(7), 695-696.

Pinto, M., Santos, M., & Trajman, A. (2016). Limiar de custo-efetividade: uma necessidade para o Brasil? *J Bras Econ Saúde*, 8(1), 58-60.

Santos, V. C. C. (2010). *As análises econômicas na incorporação de tecnologias em saúde: reflexões sobre a experiência brasileira*. (Dissertação de Mestrado). Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Brasil

Trindade, E., Hofmeister, M. G., Fornazier, C., Cruz, C. F., Almeida, K., Torelly, E. M., & Otubo, E. L. (2008). *SINEPS-2006 E NOTIVISA-2007: Notificações de tecnovigilância envolvendo cateteres venosos centrais*. ANVISA. Disponível em: <https://docplayer.com.br/8352214-Sineps-2006-e-notivisa-2007-notificacoes-de-tecnovigilancia.html>

Tsotsolis, N., Tsirgogianni, K., Kioumis, I., Pitsiou, G., Baka, S., Papaiwannou, A., . . . Katsikogiannis, N. (2015). Pneumothorax as a complication of central venous catheter insertion. *Annals of translational medicine*, 3(3), 40.

Watanabe, M., Morais, C. A. D., Júnior, C., & De Souza, A. (2007). Considerações sobre eficiência administrativa relacionado aos exames de ultra-sonografia, tomografia computadorizada e ressonância magnética nas afecções orbitárias. *Revista Brasileira de Oftalmologia*. 66(6), 376-382

#### **Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito**

Carlos Eduardo Pessanha Boller – 30%

Kátia Marie Simões Senna – 15%

Roberta da Silva Teixeira – 15%

Marcelo Correa Goulart – 15%

Bernardo Rangel Tura – 10%

Marisa da Silva Santos – 15%