

ENSAIO SOBRE ULTRASSONOGRRAFIA: DA HISTÓRIA DA FÍSICA ACÚSTICA ÀS UTILIZAÇÕES CLÍNICAS NA ÁREA DA SAÚDE

Data de submissão: 23/04/2024

Data de aceite: 03/06/2024

Márcia Farias de Oliveira

Universidade Federal Fluminense. Niterói
– Rio de Janeiro
<http://lattes.cnpq.br/065238130898551>

Zenith Rosa Silvano

Universidade Federal Fluminense. Niterói
– Rio de Janeiro
<http://lattes.cnpq.br/7539582782188269>

Cláudio José de Souza

Universidade Federal Fluminense. Niterói
– Rio de Janeiro
<http://lattes.cnpq.br/5407974351853735>

Andreia Neves de Sant Anna

Universidade do Estado do Rio de Janeiro.
Rio de Janeiro – Rio de Janeiro
<http://lattes.cnpq.br/313330521568158>

Angeli Soares de Souza

Universidade Federal Fluminense. Niterói
– Rio de Janeiro
<http://lattes.cnpq.br/065238130898551>

Nádia Cecilia Barros Tostes

Universidade Federal Fluminense. Niterói
– Rio de Janeiro
<http://lattes.cnpq.br/8511078455943286>

Margarida dos Santos Salú

Instituto Fernandes Figueira (IFF/
FIOCRUZ). Rio de Janeiro – Rio de
Janeiro
<http://lattes.cnpq.br/065238130898551>

RESUMO: A técnica de ultrassonografia portátil, viabilizada pela miniaturização e outras inovações tecnológicas agregadas aos aparelhos de ultrassom, desenvolvida para utilização na prática clínica médica, estendeu-se a diversos profissionais da área da saúde. É hoje entendida por normativas profissionais de enfermagem como ferramenta tecnológica valorosa no apoio a enfermeiros nos cuidados de maior complexidade. **Objetivo:** refletir sobre aspectos relativos à ultrassonografia à beira do leito a partir de uma linha de tempo de evoluções na ciência que derivaram na criação da técnica. **Método:** ensaio de reflexão teórica, apoiado em uma revisão narrativa de literatura sem limite de recorte temporal e idiomas, construída a partir de publicações capturadas no recurso informacional *Google Scholar* para uma tese de doutoramento defendida em 2023. **Resultados:** o ensaio foi didaticamente dividido em tópicos. Partiu-se dos primórdios da física acústica para traçar uma linha narrativa cronológica da evolução desta tecnologia, sua adoção como prática médica, a integração, através de legislação específica, como recurso tecnológico de suporte ao cuidado complexo prestado por enfermeiro, abordando ainda conceitos e

definições importantes para entendimento básico desta inovação tecnológica. **Considerações finais:** a síntese apresentada neste artigo pode propiciar compreensão e apropriação sobre o tema ultrassonografia à beira do leito, ainda pouco explorado pela literatura científica. Sugerem-se novos estudos que evidenciem resultados obtidos com o uso da técnica por enfermeiros, em diversas realidades do cuidado.

PALAVRAS-CHAVE: Ultrassonografia de Intervenção; Cuidados de Enfermagem; Prática Avançada de Enfermagem

ESSAY ON ULTRASOUND: FROM THE HISTORY OF ACOUSTIC PHYSICS TO CLINICAL USES IN HEALTHCARE

ABSTRACT: The portable ultrasound technique, made possible by miniaturization and other technological innovations added to ultrasound devices, developed for use in clinical medical practice, has been extended to several health professionals. It is now understood by professional nursing regulations as a valuable technological tool in supporting nurses in more complex care. **Objective:** to reflect on aspects related to bedside ultrasound based on a timeline of developments in science that led to the creation of the technique. **Method:** theoretical reflection essay, supported by a narrative literature review constructed from publications captured in the Google Scholar information resource for a doctoral dissertation defended in 2023. **Results:** the essay was didactically divided into topics. We started from the beginnings of acoustic physics to trace a chronological narrative line of the evolution of this technology, its adoption as a medical practice, the integration, through specific legislation, as a technological resource to support the complex care provided by nurses, also addressing important concepts and definitions for a basic understanding of this technological innovation. **Conclusion:** the synthesis presented in this article can provide understanding and appropriation of the topic of bedside ultrasound, which is still mostly unexplored in scientific literature. New studies are suggested to demonstrate results obtained with the use of the technique by nurses, in different care realities.

KEYWORDS: Ultrasonography, Interventional; Nursing Care; Advanced Practice Nursing

INTRODUÇÃO

A ultrassonografia (USG) é uma técnica não invasiva, indolor, um método de obtenção de imagem para fins de avaliação clínica e diagnóstica (Geambastini *et al.*, 2022), realizado inicialmente por médicos especialistas em imagem, com crescente aplicabilidade na prática clínica estendida de profissionais médicos e enfermeiros graças a inúmeras inovações tecnológicas, como a miniaturização dos aparelhos, que viabilizaram a realização desse tipo de exame de imagem à beira do leito (Oliveira, 2023), técnica conhecida como *POCUS*, acrônimo do inglês *point of care ultrasound* (Rossi *et al.*, 2021).

A técnica *POCUS* pode ser definida como uma USG à beira do leito, em tempo real, integrada dentro da condição clínica do paciente com uma abordagem baseada em problemas, capaz de oferecer achados por imagem de forma rápida e replicável a custos acessíveis, com maior portabilidade e segurança para o usuário, incluindo o paciente crítico (Rossi *et al.*, 2021).

Os primeiros aparelhos de emissão de ondas ultrassônicas (US) foram criados para fins metalúrgicos e bélicos, na terceira década do século XX. Esses mesmos aparelhos foram adaptados ainda nesta década, e em décadas posteriores, de forma experimental, para uso em experimentos médicos, até que se tornassem uma realidade enquanto recurso diagnóstico de imagem. Na atualidade, por suas características (não invasivo, não emissor de radiação e indolor) é o método de obtenção de imagem mais utilizado no mundo (Giraldi et al., 2020)

Segundo Alves, Gottardo e colaboradores (2021) *POCUS* e, sobretudo, os procedimentos guiados por USG, são frequentemente ignorados pela literatura, havendo pouquíssimo conteúdo publicado no Brasil a abordar este tema, o que apoia a importância da realização desse artigo.

Ademais, *POCUS* vem se tornando importante instrumento da prática clínica de enfermeiros, definido em normativas profissionais como uma ferramenta tecnológica de apoio a esses profissionais nos cuidados de maior complexidade (COFEN, 2021; COFEN 2020; COFEN, 2017).

Diante dos fatos apresentados, esta narrativa tem como objetivo: refletir sobre aspectos relativos à ultrassonografia à beira do leito a partir de uma linha de tempo de evoluções na ciência que derivaram na criação da técnica.

METODOLOGIA

Ensaio de reflexão teórica realizado com o objetivo de abordar aspectos relativos a USG à beira do leito. O estudo foi embasado numa revisão narrativa de literatura sem limite de recorte temporal e idiomas, realizada em 2023 para compor o estado da arte de uma tese de doutoramento (Oliveira, 2023).

Para embasamento do ensaio de reflexão teórica aqui apresentado foram utilizadas publicações da literatura branca e cinzenta, disponibilizadas no *Google Acadêmico*, a maioria em formato de artigo e livros, além de normativas da legislação profissional de enfermagem e estudos acadêmicos.

Como resultado, partiu-se dos primórdios da física acústica para traçar uma linha narrativa cronológica da evolução desta tecnologia, sua adoção como prática médica, até à expansão do seu uso, suportado por normativas legais, como prática de competência de enfermeiros especialistas, integrando o escopo da denominada prática avançada de enfermagem (PAE). Ademais, foram trazidos conceitos e definições sobre USG, relevantes para entendimento básico desta inovação tecnológica.

RESULTADOS

Breve história da física acústica e do ultrassom: Grandes descobertas e avanços da ciência

O conhecimento científico relacionado à física das ondas sonoras conduziu esta disciplina nos últimos 150 anos às fronteiras com outras disciplinas, suscitando a transferência de conceitos, métodos, abordagens, possibilitando o desenvolvimento científico e tecnológico de várias áreas do conhecimento, incluindo a grande área das ciências da saúde (Oliveira, 2023). Se faz presente na prática diária dos profissionais que buscam corrigir os problemas da fala, da dicção e audição, dos que estudam os efeitos deletérios do ronco, daqueles que buscam estratégias para reduzir o ruído nos ambientes de trabalho e dos professores que descrevem para seus alunos os achados e possíveis interpretações dos ruídos cardíacos e pulmonares e seus impactos no status funcional do paciente (Halliday; Resnik; Walker, 2014). Mas a construção deste conhecimento remonta há séculos (Oliveira, 2023).

O som é o resultado da vibração de corpos que gera uma onda mecânica longitudinal que, para se propagar de forma circuncêntrica, necessita do ar ou de meios materiais, sejam eles sólidos, líquidos ou gasosos (Santos; Amaral; Tacon, 2012; Seoane; Garcia; Fróes, 2011). Já o eco é o resultado da reflexão de múltiplas ondas sonoras, percebido com intervalo de tempo suficiente para ser distinguido do som original (Halliday; Resnik; Walker, 2014).

A Acústica moderna é entendida como o ramo da física que estuda as ondas sonoras e cria instrumentos e ferramentas para fornecer dados necessários para a utilização dos sons, dos seus meios de propagação e de seus efeitos, tais como o eco e a reverberação, pelos mais diversos ramos da ciência (Amaral et al., 2012).

Em 1490 *Leonardo da Vinci* realizou o primeiro registro historicamente reconhecido do uso de um sonar. O gênio renascentista descreveu seu êxito em detectar navios ao posicionar um tubo imerso em água nos seus ouvidos. Golfinhos e morcegos utilizavam desta técnica possivelmente há milhões de anos, mas faltava aos humanos a percepção e compreensão deste fenômeno: a localização de corpos a partir da emissão de pulsos sonoros (Corrêa; Ribeiro; Weschenfelder, 2022).

No século XVII, em 1686, *Isaac Newton* publicou um tratado sobre o som, perfeiçoado mais tarde por *Euler*, *D'Alembert* e *Lagrange* (Corrêa; Ribeiro; Weschenfelder, 2022).

Os primeiros trabalhos sobre o que seria posteriormente denominado de “US” datam do final do século XIX e são de autoria do célebre religioso, fisiologista, e naturalista italiano *Lazzaro Spallanzani*. Em 1794 este cientista demonstrou que a habilidade dos morcegos em voar com precisão no escuro, a qual chamou de econavegação ou ecolocação, era consequente da capacidade destes mamíferos de se orientarem através de ecos de sons de alta frequência, curiosamente inaudíveis ao ouvido humano (Pavan, 2023; Oliveira, 2015; Woo, 2006).

No século XIX, no ano de 1842, foi a vez de *Christian Doppler* descrever teoricamente um fenômeno (físico) observado nas ondas sonoras (mecânicas) quando emitidas ou refletidas por um objeto que está em movimento com relação ao observador. Este efeito, nominado “efeito *doppler*”, foi comprovado experimentalmente em 1845 por *Ballot* (Halliday; Resnik; Walker, 2014). Porém, a validade teórica foi negada a *Doppler* por décadas, até que a aplicabilidade a da descoberta começasse a impactar a ciência e a tecnologia. Técnicas navegacionais de doppler, no ar ou no espaço, radar doppler como auxiliar na previsão meteorológica, aplicações na medicina, até a descoberta em astronomia dos gases interestelares e de dados relacionados à evolução do tamanho do universo - nenhum outro efeito mudou de maneira tão radical nossa visão de mundo como os conhecimentos obtidos a partir deste princípio (Schuster, 2007).

O século XIX traria ainda grandes descobertas. Em 1877 o matemático e físico *John William Strutt, ou Lorde Rayleigh*, publicou a obra que muitos consideram que inaugurou a moderna física acústica. O livro, intitulado a “Teoria do Som”, continha a primeira descrição matemática das ondas acústicas. E, ao contrário do que aconteceu com a obra de *Doppler*, todas as atenções da comunidade científica se voltaram para o seu autor, que alcançou notoriedade. (Amaral *et al.*, 2012; Santos; Amaral; Tacon, 2012).

Três anos depois, em 1880, os irmãos *Currie* descobriram o efeito piezométrico, resultante do uso de uma pressão mecânica sobre a superfície de certos cristais, cuja estrutura molecular não é simétrica, capazes de gerar um potencial elétrico entre superfícies opostas, produzindo som em frequências superiores a vinte quilohertz (um ultrassom).

Além de observarem que a aplicação do US nos cristais resultava na conversão de energia mecânica em eletricidade, os *Currie* perceberam ainda que, quando um pulso ultrassônico era dirigido à uma substância, uma parte deste som refletia de volta à sua fonte carregando informações sobre o tipo de estrutura que penetrou (Santos; Amaral; Tacon, 2012; Soeane; Garcia; Fróes, 2011). Por este motivo, esta descoberta foi entendida como a descoberta da USG.

O USG como tecnologia militar

Em anos posteriores, e até o período da Segunda Guerra Mundial, ocorrida entre os anos de 1939 e 1945, pesquisas sobre a aplicabilidade da teoria do som e a utilidades do ultrassom proporcionaram o desenvolvimento de tecnologias militares. Primeiro, com a utilização de geradores de som de baixa frequência, que propiciaram a navegação segura e a detecção de *icebergs* no ano de 1912, marcado pelo naufrágio do *Titanic*; depois, em 1940, com a invenção do sistema de navegação subaquática ecoguiada, o *Sound Navigation and Ranging* (SONAR) (Corrêa; Ribeiro; Weschenfelder, 2022; Amaral *et al.*, 2012; Soeane; Garcia; Froes, 2011).

Neste mesmo período, e a partir do final da década de 1930 iniciou-se o desenvolvimento de aparelhos de USG para fins, em princípio, não-militares, principalmente na metalurgia. Foram desenvolvidos os chamados detectores ultrassônicos de falha de metal, capazes de avaliar com precisão a integridade de cascos navais metálicos e das placas para blindagem de veículos. O desenvolvimento dessa tecnologia ocorreu graças ao cientista *Sergei Sokolov*, que sugeriu o conceito de detecção ultrassônica de defeitos em metais (Woo, 2006).

Pesquisas pioneiras na área da saúde

Os aparelhos desenvolvidos pela indústria metalúrgica são considerados precursores dos que foram utilizados na área da saúde. E efetivamente foram utilizados por *Reimar Pohlman*, em 1938, pesquisador que não só demonstrou os efeitos das ondas ultrassônicas em tecidos humanos como introduziu o USG com fins terapêuticos/fisioterápicos, na cidade de Berlim, em pacientes com quadros de dor ciática e neuralgia (Seoane; Garcia; Fróes, 2011).

Pouco se sabe sobre os êxitos obtidos com esses experimentos realizados durante a Segunda Guerra Mundial. Os resultados foram pouco divulgados por serem consideradas informações confidenciais, graças à sua relação estreita com a indústria bélica (Silva, 2021). Porém, não fossem estes resultados positivos, a ciência e a indústria não teriam avançado nos anos seguintes, tanto na fabricação de aparelhos de USG quanto na aplicabilidade do ultrassom em saúde (Oliveira, 2023).

O ano de 1947 é considerado o primeiro de lançamento de uma série de aparelhos que planejados para emitir ondas ultrassônica em frequências ideais para usos fisioterápicos, como o SONOSTAT (Figura 1).



Figura 1. *Sonostat*®

Fonte: www.siemens-healthineers.com/ultrasound/news-novations/history

Já a técnica que hoje conhecemos como ecocardiografia ou ecocardiograma surgiria em 1953, de um encontro entre dois estudantes de pós-graduação de uma universidade sueca: o físico alemão *Carl Hellmuth Hertz*, que usava ultrassom para a medida de distâncias, e o médico *Inge Edler*, responsável pelos diagnósticos que antecediam às cirurgias cardíacas no Hospital da Universidade de *Lund* (Silva, 2021; Santos, 2017).

Em uma conversa casual, Edler perguntou a *Hertz* se haveria algo parecido com “radar” que lhe permitisse fazer um diagnóstico mais preciso de patologias na válvula mitral. *Hertz* visitou então uma empresa que realizava ensaios não destrutivos de materiais e acabara de adquirir um reflectoscópio de ultrassom (Figura 2), aparelho há pouco tempo inventado pelo americano *Floyde Firestone*, para ter acesso a esse aparelho e verificar se algum eco do seu coração seria observado por este equipamento (Pavan, 2023; Silva, 2021; Santos, 2017).

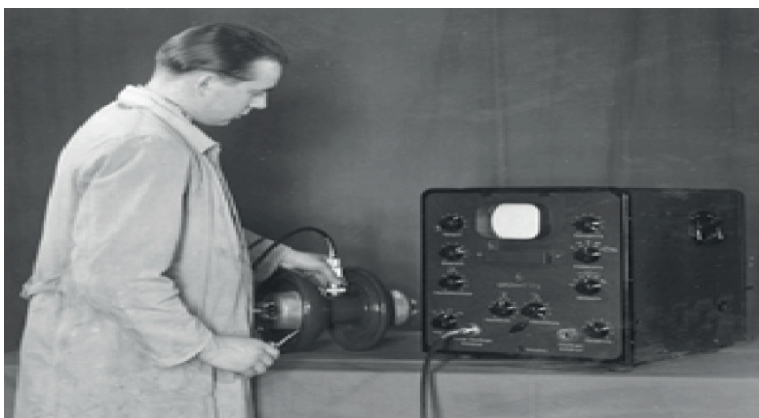


Figura 2. Reflectoscópio de ultrassom, utilizado pela indústria naval

Fonte: www.siemens-healthineers.com/ultrasound/news-novations/history

O resultado foi positivo. A ideia da ecocardiografia nascia, mas sua consolidação exigiria muito esforço da dupla, que desenvolveu um projeto científico e conseguiu que a *Siemens™*, empresa fabricante do reflectoscópio, doasse um aparelho ao hospital universitário (Pavan, 2023; Silva, 2021; Santos, 2017). Logo nos primeiros ensaios, só foi possível registrar simultaneamente sinais de ultrassom e eletrocardiograma em pacientes com patologias avançadas e os pesquisadores tiveram que adaptar uma câmera fotográfica na frente da tela do aparelho (Figura 3). Posteriormente, a própria *Siemens™* fabricaria o primeiro aparelho com transdutores especiais, que aumentaram a efetividade do ecocardiograma em pacientes sem cardiopatia (Silva, 2021; Santos, 2017).



Figura 3 : Primeiro reflectoscópio de US utilizado de forma adaptada por Edler e Hertz

Fonte: Santos, 2017.

Em 1957, o casal de médicos Dorothy e Douglass Howry iniciaram seus trabalhos na USG diagnóstica, com a proposta de imergir pacientes em água para realizar os exames em um aparelho chamado *somascópio* (Figura 4). Além de nada prática, a solução gerava imagens de baixa resolução (Santos, 2017; Santos; Amaral; Tacon, 2012). O uso do USG era uma paixão do radiologista *Howry* desde o começo de sua carreira.

Pouco tempo depois, o casal de pesquisadores, junto com um grupo que também contava com o médico *Joseph Holmes*, criaria a técnica usada até hoje, de aplicar uma quantidade de gel viscoso, à base de água, na superfície de contato entre a pele e o transdutor, atuando com condutor, para obter imagens dinâmicas e de melhor resolução. Até que transdutores menores, mais práticos e mais sensíveis fossem inventados, alternativas mais rudimentares foram aplicadas (Amaral *et al.*, 2012; Santos; Amaral; Tacon, 2012).

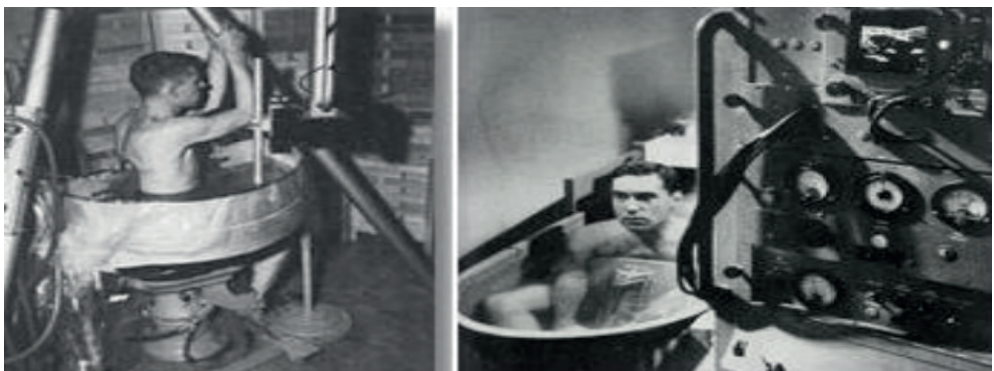


Figura 4: Experimentos do casal *Howry* e equipe com o somascópio

Fonte: Reproduzido em Amaral *et al.*, 2012.

Somente em 1958 foi publicado o primeiro estudo que conseguiu grande divulgação e repercussão na comunidade científica: o hoje clássico artigo no *The Lancet*, onde um grupo de cientistas liderados por *Ian Donald* descreveu a experiência pioneira no *design* e uso de dispositivo de escaneamento de modo B (em escalas de cinza) de contato composto e sua aplicação em pacientes obstétricos e ginecológicos. A partir daí, a comunidade científica mundial começou a vislumbrar o grande potencial do USG na prática médica (Bruns, 2013; Santos; Amaral; Tacon, 2012).

Pesquisas que impulsionaram a popularização do USG

Em 1961, *Richard Siemens* e colaboradores desenvolveram o sistema que daria origem ao equipamento *Vidoson™* (Figura 9), o primeiro aparelho testado em ensaios clínicos, que viria a mudar completamente a prática da USG por meio dos *scanners*, em tempo real, modo B. Em 1974 a Maternidade de São Paulo adquiriu, no *boom* das pesquisas mundiais sobre o ultrassom em ginecologia e obstetrícia, o primeiro equipamento de USG do Brasil e da América Latina, justamente o *Vidoson®* (Figura 5). A aplicação obstétrica foi a maior razão da aquisição (Santos; Amaral; Tacon, 2012). Mesmo depois de mais de uma década de comercialização, o aparelho era considerado revolucionário para época (Woo, 2006).



À esquerda, *Vidoson® 635*, utilizado no primeiro artigo sobre anomalia fetal detectada por USG. À direita, *Vidoson® 735*, com scanner que permitia visualizar desde alterações no concepto até o sexo dos bebês no pré-natal. Fontes: Amaral *et al.*, 2012; Santos; Amaral, Tacon, 2012.

Figura 5: Imagens do *Vidoson®*, fabricado pela Siemens, o primeiro USG utilizado no Brasil

É interessante esclarecer que só o transdutor do aparelho original pesava 5 quilos, contava com um sistema de roldanas e correntes para sua condução, continha cristais e água no seu interior e uma membrana plástica externa para aplicar no abdômen da mulher grávida (Amaral *et al.*, 2012; Woo, 2006).

Nos anos seguintes, o uso desta tecnologia de imagem se expandiu, sustentada por evidências científicas e protocolos emergentes, que demonstraram as múltiplas utilidades do USG para a prática clínica, sendo realizada mais comumente por cardiologistas, obstetras e radiologistas (Burton; Barghava; Kong, 2021).

Em 1990 dois estudos estadunidenses, de autoria de médicos cirurgiões, relataram, respectivamente, a redução de complicações associadas à canulação da veia subclávia de dez por cento para zero e a diminuição de falhas na colocação de cateter em jugular interna de trinta e cinco por cento para zero com o uso do USG auxiliando as duas técnicas. Depois dessa época, o uso da orientação sonográfica para colocação de linhas centrais, foi se ampliando (Wilson, 2012).

A miniaturização dos aparelhos de USG e o surgimento do POCUS

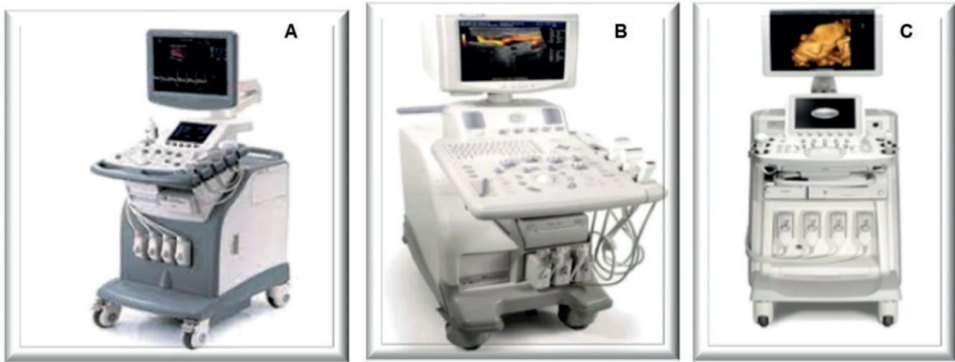
Outra inovação, a tendência para miniaturização dos aparelhos de USG (Figura 6), ocorrida a partir da década de 1980, foi responsável pela incorporação do exame ultrassonográfico à beira do leito, também conhecida como *POCUS* (do inglês *point of care ultrasound*), técnica inicialmente empregada em serviços de emergência americanos.



N.A: Um dos primeiros aparelhos de sua geração, o Diagnost R trazia como inovação a geração de imagens em tempo real. Contava ainda com comandos de congelamento, ganho e aumento/redução de imagens, muito semelhantes aos aparelhos atuais para POCUS. Fonte: imagem e informações publicadas em meio eletrônico pelo médico Ronaldo de Carvalho (2018).

Figura 6: Aparelho Diagnost R 1000, da Philips™

Em pesquisas realizadas em anos posteriores, muitos autores evidenciaram o *POCUS* como uma ferramenta moderna de propedêutica à beira do leito, propondo a utilização do USG (a sonação) como o quinto pilar do exame físico, juntamente com a inspeção, palpação, percussão e ausculta. Fortes evidências, conseguidas graças ao crescente desenvolvimento de pesquisas sobre o uso dos modernos aparelhos para *POCUS* (Figura 7), suportaram a inclusão da USG à beira leito para esse fim (Singh *et al.*, 2020; Narula; Chandrashekhara; Braunwald, 2018), o que fomentou sua inclusão em diversos algoritmos de diagnóstico, como na epidemia recente do COVID-19 (Gibaldi *et al.*, 2020).



A. ACUSON, da Siemens™; B. LOGIQColor Doppler, da GE™; C. Accuvix 3D/4D, da Samsung™.
Fonte: Portal Google <https://www.google.com/imghp?hl=pt-BR>

Figura 7: Modernos aparelhos para POCUS.

Nos anos posteriores, o desenvolvimento de inovações como circuitos de estado sólido, imagens em tempo real, doppler colorido e de potência, imagens em 3/4D foram aproveitadas por pesquisadores clínicos para aprimorar não só a investigação por exame de imagem como a realização de procedimentos invasivos com auxílio do *POCUS* (Bruns, 2013; Santos; Amaral, 2012). Outra mudança transformadora na prática com *POCUS* foi a expansão do seu uso por parte de provedores de cuidados intensivos (médicos e enfermeiros).

Da mesma forma, à ecocardiografia, apontada como a primeira aplicação do USG à beira leito em terapia intensiva, somaram-se diversas técnicas de *POCUS* (cerebral, pulmonar, abdominal e vascular), que se tornaram importantes e frequentes em Neonatologia e Pediatria Intensiva, onde outras técnicas de monitoramento podem não estar disponíveis, ou representar riscos aos pacientes (Singh *et al.*, 2020).

Os aparelhos e dispositivos acessórios continuaram em evolução, acompanhando inclusive os avanços da informática, e hoje se tornaram fundamentais na complementação de exame físico, no diagnóstico, avaliação de gravidade, planejamento terapêutico, intervenção e estratificação prognóstica de afecções de órgãos e sistemas do corpo humano (Bruns, 2013; Santos; Amaral, 2012). Suas versões são cada vez mais diminutas, idealizadas para uso conjugado com outras tecnologias, como os *smartphones*, fornecendo funcionalidades viabilizadas por inteligência artificial (Figura 8).



NA: A) Aparelho de USG de bolso, que admite imagens de várias partes do corpo (com troca de transdutor). Fonte: Google Imagens; B) Aparelho de ultrassom portátil Philip™, com fio, que inclui função doppler. Permite uso em smartphone e tablets, por instalação de aplicativo específico. Fonte: www.saudebusiness.com; C) USG sem fio, da *Clarius™*, duplo-transdutor, para exames em todo corpo com troca das funções transdutor e ganho de imagem a um toque. Gera imagens para smartphones e tablets. Fonte: www.saudebusiness.com

Figura 8: Aparelhos de USG de bolso

Fonte: Fotomontagem (Oliveira, 2023).

Mais de sessenta anos após a adaptação dos aparelhos idealizados para uso industrial é impossível conceber a prática clínica, de atendimento em urgências e emergências e dos cuidados críticos, em áreas e subáreas das ciências da saúde, sem pensar nas aplicabilidades do USG (Oliveira, 2023)

Na atualidade, o USG é o método de obtenção de imagens mais aceito na área da saúde por ser não invasivo, não utilizar radiação ionizante, ser dinâmico, atender o paciente e suas necessidades à beira do leito, que pode ser aplicada para guiar procedimentos, potencializando sua incorporação à prática clínica, servindo como extensão do exame físico (Giraldi *et al.*, 2020; Carnaval; Teixeira; Carvalho, 2019).

A realização do ultrassom por enfermeiros: Aplicação na prática clínica e legislação profissional

A realização de USG por profissional de enfermagem, no Brasil, é prática suportada por legislação profissional. Diversas dessas normativas legais, todas publicadas nesse século, estabelecem o Enfermeiro brasileiro como profissional que, no âmbito da equipe de enfermagem, detém a competência exclusiva para realização desta prática estendida, determinando ainda requisitos mínimos, como título de especialista na área do conhecimento envolvida, formação específica em USG e observância à outras normativas, como por exemplo, as que tratam sobre ética e exercício profissionais, sistematização da assistência e processo de enfermagem (Oliveira, 2023).

São inúmeras as aplicações do *POCUS* na área da enfermagem. A utilização do aparelho favorece a melhora na assistência do paciente por meio do aumento da capacidade semiológica, permitindo ainda, que se realize avaliações diferenciadas por meio de imagens, como avaliação de volume urinário na retenção urinária e punções vasculares, com cateteres longos ou curtos, em pacientes com acesso venoso difícil (SOZZI; DONATI; NERI, 2019).

As normas da legislação profissional, de âmbito nacional, relacionadas diretamente a estas competências profissionais, foram publicadas a partir de 2014 e estão discriminadas abaixo, de forma cronológica.

1. Parecer de Conselheiro Federal nº 206/2015/COFEN – Emitido em resposta a Processo Administrativo COFEN nº 429/2015, contendo solicitação de parecer referente a realização de USG obstétrica por enfermeiras obstetras do Hospital *Sofia Feldman* Considerou que a prática dos Enfermeiros Obstetras na realização de ultrassom obstétrica, não feria a Lei do Exercício Profissional de Enfermagem, nem o Código de Ética dos Profissionais de Enfermagem, nem de outra categoria profissional, a despeito de não haver legislação específica à época, que suportasse tal prática. Citou a necessidade de criação de Resolução específica, que clarificasse diretrizes para direcionar e sustentar a prática de USG pelo Enfermeiro Obstétrico (COFEN, 2015).
2. Parecer de Conselheiro Federal nº 243/2017/COFEN – Esse Parecer, descrito em seu introdutório como uma atualização sobre a matéria “Normatização do procedimento de inserção, fixação, manutenção e retirada de cateter periférico central por enfermeiro – PICC”, embasou suas decisões na comprovação de que diversas Regionais já teriam legislado sobre o assunto de maneira muito segura, ponderada e atualizada, exigindo do profissional enfermeiro qualificação adequada para realizar a inserção de PICC. Abordou e suportou a realização por parte do enfermeiro de USG para guiar a técnica de punção (COFEN, 2017);
3. Resolução COFEN nº 627/2020 – Normatiza a realização de USG Obstétrica por Enfermeiro Obstétrico com capacitação específica para USG obstétrica, sendo vedada, no entanto, emissão de laudo obstétrico por parte destes profissionais. A Resolução explicita ainda outros dispositivos legais relacionados à norma e outras condições para realização desta prática avançada (COFEN, 2020).
4. Resolução COFEN nº 679/2021 – Aprovou a normatização da realização de USG à beira do leito e no ambiente pré-hospitalar por Enfermeiros. O texto estabeleceu que a atividade, no âmbito da equipe de enfermagem, é privativa do Enfermeiro com capacitação específica em USG. Citou explicitamente o USG como ferramenta tecnológica valiosa no apoio a enfermeiros nos cuidados de maior complexidade, como punções periféricas de difícil acesso, realização de cateterismos diversos e detecção de retenção urinária, destacando que, para incorporação desta tecnologia no escopo das práticas de enfermagem, normas expedidas pelo COFEN. Ratifica ainda ser vedada a enfermeiros o uso do USG para fins de diagnóstico nosológico e a emissão de laudo (COFEN, 2021).

5. Parecer de Conselheira Federal/2023 – Em fevereiro de 2023 esse parecer foi emitido com o objetivo autodeclarado de “pacificar o tema a nível nacional e promover avanços no exercício da Enfermagem”. Estabeleceu, em resposta a questionamento realizado pelo COREN-RS, que enfermeiros especialistas atuantes na assistência domiciliar (autônomo ou vinculado a empresas de home care) possuem respaldo para exercer suas práticas profissionais de forma autônoma e liberal, sendo competentes para realizar práticas complexas, como a inserção e manutenção do CCIP, desde que habilitados para tal. O parecer ainda recomenda explicitamente que seja realizada, em tempo real, a confirmação do seu posicionamento, seja por meio de exames de imagem como Raio-X e USG, ou “novas tecnologias”.

Princípios físicos básicos do USG aplicado à prática clínica

O som é uma onda mecânica, de propagação tridimensional, provocado por qualquer fonte que produza ondas sinusoidais de compressão e rarefação, em frequências variadas, medidas em *hertz* (Hz), revertendo em vibrações no meio em que o som se propaga. São classificados por sua frequência correlacionada à audição humana (Figura 9). O som audível ao ouvido humano varia de 20 Hz a 2000 Hz. O som com frequência abaixo de 20 Hz é chamado infrassom. Já sons de frequência muito elevada, acima de 2000Hz, são chamados Ultrassom (US). Outros animais têm campo auditivo diverso do ser humano, ou seja, sua escala de audibilidade é diferente (Figura 9) (Pavan, 2023; Halliday; Resnick; Walker, 2014).



Figura 9: Espectro sonoro

Fonte: Adaptado de <https://slideplayer.com.br/slide/282185/>

O USG é um procedimento de avaliação e intervenção por imagem baseado na emissão de um pulso ultrassônico que gerará um eco quando encontrar uma estrutura. No aparelho de USG, um gerador de sinais é associado a um transdutor, também chamado sonda ou *probe* (Figura 10). Cristais com propriedade piezoelétrica (como o quartzo) no gerador de sinais convertem eletricidade em ondas de som de alta frequência, normalmente variando de 1 a 15 mega-hertz (MHz) que são enviadas aos tecidos (Guimarães *et al.*, 2021).

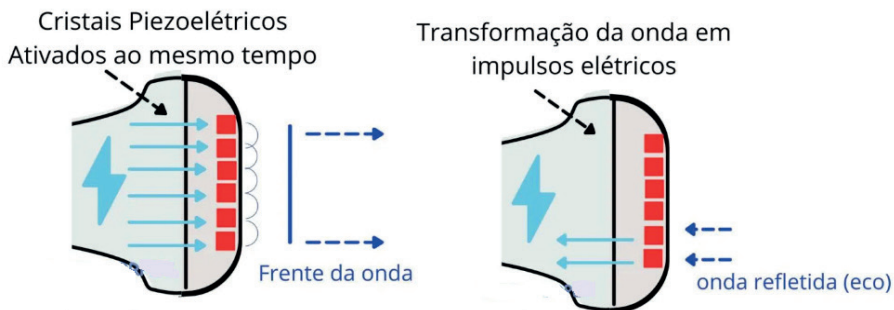


Figura 10: Representação esquemática de um transdutor de USG

Fonte: <https://www.google.com/imghp?hl=pt-BR>

À medida que as ondas ultrassônicas se propagam pelos tecidos, elas são parcialmente refletidas pelas interfaces de volta ao transdutor. Em geral, apenas 1% da energia incidente é refletida (Figura 11). O restante os tecidos dispersam (espalham), refratam e atenuam (absorvem) em vários graus. Em contínuo, as ondas de som refletidas de volta (os ecos) são convertidas em sinais elétricos pelo próprio transdutor. O computador analisa os sinais e gera uma imagem anatômica na tela, a ser avaliada pelo profissional (Pavan, 2023; Guimarães *et al.*, 2021; Salvi Júnior; Mustafá, 2021).

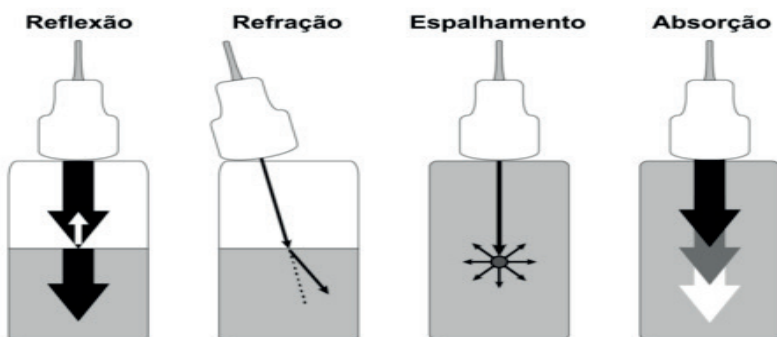
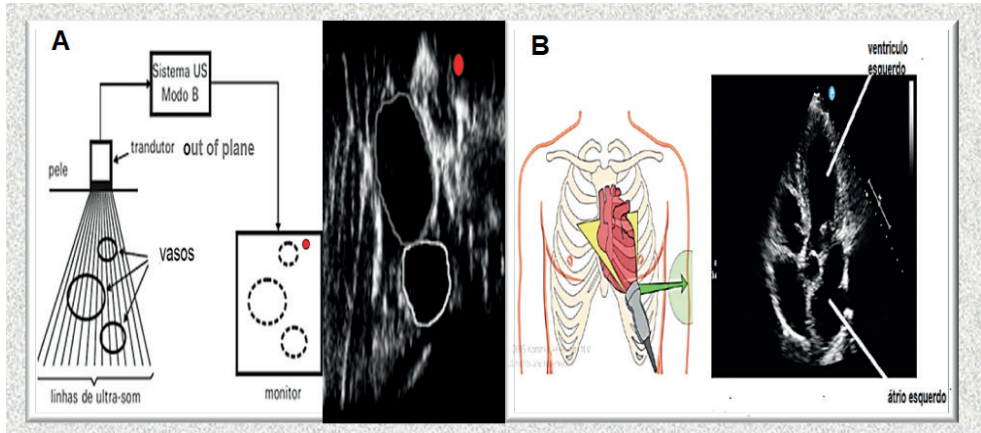


Figura 11: Comportamentos do feixe de US ao propagar por tecidos corporais

Fonte: Salvi Júnior; Mustafá (2021).

A imagem nas telas dos aparelhos de USG

Para geração de imagem, o aparelho de USG guarda o tempo entre a emissão do pulso e a recepção do eco, transformando-o em distância percorrida, na representação da imagem na tela. Os aparelhos de USG normalmente são calibrados para uma velocidade fixa de 1540 m/s. Assim, quanto mais distante uma estrutura está da superfície do transdutor, mais inferior ela estará na tela. Ao contrário, quanto mais próxima uma estrutura está do transdutor (Figura 12), mais superior aparecerá (Salvi Júnior; Mustafá, 2021).



NA.: A) Esquema de geração de imagem de vasos dos MMSS por US e visualização em tela de computador. Fonte: Santa Rita, 2007; Flato; Petisco; Santos, 2009; B) USG transtorácico, janela apical de 4 câmaras. Na imagem do USG, o ponto azul acima do vídeo marca a localização do transdutor. O ápice (proximal ao transdutor) está acima da tela, rebatido. Fonte: <https://www.google.com/imghp?hl=en>

Figura 12: Posição do transdutor versus imagem gerada em tela

Fonte: fotomontagem (Oliveira, 2023)

A importância do gel condutor

O uso do gel viscoso à base de água, outra invenção atribuída ao casal *Howry* (figura 13), é indispensável para a condução e aderência do transdutor à pele do paciente, possibilitando a geração de imagens com maior nitidez (Oliveira, 2023).

Reflexão e refração dependem do ângulo de incidência e da desigualdade acústica, seguindo as leis da Óptica. A impedância acústica do ar é muito alta. Sem um bom condutor, como os géis condutores comercializados atualmente por diversas marcas, 99% das ondas ultrassônicas seriam refletidas na interface ar-tecido (Morais et al., 2012).

A característica de condutor elétrico destes produtos em gel é assegurada pela adição de um ou mais agentes ionizantes na sua composição, tais como os sais fosfato monobásico e dibásico de sódio, o EDTA (ácido etilenodiamino tetra-acético), o metil parabeno, e agente sequestrante (Morais et al., 2012).

O gel deve ser colocado tanto na zona de contato do transdutor quanto na área a ser observada no corpo do paciente (Figura 13) (Morais et al., 2012). A escolha de géis de boa qualidade é importante para garantir a qualidade das imagens geradas (Oliveira, 2023).



Figura 13: Colocação adequada do gel condutor à base de água

Fontes: Salvi Júnior; Mustafá (2021) e <https://www.clinicascoppetta.com.br/>

Tipos de transdutores de USG

O transdutor é o componente principal do sistema de USG. Para os diversos tipos de USG à beira do leito, em diferentes clientela, são utilizados geralmente três tipos de transdutores: linear (“vascular”); setorial (“cardíaco”) e convexo (“abdominal”) (Figura 14).

Linear	Convexo	Setorial
<ul style="list-style-type: none"> • “Probe Vascular” • Alta frequência (5-10MHz) • Baixa penetração • Ótima qualidade de imagem • <i>Footprint</i> grande • Ruim para ver movimento • Usos: vascular, pleura, nervo óptico, guiar acesso venoso 	<ul style="list-style-type: none"> • “Probe abdominal” • Baixa frequência (2.5-5MHz) • Alta penetração • Perde qualidade de imagem • <i>Footprint</i> grande • Ruim para ver movimento • Usos: abdomen, FAST, E-FAST, pulmonar, pleura, ginecologia 	<ul style="list-style-type: none"> • “Probe cardíaco” ou “Phased array” • Frequência baixa (2-8MHz) • Alta penetração • Perde qualidade de imagem • <i>Footprint</i> pequena • Ótimo para ver movimento • Usos: cardíaco, pulmonar, pleura, FAST, E-FAST, DTC

Figura 14: modelo de transdutores

Fonte: Salvi Júnio; Mustafá, 2021.

Transdutores lineares têm alta frequência, ou seja, a área de melhor avaliação é mais superficial, à pouca distância da membrana do transdutor, o que o torna perfeito para varredura de acessos venosos periféricos. Transdutores setoriais (cardíacos) e convexos (abdominais) são de frequências baixas, com um campo de melhor avaliação mais profundo em relação à membrana do transdutor, sendo por isso também denominados endocavitários (Salvi Júnio; Mustafá, 2021).

Para realizar *POCUS*, o operador enfermeiro deve conhecer, no mínimo, as funções

básicas do equipamento a ser utilizado, ser capaz de selecionar o transdutor ideal e o *preset*, a orientação da imagem, a otimização básica da imagem (Figura 15), além de escolher um bom gel de condução. A educação permanente é fundamental (Oliveira, 2023).

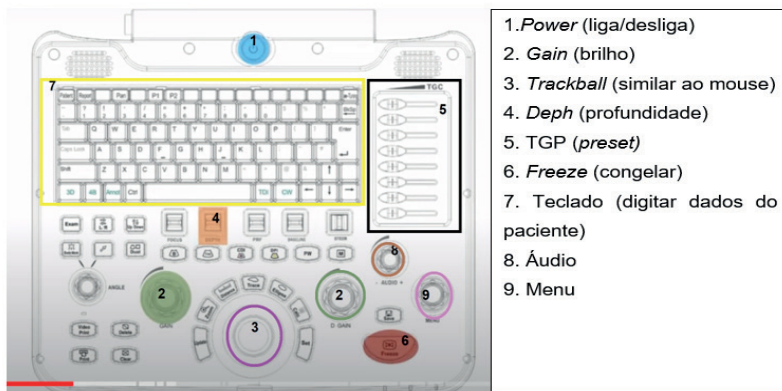


Figura 15: Comandos básicos do console do POCUS.

Fonte: imagem adaptada do vídeo Acesso venoso guiado por USG. Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=PB2m90zg6Tw>

Vantagens e desvantagens do POCUS

Apesar das reconhecidas vantagens do POCUS (não invasivo, indolor, seguro, relativamente barato, não exige preparo/preparo complexo, não requer remoção do paciente da unidade de internação e não utiliza radiação ionizante), o procedimento, segundo alguns autores, apresenta desvantagens (Wessler *et al.*, 2022, Guimarães *et al.*, 2021):

1. O USG não é eficaz na visualização de órgãos que não sejam vasculares, sólidos ou cheios de líquido. Sendo assim, O USG não pode ser utilizado para obter imagens intraósseas, por exemplo;
2. A qualidade da imagem depende da habilidade do operador. Cada protocolo criado/adotado por uma instituição terá curva de aprendizado particulares, exigindo estratégias de educação permanente e monitoramento dos resultados;
3. Em qualquer paciente, a presença de gases pode dificultar a geração de imagens nítidas das estruturas que se pretenda examinar em uma USG abdominal, gases refletem as ondas ultrassônicas, interferindo na formação das imagens do exame, tanto em USG de abdômen superior quanto inferior.

CONCLUSÃO

Este ensaio, uma revisão narrativa de literatura, condensou conteúdos teóricos, a

maioria artigos e livros, disponibilizados em meio eletrônico, sobre a ultrassonografia à beira do leito, e pode propiciar compreensão e apropriação sobre o tema, ainda pouco explorado pela literatura científica.

Sugere-se a realização de estudos futuros, quantitativos, necessários para ampliar o conhecimento e fomentar discussões sobre resultados obtidos com a atuação de enfermeiros em ultrassonografia em diversos contextos do cuidado.

REFERÊNCIAS

ALVES, Pablo Rodrigues Costa; GOTTARDO, Paulo Cesar (org.). **Ultrassonografia à beira do leito: o que todo médico deveria saber**. Editora da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), João Pessoa, 2021, vol. único, 209p <http://www.editora.ufpb.br/sistema/press5/index.php/UFPB/catalog/view/879/916/7586-1>

AMARAL, Waldemar Naves do *et al.* **A história da ultrassonografia no Brasil**. Goiânia: Contato Comunicação, 2012. 98 p.

BRUNS, Rafael Frederico. **Proposta de curso a distância de ultrassonografia obstétrica na residência médica de ginecologia e obstetria**. 2013. Monografia (Especialista em Educação a Distância) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

BURTON, Luke; BHARGAVA, Vidit; KONG, Michele. **Point-of-care ultrasound in the pediatric intensive care unit**. *Frontiers in Pediatric*, v. 9, p. 830160, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3389/fped.2021.830160>.

CARNAVAL, B. M.; TEIXEIRA, A. M.; CARVALHO, R. DE. **Uso do ultrassom portátil para detecção de retenção urinária por enfermeiros na recuperação anestésica**. *Revista SOBECC*, v. 24, n. 2, p. 91–98, 5 jul. 2019. Disponível em: <https://revista.sobecc.org.br/sobecc/article/view/509>. Acesso em: 19/03/2022.

COFEN, Conselho Federal de Enfermagem. Parecer de Conselheiro Federal nº 206/2015/COFEN. **Sobre a realização de ultrassonografia obstétrica pelo enfermeiro obstetra**. 2015. Publicação de 03/11/2015. Disponível em: http://www.cofen.gov.br/parecer-de-relator-no-2062015_35324.html. Acesso em: 1 fev. 2024.

Conselho Federal de Enfermagem (COFEN). Parecer de Conselheiro Federal nº 243/2017/COFEN. **Normatização do procedimento de inserção, fixação, manutenção e retirada de cateter periférico central por enfermeiro – PICC. Atualização**. Disponível em <https://www.cofen.gov.br/parecer-de-relator-cofen-no-2432017/>. Acesso em 19 Mar. 2024

Conselho Federal de Enfermagem (COFEN). Resolução COFEN nº 627/2020, de 06 de março de 2020. **Normatiza a realização de Ultrassonografia Obstétrica por Enfermeiro Obstétrico**. In: Conselho Federal de Enfermagem [legislação na internet]. Brasília; 2020. [citado em 04/03/2020]. Disponível em: <https://www.cofen.gov.br/resolucao-cofen-no-627-2020/>. Acesso em: 19 Mar. 2024.

Conselho Federal de Enfermagem (COFEN). Resolução COFEN nº 679/2021, de 20 de agosto de 2021. **Aprova a normatização da realização de Ultrassonografia à beira do leito e no ambiente pré-hospitalar por Enfermeiro**. In: Conselho Federal de Enfermagem [legislação na internet]. Brasília; 2021. [citado 2021 ago 26]. Disponível em: <https://www.cofen.gov.br/resolucao-cofen-no-679-2021/>. Acesso em 19 Mar. 2024.

CORRÊA, Iran Carlos Stalliviere; RIBEIRO, Rafael da Rocha; WESCHENFELDER, Jair. **História do sonar**. Museu de Topografia Prof. Laureano Ibrahim Chaffe 25 anos a serviço da ciência 1996-2021. Porto Alegre: IGEO/UFRGS, 2022. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/220738>. Acesso em: 14 fev. 2024.

GEAMBASTINI, Paulo Maurício Almeida; VASQUES, Patrícia Magalhães; SOUZA, Larussa Santos; JESUS, Jade Silva; GARCIA, Igor Fernando Modesto; Lopes, Guillermo Alberto. **Controle de qualidade em ultrassom: uma perspectiva sobre principais recomendações**. RevSALUS - Revista Científica Internacional da Rede Acadêmica das Ciências da Saúde da Lusofonia, [S. l.], v. 4, n. 2, 2022. DOI: 10.51126/revsalus.v4i2.190. Disponível em: <https://revsalus.com/index.php/RevSALUS/article/view/190>. Acesso em: 20 abr. 2024.

GIRALDI, Tiago ; FRANCO, Mário Henrique; NOCERA, Paula; TONELLI, Ana Claudia; MARIZ, José; SANTOS, Thiago Martins. **Protocolo de uso de Ultrassonografia Point of Care (POCUS) no atendimento inicial do COVID-19**. Associação Brasileira de Medicina de Emergência(ABRAMEDE), março de 2020. Disponível em: <https://sindhosp.org.br/uploadDireto/pocuscovid19abr-editorHTML-00000014-26032020135714.pdf>. Acesso em 20 Abr. 2024.

GUIMARÃES, Hélio Penna *et al.* **Acessos vasculares em medicina de emergência e medicina intensiva**. São Paulo: Editores, 2021. 195 p.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física: gravitação, ondas e termodinâmica**. Tradução: Amy Bello Barbosa de Oliveira *et al.* Rio de Janeiro: LTC, 2014, v. 2. 284 p.

MORAIS, Jairo Domingos de *et al.* **Géis lubrificantes são bons agentes de acoplamento para estimulação transvaginal do assoalho pélvico?** *In*: Encontro Nordestino de Fisioterapia em Saúde da Mulher, 6., 2012, Natal. **Anais [...]**. Natal: Atlântica, 8-10 nov. 2012, p. 145-148. Tema: Saúde da Mulher: Consolidação do Conhecimento e Perspectivas.

NARULA, J; CHANDRASHEKHAR, Y; BRAUNWALD, E. **Time to add a fifth pillar to bedside physical examination: inspection, palpation, percussion, auscultation, and insonation**. JAMA Cardiol 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1001/jamacardio.2018.0001>. Acesso em 23 Nov. 2023

OLIVEIRA, Andrey Maciel de. **Fatores associados ao sucesso da punção venosa periférica em adultos**. 2015. Dissertação (Mestrado em Enfermagem) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

OLIVEIRA, Marcia Farias de. **Indicadores sensíveis ao cuidado do enfermeiro no cateterismo epicutâneo com ecografia portátil em neonatos: estudo metodológico**. 2023. Tese (Doutorado em Ciências do Cuidado em Saúde) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2023, 290p

PAVAN, Theo Z. **Ultrassom em biomedicina**. Universidade de São Paulo. Faculdade de Filosofia, Ciência e Letras de Ribeirão Preto. Departamento de Física. Moodle USP, 2023. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3939121/mod_resource/content/0/IntroducaoUS.pdf#. Acesso em: 18 abr. 2024

SALVI JÚNIOR, Waldir; MUSTAFÁ, Reiby C. **Princípios físicos básicos de ultrassom aplicado a medicina de urgência e emergência**. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/6681886/mod_resource/content/1/PRINCIPIOS%20FI%CC%81SICOS%20DE%20USG-%20MANUAL%20ECOMURGEM.pdf. 2021. Acesso em: 18 jan. 2024.

SANTOS, Carlos Alberto dos. **Ecografia: tema transversal para o ensino médio** (Coluna). **Revista Ciência Hoje**, mar. 2017. Disponível em: <https://cienciahoje.org.br/coluna/ecografia-tema-transversal-para-o-ensino-medio/#>. Acesso em: 19 abr. 2023.

SANTOS, Hugo Campos Oliveira; AMARAL, Waldemar Naves do; TACON, Kelly Cristina Borges. **A história da ultrassonografia no Brasil e no mundo**. *EFDeportes*, Buenos Aires, v. 17, n. 167, abr. 2012. Disponível em: <https://www.efdeportes.com/efd167/a-historia-da-ultrassonografia.htm>.

SCHUSTER, Peter M. **Revolucionário e ainda desconhecido. História da física e ciências afins**. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 29, n. 3, p. 465-470, 2007. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0102-47442007000300018>.

SEOANE, Mariana Provenza dos Reis; GARCIA, Daniela Aparecida Ayres; FRÓES, Tilde Rodrigues. **A história da ultrassonografia veterinária em pequenos animais**. *Archives of Veterinary Science*, v. 16, n. 1, p. 54-61, ago. 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/avs.v16i1.17646>.

SILVA, Carlos Eduardo Suaide. **Ecocardiografia transtorácica**. In: LOPES, Antonio Carlos (org.). *PROCLIM*. Ciclo 19. Porto Alegre: Artmed Panamericana, 2021, p. 121-157.

SINGH, Surjeet *et al.* **Ultrasound guided confirmation of tip of peripherally inserted central catheter in neonates**. *Indian Pediatrics*, v. 57, n. 9, p. 858-859, set. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13312-020-1968-6>.

ROSSI, Serena *et al.* **Point-of-care ultrasound for neonatal central catheter positioning: impact on X-rays and line tip position accuracy**. *European Journal of Pediatrics*, v. 181, n. 5, p. 2097-2108, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00431-022-04412-z>

WESSLER, Amanda Silveira *et al.* **A utilização da ultrassonografia à beira leito pelo enfermeiro como ferramenta de apoio à realização de procedimentos de maior complexidade**. 2022. Monografia (Graduação em Enfermagem) – Repositório Universitário da ANIMA Educação, Joinville, 2022.

WILSON, Samuel Eric. **Acesso vascular: princípios e práticas**. 5. ed. Rio de Janeiro: Di Livros, 2012. 391 p.

WOO, Joseph. **A Short History of the Development of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology**. Part 1. Last revised March, 2006. Disponível em: <https://www.ob-ultrasound.net/history1.html>. Acesso em: 05 mar. 2021.