

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DO ESTADO DO PARÁ
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA E DESENVOLVIMENTO
TECNOLÓGICO
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO EM SAÚDE**

LUIZA FLEURY DE FIGUEIREDO SERRUYA

**CURSO DE CAPACITAÇÃO EM ULTRASSONOGRAFIA BÁSICA À BEIRA LEITO
NO MÓDULO DE URGÊNCIA E EMERGÊNCIA DO INTERNATO MÉDICO**

**BELÉM
2024**

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DO ESTADO DO PARÁ
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA E DESENVOLVIMENTO
TECNOLÓGICO
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO EM SAÚDE**

LUIZA FLEURY DE FIGUEIREDO SERRUYA

**CURSO DE CAPACITAÇÃO EM ULTRASSONOGRAFIA BÁSICA À BEIRA LEITO
NO MÓDULO DE URGÊNCIA E EMERGÊNCIA DO INTERNATO MÉDICO**

Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre ao Programa de Mestrado Profissional em Ensino em Saúde do Centro Universitário do Pará (CESUPA).

Orientador: Prof. Dr. Ariney Costa de Miranda

Co-orientador: Prof. Dr. Claudio Eduardo Correa Teixeira

**BELÉM
2024**

À Mariana, Cecília e Olívia,
para que nunca esqueçam de sempre continuar.

SUMÁRIO

1 RESUMO	5
2 ABSTRACT	5
3 INTRODUÇÃO	6
4 OBJETIVOS	14
4.1 GERAL	14
4.2 ESPECÍFICOS	14
5 MATERIAIS E MÉTODOS	15
5.1 ASPECTOS ÉTICOS	15
5.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA	15
5.3 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO	15
5.4 LOCAL DA PESQUISA	16
5.5 DESCRITIVO DA ETAPA TEÓRICO-PRÁTICA	16
5.6 INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO E PROCEDIMENTOS	19
6 RESULTADOS	21
7 DISCUSSÃO	34
8 CONCLUSÃO	39
9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40
10 APÊNDICE A - INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO	45
11 APÊNDICE B - ESTAÇÕES DE AVALIAÇÃO PRÁTICA	47
12 APÊNDICE C - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	53
13 APÊNDICE D - CURSO TEÓRICO-PRÁTICO DE ULTRASSONOGRAFIA E-FAST	55
14 APÊNDICE E - MATERIAL TEÓRICO DE APOIO	59

1 RESUMO

Objetivo: Capacitar alunos da graduação médica à prática da ultrassonografia básica à beira leito no módulo de Urgência e Emergência do internato médico.

Métodos: O estudo foi realizado através do Curso Teórico-Prático de Ultrassonografia E-FAST aplicado a estudantes do décimo primeiro semestre do curso de medicina do CESUPA. **Resultados:** Encontrou-se que a maior parte dos universitários demonstrou melhora na capacidade de realização e apreensão de conhecimento acerca do assunto após a aplicação das aulas teóricas e práticas em aparelho de ultrassonografia e simulador de treinamento em ultrassonografia.

Conclusão: A melhora de desempenho dos alunos após a atividade prática fomenta a discussão sobre a importância do ajuste curricular para adequação frente ao avanço tecnológico da área médica.

Palavras-chave: Ultrassonografia à beira leito, Ultrassonografia E-FAST, Educação médica, Internato médico, Urgência e Emergência, Ultrassonografia no trauma.

2 ABSTRACT

Objective: Train undergraduate medical students to practice point-of-care ultrasound (POCUS) in the Urgency and Emergency module of the medical internship.

Methods: The study was carried out through the E-FAST Theoretical-Practical Ultrasonography Course applied to students in the eleventh semester of the CESUPA medical course. **Results:** It was found that most university students demonstrated an improvement in their ability to carry out and grasp knowledge about the subject after applying theoretical and practical classes on an ultrasound device and ultrasound training simulator. **Conclusion:** The improvement in student performance after the practical activity encourages discussion about the importance of curricular adjustment to adapt to technological advances in the medical field.

Keywords: Point-of-care ultrasound, E-FAST ultrasound, Medical education, Medical internship, Urgency and Emergency, Ultrasound in traumatology.

3 INTRODUÇÃO

O ensino médico tem sido difundido desde a Grécia Antiga, com a fundação da primeira escola conhecida em 700aC, tornando-se realmente notório a partir do trabalho de Hipócrates, cerca de 300 anos depois e perpassando por toda a história da humanidade, se adaptando às diferentes necessidades dos educandos e à mentalidade das gerações. No Brasil, a educação médica teve início em fevereiro de 1808 com a então Escola de Cirurgia da Bahia, criada por D. João VI, após a chegada da Família Real de Portugal. Com sua evolução, começa a florescer no país a busca pelo ensino, ciência e cultura.

Em 1910, Abraham Flexner publicou o controverso e - até os dias atuais - famoso estudo *Medical Education in the United States and Canada - A Report to the Carnegie Foundation for the Advancement of Teaching*, que ficou conhecido como Relatório Flexner, gerando uma revolução no ensino médico americano que, posteriormente, se espalhou pelo mundo. Segundo o próprio Flexner, "o estudo da medicina deve ser centrado na doença de forma individual e concreta". O social e coletivo foram descartados do processo saúde-doença e excluídos do processo médico. A doença foi considerada um processo natural, biológico. (FLEXNER, 1910)

Por longas décadas, o modelo "flexneriano" obteve monopólio nas escolas médicas em todo o mundo. Somente após a chamada "crise da medicina", que intensificou as críticas ao modelo de saúde por volta da década de 1960, houve movimentação dos meios acadêmicos, instituições internacionais de saúde (OMS, OPAS...), governos e instituições representativas. No Brasil, a Associação Brasileira de Educação Médica (ABEM), criada em 1962, já questionava e propunha modificações no complexo formador médico, mas até o final da década de 1990

praticamente não houve avanço nas discussões. Entre 1996 e 2003, o MEC, por meio do Exame Nacional de Cursos, avaliou e desnudou os problemas das escolas médicas. Baixa qualidade e qualificação de professores, desumanização e descontextualização da prática e currículos arcaicos. (PAGLIOSA, DA ROS, 2008)

Em 2001, a Câmara de Educação Superior do Conselho Nacional de Educação publicou as primeiras Diretrizes Curriculares Nacionais, definindo princípios, fundamentos, condições e procedimentos da educação de médicos em âmbito nacional, traçando o perfil do egresso/profissional baseando-se em formação generalista, humanista, crítica, reflexiva e ética. Foram feitas algumas mudanças ao longo desses anos, até o modelo atual definido na Resolução nº 3, de 20 de junho de 2014, que desdobra a graduação em três áreas: Atenção à saúde; Gestão em saúde e Educação em saúde. (BRASIL, 2014)

O currículo do curso de graduação em Medicina passou a incluir aspectos complementares de perfil, habilidades, competências e conteúdos, tendo como eixo do desenvolvimento curricular as necessidades de saúde dos indivíduos e das populações identificadas pelo setor saúde, incluindo dimensões ética e humanística. Os Projetos Pedagógicos dos Cursos de Medicina passaram a incluir as práticas médicas, simuladas ou não, desde os níveis iniciais, bem como a imersão em serviços de Saúde e na realidade do processo saúde-doença nas comunidades. (BRASIL, 2014)

O primeiro curso de Medicina do Estado do Pará data de 1919 pela Faculdade de Medicina e Cirurgia do Pará, sendo incorporado à Universidade Federal do Pará (UFPA) em 1957. O segundo curso foi criado décadas após, em 1971 pela Faculdade Estadual de Medicina do Pará (FEMP), posteriormente incorporado à Universidade do Estado do Pará (UEPA). Já o terceiro curso de

Medicina do Estado foi criado pelo Centro Universitário do Estado do Pará (CESUPA) no ano de 2007, após um avanço tecnológico expressivo e a mudança no cenário da educação médica referida, já com a inserção das metodologias ativas de ensino, revolucionando a educação médica no Estado.

Esse processo ensino-aprendizagem passou a fundamentar-se na suposição de que a transmissão de conhecimentos e habilidades, suportadas pelos avanços técnico-científicos, conduzem a um nível adequado de prática profissional. (GOMES et al, 2004) As práticas não realizadas nos centros de saúde, simulam o trabalho profissional através de treinamento em ambiente distinto, podendo envolver personagens reais ou simuladores realísticos, transformando o processo de aprendizagem e a aplicabilidade das habilidades médicas. (FRANCO et al, 2014; FREITAS et al, 2018)

A organização curricular que sistematiza o projeto pedagógico do curso de medicina do CESUPA é focada numa formação integral, pautada na compreensão interdisciplinar e crítica da realidade social e de trabalho, bem como na profunda articulação com a prática, apresentada ao aluno, dentre outras formas, no contexto das habilidades profissionais. O desenvolvimento de habilidades que possibilitem a prática médica, é proporcionado aos discentes não apenas nos atendimentos em unidades de saúde, mas também nos laboratórios de habilidades clínicas e simulação realística, que congregam conhecimento e tecnologia para otimizar o aprendizado. (CALDATO et al, 2016; NETO, 2008)

No que tange à simulação realística, o CESUPA inova no estado do Pará ao desenvolver um Centro de Simulação Realística para inserir seus alunos, em diversos momentos da formação médica, à ambientes controlados que proporcionam aprendizagem prática semelhante à realidade hospitalar, aliando

modelos de treinamento a softwares especializados. Na atualidade, além do internato médico, os discentes tem a oportunidade de familiarização com a tecnologia no oitavo período, garantindo a apreensão de conhecimento espiralizada, característica da metodologia.

O internato médico proporciona intensificação das atividades de simulação realística em decorrência do aumento significativo de carga horária prática na sua composição. Destaca-se notoriamente o módulo de Urgência e Emergência, componente curricular do décimo primeiro semestre, que tem por objetivo facilitar ao aluno a aquisição de conhecimentos teóricos, técnicos e práticos sobre o assunto indispensáveis ao médico generalista, utilizando-se de ambientes reais e simulados para obtenção dos mesmos. (CALDATO et al, 2016)

Com a evolução tecnológica global, o acesso a informação e a serviços de saúde mais desenvolvidos foi ampliado, especialmente no que diz respeito aos exames de imagem. A evolução da radiologia no contexto médico, transformou e facilitou a prática clínica, proporcionando uma complementariedade vasta aos atendimentos e permitindo maior acesso a diagnósticos e tratamentos precoces. Assim como o estetoscópio no ensino médico é usado há décadas, as técnicas de ultrassonografia deveriam ser cada vez mais integradas aos currículos dos cursos, permitindo o uso da tecnologia disponível a favor da Medicina. (NACIF et al, 2011; SILVA et al, 2016)

Na atualidade, a maior disponibilidade de aparelhos, especialmente de ultrassonografia, e suas versões portáteis, tem tornado procedimentos de alto grau de dificuldade cada vez mais acessíveis em qualquer ambiente, reduzindo o tempo de duração e proporcionando ao médico a possibilidade de melhorar a assistência prestada ao seu paciente. O chamado Point-of-Care Ultrasound (POCUS), ou

ultrassonografia no local de atendimento, vem se tornando amplamente difundido e um grande aliado dos profissionais de saúde, trazendo à tona a necessidade de implementar a sua prática desde a graduação médica e de capacitar os docentes. (TARIQUE et al, 2017; SO, 2016)

A ultrassonografia Point-of-Care (Point-of-care Ultrasound - POCUS) nos dias atuais faz parte dos protocolos de atendimento de todos os grandes centros de saúde, com ênfase importante no contexto da urgência e emergência, notadamente em pacientes politraumatizados. Isso porque, ela proporciona duas qualidades essenciais no manejo desse público: tempo e assertividade. Sem que haja a necessidade de um especialista em radiologia e diagnóstico por imagem ou de transferir o paciente de setor, ou seja, de realizar o atendimento inicial e estabilização, o POCUS já pode ser rapidamente aplicado, garantindo diagnóstico precoce de alterações que podem ser definidoras de prognóstico. (ANDERSEN et al., 2019; SMALLWOOD, DACHSEL, 2018)

Um dos protocolos abrangidos pelo POCUS é o Extended Focused Assessment with Sonography in Trauma (e-FAST ou FAST Estendido), que deriva da técnica FAST, criada na década de 80, utilizada a princípio na Alemanha e no Japão, para avaliar através da ultrassonografia traumas abdominais fechados e derrames pericárdicos à beira do leito de urgências trinta minutos iniciais do atendimento, focando na busca ativa por sangramentos em cinco pontos toraco-abdominais (recesso hepatorenal, seio costofrênico direito, recesso esplenoarenal subfrênico, na transição baço-diafragma-rim esquerdo e espaço vesico-prostático/fundo de saco posterior) e na janela pericárdica (subxifóide).

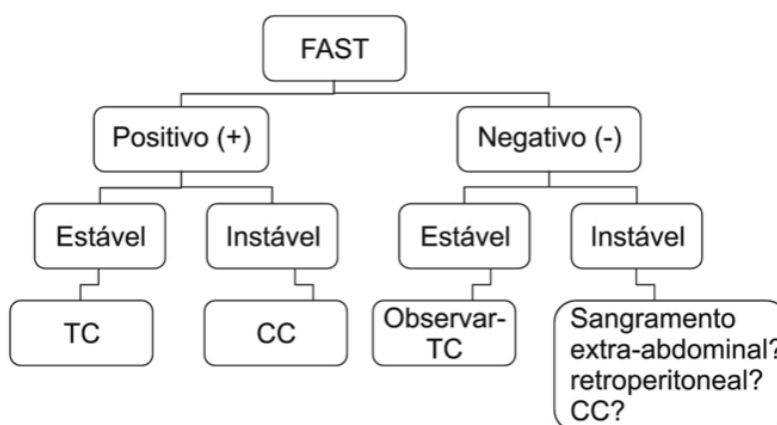
Em 1995, Lichtenstein descreveu pela primeira vez a utilização de duas janelas pulmonares de ultrassonografia, na linha hemiclavicular anterior entre o

terceiro e o quinto espaços intercostais em ambos os hemitórax, para avaliar o que o mesmo chamou de “lung sliding”, ou seja, o deslizamento pulmonar que pode ser visto a cada movimento respiratório e que se mostrava ausente em pacientes com pneumotórax. Foram necessários alguns anos até que o FAST incorporasse a avaliação pulmonar descrita passando, em 2004, a se chamar FAST Estendido ou E-FAST, ao incluir a busca ativa pela presença de hemotórax/pneumotórax. (LICHTENSTEIN, 1995; KIRKPATRICK et al., 2004)

Tal técnica foi ainda incorporada no seguimento de pacientes críticos em ambientes de terapia intensiva, para realização de controle evolutivo de alterações diagnosticadas nos setores de urgência e na busca ativa de novos diagnósticos, evidenciando a importância da ultrassonografia na beira do leito no manejo dos mesmos. Independente do ambiente que o paciente se encontre, a ultrassonografia E-FAST positiva denota sangramento intracavitário/pneumotórax e orienta a indicação de laparotomia exploradora, em caso de instabilidade hemodinâmica, ou seguimento com tomografia computadorizada, nos pacientes estáveis. **Figura 1**

(FLATO, 2010)

Figura 1



Scalea TM, Rodriguez A, Chiu WC, et al. Focused assessment with sonography for trauma (FAST): results from an international consensus conference. *J Trauma* 1999;46(3):466–72.

TC - tomografia computadorizada; CC - centro cirúrgico; FAST - *Focused Assessment with Sonography for Trauma*.

A inserção da ultrassonografia nas escolas médicas data de 1996, porém estudos realizados nos Estados Unidos evidenciaram um rápido aumento da inclusão do ensino da ultrassonografia nas escolas médicas na última década e trouxeram à tona a discussão sobre o potencial revolucionário do método no ensino das ciências básicas, que pode ser utilizado no contexto da anatomia, fisiologia e entendimento do exame físico. De acordo com o banco de dados do American Institute of Ultrasound in Medicine, em 2017 dezoito escolas médicas já relatavam integração total do currículo com a prática ultrassonográfica. Um número ainda pequeno, mas com sinais de crescimento exponencial. (LANE et al., 2015; MILLER et al., 2017)

Ainda nos Estados Unidos, a realização de um estudo que comparou o conhecimento de médicos e residentes sobre o protocolo FAST antes e após treinamento teórico-prático inter-pares e em modelo de treinamento, evidenciou aumento significativo na capacidade de compreensão e aplicação da técnica do exame entre avaliações. O resultado positivo apresentado, reforça a defesa da incorporação de treinamentos de ultrassonografia nos currículos de graduação médica. (MAJ MONTI, J.D.; LTC PERREAULT, M.D., 2020)

É possível mencionar ainda, duas revisões sistemáticas já publicadas. Mircea et al. descreveram os achados de quase três dezenas de publicações, afirmando que "a ultrassonografia deve ser sempre a escolha como uma ferramenta de suporte ideal na educação médica". Da mesma forma, Lane et al. descreveram a história do ultrassom clínico e ultrassom na educação médica, citando cinquenta publicações, e concluíram que "ultrassom na educação médica está arraigada e vai crescer exponencialmente nos próximos anos" e exigiu a alocação de mais recursos. (MIRCEA et al, 2012; LANE et al, 2015)

Tendo como ponto de partida o exposto, propõe-se a capacitação da prática da ultrassonografia Point of Care no módulo de urgência e emergência do internato médico, inovando a proposta curricular que tem como base as Diretrizes Curriculares Nacionais e visando ampliar o treinamento do Protocolo FAST Estendido, técnica amplamente utilizada nos serviços de urgência onde os recém egressos atuarão após a conclusão da graduação.

4 OBJETIVOS

4.1 GERAL

- Capacitar alunos da graduação médica à prática da ultrassonografia básica à beira leito no módulo de Urgência e Emergência do internato médico.

4.2 ESPECÍFICOS

- Apresentar os princípios físicos e os parâmetros utilizados na prática ultrassonográfica ao público-alvo.
- Ensinar técnicas do protocolo de ultrassonografia E-FAST no contexto da urgência hospitalar ao público-alvo.
- Elaborar curso teórico-prático de ultrassonografia E-FAST para a graduação médica.

5 MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 ASPECTOS ÉTICOS

O estudo foi realizado através da Avaliação Teórica da Ultrassonografia no Local de Atendimento (POCUS) no Internato Médico, aplicada aos participantes da pesquisa antes e após as aulas teórico-práticas, bem como de três estações de avaliação prática. O mesmo teve em sua metodologia a participação direta de seres humanos, onde participaram todos aqueles indivíduos que assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). A pesquisa decorreu segundo os preceitos da declaração de Helsinki e do Código de Nuremberg, respeitando as Normas de Pesquisa envolvendo Seres Humanos (Res. CNS 196/96) do Conselho Nacional de Saúde. A pesquisa foi realizada após aprovação do Comitê de Ética competente, sob parecer número 6.075.716, obtida em 23 de maio de 2023.

5.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA

Trata-se de um estudo transversal, onde a unidade de estudo foi um grupo de indivíduos (turma do CESUPA) e teve como amostra um número de 42 alunos matriculados no Centro Universitário do Estado do Pará, campus João Paulo do Valle Mendes, no período de janeiro a junho/2023.

5.3 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO

- Indivíduos de ambos os sexos e qualquer etnia, devidamente matriculados no décimo primeiro semestre (MD11) do Curso de Medicina do CESUPA até o período de junho de 2023;

- Indivíduos que estejam realizando ou tenham finalizado o módulo de Urgência e Emergência no período da pesquisa;
- Ter assinado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para participar do estudo.

5.4 LOCAL DA PESQUISA

O estudo foi desenvolvido nas dependências do Centro de Simulação Realística do Centro Universitário do Estado do Pará, na cidade de Belém, Estado do Pará, Brasil.

5.5 DESCRITIVO DA ETAPA TEÓRICO-PRÁTICA

- Os alunos da décima primeira etapa (MD11) que concordaram em participar da pesquisa foram os integrantes do projeto “I Curso Teórico-Prático de ultrassonografia E-FAST”, realizado em dois dias, nas seguintes etapas:
 - No primeiro dia, foram submetidos ao teste "Avaliação Teórica da Ultrassonografia no Local de Atendimento (POCUS) no Internato Médico” (APÊNDICE A).
 - Posteriormente, foram apresentados à quatro horas-aula teóricas sobre a utilização de métodos ultrassonográficos no local de atendimento (POCUS), com ênfase na prática do Protocolo FAST Estendido.
 - As aulas teóricas incluíram o ensino dos princípios físicos, dos parâmetros do aparelho de ultrassonografia bem como seu manuseio, da técnica do Protocolo FAST Estendido, dos termos técnicos que podem ser abrangidos na realização do exame e da interpretação dos achados do mesmo.

- No segundo dia, divididos em dois grupos de 20 e 22 alunos respectivamente, os alunos participaram das aulas práticas:
 - Primeira etapa inter-pares, com aparelho de ultrassonografia regular para aplicação da técnica de realização do exame, postura e posicionamento, avaliação da anatomia ultrassonográfica e compreensão da formação da imagem.
 - Segunda etapa foi realizada no Simulador de Treinamento em Ultrassonografia SonoSim Starter Edition, para avaliação de achados patológicos, cedido sem conflito de interesses para esta pesquisa pela empresa Laerdal Brasil.
- Findado o processo teórico-prático, os alunos foram submetidos novamente ao teste "Avaliação Teórica da Ultrassonografia no Local de Atendimento (POCUS) no Internato Médico" (APÊNDICE A), para efeito comparativo.
- Transcorridos dez dias do Curso Teórico-Prático de Ultrassonografia E-FAST, os alunos foram submetidos à três estações práticas avaliativas, elaboradas nos moldes do Exame Clínico Objetivo Estruturado (OSCE).

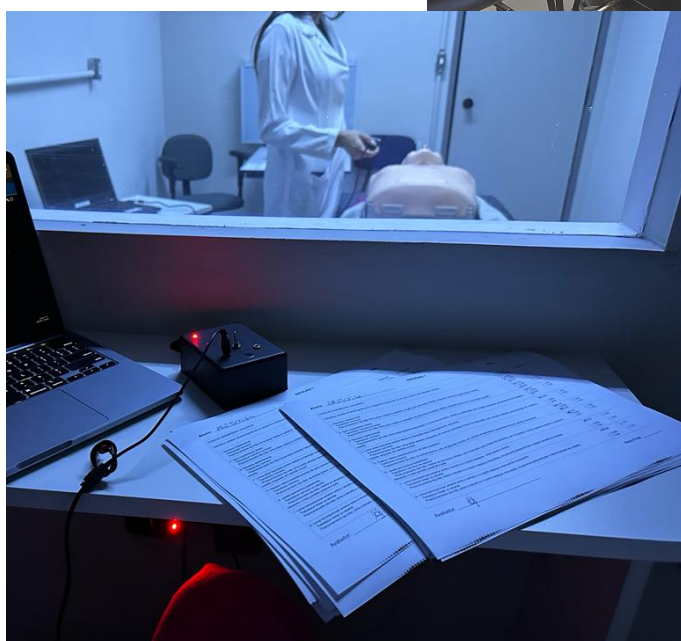


Etapa teórica



Etapa inter-pares

Etapa realizada no
Simulador de
Treinamento em
Ultrassonografia
SonoSim Starter Edition



Estações de avaliação prática

5.6 INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO E PROCEDIMENTOS

Os instrumentos que foram utilizados para a realização da pesquisa são:

- Simulador de Treinamento em Ultrassonografia SonoSim Starter Edition, cedido sem conflito de interesses para esta pesquisa pela empresa Laerdal Brasil.
- Questionário "Avaliação Teórica da Ultrassonografia no Local de Atendimento (POCUS) no Internato Médico" (APÊNDICE A), para análise do processo de ensino-aprendizagem da prática ultrassonográfica no internato médico, aplicado antes e após as aulas teórico-práticas, elaborado pela autora do projeto.
- Três estações de avaliação prática criadas pela autora do projeto, com o intuito de avaliar o aprendizado prático dos discentes.
- O Projeto Pedagógico do Curso de Medicina do CESUPA, disponibilizado pela Instituição, no qual se relacionará através deste instrumento os objetivos gerais e específicos do módulo de Urgência e Emergência, relacionando com os dados obtidos através do questionário;
- Os alunos utilizaram seus números de matrícula na instituição como único fim de identificação dos questionários, para que possa se realizar análise comparativa individual e de grupo, não tendo a pesquisadora acesso à lista nominal dos mesmos.

5.7 ANÁLISE DE DADOS

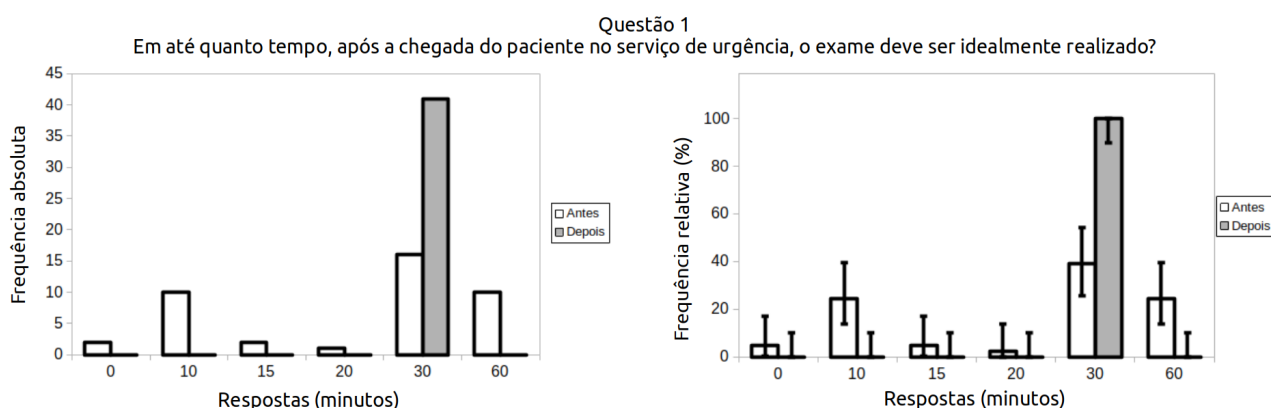
Para detecção de valores atípicos (“outliers”) foi utilizado o teste de Grubbs (Iglewicz & Hoaglin, 1993; Barnett, Lewis & Rothamsted, 1994). Para a comparação de proporções, foi utilizado o teste exato de Fisher (Ludbrook, 2008). Para o cálculo de intervalos de confiança de proporções, foi utilizado o método de Wald modificado (Agresti & Coull, 1998). Para a comparação de médias, foram calculados valores de desvio padrão e de erro padrão, assim como foi utilizada a Análise de Variância (ANOVA) de Uma Via, seguida do teste de Scheffé para múltipla comparação. Todos os valores de p calculados foram analisados ao nível de significância $\alpha = 0,05$.

6 RESULTADOS

O questionário **"AVALIAÇÃO TEÓRICA DA ULTRASSONOGRAFIA NO LOCAL DE ATENDIMENTO (POCUS) NO INTERNATO MÉDICO"**, elaborado pela autora e validado durante este estudo, foi aplicado aos estudantes antes e após o Curso Teórico-Prático de Ultrassonografia E-FAST, com o intuito de analisar a apreensão de conhecimento em curto prazo.

Tendo como base a análise individual das questões, num primeiro momento foi interrogado aos alunos em até quanto tempo após a chegada do paciente no serviço de urgência o exame poderia ser realizado. Para avaliar o conhecimento prévio de forma mais precisa, optou-se por abrir espaço para resposta discursiva, eliminando a análise de múltipla escolha. Após a aplicação do teste de Grubbs para detecção de valores atípicos, houve a exclusão de uma única resposta com significativa variância (1440 minutos), limitando o n pré-curso à 41 respostas.

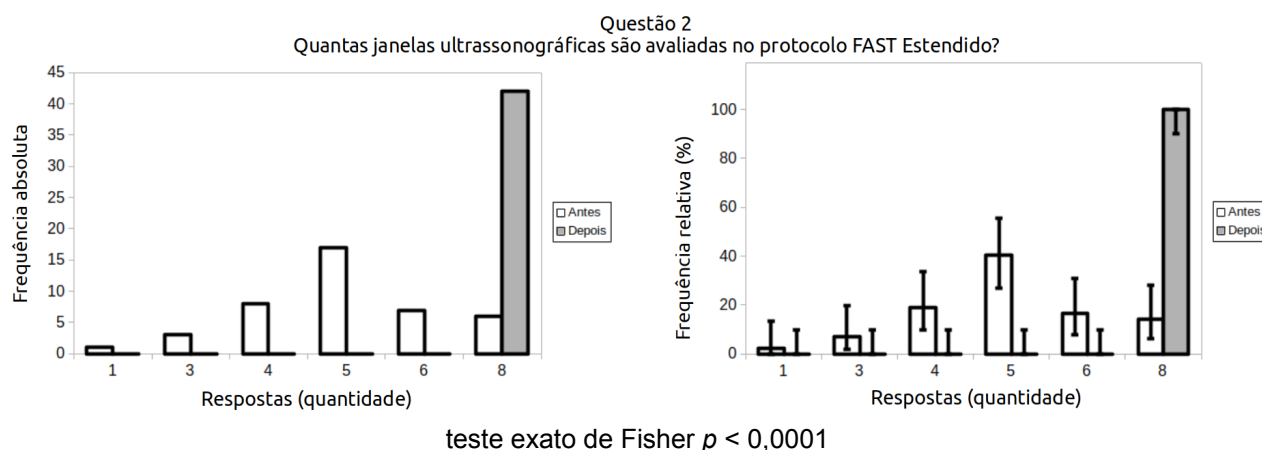
O comparativo de frequência absoluta demonstrou que, na avaliação pré-curso, apenas 16 alunos responderam corretamente (30 minutos), o que corresponde à 39%, enquanto na avaliação pós-curso, 100% dos alunos responderam corretamente, totalizando 42 alunos, caracterizando o resultado significativamente relevante ($p < 0,0001$).



teste exato de Fisher $p < 0,0001$

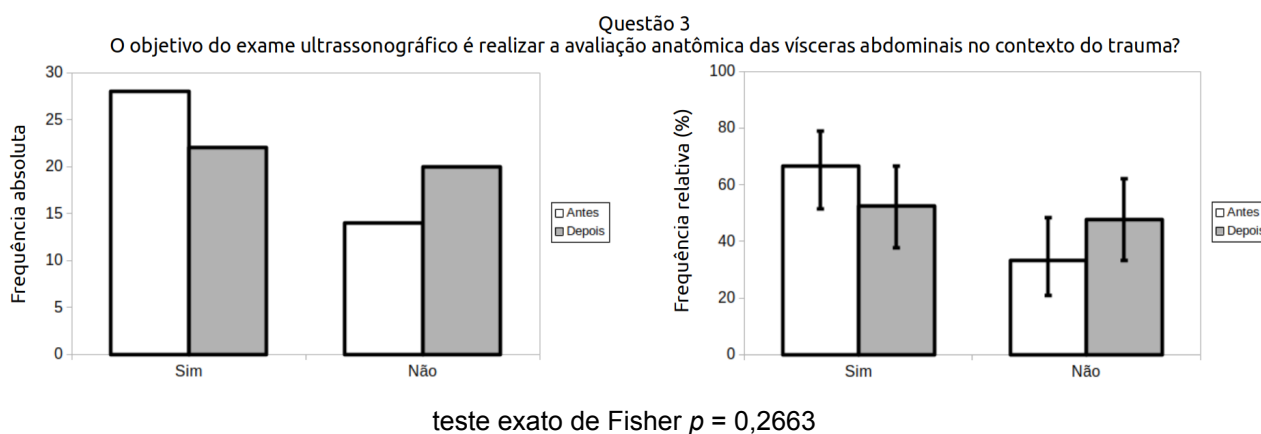
A segunda questão, ainda discursiva, tratava sobre o número de janelas ultrassonográficas a serem avaliadas dentro do protocolo FAST Estendido, considerando todos os pontos de observação e a lateralidade individualmente, definindo como resposta correta um total de oito. Observa-se que no questionário realizado antes do Curso Teórico-Prático, houve variação do número de respostas sem relevância significativa entre as mesmas, prevalecendo o quantitativo de cinco janelas, sugerido por 17 alunos, que equivalem à 40% da amostra.

Quando o questionário foi reaplicado após o curso, houve unanimidade, totalizando 42 respostas corretas, conferindo significância relevante ao resultado ($p < 0,0001$).

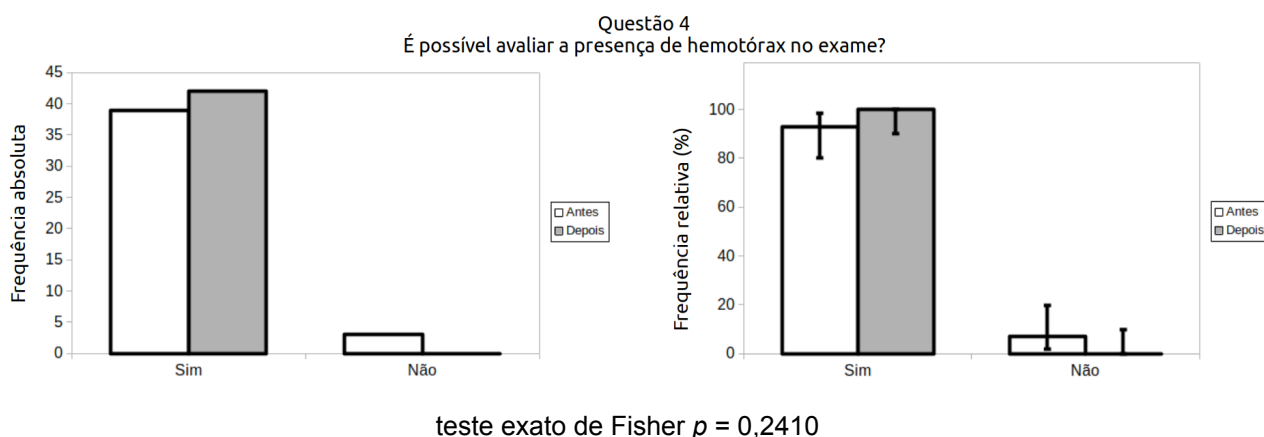


O terceiro questionamento interrogava se o objetivo do exame ultrassonográfico seria o de realizar a avaliação anatômica das vísceras abdominais no contexto do trauma. No cenário prático do atendimento ao paciente politraumatizado, espera-se que o exame FAST Estendido apenas defina a presença ou ausência de conteúdo hemático ou gasoso nas cavidades, postergando a avaliação da anatomia visceral.

Nos resultados obtidos pré-Curso, 28 alunos responderam não ser o objetivo do exame, totalizando 66,6%. Já após o curso, esse resultado sofreu redução para 52,3%, ou seja, 22 alunos. Acredita-se que tal resultado se deva ao fato de o simulador utilizado nas atividades práticas apresentar uma avaliação secundária de anatomia visceral, estimulando portanto uma visão de que o exame também possui esse objetivo. Após a aplicação do questionário em dois momentos, pode-se perceber que a questão gerou dúvida entre os discentes, mesmo no cenário pós-Curso, sugerindo à autora, tanto na elaboração do questionário quanto do material de apoio do curso, uma edição necessária para esclarecer melhor a resposta que se busca.



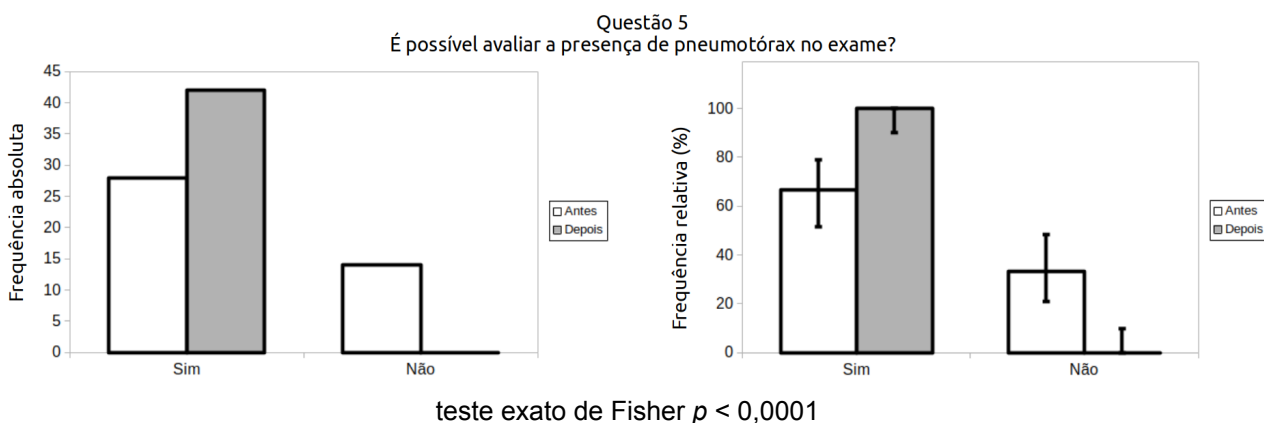
A quarta questão inferia sobre a avaliação de hemotórax à realização do exame. Por se tratar de um objetivo muito bem definido desde o surgimento do Protocolo, ainda chamado apenas FAST, na década de 80, que incluía a avaliação de janelas subdiafragmáticas bilaterais, não houve variação significativa nas respostas, somando 39 respostas positivas pré-Curso (92,8%) e 42 respostas positivas pós-Curso (100%), resultado esse já esperado na elaboração do questionário.



teste exato de Fisher $p = 0,2410$

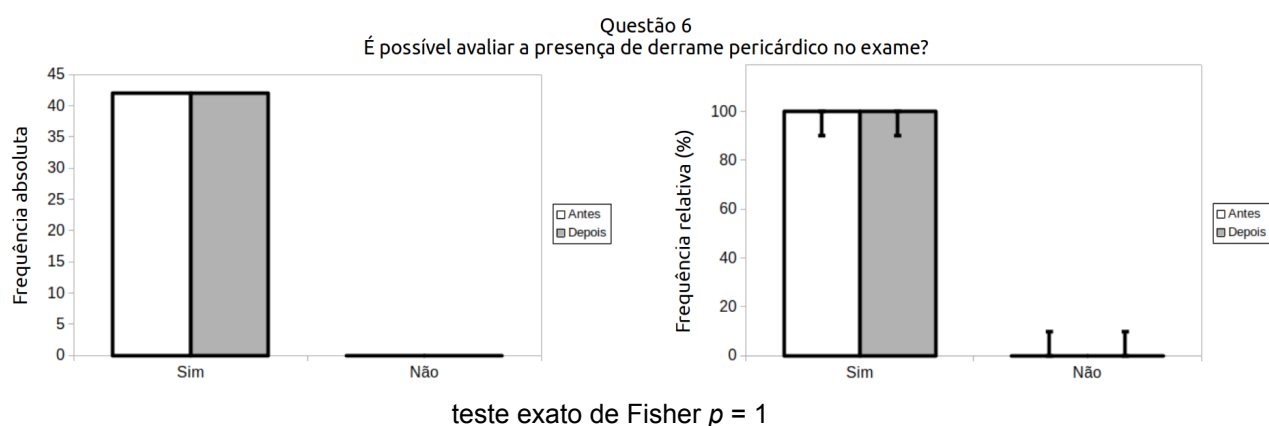
O quinto questionamento interrogava sobre a avaliação de pneumotórax no exame FAST Estendido. Apesar da avaliação de janelas ultrassonográficas pulmonares ter sido descrita em 1995 por Lichtenstein e incorporada oficialmente ao Protocolo FAST Estendido em 2004, a defasagem de literaturas no Brasil tem trazido essa atualização ao ensino médico somente nos tempos atuais e ainda de forma gradual. O resultado disso, pode ser identificado no gráfico abaixo, que evidencia 28 respostas positivas antes do Curso Teórico-prático (66,6%).

O resultado pós-Curso apresentou 42 respostas positivas (100%), deixando claro que houve aprendizado significativo após as atividades teórico-práticas, com relevância significativa ($p < 0,0001$).

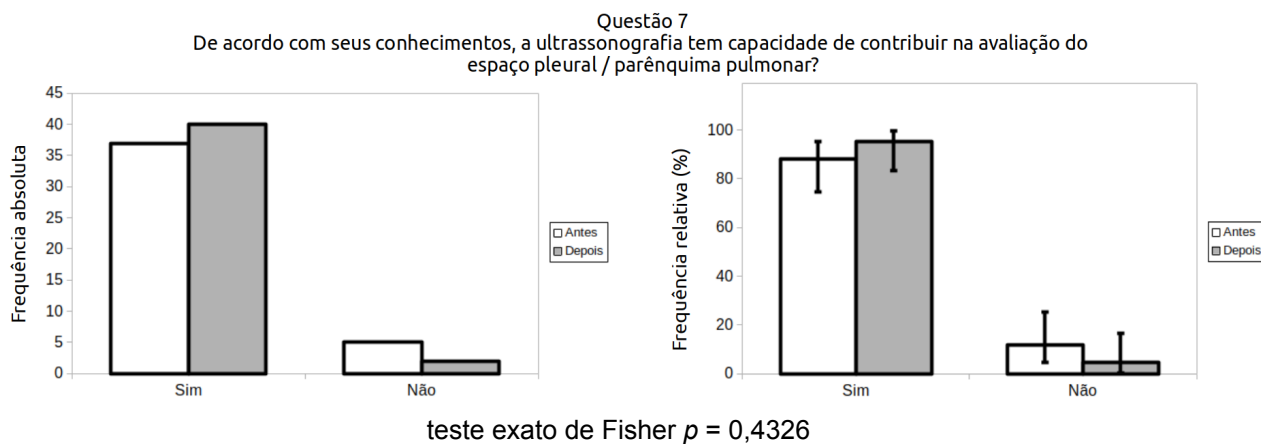


teste exato de Fisher $p < 0,0001$

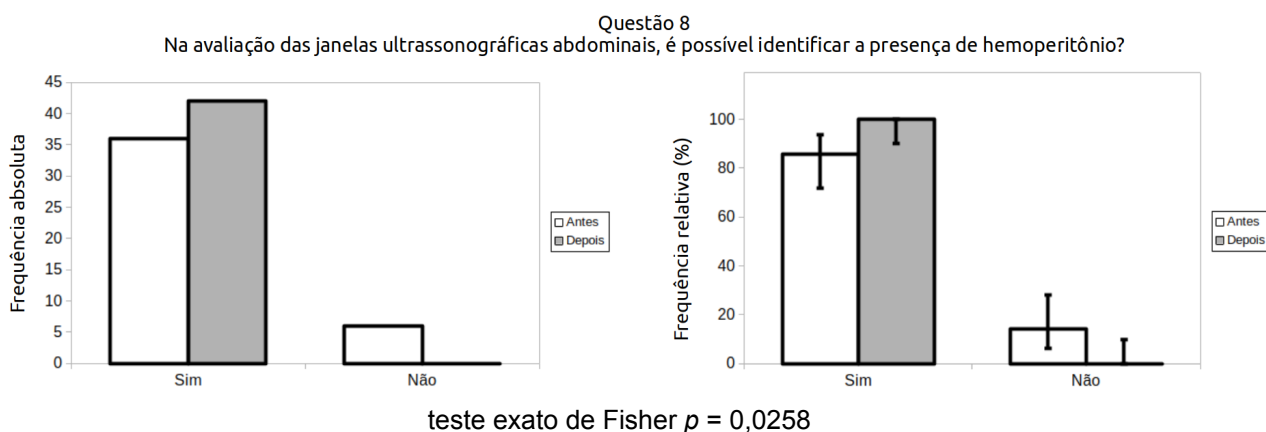
A sexta questão falava sobre a avaliação de derrame pericárdico durante o exame ultrassonográfico. A análise do saco pericárdico foi bem estabelecida desde o Protocolo FAST, a partir da janela ultrassonográfica subxifóidea, não havendo portanto variação nas respostas, apresentando 42 respostas positivas pré e pós-Curso (100%), resultado também esperado na elaboração do questionário.



A sétima questão traçava uma relação direta com a quarta e a quinta questões ao interrogar ao discente se a ultrassonografia poderia contribuir na avaliação do espaço pleural/parênquima pulmonar. O objetivo de avaliação proposto confronta os resultados, especialmente da quinta questão, quando somente 66,6% respondeu que seria possível a avaliação de pneumotórax, uma vez que na sétima pergunta 88% dos alunos responderam que a avaliação pulmonar é possível mesmo antes do Curso Teórico-Prático. Após o Curso, 95,2% dos alunos responderam positivamente.

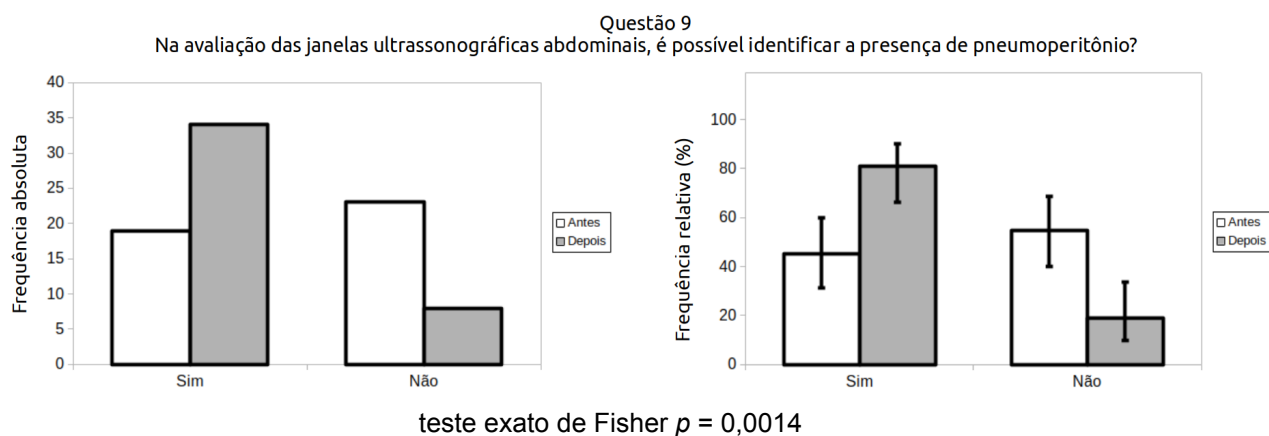


Apesar de o protocolo original FAST já incluir a avaliação dos espaços abdominais para identificação de conteúdo hemático, não houve unanimidade no oitavo questionamento, que interrogava sobre a avaliação de hemoperitônio. 85,7% dos estudantes apresentaram respostas positivas antes do aplicação do Curso Teórico-Prático, número corrigido para 100% na repetição do questionário.



O nono questionamento interrogava sobre a análise de pneumoperitônio à aplicação do exame. As respostas apresentadas evidenciaram caráter semelhante à questão do pneumotórax, evidenciando que existe maior dificuldade por parte dos discentes para entender a avaliação do componente gasoso no estudo ultrassonográfico.

Cerca de 45,2% dos alunos respondeu positivamente antes das atividades teórico-práticas. Esse número subiu para quase 81% após o Curso, explicitando que, apesar de significativamente relevante, ainda houve certa dúvida em relação à resposta correta, sugerindo ajuste do manual e aula teóricos.



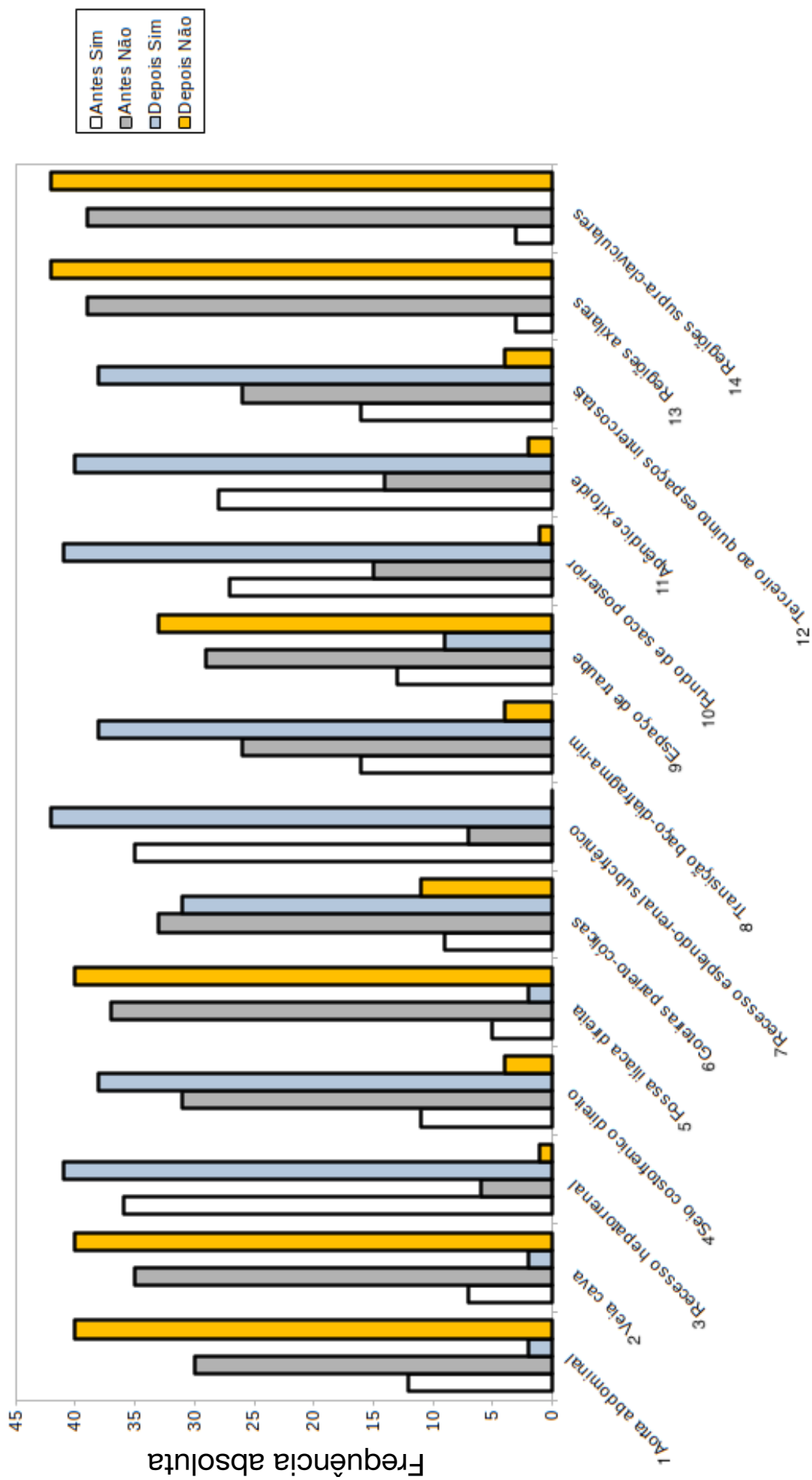
Na questão número dez, os discentes eram solicitados à marcar, em questão de múltipla escolha, as respostas que incluíssem janelas ultrassonográficas do Protocolo FAST Estendido. Foram consideradas sete janelas no Curso Teórico-Prático (as janelas pulmonares foram unificadas nessa questão para fins didáticos) e apresentadas catorze alternativas variadas, toraco-abdominais, que abrangiam opções incorretas. Houve um único resultado (alternativa 3) entre os sete esperados corretos que não demonstrou significância relevante ($p = 0,1092$), onde a resposta pré-Curso estava correta em 85,7% dos alunos e passou a estar correta em 97,6% pós-Curso. As outras seis alternativas corretas (4, 7, 8, 10, 11 e 12) apresentaram resultados significativamente relevantes, com os melhores resultados nas alternativas 4, 8 e 12, subindo de 26,1%, 38% e 38%, para 90,4%, 92,8% e 92,8% respectivamente.

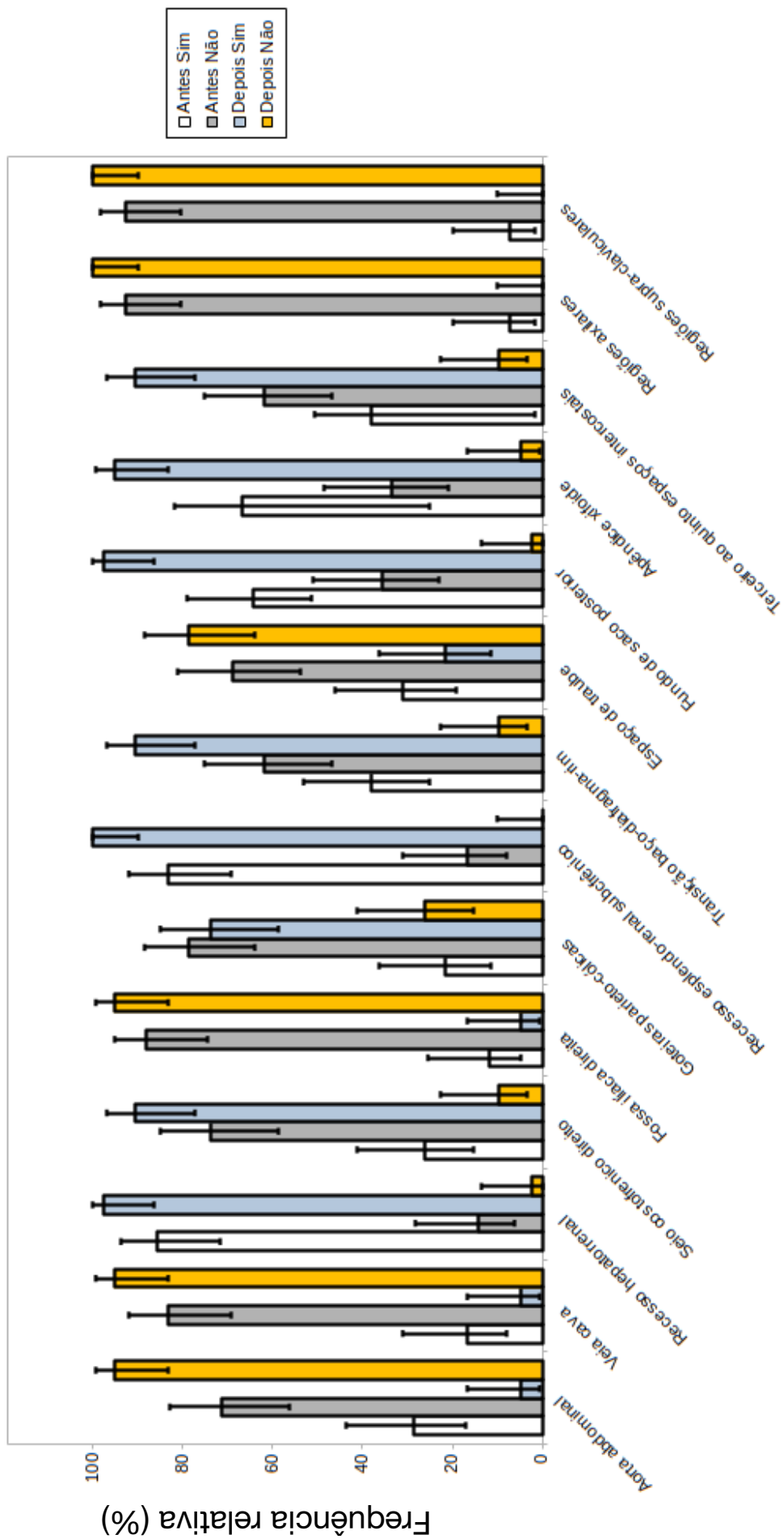
Já entre as alternativas incorretas (1, 2, 5, 6, 9, 13 e 14), o resultado esperado era o de redução dos percentuais assinalados, uma vez que as mesmas não constam no protocolo. Na análise dos resultados obtidos, houve queda em praticamente todas as alternativas (exceto alternativa 6), salientando-se a significância estatística da alternativa 1, que evidenciou redução de 28,5% para 4,7%.

Apesar de serem esperados resultados decrescentes em relação às alternativas incorretas, é necessário destacar a alternativa 6, que apresentou 21,4% de respostas assinaladas pré-Curso e 71,4% pós-Curso, demonstrando que houve dúvida entre os discentes, demandando ajustes práticos.

Questão 10

Assinale abaixo as alternativas que incluem janelas ultrassonográficas do protocolo FAST que você conhece:





- 8: teste exato de Fisher $p < 0,0001$
- 9: teste exato de Fisher $p = 0,4571$
- 10: teste exato de Fisher $p = 0,0001$
- 11: teste exato de Fisher $p < 0,0016$
- 12: teste exato de Fisher $p < 0,0001$
- 13: teste exato de Fisher $p = 0,2410$
- 14: teste exato de Fisher $p = 0,2410$

- 1: teste exato de Fisher $p = 0,0067$
- 2: teste exato de Fisher $p = 0,1555$
- 3: teste exato de Fisher $p = 0,1092$
- 4: teste exato de Fisher $p < 0,0001$
- 5: teste exato de Fisher $p = 0,4326$
- 6: teste exato de Fisher $p < 0,0001$
- 7: teste exato de Fisher $p = 0,0119$

A avaliação prática foi dividida em três estações elaboradas para ocorrer de forma semelhante às Estações Clínicas Estruturadas e Objetivas (OSCE) e contou com a participação de vinte e nove alunos, utilizando a pontuação máxima de 10 (dez) pontos em cada, totalizando 30 (trinta) pontos ao final desta etapa. Foi considerada a nota 7 (sete) como nota de corte considerando a média do ensino superior.

A estação um demandava a realização do exame de ultrassonografia FAST Estendida em todas as suas etapas, com vocalização das janelas ultrassonográficas e indicação do transdutor correto para cada uma. Treze alunos (44,8%) obtiveram nota igual ou superior a 7 pontos, onze alunos (37,9%) obtiveram resultados entre 5,1 e 6,9 pontos e cinco alunos (17,2%) obtiveram nota igual ou inferior a 5 pontos.

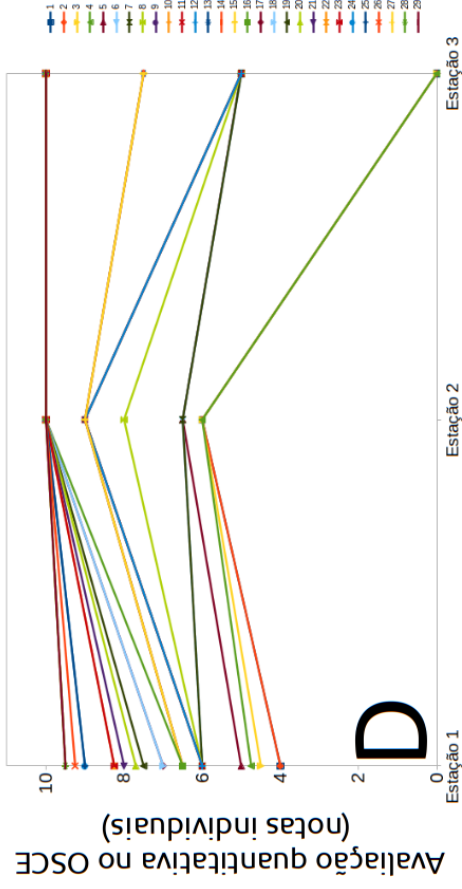
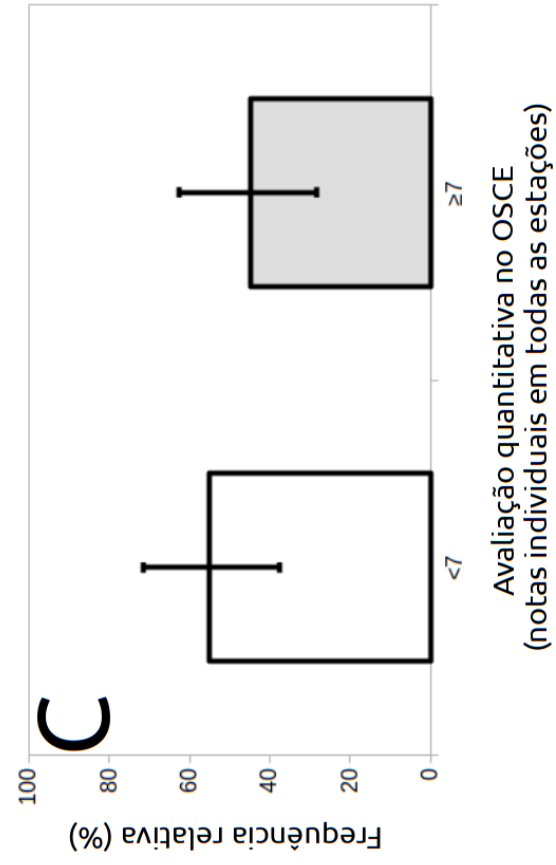
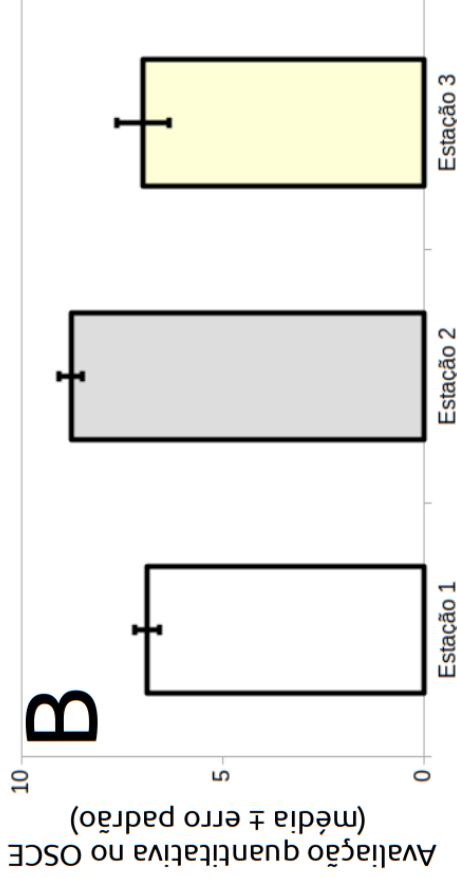
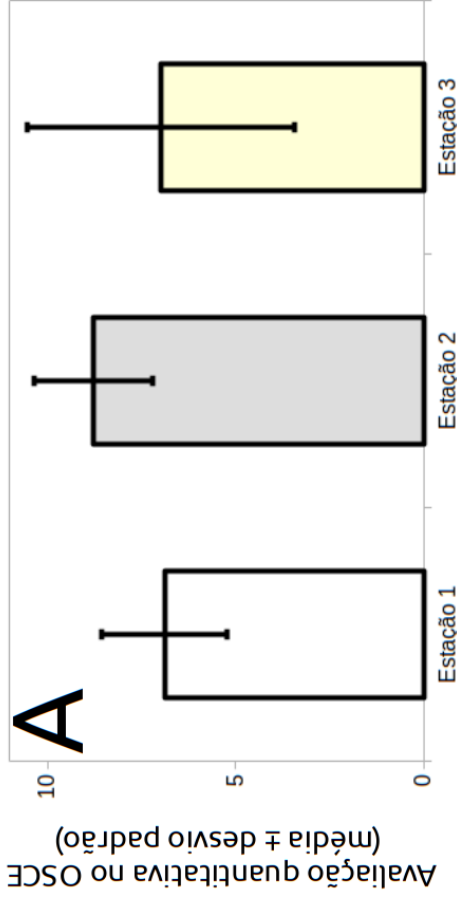
A estação dois requeria correlação teórico-prática ao apresentar um quadro clínico de paciente politraumatizado e solicitar a hipótese diagnóstica, exame ultrassonográfico a ser realizado e aplicação prática do exame em simulador, indicando a janela ultrassonográfica positiva, ou seja, com presença de conteúdo hemático. Vinte e dois alunos (75,8%) obtiveram nota igual ou superior a 7 pontos, enquanto 7 alunos (24,1%) obtiveram resultados entre 5,1 e 6,9 pontos. Não houveram resultados iguais ou inferiores a 5 pontos nesta etapa.

A estação três tinha por objetivo demonstrar conhecimento básico dos parâmetros de aquisição de imagens do aparelho de ultrassonografia, exigindo habilidade de manejo do maquinário visando independência durante a realização do exame. Foram apresentadas aos discentes duas imagens com erros de aquisição e solicitado aos mesmos que identificassem e corrigissem. Dezesete alunos (58,6%)

obtiveram resultados superiores a 7 pontos, enquanto doze alunos (41,3%) obtiveram notas iguais ou inferiores a 5 pontos.

Abaixo, a tabela A apresenta a média de acertos de cada estação, sendo a média da primeira estação 6,8 pontos, a média da segunda 8,5 pontos e a média da terceira 6,98 pontos. A tabela B apresenta o cálculo de erro padrão baseado em cada estação e quando aplicado o teste de Scheffé para múltipla comparação, pôde-se perceber significância relevante entre as estações um e dois ($p = 0,016$) e estações dois e três ($p = 0,0237$).

A tabela C evidencia a frequência relativa de notas iguais ou superiores a 7 pontos, quando considerados todos os resultados, de 59,7%, enquanto as notas inferiores a 7 pontos somaram 40,2%. A tabela D representa quantitativamente as notas individuais dos discentes em cada estação prática, evidenciando uma maior variação de resultados na primeira enquanto notas mais altas na segunda, possibilitando a suposição de que há maior capacidade de apreensão de conhecimento quando a correlação teórico-prática é aplicada à prática médica propriamente dita.



Estação 1 x Estação 2: teste de Scheffé $p = 0,016$

Estação 1 x Estação 3: teste de Scheffé $p = 0,9887$

Estação 2 x Estação 3: teste de Scheffé $p = 0,0237$

7 DISCUSSÃO

A ultrassonografia Point of Care (POCUS) vem sendo amplamente difundida no âmbito médico mundial, abrangendo os mais diversos setores e com múltiplos propósitos. No contexto do trauma, a evolução tecnológica serviu para a inclusão dos exames de imagem no atendimento inicial, especialmente nos casos de politraumatizados. A precisão diagnóstica complementar da ultrassonografia encurtou o tempo de atendimento e internação hospitalar e aumentou a assertividade das condutas médicas, ganhando força em diversos cenários. A prática POCUS difundiu-se amplamente no Brasil nos últimos anos e vem evoluindo com rapidez significativa, vencendo as barreiras da medicina privada e se estabelecendo nos serviços públicos.

A inserção da metodologia ultrassonográfica nas escolas médicas vem sendo defendida com o avançar dos anos por diversos estudiosos da educação médica, como já demonstrava Barloon et al em 1998, ao dividir alunos em grupos de prática convencional e prática ultrassonográfica e evidenciar maior acurácia no resultado obtido pelo segundo.

Além disso, Lane et al, em 2015, e Miller et al, em 2017, demonstraram que o conhecimento dos alunos foi superior após aplicação de aulas práticas em ultrassonografia e levou 95% deles a declarar que essa prática educacional potencializou a sua educação médica, ampliando o conhecimento teórico e as habilidades, não só na prática de exames de imagens, mas como do exame físico geral, uma vez que o domínio anatômico também sofreu significativo reforço.

O estudo atual realizado no Centro de Simulação Realística do CESUPA — espaço que conta com vários ambientes de prática simulada, permitindo aos

discentes uma ampla gama de conhecimento aplicado — teve como resultado somado das avaliações teóricas e práticas do presente estudo, uma maior apreensão do conhecimento após aplicação das aulas inter-pares e em simuladores realísticos, corroborando não só com os estudos supracitados como também com MAJ Monti e LTC Perreault, que em 2020 apontaram aumento expressivo na capacidade de compreensão e aplicação da técnica do exame, defendendo a implantação de treinamentos práticos em ultrassonografia no currículo da graduação médica.

Evidencia-se, no estudo atual, com base na análise dos resultados obtidos, que a defasagem da literatura médica lançada no Brasil ainda norteia os discentes com base no protocolo FAST, embora o mesmo tenha sofrido alteração em 2004, quando passou a incluir as janelas pulmonares e assumiu a nomenclatura de FAST Estendido ou E-FAST. Os questionamentos que abrangem características exclusivas do antigo protocolo, tal como a avaliação de derrame pericárdico, tiveram acertos expressivos na abordagem pré-curso, sofrendo pouca modificação após as atividades. O mesmo difere de questões como a avaliação de pneumotórax, com um resultado bem menos significativo antes da aplicação do curso teórico-prático.

A baixa exposição à literatura atualizada parece ser apenas um dos fatores que levam à menor apreensão do conhecimento. A prática da ultrassonografia Point-of-care sofreu rápida expansão nos últimos vinte e cinco anos, mas a ultrassonografia é uma ciência antiga, derivada do estudo da acústica iniciado por Pitágoras durante o século VI a.C.. No campo da educação médica, a ultrassonografia iniciou sua trajetória na Alemanha, em 1996, através do ensino da anatomia para primeiranistas.

Um estudo realizado por Tshibwabwa et al. em Ontario, Canadá, durante quatro anos, evidenciou que alunos do primeiro ano do curso de medicina foram capazes de expandir seu conhecimento em anatomia dos sistemas urinário e cardiovascular após a aplicação de três sessões de noventa minutos ministradas por uma equipe composta por anatomistas e radiologistas. Em 2010, Afonso et al. conclui que os segundanistas da Wayne State University, em Michigan, Estados Unidos, aprimoraram sua capacidade diagnóstica a partir da prática ultrassonográfica aplicada ao exame físico.

Tais evidências científicas tornaram-se fortes o bastante para que as escolas médicas começassem a incorporar a ultrassonografia aos currículos. As primeiras tentativas de inserção da ultrassonografia na graduação médica ocorreram na Faculdade de Medicina de Hanover, com resultados publicados em 1996, focados no ensino de anatomia básica. Até então, a técnica apresentava uso esporádico, geralmente associada à programas de residência médica e ecocardiografia, esta última por cardiologistas. Após um longo processo, que incluiu estudo inter-pares e em pacientes, os resultados foram considerados de extrema relevância: mais da metade dos alunos concordou que a tecnologia auxiliava no processo de aprendizagem, permitindo que a ultrassonografia fosse gradualmente inserida no currículo. (TEICHGRÄBER et al, 1996)

Ainda nesse cenário, em 2003, outro estudo foi conduzido na Faculdade de Medicina de Viena, associando aulas de anatomia à visualização ultrassonográfica do primeiro ao sexto ano da graduação com resultados ainda mais expressivos: 93% consideraram o curso importante para a prática médica e 96% solicitaram novas experiências na área. (WICKE et al, 2003)

A primeira escola médica a apresentar um currículo ultrassonográfico completamente integrado ao curso foi a University of South Carolina, nos Estados Unidos, em 2006, baseado em um modelo de treinamento em emergências médicas e dividido em aplicações clínicas e pré-clínicas. O uso pré-clínico foi associado ao ensino da anatomia, fisiologia e patologia, enquanto a prática clínica foi associada à aplicação de situações-problema em diversos cenários clínicos. Em ambos, os discentes foram apresentados à modalidades teóricas e práticas, bem como em Exames Clínicos Objetivos Estruturados (OSCEs).

Desde então, diversas escolas médicas incorporaram de forma semelhante o ensino da ultrassonografia. Em uma revisão sobre a ultrassonografia integrada ao currículo ainda na University of South Carolina, Hoppmann et al. demonstrou que mais de 90% dos discentes relataram sentir que a integração curricular aumentou sua compreensão das ciências básicas no ensino pré-clínico.

Não existem evidências claras de melhores desfechos para o paciente como resultado da implementação do ultrassom nas Escolas Médicas, ainda devido à escassez de estudos voltados para essa análise, porém vários fundamentos são sugeridos pelos proponentes. Em um artigo recente, educadores da Califórnia sugeriram quatro justificativas principais: "(I) pode melhorar o aprendizado tradicional; (II) pode treinar futuros médicos para melhorar suas habilidades diagnósticas e procedimentais; (III) pode promover atendimento coordenado e eficiente ao paciente e (IV) pode servir como um modelo para treinamento de ultrassom avançado, específico de especialidade ou interdisciplinar na educação médica de graduação e educação médica continuada." (FEILCHENFELD et al, 2017)

Apesar de já bem estabelecido internacionalmente, conforme reforça Cook et al, o currículo ultrassonográfico ainda pouco perpassa pelos projetos pedagógicos

no âmbito nacional, apresentando atualmente pouca ou nenhuma integração. Na maior parte dos casos, a prática ultrassonográfica ainda está relacionada à atividades extra-curriculares, nem sempre proporcionada pelas instituições de ensino superior, ou, em menor participação, em atividades isoladas durante o internato médico.

Uma modalidade mais recente que vem sendo difundida como alternativa à prática ultrassonográfica em ambiente hospitalar é o simulador de treinamento, desenvolvido para cessar a necessidade de pacientes reais ou manequins nas etapas de ensino, possibilitando o estudo de achados patológicos que independem da amostragem hospitalar e permitindo treinamento em ambiente de simulação realística, ampliando o conhecimento.

O estudo atual reforça os estudos mencionados ao enfatizar o aumento do conhecimento demonstrado pelos discentes nas questões propostas e nas etapas apresentadas do "I Curso Teórico-Prático de Ultrassonografia E-FAST", bem como no sentimento relatado pelos mesmos, fomentando a discussão sobre a importância do ajuste curricular para adequação frente ao avanço tecnológico da área médica.

8 CONCLUSÃO

A melhora de desempenho dos alunos após a implementação do Curso Teórico-Prático de Ultrassonografia E-FAST na memória de curto prazo foi significativamente relevante após a comparação das respostas apresentadas no questionário "Avaliação Teórica da Ultrassonografia no Local de Atendimento (POCUS) no Internato Médico". Os resultados obtidos na memória de longo prazo também evidenciaram grande potencial de apreensão de conhecimento após atividade prática e correlação clínica.

Tais resultados fomentam a discussão sobre a importância do ajuste curricular dos cursos de graduação médica para adequação frente ao avanço tecnológico do diagnóstico por imagem na área médica.

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFONSO, N.; AMPONSAH, D.; et al. **Adding New Tools to the Black Bag—Introduction of Ultrasound into the Physical Diagnosis Course.** Journal for General Internal Medicine, volume 25, pages 1248–1252. 2010.

AGRESTI, A.; COULL, B. A. **Approximate is Better than "exact" for interval estimation of binomial proportions.** The American Statistician, 52: 119-126. 1998.

ALBARRACIN, E.S.; SILVA, S.C.R.; SCHIRLO, A.C. **Interdisciplinariedade: saberes e práticas rumo à inovação educativa.** Interciencia, v. 40, n. 1, p 63-67. 2015.

ANDERSEN, C.A. et al. **Point-of-Care Ultrasound in General Practice: A Systematic Review.** Annals of Family Medicine, v. 17 (1). 2019.

BARLOON, TJ; BROWN, BP; ABU-YOUSEF, MM; et al. **Teaching physical examination of the adult liver with use of real-time sonography.** Acad Radiol. 1998;5:101–3.

BARNETT, V; LEWIS, T; ROTHAMSTED, V. **Outliers in Statistical Data (Wiley Series in Probability and Mathematical Statistics. Applied Probability and Statistics).** John Wiley & Sons, 1994.

BRASIL, **Diretrizes curriculares nacionais do curso de graduação em medicina.** Ministério da Saúde, Brasília, DF. 2014.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. **Resolução nº 3, de 20 de junho de 2014.** Diário Oficial da União, Brasília. Seção 1, p8-11. 2014.

CALDATO, M.C.F. et al. **Projeto Pedagógico do Curso de Medicina - CESUPA**. Belém. 297p. Série Material Instrucional do CESUPA, 2016.

COOK, T; HUNT, P; HOPPMANN, R. **Emergency medicine leads the way for training medical students in clinician-based ultrasound: a radical paradigm shift in patient imaging**. Acad Emerg Med. 2007;14:558–61.

DIETRICH, C.F. et al. **Medical Student Ultrasound Education: a WFUMB position paper, part I**. Ultrasound in Medicine & Biology, 2018.

FEILCHENFELD, Z; DORNAN, T.; WHITEHEAD, C.; KUPER, A. **Ultrasound in undergraduate medical education: a systematic and critical review**. Medical Education. 2017.

FLATO, U.A.P.; GUIMARÃES, H.P.; Lopes, R.D.; Valiatti, J.L.; Flato, E.M.S.; Lorenzo, R.G. **Utilização do FAST-Estendido (EFAST-Extended Focused Assessment with Sonography for Trauma) em terapia intensiva**. Revista Brasileira de Terapia Intensiva. 2010; 22(3):291-299.

FLEXNER, A. **Medical Education in the United States and Canada**. New York: Carnegie Foundation for the Advancement of Teaching, 1910.

FRANCO, C.A.G.S.; CUBAS, M.R.; FRANCO, R.S. **Currículo de Medicina e as Competências propostas pelas Diretrizes Curriculares**. Revista Brasileira de Educação Médica, v. 38, p. 221-230. Paraná, 2014.

FREITAS, L.S.; RIBEIRO, M.F.; BARATA, J.L.M. **O desenvolvimento de competências na formação médica: os desafios de se conciliar as Diretrizes Curriculares Nacionais num cenário educacional em transformação**. Revista Médica de Minas Gerais, 2018; 28: e-1949.

GOMES, M.F.O.C; SOUSA, E.G.; KOCH, H.A. **Os saberes dos professores e o ensino da radiologia no curso de graduação em Medicina da UFRJ: Experiência de vida ou um “simples” exercício da docência?**. Revista Brasileira de Educação Médica. Rio de Janeiro, v. 28, nº 3, set/dez 2004.

HOPPMANN, R.A.; FLETCHER, S. **An integrated ultrasound curriculum (iUSC) for medical students: 4-year experience**. Crit Ultrasound J. 2011;3(1):1–12.

IGLEWICZ, B; HOAGLIN, DC. **How to Detect and Handle Outliers (Asqc Basic References in Quality Control, Vol 16)** Amer Society for Quality Control, 1993.

KIRKPATRICK, A.W., SIROIS, M et al. **Hand-Held Thoracic Sonography for Detecting Post-Traumatic Pneumothoraces: The Extended Focused Assessment With Sonography For Trauma (EFAST)**. The Journal of Trauma, v. 57, p. 288-295, 2004.

LANE, N.; LAHHAM, S.; JOSEPH, L.; BAHNER, D.; FOX, J. **Ultrasound in medical education: listening to the echoes of the past to shape a vision for the future**. Eur J Trauma Emerg Surg 2015;41 (5):461–7.

LICHTENSTEIN, D.A.; MENU, Y. **A Bedside Ultrasound Sign Ruling Out Pneumothorax in the Critically 111**. CHEST, v.108, p.1345-48, 1995.

LUDBROOK, J. **Analysis of 2 x 2 tables of frequencies: matching test to experimental design**. International Journal of Epidemiology, 37, 1430 -1435. 2008.

MAJ MONTI, J.D.; LTC PERREAULT, M.D. **Impact of a 4-hour Introductory eFAST Training Intervention Among Ultrasound-Naïve U.S. Military Medics**. Military Medicine, v. 00, 0/0:1. 2020.

MILLER, G.T. et al. **Learner Improvement From a Simulation-Enhanced Ultrasonography Curriculum for First-Year Medical Students**. J Ultrasound Med, v. 36, p. 609–619. 2017.

MIRCEA, P.A.; BADEA, R.; FODOR, D.; BUZOIANU, A.D. **Using ultrasonography as a teaching support tool in undergraduate medical education—Time to reach a decision.** Med Ultrason 14:211–216. 2012.

NACIF, M.S.; GOMES, A.P.; SANTOS, S.S., FREITAS, L.O.; MEDEIROS-SOUZA, R.R.; SIQUEIRA-BATISTA, R. **Ensino e pesquisa em Radiologia e Diagnóstico por Imagem no curso de graduação em Medicina: uma perspectiva interdisciplinar.** Revista Ciências&Ideias, v. 3, n.1, setembro-2010/abril-2011.

NETO, L.P.S.P. **O laboratório de habilidades na formação médica.** Cadernos ABEM, v. 4. 2008

PAGLIOSA, F.L.; DA ROS, M.A. **O Relatório Flexner: para o bem e para o mal.** Revista Brasileira de Educação Médica, v. 32, p. 492-499. 2008.

SCALEA, T.M.; RODRIGUEZ, A.; CHIU, W.C. et al. **Focused Assessment with Sonography for Trauma (FAST): results from an international consensus conference.** The Journal of Trauma, v. 46, p. 466-472, 1999.

SILVA, A.F.; FREITAS, J.J.; DOMINGUES, R.J.S. **Ensino da Radiologia com uso de metodologias ativas na graduação em Medicina.** RIES, ISSN 2238-832X, Caçador, v. 52, p. 41-56. 2016.

SMALLWOOD, N.; DACHSEL, M. **Point-of-care ultrasound (POCUS): unnecessary gadgetry or evidence-based medicine?** Clinical Medicine, v. 18 (3), p. 219–24. 2018.

SO, S.; PATEL, R.M.; OREBAUGH, S.L. **Ultrasound Imaging in medical student education: Impact on learning anatomy and physical diagnosis.** Anatomical Science Education, 2016.

TARIQUE, U.; TANG, B.; SINGH, M.; KULASEGARAM, K.M.; AILON, J. **Ultrasound Curricula in undergraduate medical education**. American Institute of Ultrasound in Medicine. J Ultrasound Med, 2017.

TEICHGRÄBER, U.K.; MEYER, J.M.; POULSEN NAUTRUP, C.; VON RAUTENFELD, D.B. **Ultrasound anatomy: a practical teaching system in human gross anatomy**. Med Edu. 1996I; 30:296-298.

TSHIBWABWA, E.T.; GROVES, H.M. **Integration of ultrasound in the education programme in anatomy**. Med Educ. 2005;39(11):1148.

WICKE, W.; BRUGGER, P.C.; FIRBAS, W. **Teaching ultrasound of the abdomen and the pelvic organs in the medicine curriculum in Vienna**. Med Edu 2003; 37: 476.

WITTICH, C.M.; MONTGOMERY, S.C.; NEBEN, M.A.; et al. **Teaching cardiovascular anatomy to medical students by using a handheld ultrasound device**. JAMA. 2002;288(9):1062–3.

10 APÊNDICE A - INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO

"AVALIAÇÃO TEÓRICA DA ULTRASSONOGRAFIA NO LOCAL DE ATENDIMENTO (POCUS) NO INTERNATO MÉDICO"

NÚMERO DA MATRÍCULA: _____

INSTRUÇÕES DE PREENCHIMENTO:

- Leia atentamente o comando antes de responder a questão.
- NÃO rasure.
- As primeiras 9 (nove) questões devem conter apenas uma resposta.
- APENAS a questão número 10 (dez) aceita múltiplas respostas.

SOBRE O PROTOCOLO FAST ESTENDIDO:

1. Em até quanto tempo após a chegada do paciente no serviço de urgência, o exame deve ser idealmente realizado?

R: _____

2. Quantas janelas ultrassonográficas são avaliadas no protocolo FAST Estendido?

R: _____

3. O objetivo do exame ultrassonográfico é realizar a avaliação anatômica das vísceras abdominais no contexto do trauma?

() Sim () Não

4. É possível avaliar a presença de hemotórax no exame?

() Sim () Não

5. É possível avaliar a presença de pneumotórax no exame?

() Sim () Não

6. É possível avaliar a presença de derrame pericárdico no exame?

() Sim () Não

7. De acordo com seus conhecimentos, a ultrassonografia tem capacidade de contribuir na avaliação do espaço pleural/ parênquima pulmonar?

() Sim () Não

8. Na avaliação das janelas ultrassonográficas abdominais, é possível identificar a presença de hemoperitônio?

() Sim () Não

9. Na avaliação das janelas ultrassonográficas abdominais, é possível identificar a presença de pneumoperitônio?

() Sim () Não

10. Assinale abaixo as alternativas que incluem janelas ultrassonográficas do protocolo FAST que você conhece: **(essa questão aceita múltiplas respostas)**

- () Aorta abdominal
- () Veia cava
- () Recesso hepatorrenal
- () Seio costofrênico direito
- () Fossa ilíaca direita
- () Goteiras parieto-cólicas
- () Recesso esplenorrenal subfrênico
- () Transição baço-diafragma-rim esquerdo
- () Espaço de Traube
- () Espaço vesico-prostático/fundo de saco posterior
- () Apêndice xifóide
- () Terceiro ao quinto espaços intercostais
- () Regiões axilares
- () Regiões supra-claviculares

11 APÊNDICE B - ESTAÇÕES DE AVALIAÇÃO PRÁTICA

ESTAÇÃO 1-

CATEGORIA: ESTAÇÃO URGÊNCIA E EMERGÊNCIA

TEMA: DEMONSTRAÇÃO TEÓRICA DE DOMÍNIO DO PROTOCOLO FAST ESTENDIDO

OBJETIVOS SUGERIDOS:

- Demonstrar conhecimento do protocolo FAST Estendido aplicado em atendimentos de urgência e emergência.
- Avaliar noção de anatomia ao localizar no modelo as janelas ultrassonográficas.
- Apresentar conhecimento teórico sobre a prática ultrassonográfica.

COMANDO DE PORTA:

1- Demonstre no paciente ator a realização do USG E-FAST com o posicionamento correto do transdutor, indicando as janelas ultrassonográficas e descreva em voz alta.

2- Indique o transdutor adequado para cada janela.

COMANDO DE MESA: (igual ao da porta)

1- Demonstre no paciente ator a realização do USG E-FAST com o posicionamento correto do transdutor, indicando as janelas ultrassonográficas e descreva em voz alta.

2- Indique o transdutor adequado para cada janela.

RECURSOS NECESSÁRIOS:

1- Paciente ator

2- Aparelho de ultrassonografia

PROTOCOLO FAST ESTENDIDO

Aluno: _____

Data: / /

ITENS DE DESEMPENHO AVALIADOS		
Verbalizou janelas ultrassonográficas e o respectivo transdutor (0,125 por conjunto de resposta correto)	Respondeu corretament	Não respondeu
1- Recesso hepatorenal Transdutor convexo Posicionamento da mão: linha axilar média e a anterior, na altura do processo xifóide, angulado levemente para baixo (costas)	() 0,05 () 0,025 () 0,05	() 0,0 () 0,0
2- Seio costofrênico direito Transdutor convexo ou linear Posicionamento da mão: linha axilar média e a anterior, na altura do processo xifóide, angulado para cima, na direção da axila	() 0,05 () 0,025 () 0,05	() 0,0 () 0,0
3- Recesso esplenorrenal Transdutor convexo Posicionamento da mão: linha axilar posterior esquerda, no nível do processo xifoide ou subcostal, com rotação posterior, perpendicular em relação à costela	() 0,05 () 0,025 () 0,05	() 0,0 () 0,0
4- Linha axilar esquerda antero-lateral na transição baço-diafragma- rim esquerdo Transdutor convexo Posicionamento da mão: linha axilar anterior esquerda, no nível do processo xifoide ou subcostal, com rotação posterior, perpendicular em relação à costela, angulado em sentido cranial	() 0,05 () 0,025 () 0,05	() 0,0 () 0,0
5- Espaço vesico-prostático/fundo de saco posterior Transdutor convexo Posicionamento da mão: na sínfise púbica, com angulação caudal, em sentido longitudinal e posteriormente em sentido transversal.	() 0,05 () 0,025 () 0,05	() 0,0 () 0,0
6- Janela pericárdica (subxifóide) Transdutor convexo ou setorial Posicionamento da mão: inferior ao processo xifóide, com marcador para direita do paciente, com angulação cranial, fazendo pressão no abdome deixando o mais paralelo possível à pele	() 0,05 () 0,025 () 0,05	() 0,0 () 0,0
7- Linha hemiclavicular anterior entre o terceiro e o quinto espaços intercostais à direita Transdutor linear ou setorial Posicionamento da mão: entre o terceiro e o quinto espaços intercostais, inicialmente perpendicular e depois paralelo às costelas.	() 0,05 () 0,025 () 0,05	() 0,0 () 0,0
8- Linha hemiclavicular anterior entre o terceiro e o quinto espaços intercostais à esquerda Transdutor linear ou setorial Posicionamento da mão: entre o terceiro e o quinto espaços intercostais, inicialmente perpendicular e depois paralelo às costelas.	() 0,05 () 0,025 () 0,05	() 0,0 () 0,0

Avaliador: _____

Nota Final: _____

ESTAÇÃO 2 -

CATEGORIA: ESTAÇÃO URGÊNCIA E EMERGÊNCIA

TEMA: DOMÍNIO TEÓRICO-PRÁTICO DO PROTOCOLO FAST ESTENDIDO

OBJETIVOS SUGERIDOS:

- Demonstrar conhecimento do protocolo FAST Estendido aplicado em atendimentos de urgência e emergência.
- Correlacionar história clínica com a solicitação de exames complementares.
- Apresentar conhecimento dos achados ultrassonográficos do FAST Estendido.

HISTÓRIA CLÍNICA:

Paciente masculino, 42 anos, dá entrada em serviço de urgência após briga no bar, com história de ferimento por arma branca em zona de Ziedler, evoluindo com dor torácica, sensação de peso e falta de ar. Ao exame clínico, apresenta-se hipotenso, taquicárdico, com turgência jugular. Ausculta pulmonar: MV presentes s/ RA. Ausculta cardíaca: abafamento de bulhas.

COMANDO DE PORTA:

- 1- Qual hipótese diagnóstica?
- 2- Qual exame de imagem pode ser realizado durante o atendimento inicial para confirmação do diagnóstico?
- 3- Realize o exame verbalizando em voz alta as etapas envolvidas, especificando em qual delas se confirmaria o diagnóstico.

COMANDO DE MESA: (igual ao da porta)

- 1- Qual hipótese diagnóstica?
- 2- Qual exame de imagem pode ser realizado durante o atendimento inicial para confirmação do diagnóstico?
- 3- Realize o exame verbalizando em voz alta as etapas envolvidas, especificando em qual delas se confirmaria o diagnóstico.

RECURSOS NECESSÁRIOS:

- Modelo de corpo humano toraco-abdominal, sem particularidades.

- Simulador de treinamento em ultrassonografia

FAST ESTENDIDO EM ATENDIMENTO DE URGÊNCIA

Aluno: _____

Data: / /

ITENS DE DESEMPENHO AVALIADOS	SIM	NÃO
Lavou as mãos		() - 0,1
Calçou luvas		() - 0,1
1- Apresentou hipótese diagnóstica (tamponamento cardíaco e/ou derrame pericárdico)	() 0,2	() 0,0
2- Solicitou exame de imagem (ultrassonografia FAST ou FAST Estendida)	() 0,1	() 0,0
3- Se colocou à direita do paciente	() 0,1	() 0,0
4- Posicionou o transdutor nas janelas abdominais e verbalizou os nomes		
Recesso hepatorenal	() 0,05	() 0,0
Seio costofrênico direito	() 0,05	() 0,0
Recesso espleno renal	() 0,05	() 0,0
Linha axilar esquerda antero-lateral na transição baço-diafragma-rim	() 0,05	() 0,0
esquerdo		
Espaço vesico-prostático/fundo de saco posterior	() 0,05	() 0,0
Janela pericárdica (subxifóide)	() 0,05	() 0,0
Linha hemiclavicular anterior entre o terceiro e o quinto espaços	() 0,05	() 0,0
intercostais à direita		
Linha hemiclavicular anterior entre o terceiro e o quinto espaços	() 0,05	() 0,0
intercostais à esquerda		
5- Confirmou o diagnóstico na janela pericárdico	() 0,2	() 0,0

Avaliador: _____

Nota Final: _____

ESTAÇÃO 3-**CATEGORIA:** ESTAÇÃO URGÊNCIA E EMERGÊNCIA**TEMA:** DOMÍNIO TEÓRICO-PRÁTICO DOS AJUSTES DO APARELHO DE ULTRASSONOGRRAFIA.**OBJETIVOS SUGERIDOS:**

- Demonstrar conhecimento básico dos parâmetros de aquisição de imagens do aparelho de ultrassonografia.

COMANDO DE PORTA:

- 1- Avalie as imagens impressas e determine qual o principal erro de aquisição da imagem ultrassonográfica.
- 2- Determine em voz alta qual o ajuste que deve ser feito para a correção desta imagem.
- 3- Demonstre no aparelho como este ajuste pode ser realizado.

COMANDO DE MESA: (igual ao da porta)

- 1- Avalie as imagens impressas e determine qual o principal erro de aquisição da imagem ultrassonográfica.
- 2- Determine em voz alta qual o ajuste que deve ser feito para a correção desta imagem.
- 3- Demonstre no aparelho como este ajuste pode ser realizado.

RECURSOS NECESSÁRIOS:

- Aparelho de ultrassonografia dentro da sala.
- Imagens de ultrassonografia impressas em alta definição.

FAST ESTENDIDO EM ATENDIMENTO DE URGÊNCIA**Aluno:** _____**Data:** / /

ITENS DE DESEMPENHO AVALIADOS	SIM	NÃO
1- Identificou o erro de aquisição da imagem?	() 0,20	() 0,0
2- Determinou qual a forma de ajuste deste erro?	() 0,20	() 0,0
3- Realizou o ajuste adequado no aparelho de ultrassom e determinou qual o aspecto final da imagem?	() 0,60	() 0,0

Avaliador: _____**Nota Final:** _____

12 APÊNDICE C - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Projeto de Pesquisa: Curso de capacitação em ultrassonografia básica à beira leito no módulo de Urgência e Emergência do internato médico.

Responsável: Luiza Fleury de Figueiredo Serruya

Prezado Aluno(a),

Você está sendo convidado(a) a participar como voluntário(a) de uma pesquisa científica, que tem como objetivo avaliar o ensino-aprendizagem da inserção da ultrassonografia no local de atendimento no contexto do internato médico dos acadêmicos de medicina do Centro Universitário do Estado do Pará (CESUPA) do décimo primeiro semestre, fazendo uma avaliação teórica e prática do conhecimento adquirido.

Durante sua participação serão realizadas aulas teóricas e práticas no módulo de Urgência e Emergência no Centro de Simulação Realística (CSR) e, posteriormente, você será submetido à avaliação teórica e prática acerca dessas atividades, sem influência nas notas oficiais da graduação. O resultado dessa avaliação servirá única e exclusivamente para fins de pesquisa. As aulas práticas serão realizadas em pequenos grupos, com a utilização do aparelho de ultrassonografia para realização de exames inter-pares e no simulador de treinamento em ultrassonografia SonoSim Starter Edition para achados patológicos. Estes procedimentos avaliativos serão realizados pela pesquisadora Luiza Fleury de Figueiredo Serruya, nas dependências do CESUPA, em dias e horários previamente agendados.

Como não haverá despesas pessoais causadas diretamente pelos procedimentos propostos, sua participação não será remunerada. Sua identidade será mantida em sigilo e as informações obtidas durante o estudo serão utilizadas somente para fins de pesquisa científica. A qualquer momento, você poderá solicitar esclarecimentos diretamente à pesquisadora responsável, que pode ser encontrada no CESUPA às quintas-feiras (8:00-9:40h e 16:00-17:40h) e no CEMEC às sextas-feiras (14:00-17:40H) ou pelo telefone: (91) 98888-0507 ou pelo e-mail: luiza.serruya@prof.cesupa.br. Se você tiver alguma dúvida ou consideração quanto aos aspectos éticos da pesquisa, poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa, Av. Almirante Barroso n.3775- CEP 66613-903, Belém - PA, Fone (91) 3205-9000 (RAMAL 9044) ou e-mail: cep@cesupa.br.

Sua participação nesta pesquisa é voluntária e você poderá interrompê-la, a qualquer momento, sem que isso lhe traga qualquer prejuízo ou penalidade.

Eu, _____,
Matrícula _____, MD _____, concordo em participar voluntariamente do projeto de pesquisa apresentado acima e declaro que li e entendi todas as informações sobre a pesquisa, sendo os objetivos e procedimentos satisfatoriamente explicados. Entendo que a minha participação não será remunerada e que sou livre para interrompê-la a qualquer momento, sem que haja prejuízos à minha pessoa.

Belém, _____, _____ de 20_____.

Assinatura

13 APÊNDICE D - CURSO TEÓRICO-PRÁTICO DE ULTRASSONOGRAFIA E-FAST

APRESENTAÇÃO

O cenário médico atual apresenta avanço em níveis acelerados e, hoje, as tecnologias em diagnóstico por imagem se tornaram grandes aliadas na condução de pacientes, especialmente no âmbito hospitalar, garantindo redução do tempo de ação e maior assertividade na conduta, melhorando significativamente o prognóstico.

Nesse contexto, a ultrassonografia despontou ao longo dos anos por ser um método de fácil acesso, baixo custo e que independe do transporte e estabilização do paciente, podendo ser realizado durante o atendimento inicial dentro do próprio setor de Urgência, dispensando ainda a presença do médico especialista em Radiologia. Essa prática passou a ser chamada Point-of-Care Ultrasound (POCUS) ou Ultrassonografia à Beira-Leito.

Um dos protocolos abrangidos pelo POCUS é o Extended Focused Assessment with Sonography in Trauma (e-FAST ou FAST Estendido), que desde a década de 80 começou a ser implantado nos serviços de urgência, notadamente para avaliação de pacientes politraumatizados e nos casos de traumas abdominais fechados. Na década de 90, foram incluídos os traumas torácicos fechados, a partir da inclusão de janelas ultrassonográficas para avaliação pulmonar, o que impulsionou a prática do protocolo E-FAST e ampliou a exigência da formação médica.

Um estudo realizado nos Estados Unidos que comparou o conhecimento de médicos e residentes sobre o protocolo FAST antes e após treinamento teórico-prático inter-pares e em modelo de treinamento, evidenciou aumento significativo na capacidade de compreensão e aplicação da técnica do exame entre avaliações. O resultado positivo apresentado, reforça a defesa da incorporação de treinamentos de ultrassonografia nos currículos de graduação médica. (MAJ MONTI, J.D.; LTC PERREAULT, M.D., 2020)

O curso teórico-prático de ultrassonografia E-FAST tem como proposta central aliar a tecnologia do diagnóstico por imagem à beira-leito à graduação médica, ampliando as habilidades e competências do estudante que será apresentado ao mercado de trabalho.

VANTAGENS

- Independe do ambiente hospitalar e sua demanda: garante que os alunos serão apresentados à atividade sem a necessidade de um paciente politraumatizado e/ou com história de trauma toraco-abdominal fechado, oportunizando o aprendizado através da execução.
- Amplia os conhecimentos e habilidades na graduação e pós-graduação médica.
- Insere no mercado de trabalho profissionais aptos a reduzir o tempo de ação durante um atendimento, aumentar a assertividade nos diagnósticos e acelerar definições de conduta.
- Proporciona autonomia ao profissional durante um atendimento, dispensando a necessidade de transferência do paciente entre setores e a obrigatória disponibilidade de um especialista.

OBJETIVOS

- Apresentar a realidade da prática médica atual em ambiente seguro e simulado.
- Ampliar o treinamento prático durante a graduação médica.
- Habilitar ao manejo do aparelho ultrassonográfico.
- Indicar corretamente o exame ultrassonográfico e realiza-lo.
- Interpretar os achados de imagem.

MATERIAL NECESSÁRIO

- Sala de aula com capacidade para até trinta alunos
- Aparelho de ultrassonografia
- Laboratório de simulação realística (preferencialmente de alta fidelidade)
- Aparelho de ultrassonografia regular
- Aparelho de ultrassonografia portátil para demonstração (opcional)
- Simulador de treinamento em ultrassonografia SonoSim Starter Edition®
- Modelo de treinamento toraco-abdominal OU corpo inteiro
- Gel para ultrassom
- Conteúdo teórico impresso

CONTEÚDO TEÓRICO

- Princípios físicos básicos da ultrassonografia
- Artefatos ultrassonográficos
- Parâmetros técnicos do aparelho
- Tipos de transdutores
- Terminologia ultrassonográfica
- Protocolo FAST Estendido

ESTRUTURAÇÃO

- Etapa teórica: Realizada em sala de aula com capacidade para até trinta alunos, com tempo de duração de cerca de duas horas e trinta minutos, onde serão abordados os conteúdos mencionados com oralidade ajustada para a população médica geral (não especialista em diagnóstico por imagem).

- Etapas práticas: divididas em dois momentos:
 - Inter-pares: Aplicada em laboratório de simulação realística de alta fidelidade, onde os alunos serão apresentados ao aparelho de ultrassonografia e ao correto ajuste prático dos seus parâmetros e realizarão o Protocolo E-FAST inter-pares, para melhor domínio da técnica e entendimento da anatomia ultrassonográfica. Duração: Duas horas.
 - Nesse momento, caso haja um aparelho de ultrassonografia portátil, será realizada uma demonstração para que os alunos adquiram familiaridade.
 - Simulador de treinamento em ultrassonografia: Aplicada em laboratório de simulação realística de alta fidelidade, com prática em modelo de treinamento toraco-abdominal ou de corpo inteiro, realizada em simulador de treinamento em ultrassonografia SonoSim Starter Edition®, para apresentação dos achados patológicos de cada janela ultrassonográfica. Será realizada por todos os alunos individualmente para familiaridade com a avaliação dos achados. Duração: Duas horas.

14 APÊNDICE E - MATERIAL TEÓRICO DE APOIO

INTRODUÇÃO

O protocolo FAST surgiu na década de 80, a princípio na Alemanha e no Japão, com o intuito de avaliar traumas abdominais fechados e derrames pericárdicos. Em 1995, foram descritas as janelas pulmonares, incluindo a avaliação de derrame pleural/ pneumotórax, passando a se chamar Protocolo FAST Estendido, ou E-FAST.

Dentre as orientações do atendimento ao paciente politraumatizado do ATLS, a ultrassonografia E-FAST deve ser realizada nos primeiros 30 (trinta) minutos após a chegada do mesmo ao serviço de urgência, de preferência sem deslocamento ao setor de diagnóstico por imagem. Considerando tal fato, a ultrassonografia à beira do leito (POCUS) se torna grande aliada do ATLS e, conseqüentemente, do médico plantonista.

Como o exame deve ser realizado nos momentos iniciais do atendimento e dentro do setor de urgência, é recomendado que seja feito pelo plantonista com aparelho de ultrassonografia portátil, justificando a necessidade de treinamento ainda durante a graduação médica.

O manual a seguir tem como objetivo básico embasar teoricamente o curso de FAST Estendido na Graduação Médica, engrandecendo o conteúdo programático do módulo de Urgência e Emergência e auxiliando na prática médica que brevemente fará parte da sua realidade.

PRINCÍPIOS FÍSICOS BÁSICOS DA ULTRASSONOGRAFIA

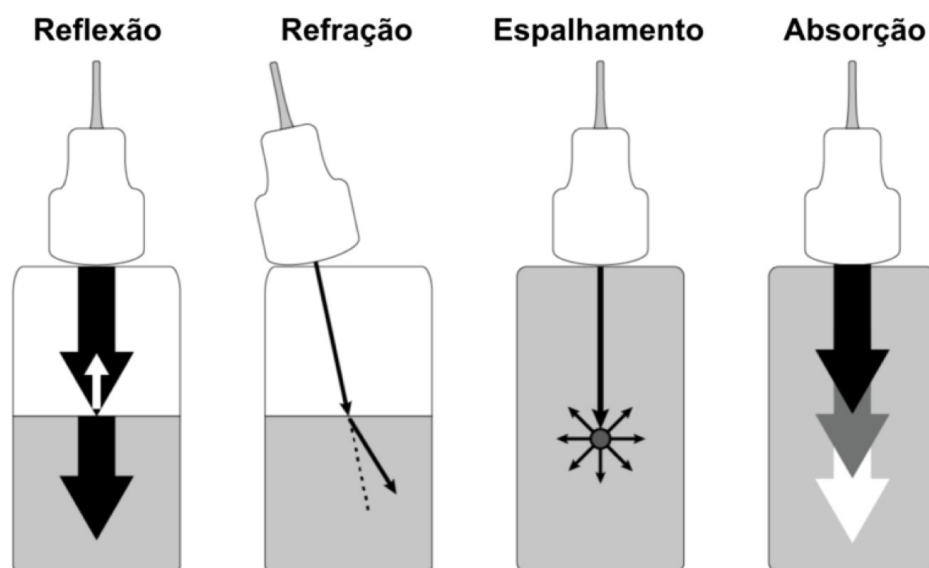
O som é uma onda mecânica de propagação tridimensional. Pode ser produzido por qualquer fonte que gere ondas sinusoidais, em frequências variadas, resultando em vibrações no meio em que se propaga. Os sons são classificados em:

- Infrassom: frequência abaixo de 20 Hz; inaudível.
- Som audível: frequência entre 20 Hz e 20000 Hz.
- Ultrassom: frequência acima de 20000 Hz; inaudível.

Na aplicação médica, o ultrassom (US) é produzido por transdutores, feitos de cristais piezoelétricos (ex: quartzo e turmalina). Eles convertem energia elétrica em mecânica e vice-versa. Uma corrente elétrica alternada produz oscilações nas dimensões desses cristais devido ao realinhamento das moléculas polarizadas, produzindo ultrassom. Cada transdutor possui uma frequência própria, de acordo com a espessura dos cristais. Cristais mais "finos" produzem frequências maiores e cristais mais "grossos" produzem frequências menores. As mais utilizadas na prática médica variam entre 1 e 10 MHz.

A medida que as ondas de US se propagam pelos tecidos do corpo, elas são parcialmente refletidas de volta ao transdutor para formar a imagem. Em geral, apenas 1% da energia incidente é refletida. O restante continua o caminho pelos tecidos, tendo outros comportamentos, tais como: absorção, refração e espalhamento. O aparelho 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 geralmente são calibrados para uma velocidade fixa de 1540 m/s. Deste modo, quanto mais distante uma estrutura está da superfície do transdutor, mais inferior ela aparecerá na tela. Ao contrário, quanto mais próxima uma estrutura está do transdutor, menor a distância percorrida, logo mais superior ela aparecerá na tela.



Comportamentos do feixe de ultrassom ao propagar pelos tecidos. (Fonte: icurevisited.com/pt-br/lus/)

A reflexão e a refração seguem as leis da óptica, portanto dependem do ângulo da incidência e da diferença acústica. A impedância acústica do ar é muito alta, o que faria cerca de 99% do ultrassom ser refletido. Por esse motivo, utiliza-se o gel condutor a base d'água.

As ondas de ultrassom têm determinadas características que são determinantes para a compreensão do funcionamento do aparelho de ultrassonografia:

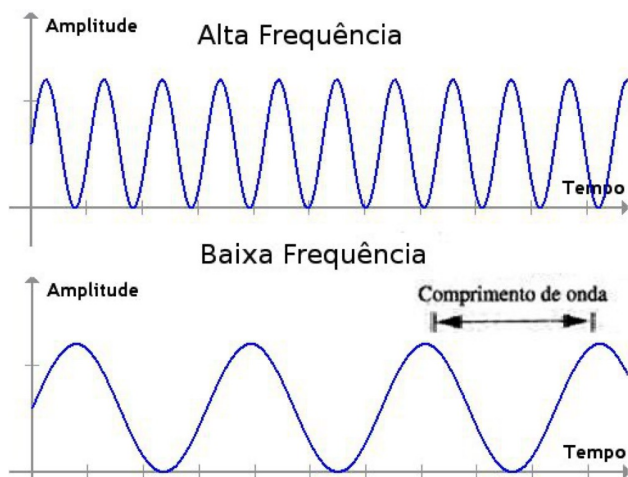
1. Ciclo: composto de compressão/rarefação.
2. Frequência (f): Ciclos por segundo (Hz).
3. Amplitude: Magnitude (tamanho) da onda, calculada em decibéis (dB).
4. Comprimento (λ): distância entre ondas adjacentes, medida pico a pico (mm).

5. Velocidade de propagação

Essas características são importantes para o entendimento da formação de imagem. A frequência (f) é inversamente proporcional ao comprimento de onda (λ), ou seja:

- Quanto maior a frequência (f), menor o comprimento de onda (λ), conseqüentemente maior a capacidade de definição das imagens (o que facilita a distinção de pequenas estruturas). Porém, há maior perda de energia ao atravessar os tecidos, reduzindo a capacidade de resolução das estruturas mais profundas.
- Quanto menor a frequência (f), maior o comprimento de onda (λ), conseqüentemente menor a resolução das imagens. Porém, também há menor perda energia ao atravessar os tecidos, mantendo a capacidade de resolução das estruturas mais profundas.

A velocidade de propagação é diretamente relacionada ao meio em que ela se encontra. O ultrassom se propaga, em geral, através de líquidos, tecidos e sólidos, e sua interação com cada meio depende da impedância acústica, que representa a resistência do meio à passagem do som. Quando um feixe sonoro atravessa uma interface entre dois meios de mesma impedância, não há reflexão, a onda é transmitida por inteiro. Quando há diferença de impedância acústica entre os tecidos, se define a quantidade de reflexão dos feixes, que determinarão a formação da imagem.



(Fonte: www.ic.uff.br//aconci/Ultrasson/pdf)

Maior resolução de imagem, porém perdem energia para definição de estruturas profundas.

Menor resolução de imagem, porém perdem menos energia para definição de estruturas profundas.

ARTEFATOS ULTRASSONOGRÁFICOS

- **Reverberação:** acontece pela reflexão secundária no transdutor, quando parte do sinal refletido sofre nova reflexão e retorna à estrutura alvo com sinal menor, repetidamente (p.ex.: pericárdio posterior, parede da aorta)
- **Sombreamento:** acontece quando o feixe de ultrassom encontra uma estrutura altamente reflexiva, refletindo quase toda a energia, produzindo sombra atrás da mesma (p.ex.: ossos, cálculos, estruturas metálicas)
- **Reforço:** acontece quando o feixe de ultrassom atravessa uma estrutura sem ou com mínima capacidade de reflexão e encontra uma estrutura mais densa posterior, conferindo maior ecogenicidade à mesma. (p.ex.: bexiga, vesícula biliar, cistos)

PARÂMETROS TÉCNICOS DO APARELHO DE ULTRASSONOGRAFIA

Existem vários parâmetros que podem ser manuseados/ajustados para tentar minimizar as barreiras impostas pela impedância acústica, profundidade e outros fatores limitantes. Os aparelhos “de bolso” usados na atualidade costumam fazer muitas dessas correções automaticamente, porém aparelhos portáteis hospitalares ainda necessitam de um operador. É necessário, portanto, ter noção de quais parâmetros são e como fazer para corrigi-los.

- **Profundidade:** função que permite superficializar ou aprofundar a formação da imagem, adaptando o campo de visão e a frequência do transdutor utilizado.
- **Ganho:** função que aumenta ou reduz a ecogenicidade global do campo de visão.
- **Tabela de ganho escalonado:** função que aumenta ou reduz a ecogenicidade do campo de visão em faixas, controladas individualmente.
- **Foco:** função que permite concentrar a maior energia dos feixes de ultrassom em um ou mais níveis da imagem, tentando reduzir a atenuação dos feixes nos níveis superiores.

TIPOS DE TRANSDUTORES

- **Transdutor linear:** possui alta frequência, conseqüentemente tem uma área de melhor avaliação mais superficial.

- **Transdutor setorial:** possui baixa frequência, conseqüentemente tem uma área de melhor avaliação mais profunda.
- **Transdutor convexo:** possui baixa frequência, conseqüentemente tem uma área de melhor avaliação mais profunda.



Linear

- “Probe Vascular”
- Alta frequência (5-10MHz)
- Baixa penetração
- Ótima qualidade de imagem
- *Footprint* grande
- Ruim para ver movimento
- Usos: vascular, **pleura**, nervo óptico, guiar acesso venoso



Convexo

- “Probe abdominal”
- Baixa frequência (2.5-5MHz)
- Alta penetração
- Perde qualidade de imagem
- *Footprint* grande
- Ruim para ver movimento
- Usos: abdomen, FAST, E-FAST, **pulmonar, pleura**, ginecologia



Setorial

- “Probe cardíaco” ou “Phased array”
- Frequência baixa (2-8MHz)
- Alta penetração
- Perde qualidade de imagem
- *Footprint* pequena
- Ótimo para ver movimento
- Usos: cardíaco, **pulmonar, pleura**, FAST, E-FAST, DTC

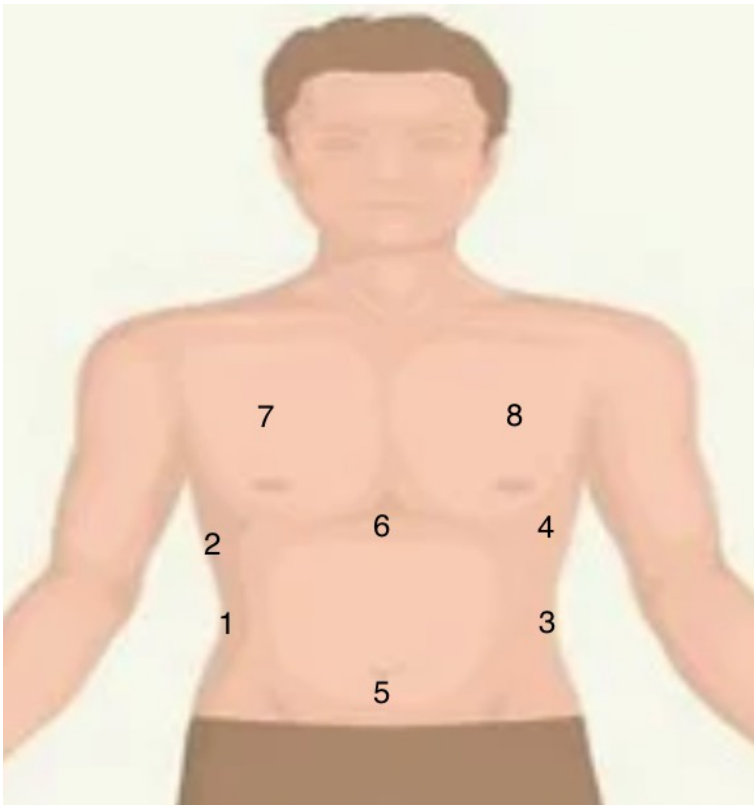
TERMINOLOGIA ULTRASSONOGRÁFICA

- **Hiperecogênico ou hiperecótico:** estruturas que refletem intensamente o som, produzindo ecos na imagem de cor branca, por exemplo, osso, gás, cálculos e a interface entre órgãos.
- **Hipoecogênico ou hipoecótico:** estruturas de reflexão intermediária, que produzem ecos esparsos, de baixa intensidade; a grande maioria dos tecidos se enquadram nessa categoria (fígado, baço, linfonodos, útero/ovários, próstata...). Pode-se utilizar esse termo ainda quando há comparação de estruturas, para se referir a de menor ecogenicidade.

- **Anecogênico ou anecóico:** estruturas com ausência total de ecos ou que transmitem completamente o som. Usualmente são de conteúdo líquido límpido e aparecem na imagem como estruturas pretas, também chamadas de janelas acústicas. Por exemplo, a vesícula biliar, a bexiga, cistos de conteúdo simples...

PROTOCOLO FAST ESTENDIDO

O protocolo atual inclui a avaliação de janelas ultrassonográficas torácicas e abdominais. O intuito do exame é identificar a presença de sangue ou ar na cavidade. Não existe um roteiro sequencial obrigatório para o protocolo, orienta-se iniciar pelo ponto crítico (onde há maior suspeita/risco de alteração). As janelas ultrassonográficas estão sinalizadas no modelo abaixo.



1. Recesso hepatorenal

2. Seio costofrênico direito
3. Recesso esplenorrenal subfrênico
4. Linha axilar esquerda antero-lateral na transição baço-diafragma-rim esquerdo
5. Espaço vesico-prostático/fundo de saco posterior
6. Janela pericárdica (subxifóide)
7. Linha hemiclavicular anterior entre o terceiro e o quinto espaços intercostais à direita
8. Linha hemiclavicular anterior entre o terceiro e o quinto espaços intercostais à esquerda

• QUADRANTE SUPERIOR DIREITO

O transdutor é colocado inicialmente entre a linha axilar média e a anterior, na altura do processo xifóide, voltado para a axila do paciente para avaliação do seio costofrênico/diafragma. Posteriormente, deve ser voltado para baixo, na direção das costas do paciente, para visualizar o recesso hepatorrenal (frequentemente está localizado entre a sétima e a nona costelas, podendo ser necessário girar o transdutor para ficar paralelo às costelas).

O FAST é positivo se for visualizado fluido não anecoico no quadrante superior. A presença de fluido na cavidade abdominal, subdiafragmática, aumenta a preocupação com a possibilidade de hemotórax.

Fonte: Guia Rápido Exame FAST - Philips, 2017

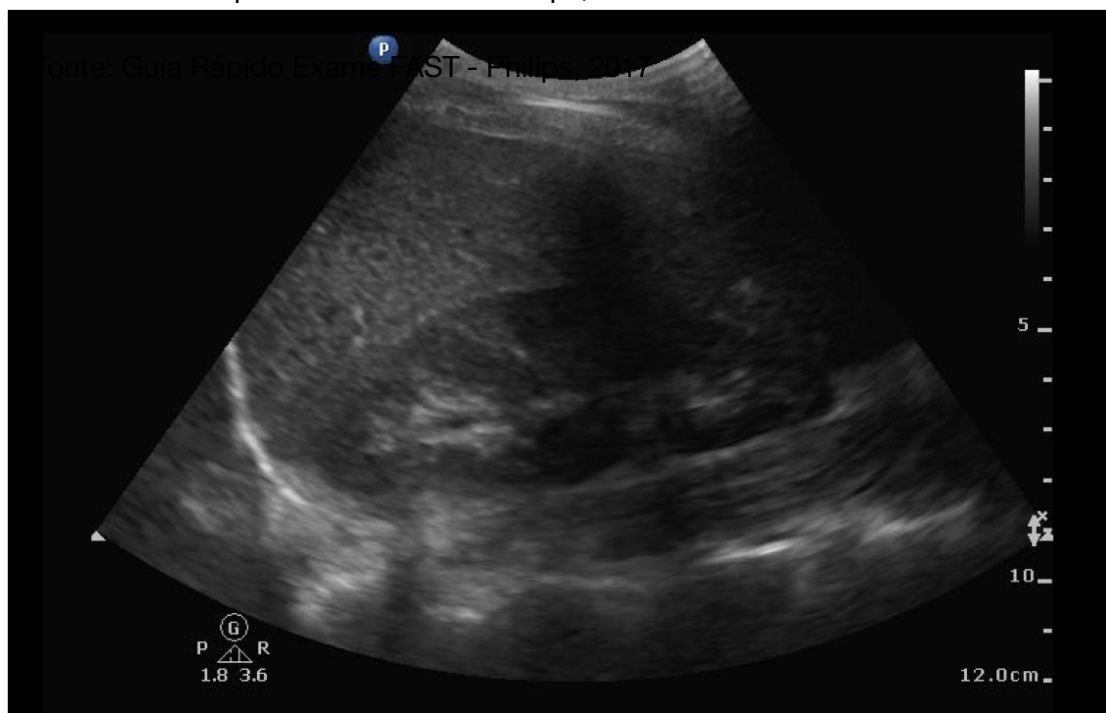


Posição inicial para avaliação do quadrante superior direito

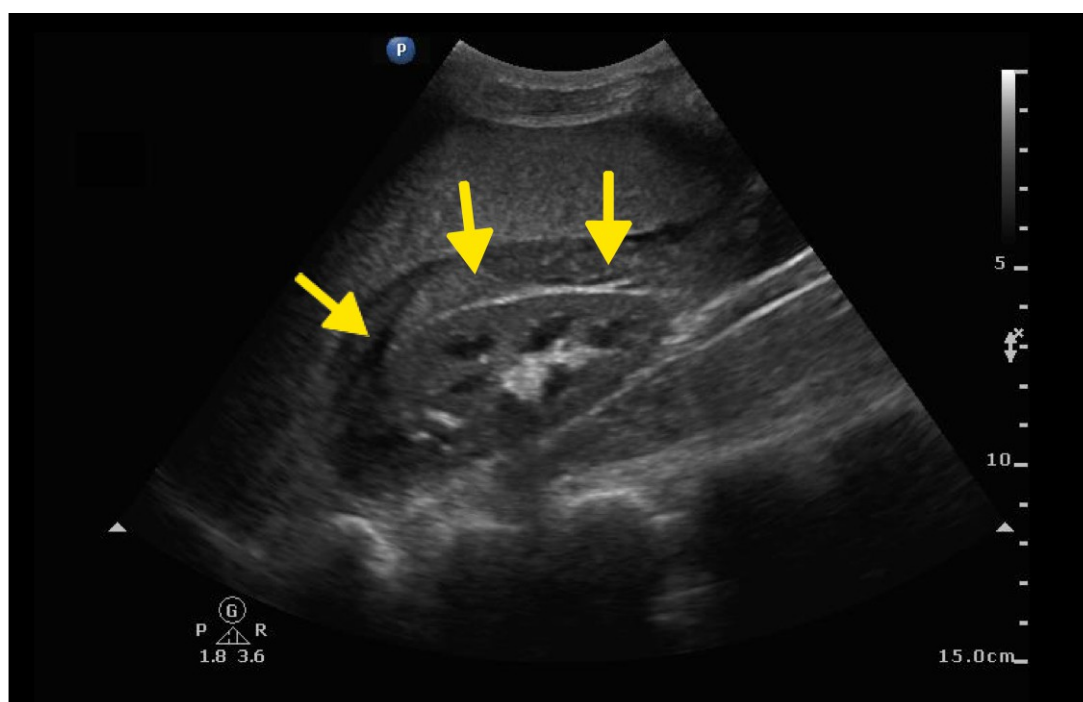


Angulação no sentido do dorso para avaliação do quadrante superior direito

Fonte: Guia Rápido Exame FAST - Philips, 2017



Recesso hepatorenal (Espaço de Morrison) normal.



Presença de fluido hipoeico no recesso hepatorenal (Espaço de Morrison)

- **QUADRANTE SUPERIOR ESQUERDO**

A visualização do quadrante superior esquerdo é, muitas vezes, mais desafiadora tecnicamente, pois o baço oferece uma janela acústica muito menor em comparação com o fígado. O transdutor é colocado na linha axilar posterior esquerda, no nível do processo xifoide ou subcostal, com o marcador do transdutor orientado para a axila do paciente. Pode ser necessário girar em sentido horário para obter um ângulo paralelo às costelas. Inclina-se então levemente o transdutor para se obter visualização da área peri esplênica, ponta inferior do baço e recesso esplenorrenal.

É válido ressaltar que, devido aos ligamentos esplenorrenais, haverá acúmulo de fluido preferencialmente no espaço periesplênico, antes de se espalhar para o recesso esplenorrenal.



Posicionamento inicial do transdutor



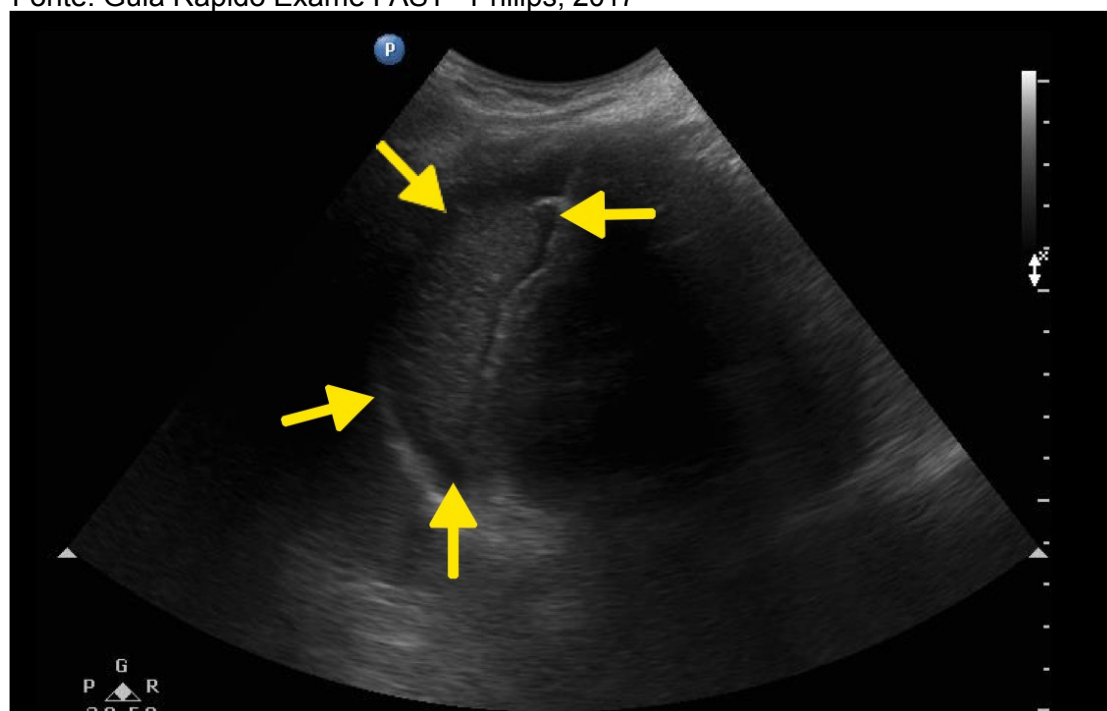
Angulação com rotação posterior para avaliação do quadrante superior esquerdo

Fonte: Guia Rápido Exame FAST - Philips, 2017



Quadrante superior esquerdo normal

Fonte: Guia Rápido Exame FAST - Philips, 2017



Presença de fluido anecoico periesplênico

- **PELVE**

O transdutor deve ser colocado na sínfise púbica angulado em sentido caudal com o marcador orientado para a cabeça do paciente, para obter uma visualização longitudinal e, posteriormente, orientado para direita do paciente para visualização transversal.

Nos homens, é avaliado o espaço retrovesical, com o marcador do transdutor orientado cranialmente, de forma a visualizar a próstata e vesículas seminais, profundamente até a bexiga. Em mulheres, o espaço retouterino (fundo de saco de Douglas) é avaliado, profundamente até o útero.

Idealmente, essa visualização é realizada antes da cateterização e descompressão da bexiga.

Fonte: Guia Rápido Exame FAST - Philips, 2017

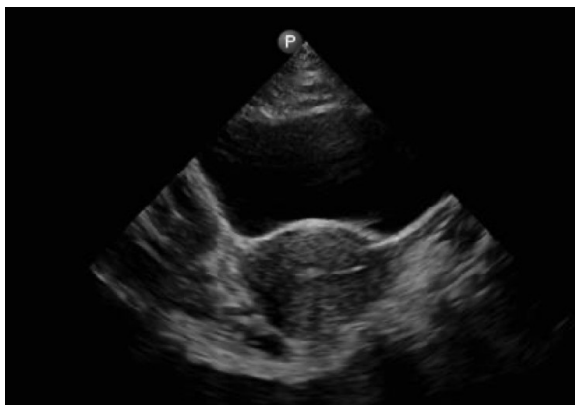


Visualização transversa da pelve masculina normal



Visualização longitudinal da pelve masculina normal

Fonte: Guia Rápido Exame FAST - Philips, 2017



Visualização transversa da pelve feminina normal



Visualização longitudinal da pelve feminina normal

- **SUBXIFÓIDE**

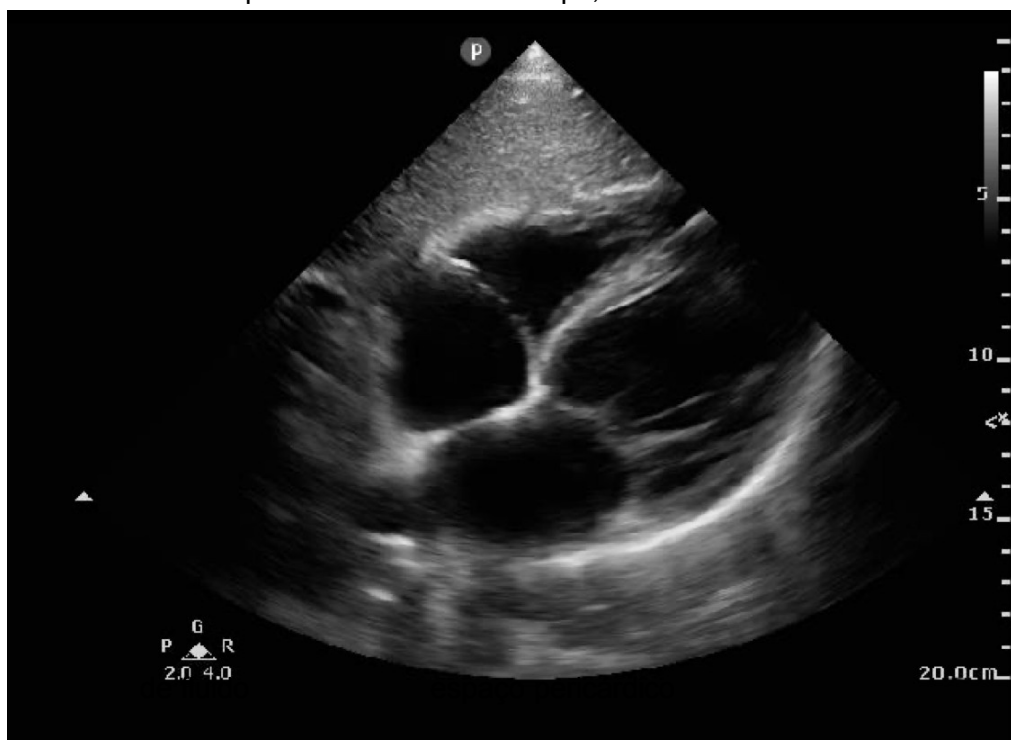
A visualização subcostal avalia de maneira ideal as regiões dependentes do espaço pericárdico. O transdutor deve ser posicionado imediatamente inferior ao processo xifóide, com marcador apontando para direita do paciente, necessitando de alguma pressão no abdome para manter o mais paralelo à pele possível.

Posicionamento inicial do transdutor



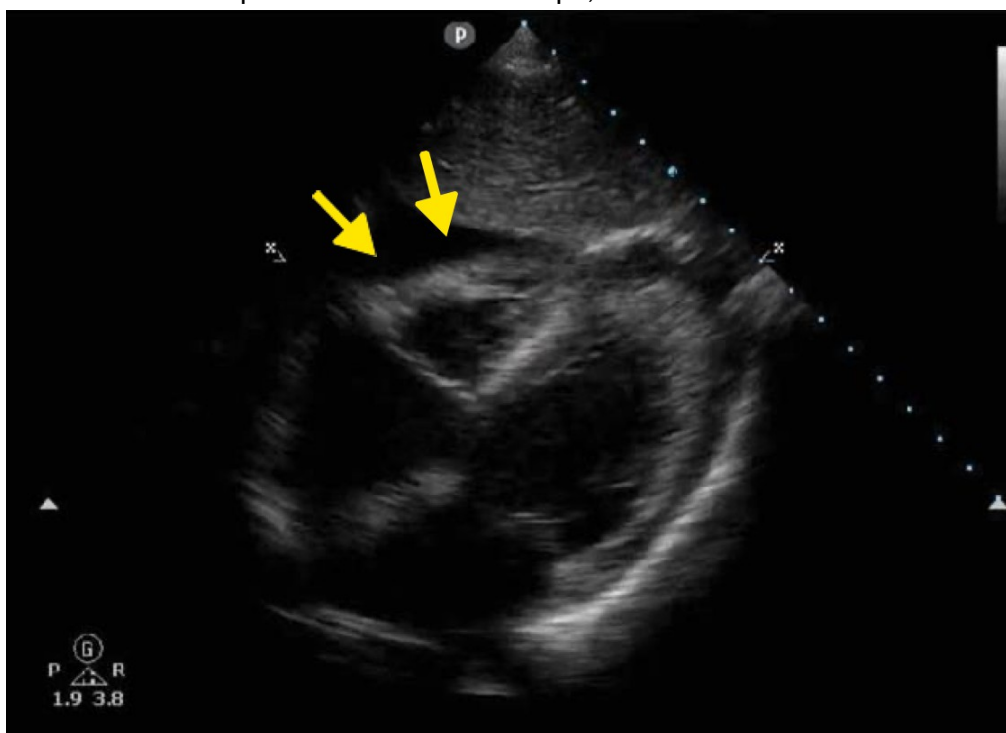
Fonte: Guia Rápido Exame FAST - Philips, 2017

Fonte: Guia Rápido Exame FAST - Philips, 2017



Visualização subxifóidea normal

Fonte: Guia Rápido Exame FAST - Philips, 2017



Presença de fluido anecoico no espaço pericárdico

- **ESPAÇOS INTERCOSTAIS**

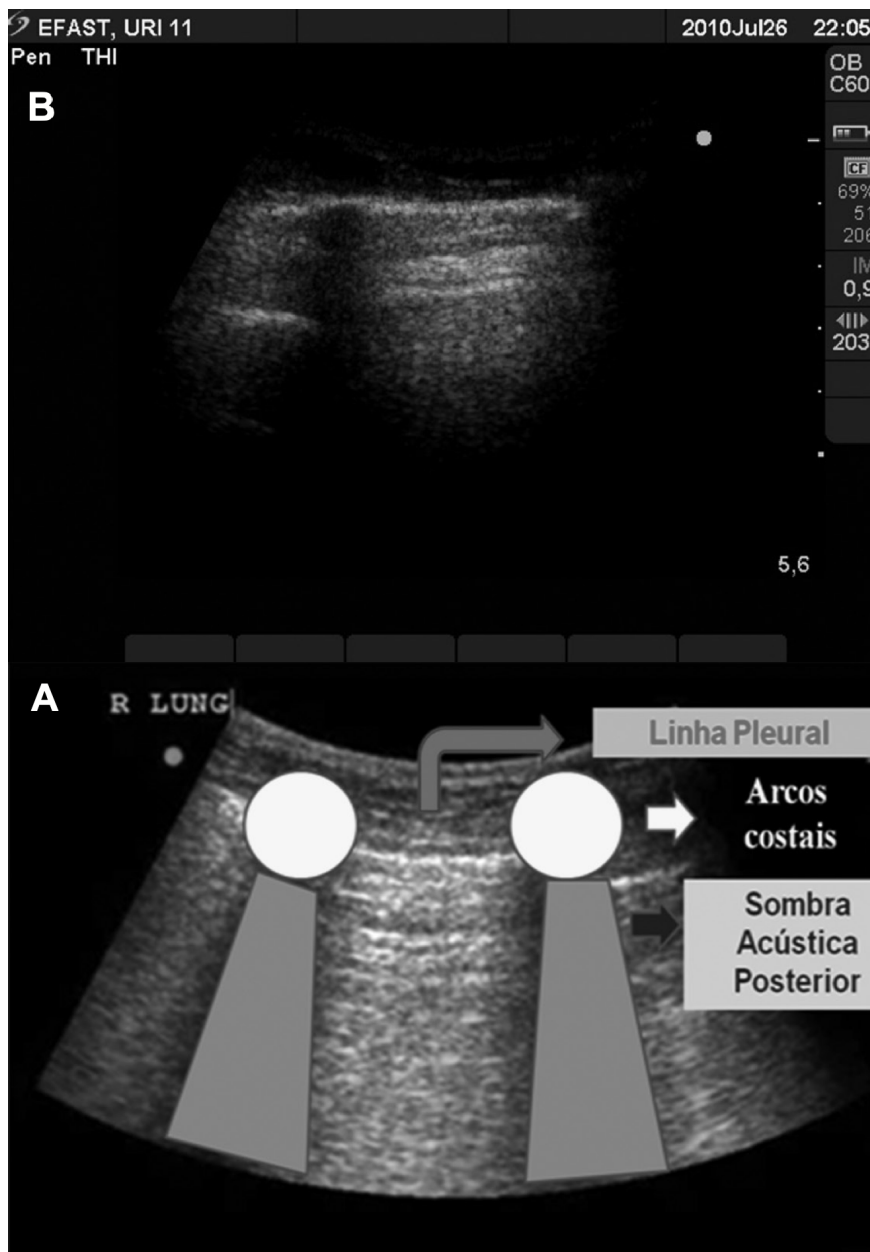
O transdutor, preferencialmente linear, deve ser colocado entre o terceiro e o quinto espaços intercostais (por serem anatomicamente mais elevados ao decúbito e, conseqüentemente, “acumular” mais ar pela gravidade), inicialmente perpendicular e depois paralelo às costelas, com marcador para direita do paciente. Essa janela permite a maior visualização dos folhetos pleurais e dos campos pulmonares, reduzindo o artefato imposto pelos arcos costais.

O exame normal deve apresentar um movimento de deslizamento entre os folhetos pleurais durante o movimento respiratório, representados por linhas hiperecogênicas abaixo dos arcos costais. Inferior à elas, temos um padrão mais granular que caracteriza os campos pulmonares.

Quando na vigência de pneumotórax, o deslizamento pleural (sliding sign) desaparece, em decorrência da presença de ar na cavidade, que prejudica a avaliação das estruturas posteriores.

Posicionamento inicial do transdutor





Revista Brasileira de Terapia Intensiva. 2010; 22(3):291-299

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, J.S. et al. **Atendimento ao paciente politraumatizado: Diretrizes Clínicas**. Secretaria de Estado de Saúde do Espírito Santo. 2018

FLATO, U.A.P.; GUIMARÃES, H.P.; LOPES, R.D.; VALIATTI, J.L.; FLATO, E.M.S.; LORENZO, R.G. **Utilização do FAST-Estendido (EFAST-Extended Focused Assessment with Sonography for Trauma) em terapia intensiva**. Revista Brasileira de Terapia Intensiva. 2010; 22(3):291-299

INSTITUTO AMERICANO DE ULTRASSOM EM MEDICINA, COLÉGIO AMERICANO MÉDICOS DE EMERGÊNCIA. Parâmetro de prática AIUM para o desempenho do Avaliação Focada Com Sonografia para trauma (FAST) Exame.

SHEHADED, I.; BOGDAN, C.R.C.; FERNANDES, M.S.P.; SHEHADED, F.V.B.; FRACASSO, L.A.V.; OSAKU, L. **EFAST na sala de emergência no diagnóstico de pneumotórax: relato de caso**. Iniciação Científica CESUMAR - jan./jun. 2016, v. 18, n. 1, p. 81-87.

STONE, M.B.; HENWOOD, P. **Guia Rápido Exame FAST**. <https://www.philips.com.br/healthcare/resources/landing/ultrassom> . PHILIPS, março/2017.