



**CENTRO UNIVERSITÁRIO CHRISTUS-UNICHRISTUS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DE MESTRADO PROFISSIONAL EM**  
**TECNOLOGIA MINIMAMENTE INVASIVA E SIMULAÇÃO NA ÁREA DA**  
**SAÚDE/TEMIS**

**ERIK MACEDO CAETANO**

**DESENVOLVIMENTO DO “BLUE SIM (*BEDSIDE LUNG ULTRASOUND IN***  
***EMERGENCY* SIMULADOR)”: UM APLICATIVO PARA ENSINO DE**  
**ULTRASSONOGRAFIA PULMONAR EM EMERGÊNCIA**

**FORTALEZA - CE**  
**ABRIL - 2022**

**CENTRO UNIVERSITÁRIO CHRISTUS-UNICHRISTUS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DE MESTRADO PROFISSIONAL EM**  
**TECNOLOGIA MINIMAMENTE INVASIVA E SIMULAÇÃO NA ÁREA DA**  
**SAÚDE/TEMIS**

ERIK MACEDO CAETANO

**DESENVOLVIMENTO DO “BLUE SIM (*BEDSIDE LUNG ULTRASOUND IN***  
***EMERGENCY SIMULADOR*)”: UM APLICATIVO PARA ENSINO DE**  
**ULTRASSONOGRAFIA PULMONAR EM EMERGÊNCIA**

Dissertação do programa Do Curso de Mestrado em Cirurgia Minimamente Invasiva, do Centro Universitário Christus, como requisito para obtenção do Grau de Mestre em Tecnologia Minimamente Invasiva e Simulação em Saúde.

**Área de concentração:** Simulação em ensino e inovação na área de saúde

**Linha de pesquisa:** Equipamentos e dispositivos terapêuticos, novos ou não registrados no País

**Orientadora:** Profa. Dra. Juliana Paiva Marques Lima Rolim

**Co-orientador:** Prof. Dr. Edgar Marçal de Barros Filho

**FORTALEZA – CE**  
**ABRIL - 2022**

C127d Caetano, Erik Macedo.

Desenvolvimento do “BLUE SIM (Bedside Lung Ultrasound in Emergency Simulador)”: um aplicativo para ensino de ultrassonografia pulmonar em emergência.

/ Erik Macedo Caetano.

- 2022.

61 f.: il. color.

Dissertação (Mestrado) - Centro Universitário Christus - Unichristus, Mestrado em Tecnologia Minimamente Invasiva e Simulação na Área de Saúde, Fortaleza, 2022.

Orientação: Profa. Dra. Juliana Paiva Marques Lima Rolim. Coorientação: Prof. Dr. Edgar Marçal de Barros Filho.

Área de concentração: Simulação no Ensino da Área Cirúrgica.

1. Smartphones. 2. Ensino. 3. Ultrassonografia. I. Título.

CDD 610.28

**CENTRO UNIVERSITÁRIO CHRISTUS-UNICHRISTUS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DE MESTRADO PROFISSIONAL EM**  
**TECNOLOGIA MINIMAMENTE INVASIVA E SIMULAÇÃO NA ÁREA DA**  
**SAÚDE/TEMIS**

ERIK MACEDO CAETANO

DESENVOLVIMENTO DO “BLUE SIM (*BEDSIDE LUNG ULTRASOUND IN EMERGENCY SIMULADOR*)”: UM APLICATIVO PARA ENSINO DE ULTRASSONOGRAFIA PULMONAR EM EMERGÊNCIA

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Tecnologia Minimamente Invasiva, do Centro Universitário Christus, como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre.

BANCA EXAMINADORA

---

Profa. Dra. Juliana Paiva Marques Lima Rolim (Orientadora)  
Centro Universitário Christus

---

Prof. Dr. Paulo Goberlânio de Barros Silva  
Centro Universitário Christus

---

Profa. Dra. Julyana Gomes Freitas  
Universidade de Fortaleza.

## **AGRADECIMENTOS**

Meus agradecimentos a minha orientadora, **Dra. Juliana Paiva Marques Lima Rolim**, por ter me guiado neste projeto, provendo conhecimento e motivação nos momentos cruciais.

Minha gratidão à equipe do Professor **Edgar Marçal de Barros Filho** pela disponibilidade e profissionalismo extraordinários.

Dedico a minha esposa **Carla**, meus filhos **Gustavo** e **Rodrigo**. Sem o apoio incondicional deles esta jornada não seria possível.

*“O mistério da existência humana não reside apenas em permanecer vivo, mas em encontrar algo porque valha a pena viver.”*

*Fiódor Dostoiévski*

## RESUMO

A utilização de protocolos de ultrassonografia revolucionou o atendimento na medicina de emergência e podem auxiliar no diagnóstico de insuficiência respiratória no pronto-atendimento, assim, torna-se importante o treinamento médico para a utilização destes protocolos. Já foi demonstrado também que os aplicativos de smartphone médico têm resultados positivos na prática diária além de ser uma ferramenta educacional potencialmente valiosa. Desta forma, o objetivo foi desenvolver um aplicativo de ensino em ultrassonografia pulmonar de emergência. “BLUE SIM” é um aplicativo de celular que simula atendimentos de casos clínicos utilizando o protocolo “Bedside Lung Ultrasound in Emergency”, ajudando na capacitação de alunos e profissionais da área da saúde no uso da ultrassonografia pulmonar no atendimento da insuficiência respiratória aguda. Após desenvolvido avaliou-se aplicativo com usuários, utilizando-se como referências a escala de usabilidade *System Utility Score* (SUS) e o modelo de aceitação *Technology Acceptance Model* (TAM). Para isso, 36 profissionais emergencistas da cidade de Fortaleza, sendo 18 fisioterapeutas, usaram o aplicativo. Os dados obtidos foram tabulados e analisados pelo teste exato de Fisher ou Mann-Whitney. Pela aplicação do questionário SUS, o aplicativo obteve escore de 76,8%. Exclusivamente entre os fisioterapeutas obteve-se o escore de 75% não havendo diferença estatística entre o grupo geral de todos os profissionais emergencistas e o grupo somente de fisioterapeutas ( $p=0,239$ ). Segundo a análise de percepção de utilidade, 93,9% dos profissionais emergencistas responderam positivamente, enquanto entre os fisioterapeutas obteve-se escore de 88,9%, diferença estatística de  $p$  valor igual a 0,04. Concluiu-se que o aplicativo desenvolvido foi classificado de utilidade na aprendizagem ao diagnóstico de insuficiência respiratória entre os profissionais, contudo os mesmos consideraram que é necessário um treinamento para o uso do mesmo.

**Palavras-chave:** Smartphones, Ensino, Ultrassonografia.

## ABSTRACT

The use of ultrasound protocols revolutionized emergency medicine care and can help in the diagnosis of respiratory failure in emergency care, thus, medical training in the use of these protocols becomes important. Medical smartphone apps have been shown to have positive results in daily practice as well as being a potentially valuable educational tool. The objective was to develop a teaching application in emergency lung ultrasound. "BLUE SIM" is a mobile application that simulates clinical case care using the "Bedside Lung Ultrasound in Emergency" protocol, helping to train students and the health area in the use of pulmonary ultrasound in the care of acute respiratory failure. After developing an application with users, using as references the usability scale System Utility Score (SUS) and the acceptance model Technology Acceptance Model (TAM). For this, 36 professionals emerged, 18 of which are physical therapists, from Fortaleza using the application of data obtained by tabulated and analyzed by the exact tests of the Fisher or Mann-Whitney city. By the application of SUS, the application obtained and is 76.8%. Exclusively among physical therapists, a score of 75% was obtained, with no statistical difference between the general group of all emergency professionals and the group of only physical therapists ( $p=0.239$ ). According to the analysis of perception of utility, 93.9% of emergency professionals responded positively, while among physical therapists, a score of 88.9% was obtained, a statistical difference of 0.04. It is concluded that the application was designed so that the same use of usefulness in learning when executed among professionals, they are considered as training for the same use of usefulness and learning for professionals.

**Keywords:** Smartphones, Teaching, Ultrasound

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	10
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	13
<b>2.1 Objetivo Geral</b> .....	13
<b>2.2 Objetivos específicos</b> .....	13
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	13
<b>3.1 Aspectos Éticos da Pesquisa</b> .....	13
<b>3.2 Desenvolvimento do Aplicativo</b> .....	13
<b>3.3 Amostra</b> .....	15
<b>3.4 Teste de Usabilidade</b> .....	15
<b>3.5 Análise estatística</b> .....	17
<b>4 RESULTADOS</b> .....	17
<b>4.1 Modelo Inicial do aplicativo</b> .....	17
<b>4.2 Testes</b> .....	31
<b>4.3 Criação de um manual de informações relevantes</b> .....	37
<b>5 DISCUSSÃO</b> .....	37
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	41
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	42
<b>APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO</b> ...	46
<b>APÊNDICE B - QUESTIONÁRIOS</b> .....	48
<b>APÊNDICE C - MANUAL</b> .....	51
<b>ANEXO A – APROVAÇÃO COMITÊ DE ÉTICA</b> .....	59

## 1 INTRODUÇÃO

A insuficiência respiratória aguda é a perda da capacidade do sistema respiratório em manter a ventilação e/ou a oxigenação, de instalação aguda. Trata-se de um dos maiores desafios do médico emergencista e do intensivista. Os principais mecanismos que levam à insuficiência respiratória aguda podem ser resumidos nas seguintes tipos: diminuição da complacência pulmonar; aumento da necessidade respiratória; dificuldade de gerar gradiente de pressão entre o ambiente e o espaço pleural; diminuição da força muscular (VELASCO *et al.*, 2016).

O diagnóstico da insuficiência respiratória no pronto-atendimento é suspeitado com sinais de desconforto respiratório, sendo então confirmado pela equipe médica através da gasometria arterial e aferição da oximetria de pulso. A etiologia fica evidente em alguns casos após a anamnese e o exame físico. Em outros casos, mesmo após a história e exame físico adequado, gasometria arterial e radiografia de tórax, o diagnóstico não é claro. A ultrassonografia pulmonar na beira do leito possui um importante papel de forma complementar ao exame clínico padrão nestes casos (VELASCO *et al.*, 2016).

A utilização de protocolos de ultrassonografia “Point-Of-Care” (POCUS), revolucionaram o atendimento na medicina de emergência, uma vez que são protocolos rápidos, possíveis de realizar beira-leito onde aparelhos portáteis de ultrassonografia podem gerar imagens em alta definição, revelando a estrutura e funcionamento de órgãos. Estudos recentes descobriram que manejo clínico envolvendo o uso precoce de POCUS orienta com precisão o diagnóstico, reduz significativamente a incerteza diagnóstica dos médicos e também muda o gerenciamento e utilização de recursos (BHAGRA *et al.*, 2016). Nesse sentido, protocolo “BLUE” criado por Lichtenstein *et al.*, (2008), se mostrou efetivo e relevante no diagnóstico rápido da insuficiência respiratória aguda.

A ultrassonografia no protocolo “BLUE” é performada com transdutor microconvexo, através de janelas longitudinais. A análise das imagens é feita com o estudo da linha pleural e dos artefatos (linhas A e linhas B), chegando desta forma a diferentes diagnósticos (LICHTENSTEIN e MIZIÈRE, 2008).

Estudo publicado no jornal “Critical Care Medicine” demonstrou que a radiografia tem uma baixa sensibilidade (49%) e uma razoável especificidade (92%) quando comparada à tomografia na detecção de patologias pulmonares em pacientes críticos. O mesmo estudo demonstrou que a ultrassonografia pulmonar é claramente superior em comparação com à radiografia torácica em termos de sensibilidade (95%) e com similar especificidade (94%), assim sendo indicada com ferramenta diagnóstica de primeira linha em pacientes críticos (WINKLER *et al.*, 2018).

A ultrassonografia pulmonar é uma modalidade de exame de imagem rápida, replicável e mais fácil de aprender em comparação com outras técnicas de ultrassonografia. Além disso, a ultrassonografia pulmonar diminui a exposição do paciente a radiações ionizantes e contribui para a segurança dos profissionais de saúde, pois é um exame que pode ser realizado na beira do leito, evitando o transporte intrahospitalar e possíveis riscos de contaminação especialmente nos casos de pacientes com pneumonia por COVID 19. Aparelhos portáteis, alguns que cabem no bolso do uniforme, são utilizados na prática diária como uma extensão do exame clínico na beira do leito. Os achados ultrassonográficos encontrados no paciente que chega no departamento de emergência com suspeita de COVID 19 permitem que seja realizado o isolamento até mesmo antes do resultado do RT-PCR (swab). Neste cenário, a ultrassonografia tem uma sensibilidade superior que a radiografia de tórax. Nos pacientes internados em unidades de terapia intensiva é possível usar a ultrassonografia pulmonar para monitorar a progressão da doença e acompanhar os efeitos de mudanças na ventilação mecânica e das manobras de recrutamento alveolar (GARGANI *et al.*, 2020).

O uso da ultrassonografia pulmonar ganhou uma nova importância com o advento da pandemia da COVID 19. A ultrassonografia pulmonar provou

ser uma ferramenta de diagnóstico de primeira linha inestimável quando se trata de pacientes com COVID-19. Este método apresenta uma sensibilidade de 90,2% e especificidade e uma sensibilidade de 88,8% na pneumonia por COVID 19 (KARP *et al.*,2020).

Devido a pandemia da COVID 19 e à necessidade do afastamento social, aulas presenciais foram canceladas. Educadores tiveram que ser criativos e desenvolveram um caminho alternativo para transmissão de conhecimentos e ensino de novas habilidades psicomotoras. Plataformas educacionais estão em constante evolução para atender essa demanda, sendo frequente o uso de simulação, realidade virtual e treinamento via internet em módulos.

Tradicionalmente, os programas de treinamento em POCUS incluem diversos elementos, tais como: sessões teóricas, práticas “hands-on” e exames supervisionados (ANDERSEM *et al.*, 2019).

Já as tecnologias móveis (celulares e tablets) estão revolucionando o aprendizado. Atualmente existem diversas aplicações relevantes destes dispositivos no ensino médico (PEREIRA *et al.*, 2019). O uso de novas técnicas de ensino em aplicativos, tais como a “gamificação” e à simulação, estão sendo incorporadas de forma crescente.

As grandes transformações que vem acontecendo no ensino médico exigem que sejam englobados todos os aspectos da prática médica, sendo eles: conhecimento; habilidades e atitudes esperadas (padrões de atendimento). Neste contexto, a simulação tem ganhado destaque, sendo uma técnica que pode facilitar qualquer aprendizado, seja no domínio cognitivo, psico-motor e afetivo.

O uso da técnica de simulação no aprendizado possibilita um aumento da segurança do profissional, uma vez que há maior uniformidade no

treinamento em um ambiente de ensino controlado, prepara com maior qualidade, os alunos para situações cotidianas, raras e até mesmo eventos inesperados. A experiência e treinamento do operador na execução do procedimento é determinante no resultado técnico, aumentando a qualidade dos cuidados aos pacientes.

Atualmente, na simulação da ultrassonografia pulmonar tem sido utilizado “*Phantoms*” (manequins) ou simuladores virtuais com elevado custo de aquisição. O “BLUE SIM” poderá possibilitar uma diminuição nos custos e uma simplificação na formatação de treinamentos e cursos.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Desenvolver o aplicativo de simulação: “BLUE SIM”.

### **2.2 Objetivos específicos**

Avaliar a usabilidade e utilidade do aplicativo “BLUE SIM” por análise por profissionais emergencistas.

## **3 METODOLOGIA**

### **3.1 Aspectos Éticos da Pesquisa**

Inicialmente, o Projeto foi submetido a Plataforma Brasil, sendo apresentado ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Centro Universitário Christus/ Unichristus, obtendo aprovação conforme documento em anexo, com CAAE: 38087220.2.0000.5049 e número do parecer: 4.311.354 (ANEXO A).

### **3.2 Desenvolvimento do Aplicativo**

Atualmente no mercado brasileiro são comercializados aparelhos de ultrassonografia portátil que se conectam ao celular. As imagens enviadas pelo aparelho da marca “Mobissom” podem ser visualizadas em diferentes aplicativos, tais como o “WirelessUS” e o “WirelessKUS”.

Após aprovação do comitê de ética foi desenvolvido um aplicativo que simula diferentes situações clínicas previstas no protocolo “BLUE”. Após acionar o comando “entrar” na tela de seu celular, o usuário tem a opção de escolher um dos casos disponíveis. Cada caso apresenta: história, exame físico, exames laboratoriais, radiografia de tórax e imagens ultrassonográficas pulmonares. O estudante, de forma similar ao que vivenciamos com o uso de celulares que se comunicam com aparelhos de ultrassonografia portáteis, observa imagens de cada caso nas janelas anterior, lateral e posterior. A análise das imagens é feita com o estudo da linha pleural e dos artefatos (linhas A e linhas B), chegando desta forma ao diagnóstico de diferentes situações clínicas, tais como: edemas pulmonares; pneumonias; derrames pleurais; pneumotórax e outras causas de insuficiência respiratória.

O usuário do aplicativo responde a um “QUIZ” após a visualização dos achados ultrassonográficos de cada caso. As perguntas ajudam no raciocínio clínico e seguem as orientações e o fluxograma do protocolo “BLUE”. O “QUIZ” avalia a presença de deslizamento pleural, a ocorrência de linhas B patológicas e qual o provável causa da insuficiência respiratória. No final de cada caso está disponível um comentário com breve discussão sobre os achados ultrassonográficos do mesmo.

O protocolo “BLUE” (Bedside Lung Ultrasound in Emergency) é um método de imagem, não invasivo, amplamente utilizado na complementação da avaliação clínica. Este protocolo tem demonstrado alta acurácia diagnóstica em pacientes com insuficiência respiratória aguda.

O aplicativo foi desenvolvido por profissionais das áreas de medicina de emergência e da computação no Departamento de Inovação Tecnológica do Centro Universitário Christus/ UNICHRISTUS. Foram desenvolvidas versões do

aplicativo para a plataforma móvel Android e IOS. Para a versão do aplicativo na plataforma Android, as seguintes ferramentas serão usadas para o desenvolvimento das funções de processamento de imagens: a IDE (*Integrated Development Environment*) Android Studio; Biblioteca SDK (*Software Development Kit*) do próprio Android; o Sistema Emulador do Android com API (*Application Programming Interface*) da Google; e a biblioteca OpenCV (*Open Source Computer Vision Library*). O sistema operacional IOS é exclusivo para produtos da empresa Apple. Para a criação do aplicativo nesta plataforma foram utilizados os kits de desenvolvimento (SDKs - *Software Development Kit*) oferecidos pela Apple.

### **3.3 Amostra**

A amostra para o teste de usabilidade foi composta por usuários da área da saúde. Os profissionais participaram do teste mediante a assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido (APÊNDICE A) e o seu interesse em realizar o teste. O tamanho da amostra foi de 36 profissionais, constituída por 18 fisioterapeutas e os demais compostos por médicos, enfermeiros e estudantes de medicina. O número de participantes considerado como “valor mágico”, estipulado pelos idealizadores da escala SUS (SAURO, 2011) é de doze participantes.

Os profissionais participaram do teste mediante a assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido (APÊNDICE B) e o seu interesse em realizar o teste.

### **3.4 Teste de Usabilidade**

O teste de usabilidade foi aplicado por dois profissionais previamente calibrados.

Para Nielsen (2003), usabilidade é um atributo de qualidade que avalia a facilidade de uso de uma interface, sendo definida por cinco componentes: Capacidade de aprendizagem; Eficiência; Memorização; Erros; Satisfação. O principal objetivo do teste de usabilidade é identificar problemas na interação do usuário com o produto (VERMEEREN *et al.*, 2007).

Foi desenvolvido um questionário de avaliação (APÊNDICE B), que tem como base outros questionários existentes. Foi dividido em quatro partes:

Parte 1, desenvolvida com fim de obter informações demográficas, experiências com profissão e sobre a experiência de cada participante com uso de aplicativos móveis, de uma forma geral;

Parte 2, baseada no questionário - SUS (BROOKE, 1996), validado em língua portuguesa, em 2011 (TENÓRIO *et al.*, 2010), que objetiva coletar informações sobre a facilidade de uso (Usabilidade) do aplicativo desenvolvido e a simplicidade em aprender a usá-lo (Facilidade de Aprendizado);

Parte 3, baseada no Modelo de Aceitação de Tecnologia de Davis - modelo de aceitação *Technology Acceptance Model* (TAM) (DAVIS, 1989), voltada para identificar o nível de utilidade do sistema, percebido pelos usuários, utilidade percebida, durante a medição de ângulos e interpretação das imagens com uso do aplicativo.

Parte 4, composta por uma questão subjetiva, que documentam opiniões dos participantes em relação aos pontos positivos, negativos e às sugestões de melhorias para o aplicativo.

Segundo Sauro (2011) o *System Usability Scale* (SUS) teve como seu principal propagador John Brooke em 1986. Em sua concepção original o sistema de avaliação tinha uma escala “rápido e sujo” para gerir o pós-testes de usabilidade de aplicativos. O *System Usability Scale* é uma ferramenta totalmente autônoma e vem passando por testes de *hardware*, *software*, *websites*, e telefones celulares; sendo assim, o *System Usability Scale* vem ganhando espaço, e em muitas maneiras, tornando-se um padrão na indústria. Ele se caracteriza como um método de fácil aplicação para averiguação da usabilidade de sistemas, onde cada questão contém cinco opções de respostas que seguem a escala Likert de 5 pontos (de discordo totalmente, discordo, indiferente, concordo e concordo totalmente). A escala SUS caracteriza-se como um modelo de fácil aplicação para averiguação da usabilidade de

sistemas (ZBICK *et al.*, 2015). O SUS é um questionário com 10 itens com 5 opções de respostas (APÊNDICE B)

Após coleta dos dados, estes foram tabulados e analisados pelos devidos testes de estatística.

### **3.5 Análise estatística**

Para cálculo do SUS, das respostas redigidas positivamente (ímpares) foi subtraído 1 da pontuação e para as respostas redigidas negativamente (pares) foi subtraído 5 do valor da resposta, em seguida realizado a soma dos escores resultantes e multiplicação do valor por 2,5 para obter a pontuação final, que pode ir de 0 a 100. Conforme afirmado por Sauro e Lewis (2012), o SUS foca na análise de dois fatores principais do sistema: usabilidade, compreendido pelas questões 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8 e 9; e, capacidade de aprendizado, compreendido pelas questões 4 e 10. Para se obter os escores individuais de usabilidade e capacidade de aprendizado, soma-se separadamente os valores das contribuições das suas questões e multiplica-se os resultados individuais, respectivamente, por 12.5 e 3.125 (SAURO; LEWIS, 2012).

Para o TAM foi realizado a soma das quatro respostas multiplicados por 5 para obter a pontuação final, que pode ir de 0 a 100.

Foram calculadas as frequências absoluta, percentual e média e o desvio padrão de cada item do questionário SUS e TAM por meio do teste exato de Fisher ou Mann-Whitney ( $p < 0,05$ ).

## **4 RESULTADOS**

### **4.1 Modelo Inicial do aplicativo**

A Figura 1 representa o ícone do aplicativo. Para ter acesso ao conteúdo do aplicativo o usuário aciona o comando “ENTRAR”.



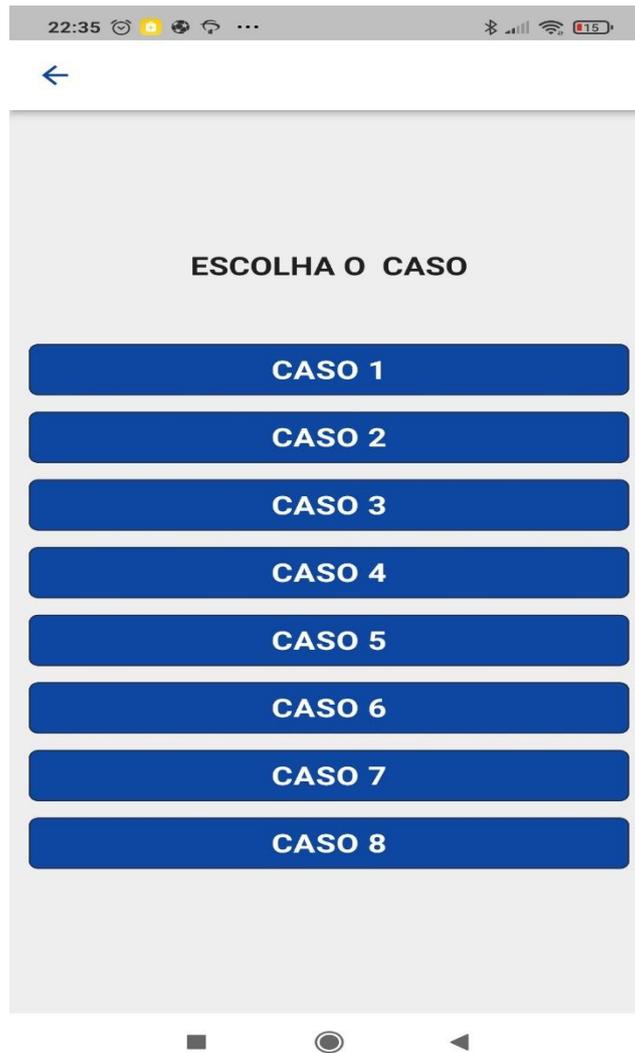
**Figura 1 - Ícone do Aplicativo.**

A Figura 2 apresenta a tela 1 do aplicativo, a qual foi desenvolvida para que o usuário com pouca ou nenhuma experiência em ultrassonografia pulmonar. Podemos ter acesso a um manual de ultrassonografia pulmonar dividido nos seguintes capítulos: princípios físicos; transdutores; artefatos; artefatos pulmonares; pneumotórax; padrão de consolidação e protocolo “BLUE” (APÊNDICE C). O usuário poderá ter acesso direto a casos clínicos simulando atendimentos a pacientes com insuficiência respiratória.



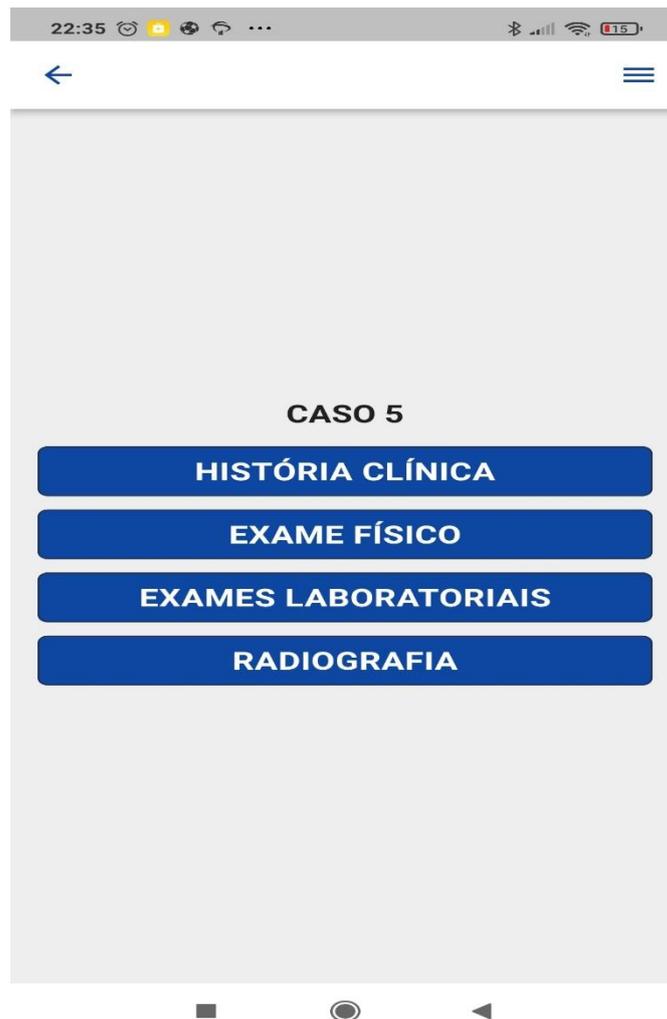
**Figura 2** - Tela 1. Apresenta tela inicial do aplicativo.

A figura 3 mostra uma tela com opção de escolha dos casos clínicos.



**Figura 3** - Tela de opção de escolha de casos clínicos.

A figura 4 mostra a tela inicial de um caso clínico específico (caso 5). Ao clicar em cada ícone o usuário abrirá a tela correspondente.



**Figura 4** - tela inicial de um caso clínico específico (caso 5).

A figura 5 expõe 4 telas sobre a descrição do caso clínico com informações sobre a história do paciente, exames físicos, laboratoriais e exame radiográfico. Para o usuário dar continuidade ao conhecimento do caso, sem volta para tela anterior, basta ele clicar em “prossiga”.

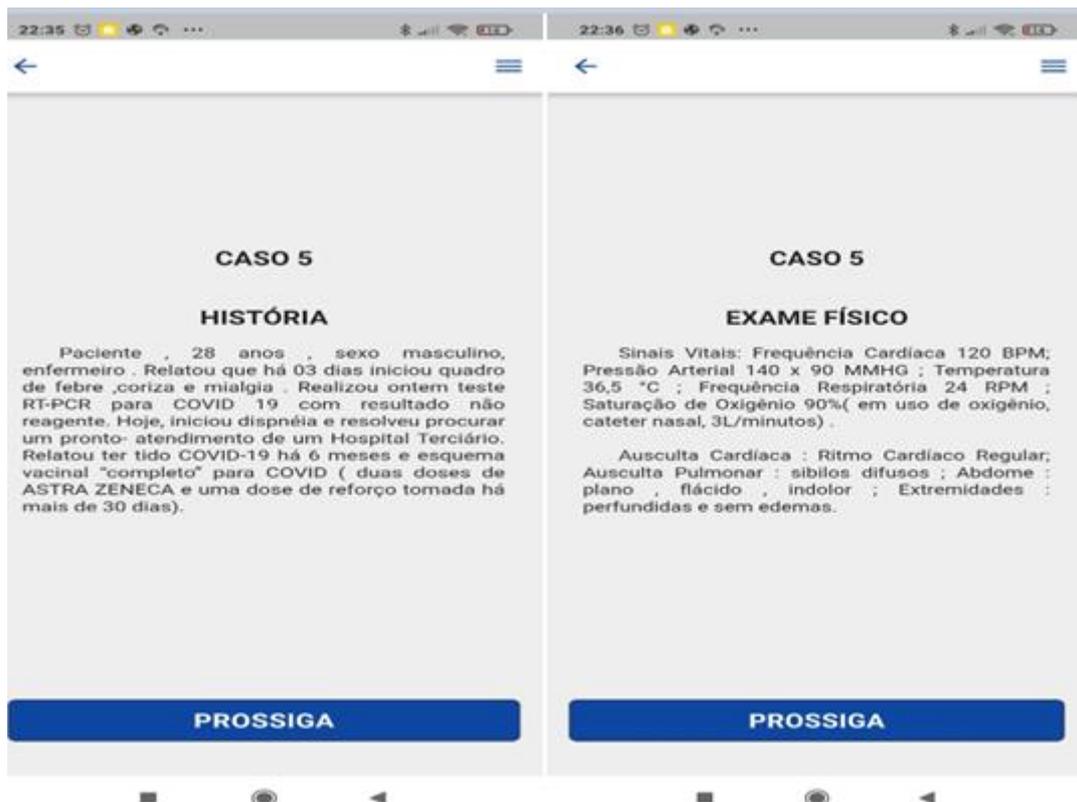


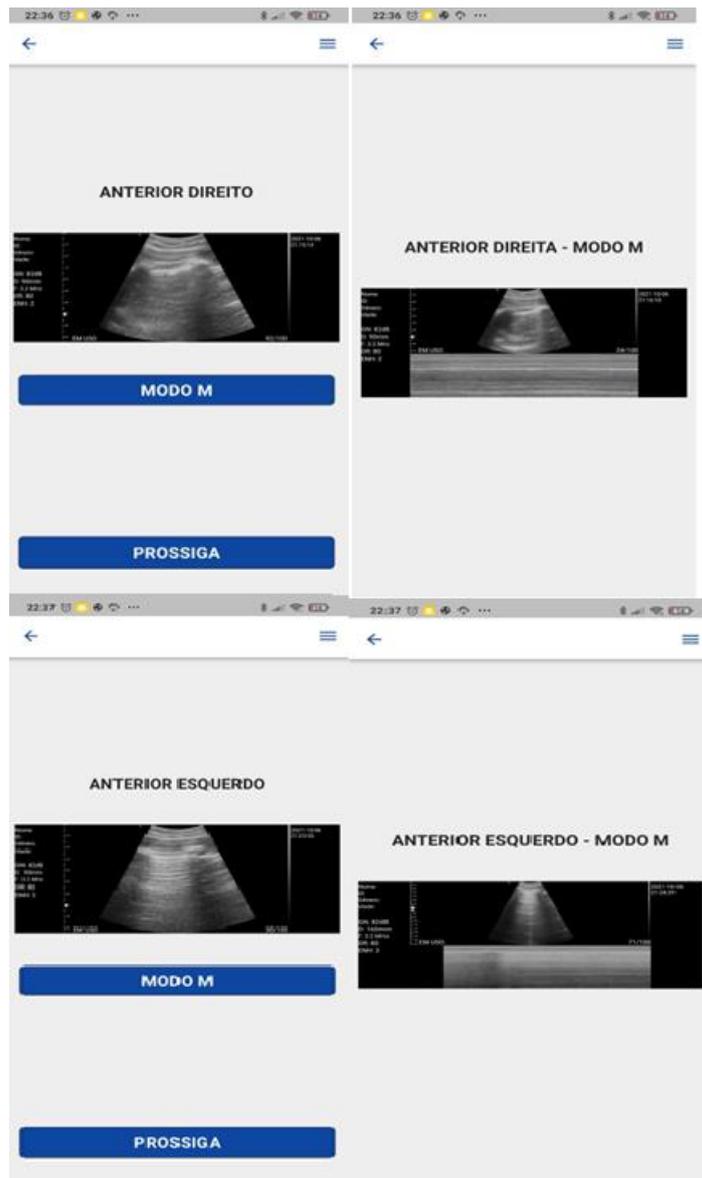
Figura 5 – Descrição do caso 5.

A figura 6 corresponde a tela com opções de escolha de visualização de diferentes janelas ultrassonográficas.



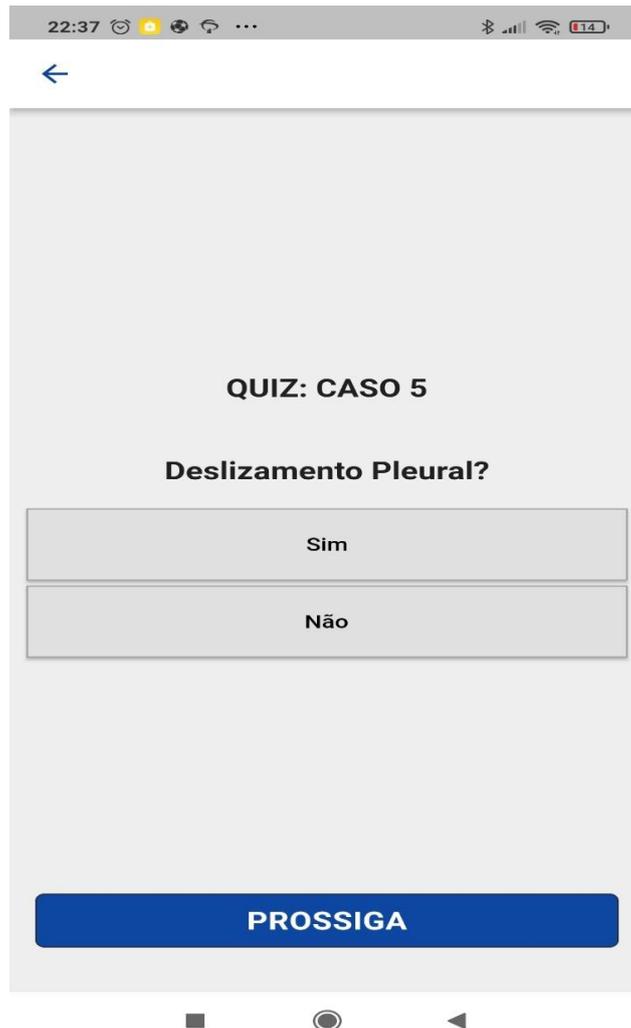
**Figura 6** - Janelas ultrassonográficas (anterior, lateral e posterior).

A figura 7 apresenta as janelas anteriores (direita e esquerda).



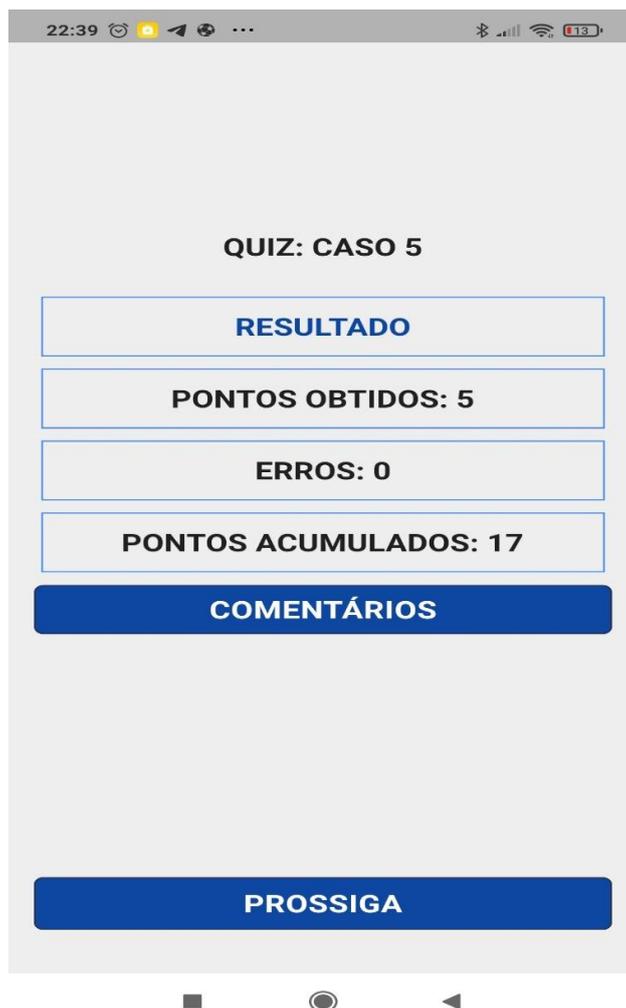
**Figura 7 - Janelas anteriores em Modo B e Modo M.**

A figura 8 representa a tela inicial (primeira pergunta) de uma série de perguntas do "QUIZ" referente ao caso. Para o usuário dar continuidade às questões do quiz, basta clicar em "prossiga".



**Figura 8** - Tela inicial do "QUIZ".

A figura 9 representa a tela final do "QUIZ", na qual constam os pontos obtidos e os erros, além do ícone que levará o usuário para telas de comentários sobre as questões.



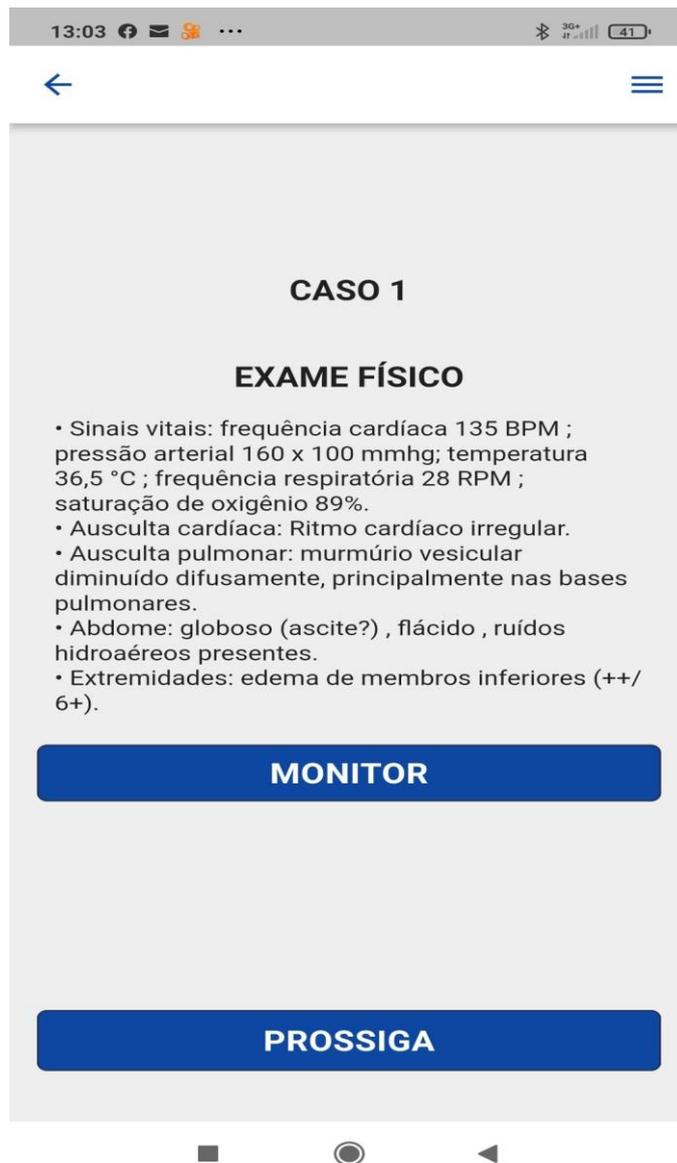
**Figura 9** - Tela final do “QUIZ”.

A figura 10 mostra o e-mail de contato do autor do aplicativo nos comentários do quiz, a fim de o usuário ter a possibilidade de entrar em contato com o mesmo caso necessite.

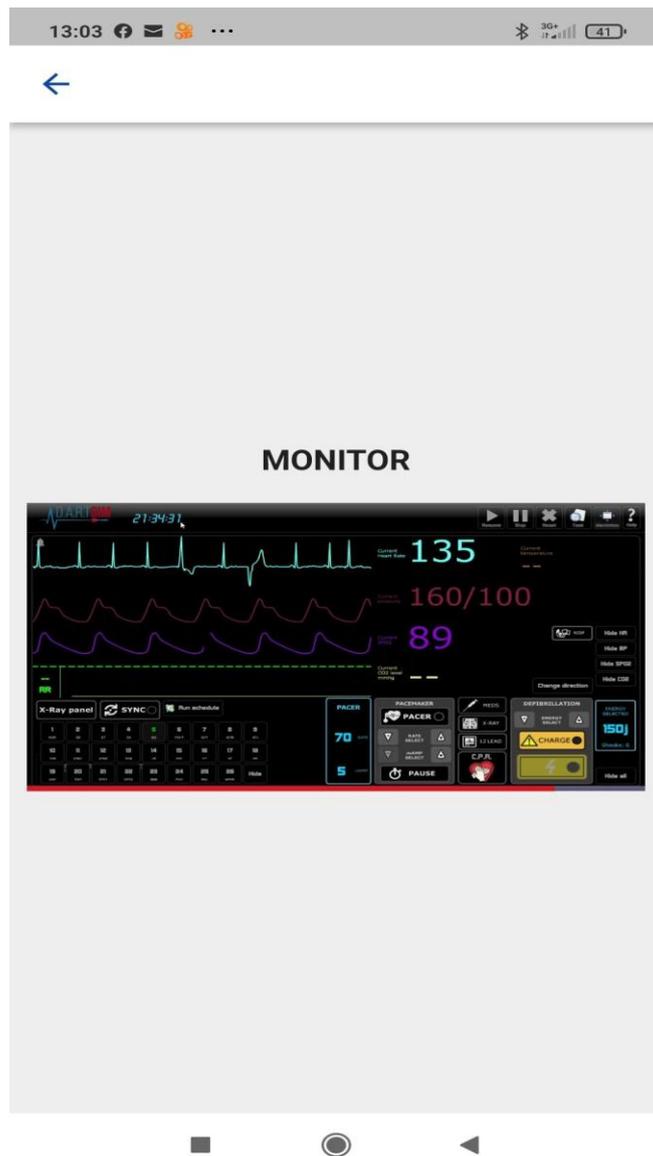


**Figura 10** - E-mail do autor.

Na fase de qualificação foram sugeridas melhorias importantes no desenvolvimento do aplicativo. Além do manual inserido na tela inicial, foi inserido um comando de acesso a monitorização do paciente (figura 11). Esta inovação tornou a apresentação do caso mais dinâmica e permitiu uma melhor simulação de atendimento do caso (figura 12).

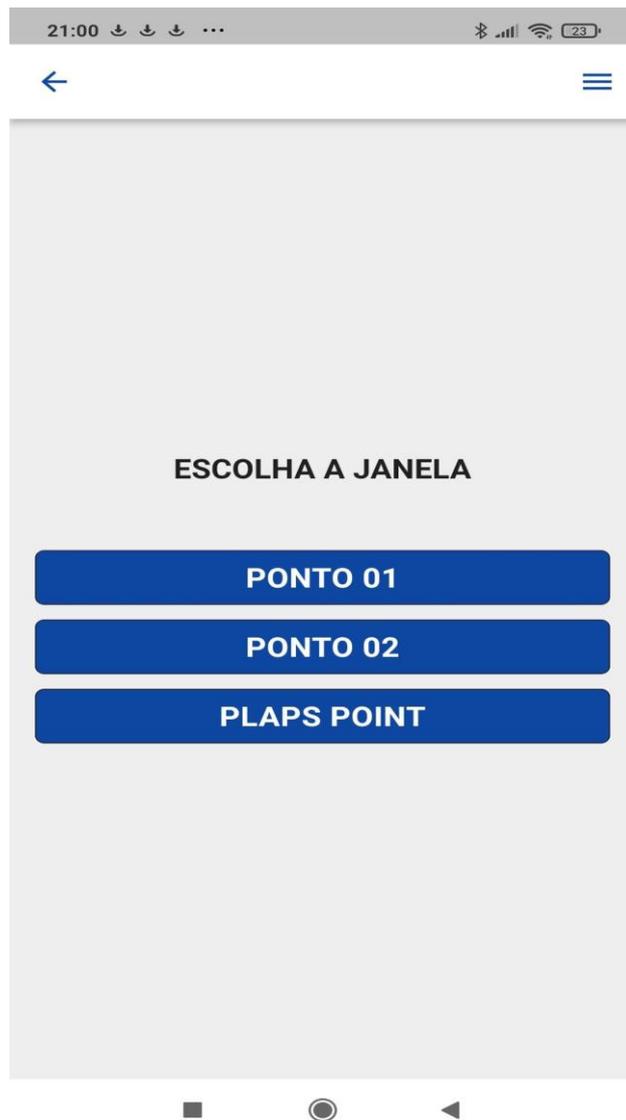


**Figura 11** - Tela com acesso a monitorização.



**Figura 12** - Monitor multiparamétrico.

Também foi alterada a nomenclatura das janelas ultrassonográficas, sendo seguidas as orientações do artigo original do protocolo “BLUE” (PONTO 1-superior; PONTO 2-inferior e o PLAPS *point* -posterior). (figura 13)



**Figura 13** - Janelas ultrassonográficas (PONTO 1, PONTO 2 e PLAPS point).

## **4.2 Testes**

A análise dos dados do estudo foi realizada a partir das respostas ao instrumento de avaliação. Analisou-se mais detalhadamente os ganhos associados à usabilidade, à facilidade de aprendizado e a utilidade percebida pelos participantes sobre o uso do “BLUE SIM”.

A Tabela 1 apresenta um resumo da análise sobre a Parte 1 do questionário de avaliação, que corresponde as questões baseadas na escala SUS e a Parte 2 que corresponde as questões do questionário TAM. Os resultados demonstram que o aplicativo Blue Sim recebeu uma avaliação de usabilidade (76.8%). Esses valores estatísticos foram calculados a partir de orientações presentes no livro de Sauro sobre as melhores práticas para uso do SUS (SAURO, 2011b).

**Tabela 1 - Descritivo SUS e TAM.**

	Média±DP	Escala de Likert				
		1	2	3	4	5
<b>SUS</b>	<b>76,81±9,27</b>					
Eu acho que gostaria de usar esse aplicativo frequentemente.	4,50±0,65	0(0,0%)	0(0,0%)	1(2,8%)	15(41,7%)	20(55,6%)
Eu achei esse aplicativo desnecessariamente complexo.	1,97±0,51	5(13,9%)	27(75,0%)	4(11,1%)	0(0,0%)	0(0,0%)
Eu achei o aplicativo fácil para usar	4,58±0,69	0(0,0%)	1(2,8%)	1(2,8%)	10(27,8%)	24(66,7%)
EU acho que precisaria do apoio de um suporte técnico para usar esse aplicativo	2,39±0,90	5(13,9%)	16(44,4%)	12(33,3%)	2(5,6%)	1(2,8%)
Eu achei que as várias funções do aplicativo estavam bem integradas	4,50±0,81	0(0,0%)	2(5,6%)	1(2,8%)	10(27,8%)	23(63,9%)
Eu achei que havia muita inconsistência no aplicativo	2,06±0,53	4(11,1%)	26(72,2%)	6(16,7%)	0(0,0%)	0(0,0%)
Imagino que a maioria das pessoas possa aprender a utilizar esse aplicativo rapidamente	4,56±0,69	0(0,0%)	1(2,8%)	1(2,8%)	11(30,6%)	23(63,9%)
Achei o aplicativo muito complicado de usar	1,97±0,77	8(22,2%)	23(63,9%)	4(11,1%)	0(0,0%)	1(2,8%)
Eu me senti muito confiante em utilizar esse aplicativo	4,25±0,91	1(2,8%)	1(2,8%)	2(5,6%)	16(44,4%)	16(44,4%)
Eu precisei aprender várias coisas antes que eu pudesse começar a usar esse aplicativo	3,28±1,11	1(2,8%)	10(27,8%)	8(22,2%)	12(33,3%)	5(13,9%)
<b>TAM</b>	<b>91,34±8,33</b>					
O treinamento no protocolo “BLUE” será mais efetivo com o uso do aplicativo “BLUE SIM	4,47±0,56	0(0,0%)	0(0,0%)	0(0,0%)	13(36,1%)	23(63,9%)
O uso do aplicativo “BLUE SIM” permite um controle melhor do aprendizado do protocolo “BLUE”	4,58±0,60	0(0,0%)	0(0,0%)	1(2,8%)	17(47,2%)	18(50,0%)
O aplicativo “BLUE SIM” simula situações clínicas que são evidenciadas na prática clínica no manejo da insuficiência respiratória aguda	4,58±0,50	0(0,0%)	0(0,0%)	1(2,8%)	13(36,1%)	22(61,1%)
O uso do aplicativo “BLUE SIM” melhora a qualidade do treinamento	4,64±0,49	0(0,0%)	0(0,0%)	0(0,0%)	15(41,7%)	21(58,3%)
<b>Obs. Dados expressos em forma de frequência absoluta e percentual ou média e desvio-padrão.</b>						

Alguns estudos apresentam classificações baseadas no escore médio SUS para categorizar o nível de usabilidade de um sistema. Analisando a escala de Bangor, Kortum e Miller (2009) ela tem uma forte validade de interface para os dados existentes, na medida em que uma pontuação de 70 significa tradicionalmente aprovação, propondo um conjunto de faixas de aceitabilidade que ajudariam os profissionais a determinar se uma pontuação no SUS indica uma interface aceitável ou não. Pode-se observar que o “BLUE SIM” alcançou um bom nível de usabilidade, pelo fato de ter sido superior ao escore mínimo aceitável de usabilidade, que é 70 segundo Bangor, Kortum e Miller (2009).

No questionário SUS as perguntas: “eu achei esse aplicativo desnecessariamente complexo”, “achei o aplicativo complicado de usar” tiveram altos escores. Reduzindo a porcentagem final do teste SUS entre os participantes.

Segundo Davis (1989), a aceitação de uma aplicação está relacionada com a facilidade de uso e a utilidade dela. Nesta dissertação, a Parte 2 do instrumento de avaliação focou na questão da usabilidade e a Parte 3 é voltada para permitir a análise da utilidade da aplicação percebida pelos participantes do estudo. Diferentemente do SUS, as questões para se avaliar a utilidade percebida baseada no modelo de Davis podem variar e não existe uma fórmula padrão para se obter um resultado médio único de todas as questões. Assim, as pesquisas que utilizam o modelo de Davis realizam a avaliação dos questionários através da análise comparativa dos valores médios obtidos para cada questão e da frequência das respostas (ZBICK *et al.*, 2015; MYERS; SCHROEDER, 2014; PARK *et al.*, 2014).

A Tabela 1 também mostra os valores médios das respostas da segunda parte do questionário aplicado. As questões tiveram elevadas pontuações dos escores. Os bons resultados demonstram o aspecto da utilidade da aplicação percebida pelos participantes.

A Tabela 2 descreve a usabilidade conforme estratificação por categoria. Também podemos visualizar informações sobre a experiência dos voluntários dos dois grupos (fisioterapeutas e não fisioterapeutas) em medicina de emergência e ultrassonografia “Point of Care”.

**Tabela 2** - Descritivo da usabilidade conforme estratificação por categoria.

	Total	SUS		p-Valor	TAM		p-Valor
		<80	80+		<80	80+	
<b>Total</b>	<b>36 (100,0%)</b>	<b>20 (55,6%)</b>	<b>16 (44,4%)</b>		<b>9 (25,0%)</b>	<b>27 (75,0%)</b>	-
<b>Fisioterapeuta</b>							
Não	18 (50,0%)	10 (50,0%)	8 (50,0%)	1,000 <sup>a</sup>	3 (33,3%)	15 (55,6%)	0,433 <sup>a</sup>
Sim	18 (50,0%)	10 (50,0%)	8 (50,0%)		6 (66,7%)	12 (44,4%)	
<b>Quanto tempo de experiência em Medicina de Emergência?</b>	2,14±3,75	1,71±1,87	2,69±5,28	0,443 <sup>b</sup>	1,73±1,95	2,28±4,21	0,712 <sup>b</sup>
<b>Já realizou algum treinamento em protocolos de ultrassonografia “Point of Care” na graduação?</b>							
Não	30 (83,3%)	17 (85,0%)	13 (81,3%)	1,000 <sup>a</sup>	7 (77,8%)	23 (85,2%)	0,627 <sup>a</sup>
Sim	6 (16,7%)	3 (15,0%)	3 (18,8%)		2 (22,2%)	4 (14,8%)	
<b>Já realizou algum treinamento básico em protocolos de ultrassonografia “Poit of Care” após a graduação?</b>							
Não	33 (91,7%)	20 (100,0%)	13 (81,3%)	0,078 <sup>a</sup>	9 (100,0%)	24 (88,9%)	0,558 <sup>a</sup>
Sim	3 (8,3%)	0 (0,0%)	3 (18,8%)		0 (0,0%)	3 (11,1%)	
<b>Já realizou algum treinamento avançado em protocolos de ultrassonografia “Point of Care” após a graduação?</b>							
Não	35 (97,2%)	20 (100,0%)	15 (93,8%)	0,444 <sup>a</sup>	9 (100,0%)	24 (96,3%)	1,000 <sup>a</sup>

Sim	1 (2,8%)	0 (0,0%)	1 (6,3%)		0 (0,0%)	1 (3,7%)	
<b>Você utiliza os protocolos de ultrassonografia “Point of Care” na sua prática médica de forma usual?</b>							
Não	34 (94,4%)	20 (100,0%)	14 (87,5%)	0,190 <sup>a</sup>	9 (100,0%)	25 (92,6%)	1,000 <sup>a</sup>
Sim	2 (5,6%)	0 (0,0%)	2 (12,5%)		0 (0,0%)	2 (7,4%)	

Na Tabela 3 foi feito um demonstrativo SUS e TAM estratificado em grupos de fisioterapeutas e não fisioterapeutas. Foi aplicado o Teste de Mann-Whitney com valores de significância estatística (p Valor) de 0,239 para o SUS e 0,044 para o TAM.

**Tabela 3** - Demonstrativo SUS e TAM estratificado em grupos de fisioterapeutas e não fisioterapeutas.

	Fisioterapeuta		p-Valor
	Não	Sim	
<b>SUS</b>	78.61±5.02	75.00±12.04	0,239
<b>TAM</b>	93.89±8.50	88.89±7.58	0,044
Teste de Mann-Whitney			

Em virtude da qualidade da amostra, na qual metade foi constituída por fisioterapeutas, uma divisão estatística da pontuação dos escores SUS e TAM foi realizada. A avaliação de usabilidade pelos fisioterapeutas foi semelhante ao grupo de “não fisioterapeutas” (p=0,239). Em relação ao escore TAM o grupo de fisioterapeutas apresentou um escore menor, considerado ainda de boa aceitabilidade, com diferença estatística do grupo “não-fisioterapeutas” (p=0,04)

#### 4.3 Criação de um manual de informações relevantes

Durante a elaboração do projeto para desenvolvimento do aplicativo, surgiram algumas dificuldades relacionadas a nossa proposta inicial de desenvolvê-lo. Com isso, foi criado um MANUAL TEÓRICO-PRÁTICO (APÊNDICE C).

## 5 DISCUSSÃO

O aplicativo “BLUE SIM” foi desenvolvido para o ensino da ultrassonografia pulmonar de emergência através do protocolo “BLUE”. O protocolo “BLUE” é uma ferramenta de diagnóstico de patologias pulmonares, inclusive a COVID 19.

A COVID-19 pode causar danos aos pulmões, o que pode resultar em insuficiência respiratória progressiva e morte potencial. A radiografia de

tórax e a tomografia computadorizada são as ferramentas de imagem usadas para diagnosticar e monitorar pacientes com COVID-19. O ultrassom pulmonar durante a COVID-19 foi usado em algumas áreas para auxiliar na tomada de decisões e melhorar o atendimento ao paciente. Uma limitação é que ele requer profissionais com competência suficiente para garantir avaliações clínicas e imagens seguras e diagnósticas. Isto discute o papel e a governança do Ultrassom pulmonar durante e além da pandemia de COVID-19, e como o aumento da educação e treinamento pode ser realizado (WOLSTENHULME *et al.*, 2021).

Assim, diante do cenário vivido há dois anos, houve a necessidade de desenvolver um sistema de ensino em ultrassonografia no local do atendimento ao paciente. O ultrassom no local de atendimento se tornou uma ferramenta de diagnóstico onipresente e tem havido um interesse crescente em ensinar profissionais. Habilidades teóricas e práticas suficientes são pré-requisitos para integrar o ultrassom torácico em um ambiente clínico e usá-lo como complemento na tomada de decisão clínica. As recomendações sobre como treinar profissionais para esses exames de ultrassom são debatidas, e o treinamento baseado em simulação pode melhorar o desempenho clínico. O uso de simulação, ajuda a reduzir sua curva de aprendizado para maior aceitação na prática clínica (PIETERSEN *et al.*, 2021).

A grande maioria dos treinamentos está acontecendo através de simuladores. Situ-LaCasse *et al.*, (2021) avaliaram médicos que utilizaram o SonoSIM<sup>®</sup>, módulo *on line* de treinamento para adquirir imagens em ultrassom. O resultado do estudo sugeriu que se pode desenvolver habilidades práticas básicas na aquisição de imagens após a revisão de módulos on-line. Shah *et al.*, 2019 realizaram um estudo em que um grupo experimental foi apresentado a duas horas a mais de práticas de simulação em ultrassom, em relação ao grupo controle o qual foi assistido somente com 7 horas de palestra sobre fisiologia do ultrassom (grupo experimental também participou desta palestra). O grupo simulação apresentou melhora estatisticamente significativa no exame de fisiologia, melhorando de 54,1% para 75,3% (P<0,01). Apesar disso, uma revisão sistemática publicada em 2022 concluiu que embora a simulação

forneça uma solução altamente promissora para a necessidade de maior instrução em ultrassom no local do atendimento, o uso generalizado desta simulação para tal fim pode ser limitado pelos custos financeiros de equipamentos de treinamento de alta fidelidade (SINGH *et al.*, 2022).

Aproximadamente nos últimos 10 anos, dispositivos móveis, em especial, os aplicativos móveis, visam atender o acesso das pessoas à informação e ao conhecimento. A possibilidade da queda de barreiras de tempo e espaço permite o aumento da comunicação (KEENGWE; BHARGAVA, 2013). Tais características agregam valor estratégico para a nova sociedade da “Era da Informação” (SACCOL; SCHLEMMER; BARBOSA, 2011).

Diante disso o nosso objetivo foi desenvolver um sistema de ensino no modelo de aplicativo, utilizando para isso o aplicativo que simula casos clínicos através de filtros sobrepostos em imagens enviadas por aparelhos de ultrassonografia portátil, ajudando na capacitação de alunos e profissionais da área da saúde no atendimento da insuficiência respiratória aguda. O aplicativo é uma ferramenta inovadora para tal objetivo, apresentando vantagens como custo baixo, uma vez que o aluno/profissional trabalha em casos clínicos presentes no mesmo, e de fácil disponibilidade uma vez que é utilizado em *smartphones*.

Com relação à qualidade do conteúdo, os aplicativos precisam, segundo os padrões de certificação de aplicativos de saúde da Happtique (HAPPTIQUE, 2016): (1) fornecer informações de autoria, incluindo informações detalhadas sobre afiliações e credenciais dos autores e sobre qualquer envolvimento de um profissional médico na preparação do conteúdo; (2) listar todas as referências ou fontes de conteúdo; (3) divulgar totalmente qualquer patrocínio de aplicativo ou outros acordos de financiamento comercial e possíveis conflitos de interesse. Esses são os mesmos critérios essenciais que regem o comparativo de qualidade dos recursos on-line de informações médicas / relacionadas à saúde e dos sites da Web em geral. No desenvolvimento do aplicativo “BLUE SIM”, se buscou seguir esse padrão, sendo produzido um manual com informações de autoria e lista de referências

da informações, com objetivo de se adequar ao padrão de certificação proposto.

Ressalta-se os bons resultados do aplicativo no tocante à avaliação da usabilidade. Esse termo, usabilidade, é uma ideia central na interação homem-computador. É definida como a efetividade, eficiência e satisfação com que usuários específicos obtêm seus objetivos em ambientes particulares (HORNBAEK, 2006). Pode-se observar que o “Blue Sim” alcançou um bom nível de usabilidade, pelo fato de ter sido superior ao escore mínimo aceitável de usabilidade, que é 70 segundo Bangor, Kortum e Miller (2009).

Entretanto o escore de usabilidade obtido menor que 80% está diretamente relacionado às seguintes perguntas: Eu achei esse aplicativo desnecessariamente complexo; Eu acho que precisaria do apoio de um suporte técnico para usar esse aplicativo; Eu achei o aplicativo muito complicado de usar. Assim, consideram-se necessárias margens de melhorias no sistema que se impõe a partir das percepções dos participantes.

Ao analisar a percepção de utilidade do aplicativo, foi usado o modelo de Davis (DAVIS, 1989), voltado para identificar o nível de utilidade do sistema, percebido pelos usuários. Esse é um sistema útil que ajuda o usuário a melhorar o seu desempenho na execução de um trabalho. Para esse autor, a usabilidade é um fator importante, porém se o usuário não perceber a utilidade do sistema, não irá utilizá-lo. Davis propôs um modelo que permite a quantificação do grau de utilidade percebida pelos usuários de uma determinada aplicação: o Modelo de Aceitação de Tecnologia (em inglês *Davis's Technology Acceptance Model – TAM*). Diversos estudos têm utilizado o modelo de Davis para avaliação da aceitação de sistemas (AKMAN; TURHAN, 2015; CHANG; HUANG, 2015).

Considerando os fatores que implicaram numa boa avaliação da utilidade (O treinamento no protocolo “BLUE” será mais efetivo com o uso do aplicativo “BLUE SIM”; O uso do aplicativo “BLUE SIM” permite um controle melhor do aprendizado do protocolo “BLUE”; O uso do aplicativo “BLUE SIM” melhora a qualidade do treinamento; O aplicativo “BLUE SIM” simula situações

clínicas que são evidenciadas na prática clínica no manejo da insuficiência respiratória aguda) o aplicativo se estabelece como um sistema aceitável. Enfatiza-se a diferença de resultado ao separar a amostra (separação dos fisioterapeutas formando um grupo à parte), o qual os fisioterapeutas tiveram 88.9% de positividade, enquanto o grupo geral 93.9% ( $p=0,04$ ).

Seguindo a análise de percepção de utilidade e da usabilidade, foi realizado estratificação e comparação da amostra de acordo com alguns critérios: Já realizou algum treinamento básico em protocolos de ultrassonografia “*Point of Care*” após a graduação? Já realizou algum treinamento avançado em protocolos de ultrassonografia “*Point of Care*” após a graduação? Você utiliza os protocolos de ultrassonografia “*Point of Care*” na sua prática médica de forma usual? Mais que 90% dos participantes responderam de forma negativa a esses questionamentos. Diante disso, possivelmente os participantes acharam difícil e complexo de usar o aplicativo, uma vez que não utilizam ou não receberam esse tipo de treinamento. E estas respostas negativas foram maiores entre os fisioterapeutas, justificando a diferença na percepção da aceitabilidade com a análise do grupo geral.

Ressalta-se, mais uma vez, a importância do uso do ultrassom para o diagnóstico clínico no local do atendimento, tornando necessário o ensino/treinamento dos profissionais para uma possível melhor condução do diagnóstico do caso clínico. É fundamental a formação de profissionais capazes de lidar com as transformações em um contexto em que a produção de conhecimento aumenta exponencialmente e o uso do aplicativo no momento e local de utilização contribui para a formação.

## **6 CONCLUSÃO**

Conclui-se que o aplicativo desenvolvido contribui em situações em que há necessidade de treinamento em ultrassonografia pulmonar de emergência, podendo ser utilizado como instrumento para favorecer os processos de ensino e aprendizagem.

## REFERÊNCIAS

- AKMAN, I; TURHAN, C. User acceptance of social learning systems in higher education: an application of the extended Technology Acceptance Model. *Innovations in Education and Teaching International*, p. 1-9, 2015.
- ANDERSEM, C.A *et al.* Point-of-Care Ultrasound in General Practice: A Systematic Review *Ann Fam Med*. V. 17, n. 1, p. 61-69, 2019.
- BANGOR, A; KORTUM, P; MILLER, J. Determining what individual SUS scores mean: Adding an adjective rating scale. **J Usabil Studies**, v. 4, n. 3, p. 114-123, 2009.
- BHAGRA *et al.*; *Point-of-Care Ultrasonography for Primary Care Physicians and General Internists*. *Mayo Clin Proc*. V. 91, n.12, p.1811-1827, 2016.
- BROOKE, J. SUS-A quick and dirty usability scale. **Usability evaluation in industry**, v. 189, n. 194, p. 4-7, 1996.
- CHANG, E; HUANG, C. Technology Acceptance Model, Consumer Personality and Smartphone Users' Satisfaction. In: *Marketing Dynamism & Sustainability: Things Change, Things Stay the Same.... Springer International Publishing*, p. 710-712, 2015.
- DAVIS, F D. Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. **MIS quarterly**, p. 319-340, 1989.
- GARGANI, L. *et al.* Why, when, and how to use lung ultrasound during the COVID-19 pandemic: enthusiasm and caution. **Eur Heart J.V.21**, p.941-948, 2020.
- Happtique: Happtique Health App Certification Standards (Final, 27 Feb 2013) - <http://www.happtique.com/app-certification/> - Direct URL to PDF document

(October 2013):

[http://www.happtique.com/docs/HACP\\_Certification\\_Standards.pdf](http://www.happtique.com/docs/HACP_Certification_Standards.pdf).

HORNBAEK, K. Current practice in measuring usability: Challenges to usability studies and research. **Int. J. Human-Computer Studies**. V. 64, p. 79–102, 2006.

KARP, J. *et al.* The role of PoCUS in the assessment of COVID-19 patients. **J Ultras**. 2021.

KEENGWE, J; BHARGAVA, M. Mobile learning and integration of mobile technologies in education. *Education and Information Technologies*. V. 19, n. 4, p.737-746, 2013.

SITU-LACASSE, E., *et al.* Can ultrasound novices develop image acquisition skills after reviewing online ultrasound modules? **BMC Medical Education**, V. 21, 2021.

LICHTENSTEIN, D. A; MIZIÈRE G. A. Relevance of Lung Ultrasound in the Diagnosis of Acute Respiratory Failure\*: The BLUE Protocol. **Chest** v. 134; p. 117-125, 2008.

MYERS, B. L; SCHROEDER, TREVOR. An Application of the Technology Acceptance Model to Intended Adoption of Digital Printing Technology in the Label Industry. **Refereed Articles**, p. 10, 2014.

NIELSEN, J. **Usability 101: Introduction to usability**. 2003. Disponível em: <<http://www.useit.com/alertbox/20030825.html>>. Acesso: 27 outubro 2018.

PARK, E., *et al.* Determinants of player acceptance of mobile social network games: An application of extended technology acceptance model. **Telematics and Informatics**, v. 31, n. 1, p. 3-15, 2014.

PIETERSEN P. I., *et al.* Training Thoracic Ultrasound Skills: A Randomized Controlled Trial of Simulation- Based Training versus Training on Healthy Volunteers. **Respiration**. V. 100, P. 34–43, 2021.

PEREIRA R.V.S *et al.* Development of an application to support in-service training of anesthesiologists on preoperative evaluation in a public hospital in Brazil. **J Eval Clin Pract**. P. 1-6, 2019.

SACCOL, A.; SCHLEMMER, E.; BARBOSA, J. **M-learning e u-learning: novas perspectivas das aprendizagens móvel e ubíqua**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.

SAURO, J. Measuring Usability With The System Usability Scale (SUS). 2011. Disponível em: <<http://www.measuringusability.com/sus.php>>. Acesso: 27 agosto 2019.

SAURO, J. **A practical guide to the system usability scale: Background, benchmarks & best practices**. Measuring Usability LLC, 2011.

SAURO, J and LEWIS, J. R. Quantifying the user experience: Practical statistics for user research. **Elsevier**, 2012.

SHAH, S., *et al.* A comparison of simulation versus didactics for teaching ultrasound to Swiss medical students. **World J Emerg Med**, V. 10, n. 3, 2019.

SINGH, J; MATEM, L.H; BITTNER, E.A; CHANG, M. G. Characteristics of Simulation-Based Point-of-Care Ultrasound Education: A Systematic Review of MedEdPORTAL Curricula. **Cureus**. V. 14, N. 2, 2022.

TENÓRIO, J. *et al.* Desenvolvimento e avaliação de um protocolo eletrônico para atendimento e monitoramento do paciente com doença celíaca. **Revista de Informática teórica e aplicada**, v. 17, n. 2, p. 210–220, 2010.

VELASCO, I.T *et al.* **Medicina de Emergência – Abordagem Prática**. 11ª Edição, cap. 6. P. 180-206, 2016.

VERMEEREN, A., *et al.* Experiences with Structured Interviewing of Children During Usability Tests. **Proceedings of the HCI'07 Conference on People and Computers XXI**, v. 1, p. 14, 2007.

WINKLER, M.H and COLS. Diagnostic Accuracy of Chest Radiograph, and When Concomitantly Studied Lung Ultrasound, in Critically Ill Patients With Respiratory Symptoms: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Crit Care Med**. V. 46, n.7, p. 707-14, 2018.

WOLSTENHULME S AND MCLAUGHLAN J.R. Lung ultrasound education: simulation and hands-on. **Br J Radiol**. V. 94: 20200755, 2021.

ZBICK., J. *et al.* A web-based framework to design and deploy mobile learning activities: Evaluating its usability, learnability and acceptance. **Proceedings - IEEE 15th International Conference on Advanced Learning Technologies: Advanced Technologies for Supporting Open Access to Formal and Informal Learning, ICALT 2015**. p. 88–92, 2015.

## APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O (a) senhor (a) está sendo convidado (a) para participar, de forma voluntária, da pesquisa intitulada: **“DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DO “BLUE SIM ( BEDSIDE LUNG ULTRASOUND IN EMERGENCY SIMULADOR) ” : UM APLICATIVO PARA ENSINO DE ULTRASSONOGRRAFIA PULMONAR EM EMERGÊNCIA ”**, que está sob a responsabilidade do pesquisador: **Erik Macedo Caetano** e tem como objetivos avaliar a usabilidade e utilidade do aplicativo “BLUE SIM”, simulador de ultrassonografia pulmonar através de casos clínicos e análise das imagens dos mesmos.

Para isso precisamos que o senhor (a), responda algumas perguntas contidas na nossa questionário, suas resposta serão tratadas de forma anônima e confidencial, isto é, em nenhum momento será divulgado o seu nome em qualquer fase do estudo. Os dados coletados serão utilizados apenas nesta pesquisa e os resultados divulgados em eventos e/ou revistas científicas.

Esta pesquisa em nenhum momento permitirá que o paciente seja exposto a situações constrangedoras ou a algo com o qual não concordem ou que não desejem. Os sujeitos da pesquisa serão questionados sobre a usabilidade do aplicativo, o design.

Pode haver risco de constrangimento caso o paciente ao ser questionado se possui um smartphone sinta-se ofendido e não consiga usufruir do aplicativo em todas as suas funções. Aceita-se que o Sr. (a) interrompa o procedimento se assim desejar. A sua participação é de caráter **voluntário**, isto é, a qualquer momento o (a) Sr. (a) pode recusar-se a responder qualquer pergunta ou desistir de participa e retirar seu consentimento, entrando em contato com a responsável pela pesquisa pelo telefone ( 85 )99662-1500 Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador ou com a instituição.

O Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) é formado de um grupo de profissionais de diversas áreas, cuja função é avaliar as pesquisas com seres humanos. O CEP foi criado para defender os interesses dos participantes da pesquisa e também, dos pesquisadores. Qualquer dúvida ética o Sr. (Sra.) poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Christus, fone: 3457 5300. O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido é feito em duas vias, no qual o Sr. (Sra.) terá uma via e não terá nenhum custo ou quaisquer compensações financeiras.

Fortaleza, de \_\_\_\_\_ de 202\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Participante da pesquisa (Digitais caso não assine)

\_\_\_\_\_  
Pesquisador responsável pela coleta dos dados

## APÊNDICE B - QUESTIONÁRIOS

### PARTE 1 - Sobre experiência

Quanto tempo de experiência em Medicina de Emergência? \_\_\_\_\_

1. Já realizou algum treinamento em protocolos de ultrassonografia “Point of Care” na graduação ? Sim ( ) Não ( )
2. Já realizou algum treinamento básico em protocolos de ultrassonografia “Point of Care” após a graduação? Sim ( ) Não ( )
3. Já realizou algum treinamento avançado em protocolos de ultrassonografia “Point of Care” após a graduação? Sim ( ) Não ( )
4. Você utiliza os protocolos de ultrassonografia “Point of Care” na sua prática médica de forma usual ? Sim ( ) Não ( )

### PARTE 2 - Questionário SUS

1. Eu acho que gostaria de usar esse aplicativo frequentemente. Discordo Totalmente ( ) Discordo ( ) Indiferente ( ) Concordo ( ) Concordo Totalmente ( )
2. Eu achei esse aplicativo desnecessariamente complexo. Discordo Totalmente ( ) Discordo ( ) Indiferente ( ) Concordo ( ) Concordo Totalmente ( )
3. Eu achei o aplicativo fácil para usar. Discordo Totalmente ( ) Discordo ( ) Indiferente ( ) Concordo ( ) Concordo Totalmente ( )
4. Eu acho que precisaria do apoio de um suporte técnico para usar esse aplicativo. Discordo Totalmente ( ) Discordo ( ) Indiferente ( ) Concordo ( ) Concordo Totalmente ( )
5. Eu achei que as várias funções do aplicativo estavam bem integradas. Discordo Totalmente ( ) Discordo ( ) Indiferente ( ) Concordo ( ) Concordo Totalmente ( )
6. Eu achei que havia muita inconsistência no aplicativo. Discordo Totalmente ( ) Discordo ( ) Indiferente ( ) Concordo ( ) Concordo Totalmente ( )
7. Imagino que a maioria das pessoas possa aprender a utilizar esse aplicativo muito rapidamente.

Discordo Totalmente ( ) Discordo ( ) Indiferente ( ) Concordo ( ) Concordo Totalmente ( )

8. Achei o aplicativo muito complicado de se usar.

Discordo Totalmente ( ) Discordo ( ) Indiferente ( ) Concordo ( ) Concordo Totalmente ( )

9. Eu me senti muito confiante em utilizar esse aplicativo.

Discordo Totalmente ( ) Discordo ( ) Indiferente ( ) Concordo ( ) Concordo Totalmente ( )

10. Eu precisei aprender várias coisas antes que eu pudesse começar a usar esse aplicativo.

Discordo Totalmente ( ) Discordo ( ) Indiferente ( ) Concordo ( ) Concordo Totalmente ( )

### **PARTE 3 – Percepção de utilidade**

1. O treinamento no protocolo “BLUE” será mais efetivo com o uso do aplicativo “BLUE SIM

Discordo Totalmente ( ) Discordo ( ) Indiferente ( ) Concordo ( ) Concordo Totalmente ( )

2. O uso do aplicativo “BLUE SIM” permite um controle melhor do aprendizado do protocolo “BLUE” .

Discordo Totalmente ( ) Discordo ( ) Indiferente ( ) Concordo ( ) Concordo Totalmente ( )

3. O aplicativo “ BLUE SIM “ favorece o desenvolvimento de um atendimento mais rápido.

Discordo Totalmente ( ) Discordo ( ) Indiferente ( ) Concordo ( ) Concordo Totalmente ( )

4. O aplicativo “BLUE SIM” simula situações clínicas que são evidenciadas na prática clínica no manejo da insuficiência respiratória aguda

Discordo Totalmente ( ) Discordo ( ) Indiferente ( ) Concordo ( ) Concordo Totalmente ( )

5. O uso do aplicativo “BLUE SIM “ melhora a qualidade do treinamento.

Discordo Totalmente ( ) Discordo ( ) Indiferente ( ) Concordo ( ) Concordo Totalmente ( )

6. O uso do aplicativo “BLUE SIM” torna o aprendizado mais produtivo.

Discordo Totalmente ( ) Discordo ( ) Indiferente ( ) Concordo ( ) Concordo Totalmente ( )

7. O uso do aplicativo “BLUE Sim” torna o aprendizado mais fácil.

Discordo Totalmente ( ) Discordo ( ) Indiferente ( ) Concordo ( ) Concordo Totalmente( )

#### **PARTE 4 - Outras informações**

1. Quais os pontos positivos, negativos e sugestões sobre a aplicação que você usou?



Têm a vantagem de ter boa resolução em tecidos superficiais e são muitas vezes usados com frequências altas, ou seja, de 7 a 15 MHz.



**Figura 1** – Transdutor Linear.

Setoriais (figura 02): Produzem uma imagem que é estreita perto do transdutor e aumenta a largura com a penetração profunda. São úteis quando utilizados entre as costelas, mas a imagem é limitada nos planos superficiais.



**Figura 2** – Transdutor Setorial.

Convexos (figura 03): Utilizam frequências de 2 a 5 MHz (para permitir o uso de pacientes obesos e magros). É um intermediário entre o linear e o setorial. A densidade das linhas de varredura diminui com o aumento da distância do transdutor.



**Figura 3** – Transdutor Convexo.

### 3 ARTEFATOS

**Reverberação:** Ocorre quando o som é refletido repetidamente entre duas superfícies altamente reflexivas. Se o transdutor age com superfície reflexiva, o eco vai ser refletido novamente e formar uma imagem semelhante, mas mais fraca e duas vezes mais distante. Exemplo (figura 4): a imagem ultrassonográfica de reverberação da linha pleura (seta branca) representa o sinal denominado de “Linha A”(seta azul).

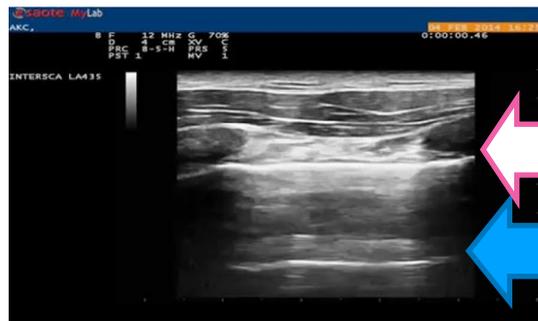


Figura 4 – Exemplo de Reverberação.

**Sombra Acústica:** Aparece quando o ultrassom não é capaz de atravessar um tecido muito reflexivo ou atenuante, como nas calcificações e fibroses. Exemplo (figura 5): a presença de cálculos na vesícula biliar forma sombras acústicas posteriores (seta verde).

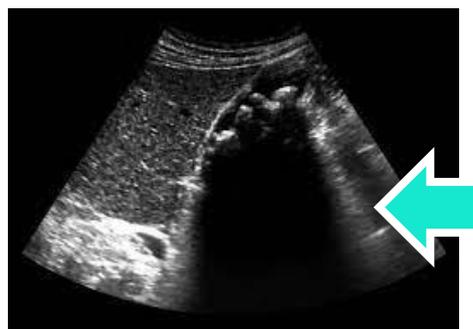


Figura 5 – Exemplo de Sombra Acústica.

**Reforço acústico:** se, por outro lado, uma estrutura absorve menos do que os outros tecidos, ocorre o efeito inverso chamado de reforço acústico (imagem mais brilhante), típico de cistos (estruturas líquidas). Exemplo (figura 6): cisto mamário com reforço acústico posterior (seta verde).

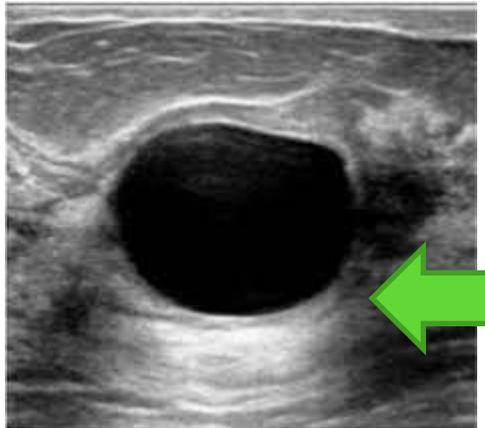


Figura 6 – Exemplo de Reforço Acústico.

#### 4 ARTEFATOS PULMONARES

A identificação da linha pleural permite a visualização do deslizamento pleural em pulmões normais, ou seja, a movimentação pleural. O reconhecimento deste sinal denominamos de **lung sliding** (LS) ou deslizamento pleural positivo, tornando-se um dos principais sinais ultrassonográficos pulmonares à beira do leito.

O ar impede a progressão das ondas de US e, em pulmões normais, a imagem ultrassonográfica de reverberação da linha pleural, representa o sinal denominado de “**Linha A**”, de forma simétrica e equidistante a partir do transdutor. A figura 7 mostra a linha pleural (seta branca) e a “Linha A” (seta azul).

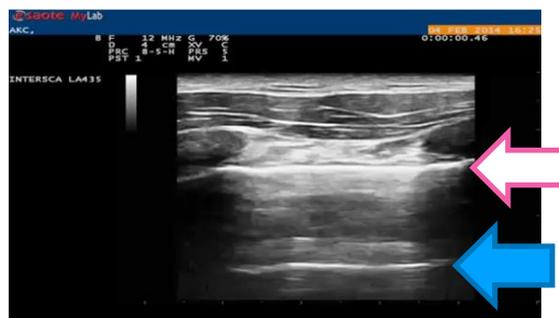


Figura 7 – Linha pleural e “Linha A”.

Outros artefatos pulmonares ultrassonográficos são as “**linhas B**” (figura 8), ou seja, linhas verticais originadas da linha pleural e com extensão

até o final da tela de US. A presença de múltiplas linhas B (mais de quatro), denominamos foguetes pulmonares (*lung rockets*).



**Figura 8** – “Linhas B”.

Em pulmões normais, observamos apenas ar e pequena quantidade de água nos septos interlobulares. Em situações de edema ou espessamento dos septos interlobulares, como por exemplo, síndromes intersticiais (edema agudo de pulmão cardiogênico ou não cardiogênico), ocorrem aprisionamento e reflexões da onda de US entre os septos interlobulares, resultando em microrreflexões, sendo observados como um feixe de laser ou rabo de cometa (*laser beam ou comet tail*).

Vale ressaltar que aproximadamente um terço dos indivíduos normais possuem até duas linhas B no mesmo espaço intercostal, separadas por pelo menos 7mm.

## **5 PNEUMOTÓRAX**

A presença de “*lung sliding*” e visualização de linhas B possui um valor preditivo negativo de 97%, significando que na região do tórax que obtivemos a presença de LS e linhas B **não há pneumotórax**.

A presença do “**pulso pulmonar**” também é um artefato que exclui o pneumotórax.

A zona de transição entre o parênquima pulmonar normal (presença de deslizamento pleural) e o pneumotórax (ausência de deslizamento pleural)

pode ser identificada através do US. Esta área é denominada “*lung point*” (LP).

**Modo M:** “sinal da praia” (*seashore*)=pulmão normal. Na figura 9 é possível ver: uma zona sem movimento na parede torácica (seta branca); a linha pleural (seta azul) e uma zona com movimentação no pulmão (seta verde), ou seja, “a praia”.

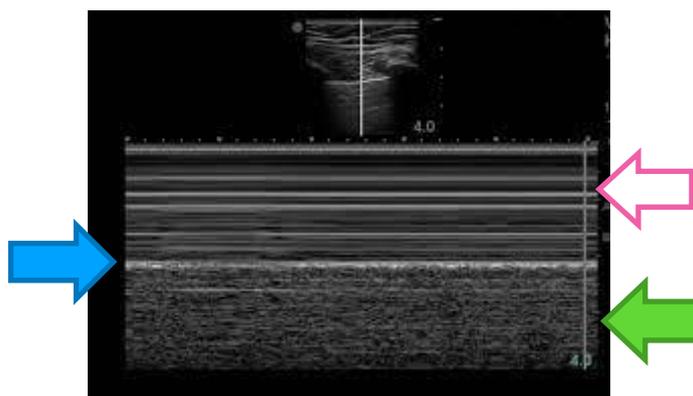


Figura 9 – Exemplo de “Sinal de Praia”.

**Modo M:** “sinal do código de barras” (ou “sinal da estratosfera”) = pneumotórax. Na figura 10 é possível ver: uma zona sem movimento na parede torácica (seta branca) e uma zona sem movimentação no pulmão (seta verde).

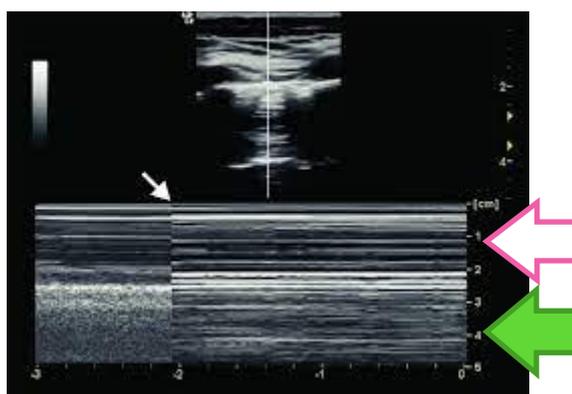
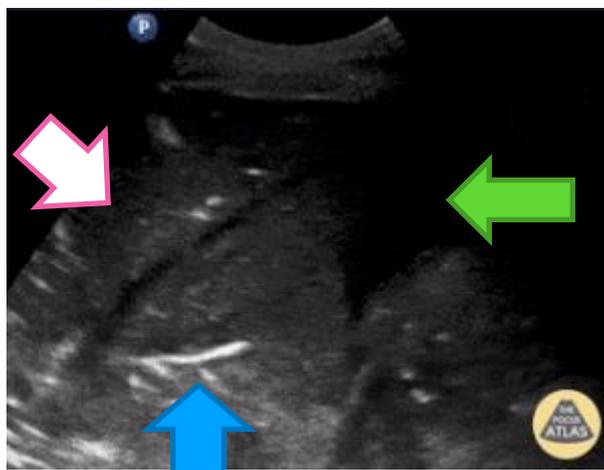


Figura 10 – Exemplo de “Sinal do Código de Barras”.

## 6 PADRÃO DE CONSOLIDAÇÃO

Consolidações são definidas como estruturas pulmonares hipoecogênicas, diferentemente do pulmão normal, onde se podem observar artefatos pulmonares como as linhas A.

Dentro da consolidação podem ser observadas imagens puntiformes hiperecogênicas, que correspondem ao ar dentro dos bronquíolos, e são denominadas broncogramas aéreos ultrassonográficos. Na figura 11 é possível ver: um pulmão “hepatizado” (seta branca) com linhas hiperecogênicas dinâmicas (seta azul) e área de derrame pleural (seta verde).



**Figura 11** – Exemplo de pulmão “Hepatizado”.

## **7 PROTOCOLO BLUE**

Áreas de Investigação (BLUE-Points): ponto 01 (linha hemiclavicular, aproximadamente no segundo espaço intercostal); ponto 02 (linha axilar anterior aproximadamente no quinto espaço intercostal, lateral e próximo ao mamilo no homem); ponto 03 (PLAPS Point: o ponto PLAPS é definido pela intersecção de uma linha horizontal ao nível do ponto 2 e uma linha vertical na linha axilar posterior).

Na figura 12 é possível ver: o ponto 01 (seta branca); o ponto 02 (seta azul) e o *PLAPS point* (seta verde).

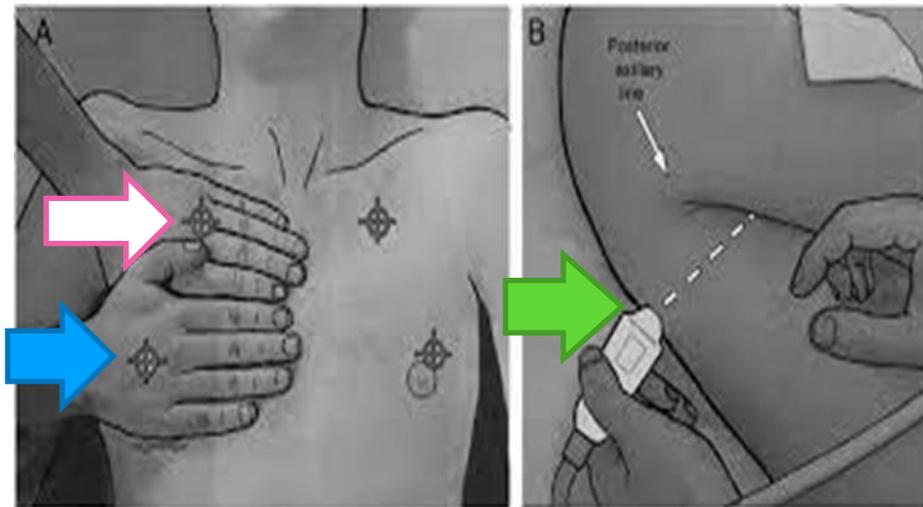


Figura 12 – BLUE-points.

Na figura 13 podemos ver o algoritmo do protocolo BLUE.

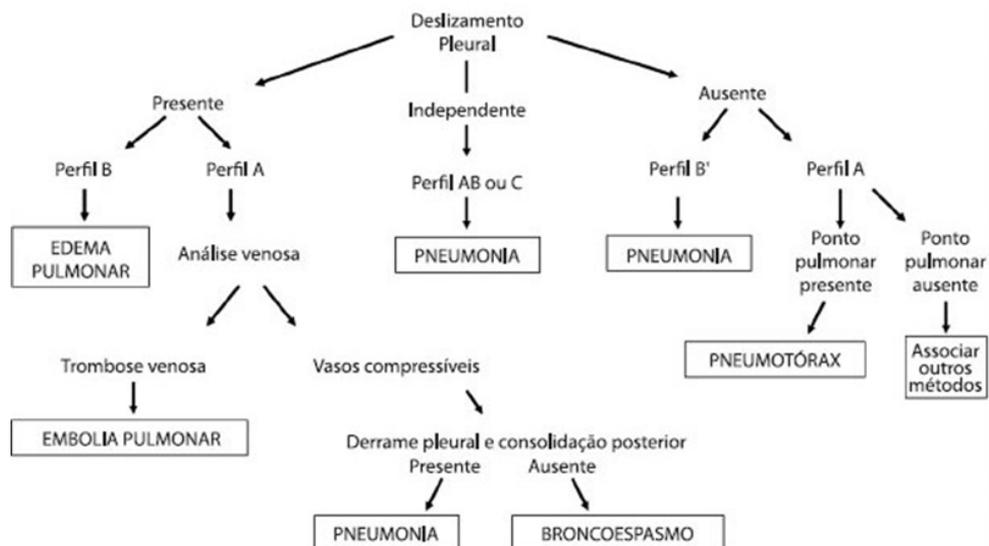


Figura 13 – Algoritmo do protocolo BLUE.

## REFERÊNCIAS DO MANUAL

FLATO, U.A.P.; GUIMARÃES, H.P. **Guia de Ecografia para Pronto-Socorro e UTI**. Primeira Edição, 2010.

LICHTENSTEIN, D. A; MIZIÈRE G. A. Relevance of Lung Ultrasound in the Diagnosis of Acute Respiratory Failure\*: The BLUE Protocol. **Chest** v. 134; p. 117-125, 2008.

## ANEXO A – APROVAÇÃO COMITÊ DE ÉTICA



### CENTRO UNIVERSITÁRIO CHRISTUS - UNICHRISTUS

#### **PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**

##### **DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DO BLUE SIM (BEDSIDE LUNG ULTRASOUND IN EMERGENCY SIMULADOR): UM APLICATIVO PARA ENSINO DE ULTRASSONOGRRAFIA PULMONAR EM EMERGÊNCIA,

**Pesquisador:** ERIK MACEDO CAETANO

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 38087220.2.0000.5049

**Instituição Proponente:** Instituto para o Desenvolvimento da Educação Ltda-IPADE/Faculdade **Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

##### **DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 4.311.354

##### **Apresentação do Projeto:**

Já foi demonstrado que os aplicativos de smartphone médico têm resultados positivos na prática diária além de ser uma ferramenta educacional potencialmente valiosas. A utilização de protocolos de ultrassonografia revolucionou o atendimento na medicina de emergência e podem auxiliar no diagnóstico de insuficiência respiratória no pronto-atendimento, assim, torna-se importante o treinamento médico para a utilização destes protocolos. Desta forma, o objetivo deste projeto é desenvolver um aplicativo para dispositivos móveis para médicos emergencistas. O “BLUE SIM” será um aplicativo de celular que irá simular casos clínicos através de filtros sobrepostos em imagens enviadas por aparelhos de ultrassonografia portátil, ajudando na capacitação de alunos e profissionais da área da saúde no atendimento da insuficiência respiratória aguda. Para isso, médicos emergencistas da cidade de Fortaleza utilizarão o aplicativo. O aplicativo será analisado através de teste de usabilidade a fim de avaliar a efetividade, eficiência e satisfação. O teste se baseia no System Usability Scale, que se caracteriza como um método de fácil aplicação para averiguação da usabilidade de sistemas. Posteriormente, os dados obtidos serão tabulados e analisados pelos devidos testes de estatística. Poderá ser utilizado em ultrassonografias, auxiliando profissionais no aprendizado ao diagnóstico de insuficiência respiratória.

**Palavras-chave:** smartphones, ensino , ultrassonografia

**Endereço:** Rua Joao Adolfo Gurgel, 133

**Bairro:** Cocó **CEP:** 60.190-060

**UF:** CE **Município:** FORTALEZA

**Telefone:** (85)3265-6668 **Fax:** (85)3265-6668 **E-mail:** fc@fchristus.com.br



## CENTRO UNIVERSITÁRIO CHRISTUS - UNICHRISTUS

Continuação do Parecer: 4.311.354

### **Objetivo da Pesquisa:**

O uso do aplicativo "BLUE SIM" permitirá um controle melhor do aprendizado do protocolo "BLUE". O aplicativo "BLUE SIM" favorecerá o desenvolvimento de um atendimento mais rápido. O uso do aplicativo "BLUE SIM" melhorará a qualidade do treinamento.

Objetivo Primário:

Desenvolver o aplicativo de simulação: BLUE SIM.

Objetivo Secundário:

Avaliar a usabilidade e utilidade do aplicativo "BLUE SIM" por análise por profissionais médicos emergencistas.

Validar o aplicativo.

### **Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Riscos:

Não há risco para o médico, nem para o paciente.

Benefícios:

Desenvolvimento de um aplicativo de ensino de ultrassonografia pulmonar de emergência (simulador) de baixo custo.

Riscos:

Não há risco para o médico, nem para o paciente.

Benefícios:

Desenvolvimento de um aplicativo de ensino de ultrassonografia pulmonar de emergência (simulador) de baixo custo.

Riscos:

Não há risco para o médico, nem para o paciente.

Benefícios:

Desenvolvimento de um aplicativo de ensino de ultrassonografia pulmonar de emergência (simulador) de baixo custo.

### **Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Projeto de Pesquisa do programa de Mestrado Profissional em Tecnologia Minimamente Invasiva e Simulação na área da Saúde/TEMIS do Centro Universitário Christus- Unichristus.

**Endereço:** Rua Joao Adolfo Gurgel, 133

**Bairro:** Cocó **CEP:** 60.190-060

**UF:** CE **Município:** FORTALEZA

**Telefone:** (85)3265-6668 **Fax:** (85)3265-6668 **E-mail:** fc@fchristus.com.br

Página 02 de 03



## CENTRO UNIVERSITÁRIO CHRISTUS - UNICHRISTUS

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

presentes

**Recomendações:**

sem recomendações

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

sem pendências

**Considerações Finais a critério do CEP:**

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1621035.pdf	03/09/2020 18:57:08		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.docx	03/09/2020 18:55:07	ERIK MACEDO CAETANO	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto.docx	03/09/2020 18:53:44	ERIK MACEDO CAETANO	Aceito
Folha de Rosto	Folha.pdf	03/09/2020 18:28:38	ERIK MACEDO CAETANO	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

FORTALEZA, 30 de Setembro de 2020

**Assinado por:**

**OLGA VALE OLIVEIRA MACHADO (Coordenador(a))**

---

**Endereço:** Rua Joao Adolfo Gurgel, 133  
**Bairro:** Cocó **CEP:** 60.190-060  
**UF:** CE **Município:** FORTALEZA  
**Telefone:** (85)3265-6668 **Fax:** (85)3265-6668 **E-mail:** fc@fchristus.com.br