

Uso de Manequins de Alta Fidelidade para Ressuscitação Cardiopulmonar

Lucas de Brito Silva
Faculdade de Engenharia Elétrica
Universidade Federal de Uberlândia
Uberlândia, Brazil
ORCID: 0000-0001-8600-6953

Fernando Pasquini Santos
Faculdade de Engenharia Elétrica
Universidade Federal de Uberlândia
Uberlândia, Brazil
ORCID: 0000-0002-2259-7229

Selma Terezinha Milagre
Faculdade de Engenharia Elétrica
Universidade Federal de Uberlândia
Uberlândia, Brazil
ORCID: 0000-0002-0807-9839

Resumo— Objetivo: A ressuscitação cardiopulmonar (RCP) é um procedimento que trata paradas cardíacas. Para realizar a RCP de forma adequada é necessário treinamento e prática, para isso pode-se fazer uso de manequins de simulação de alta fidelidade. O objetivo desse trabalho foi investigar as aplicações dadas ao manequim de simulação de alta fidelidade para respiração cardiopulmonar (RCP) nos últimos 11 anos. **Metodologia:** A pesquisa foi feita em 3 bases de dados: Medline, Scielo e Google Acadêmico, utilizando os descritores e combinações: (“Cardiac Compressions” OR “CPR”) AND (“High-Fidelity Mannequin Simulation” OR “High-Fidelity Patient Simulator” OR “High-Fidelity Human Patient Simulation” OR “Simulation manikin”). **Resultados:** Foram analisados 18 estudos sobre o tema e separados por aplicação. As principais aplicações encontradas foram comparações entre métodos e investigações sobre os resultados após a inserção da simulação como método de ensino e treinamento. **Conclusão:** O manequim de simulação de alta fidelidade para RCP é uma ferramenta multifuncional, útil e importante, porém é pertinente ressaltar que existe uma lacuna na literatura sobre a usabilidade dessa ferramenta.

Palavras-chaves — Manequim, alta fidelidade, simulação, RCP.

I. INTRODUÇÃO

A Associação Americana do Coração (AHA - American Heart Association) divulgou uma atualização em 2020 onde relatava que em 2017 houve cerca de 17,8 milhões de mortes atribuídas a doenças cardiovasculares, o que inclui a parada cardíaca súbita, no mundo. Uma das maneiras de tentar diminuir o número de mortes é o treinamento de Suporte Básico de Vida, conhecido como BSL, em inglês, *Basic Life Support* (BLS). Os procedimentos BLS incluem a ressuscitação cardiopulmonar (RCP), procedimento que trata a parada cardíaca, mas é executada em apenas 30% dos casos [1][2].

A ressuscitação cardiopulmonar consiste em passos pré-estabelecidos que abrangem o exame, investigar se as vias aéreas estão abertas, e o tratamento, executar a compressão torácica. Tal método é relativamente simples, mas necessita de treinamento pois a sobrevivência geralmente é inferior a 10% entre os quais a RCP foi executada. O trabalho de [3] exemplifica a simplicidade da RCP por meio do estudo onde avaliou o emprego da técnica executada em papel higiênico para treinamento de estudantes.

Para realizar uma RCP adequadamente, é necessário além de ter conhecimento das técnicas, ter habilidades psicomotoras adequadas. Dito isso, o treinamento de profissionais da saúde e leigos é fundamental para a execução correta da técnica. Uma opção para treinamento de RCP são manequins de simulação. Uma alternativa mais ética quando comparada a treinamentos com cadáveres ou com pacientes vivos [4][5].

A simulação de paciente humano foi introduzida em 1960 com a intenção de espelhar situações em que os participantes se envolvem com estímulos complexos e reagem a eles. A simulação pode ser de casos simples à manequins de simulação, que podem variar em graus de complexidade, de baixa até alta fidelidade [6].

O uso de manequins de alta fidelidade possibilita um envolvimento físico com o paciente simulado, além de fornecer a possibilidade de avaliar achados físicos e tomadas de decisões clínicas. A simulação com manequins cria a oportunidade de praticar e adquirir conhecimento em ambientes que se aproximam de situações reais, permitindo explorar suposições e desenvolver as habilidades psicomotoras necessárias em um ambiente seguro e controlado [7].

Os manequins projetados exclusivamente para RCP são instrumentos eficientes para treinar provedores de RCP visto que leigos podem ser treinados a realizar ressuscitação cardiopulmonar adequada em apenas 30 minutos, seguindo as diretrizes da *American Heart Association* (AHA). E manequins de alta fidelidade mais recentes fazem uso de sistemas capazes de fornecer feedbacks audiovisuais que podem ser utilizados para treinar provedores de RCP, leigos ou não, a atingirem as taxas padrões e profundidades recomendadas pela AHA por aproximarem-se mais de situações reais do que manequins com menores níveis de fidelidade, como os desenvolvidos exclusivamente para RCP [8].

Nesse contexto, o objetivo desse trabalho foi fazer uma revisão sobre trabalhos que tratam sobre o uso de manequins de alta fidelidade, utilizados com a finalidade de RCP, para identificar as aplicações dadas ao manequim, nos últimos 11 anos.

II. MÉTODO

A busca de estudos sobre o uso de manequins de alta fidelidade para CPR foi realizada ao pesquisar por trabalhos sobre o tema publicados em periódicos no período entre os anos de 2010 e 2021. A pesquisa foi efetuada nas bases de dados eletrônicas: Medline, SciELO e Google Acadêmico. Artigos apresentados em congressos internacionais também foram consultados para a pesquisa.

Os descritores e combinações utilizados foram: (“Cardiac Compressions” OR “CPR”) AND (“High-Fidelity Mannequin Simulation” OR “High-Fidelity Patient Simulator” OR “High-Fidelity Human Patient Simulation” OR “Simulation manikin”)

Para a base de dados Medline, foi utilizado o portal PubMed. A pesquisa avançada foi selecionada e combinações dos descritores citados acima foram inseridas com o operador booleano AND e um filtro adicional para definir o período

desejado foi adicionado. Para a base de dados SciElo, os mesmos critérios utilizados na Medline foram aplicados com o adicional de filtros que a plataforma oferece como: idioma (foram selecionados inglês, português e espanhol), periódico (o campo “todos” foi selecionado) e tipo de literatura (novamente, o campo “todos” foi selecionado). Outros filtros oferecidos pela plataforma não foram utilizados e os resultados foram ordenados por relevância, opção fornecida pela plataforma. Para o Google Acadêmico, os filtros aplicados foram o período definido e a opção “Em qualquer idioma”. Os resultados também foram classificados por relevância, de acordo com a opção da plataforma.

Os artigos foram selecionados por título, resumo e por texto completo. Os critérios de inclusão foram: artigos que tratavam sobre o tema de interesse, dentro do período de interesse. Como critério de exclusão foi adotado a exclusão de trabalhos de revisão, cartas ao editor ou estudos que não utilizavam manequins para RCP.

A primeira seleção foi feita através dos títulos dos trabalhos apontados pelas bases de dados. Após a exclusão de trabalhos duplicados provenientes de base de dados distintas, os estudos de interesse foram separados para uma segunda seleção. A segunda seleção foi constituída da leitura dos resumos dos estudos escolhidos. Trabalhos que não se encaixavam nos critérios de inclusão foram excluídos. Por fim, o texto completo foi lido e os arquivos foram separados para a revisão.

III. RESULTADOS

Ao todo foram selecionados 107 estudos provenientes das três bases de dados, sendo 29 do Google Acadêmico, 37 da Medline e 41 de SciELO. Sete estudos foram excluídos por duplicidade. A segunda seleção excluiu 62 trabalhos de acordo com os critérios de inclusão e exclusão. Entre os 38 artigos que foram lidos o texto completo, apenas 18 foram escolhidos para a revisão. Dos 20 artigos excluídos, 11 foram excluídos por não identificarem o grau de fidelidade do manequim utilizado e 9 por abordarem manequins de outros graus de fidelidade não especificado no título ou resumo, conforme mostra a Fig. 1.

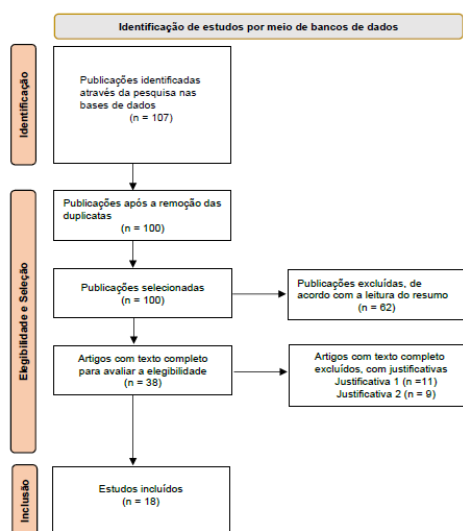


Fig 1. Fluxograma da seleção dos estudos de interesse.

As características dos estudos foram resumidas e organizadas nas Tabelas 1 e 2, por ordem cronológica. A

Tabela 1 apresenta o ano em que o estudo foi publicado e a aplicação dada ao manequim de alta fidelidade. A Tabela 2 apresenta a amostra dos estudos analisados, o contexto e o país de origem do estudo, para avaliar de onde surge o maior número de publicações de estudos do tema de interesse para publicações de trabalhos futuros. Sete estudos foram relacionados ao curso Suporte Avançado a Vida em Cardiologia (SAVC), dois relacionados ao Programa de Reanimação Neonatal (PRN), um relacionado ao Programa de Suporte a Vida Animal e o restante relacionado a outro currículo de treinamento em suporte avançado de vida (SAV). Dez dos 18 estudos foram de origem Estadunidense, dois da Holanda, e um de cada um dos seguintes países: Áustria, Irlanda do Norte, Turquia, Coréia do Sul, Itália e Canadá.

TABELA I. AUTOR, ANO E USO DADO AO MANEQUIM POR ESTUDO.

Autor	Ano	Uso
Davis et al. [9]	2013	Comparação
Mills et al. [10]	2013	Avaliação de impacto da inserção de simulação
Roh et al. [11]	2013	Comparação
Conlon et al. [12]	2014	Comparação
Eng et al. [13]	2014	Avaliação de impacto da inserção de simulação
Langdorf et al. [14]	2014	Avaliação de impacto da inserção de simulação
Bingham et al. [15]	2015	Teste de retenção de conhecimento
Spence et al. [16]	2016	Avaliação de método
Thielen et al. [17]	2017	Desenvolvimento
Anderson et al. [18]	2018	Teste de retenção de conhecimento
Weidenauer et al. [19]	2018	Avaliação da motivação e desempenho
McCoy et al. [20]	2019	Comparação
Sanri et al. [21]	2019	Avaliação de método
Widmann et al. [8]	2019	Desenvolvimento
Binkhorst et al. [22]	2020	Avaliação do conhecimento do suporte à vida do recém-nascido e diretrizes
Butussi et al. [1]	2020	Comparação
Johnson et al. [23]	2020	Investigação do efeito da incivilidade
Fletcher et al. [24]	2021	Desenvolvimento

TABELA II. AUTOR, TIPO DE AMOSTRA, CONTEXTO DO ESTUDO E PAÍS DE ORIGEM.

Autor	Amostra	Contexto	País de origem
Davis et al. [9]	135 estudantes	SAVC	EUA
Mills et al. [10]	41 residentes	PRN	EUA
Roh et al. [11]	38 enfermeiras	SAVC	Coréia do sul
Conlon et al. [12]	54 residentes	SAVC	EUA
Eng et al. [13]	12 residentes	SAVC	EUA
Langdorf et al. [14]	19 estudantes	SAVC	EUA
Bingham et al. [15]	191 estudantes	SAVC	EUA
Spence et al. [16]	138 estudantes	SAV	Irlanda do norte
Thielen et al. [17]	3 profissionais não-médicos	SAV	Holanda
Anderson et al. [18]	167 enfermeiras	SAV	Canadá

Autor	Amostra	Contexto	País de origem
Weidenauer et al. [19]	322 crianças	SAV	Áustria
McCoy et al. [20]	70 estudantes	SAVC	EUA
Sanri et al. [21]	101 estudantes	SAVC	Turquia
Widmann et al. [8]	34 médicos	SAV	EUA
Binkhorst et al. [22]	46 pediatras	PRN	Holanda
Butussi et al. [1]	30 estudantes	SAV	Itália
Johnson et al. [23]	58 estudantes	SAV	EUA
Fletcher et al. [24]	96 estudantes	SVA	EUA

IV. DISCUSSÃO

Dos 18 estudos analisados quatro tratavam de comparações. O trabalho de Davis (2013) traz uma comparação entre aula expositiva em sala de aula e o exercício prático de simulação com manequim de alta fidelidade. Esse estudo teve como objetivo determinar se a técnica de simulação de alta fidelidade ofereceria alguma melhoria no conhecimento de SAVC quando comparada a apenas a aula em sala de aula. No ensaio sequencial cruzado de grupos paralelos randomizou os alunos em 2 grupos diferenciados pela sequência da técnica de ensino fornecida para instrução SAVC, aula ou aula e simulação, e obteve como resultado que apesar de a participação no exercício de simulação não melhorar o conhecimento dos alunos mais do que assistir a uma palestra, foi associada à melhora da confiança do aluno nas habilidades e na satisfação com o aprendizado e a aplicação do método.

Em Roh (2013) foi realizado um estudo comparativo com atribuição aleatória a duas modalidades de treinamento baseadas em simulação, simulação com computador e simulação com manequim de alta fidelidade. Após a execução da ressuscitação, os participantes avaliaram sua autoeficácia e satisfação. Como resultado, a introdução do treinamento de ressuscitação baseado em simulação como um formato de aprendizagem ativa foi abraçada positivamente pelos participantes e a simulação baseada em computador foi considerada benéfica para adquirir habilidades de tomada de decisão. Não foi encontrada nenhuma diferença na autoeficácia no aprendizado de SAV.

No artigo de Conlon (2014) a proposta foi identificar qual a modalidade e a fidelidade da simulação que oferece o maior benefício ao aluno no treinamento de SAVC. O estudo comparou o procedimento nos três graus de fidelidade (baixa, média e alta fidelidade). Não houve diferença significativa entre os três grupos nas pontuações dadas pelos avaliadores, porém, os indivíduos treinados em manequins de alta fidelidade tiveram um desempenho melhor do que aqueles treinados em média e baixa fidelidades.

Semelhante ao estudo apresentado em Conlon (2014), o trabalho de McCoy (2019) comparou o grau de fidelidade dos manequins em relação ao ensino de técnicas de RCP. Todos os alunos administraram um cenário de parada cardíaca simulada com resultado primário baseado na definição das diretrizes da AHA de RCP de alta qualidade. O resultado obtido foi que o treinamento de simulação de alta fidelidade é superior ao treinamento de manequim de RCP de baixa fidelidade.

O estudo de Butussi (2020) traz um novo olhar para técnicas de RCP, onde o autor buscou comparar uma nova

metodologia de treinamento de RCP de baixo custo baseada em realidade virtual (RV) com e sem a adição de um manequim físico. Concluiu que a metodologia proposta, fazendo uso de RV para o treinamento de RCP tem efeito positivo no conhecimento do procedimento, na autoeficácia e nas habilidades tanto com ou sem a presença do manequim de alta fidelidade, porém testes com um manequim ainda são necessários para compreender a pressão correta para a compressão torácica.

É possível reparar que com o passar dos anos, ainda que permaneça a prática de comparação utilizando o manequim de alta fidelidade para RCP, os fatores comparados vão atualizando de acordo com as tecnologias disponíveis. Fato esse que pode ser ilustrado pelos estudos de Davis (2013), que comparava o uso do manequim para treinamento com apenas o conhecimento adquirido em aula, e o estudo de Butussi (2020), onde já se pode notar que o manequim de alta fidelidade já não é o aparato tecnológico mais recente na comparação.

Outra aplicação encontrada com uma maior frequência é utilizar o manequim de alta fidelidade para avaliar o impacto da inserção de simulação no treinamento de ressuscitação cardiopulmonar. O trabalho de Mills (2013) teve como objetivo avaliar o efeito do treinamento de ressuscitação pediátrica de simulação de alta fidelidade no desempenho do residente e observou que o treinamento com o manequim melhorou o conhecimento cognitivo, a proficiência do procedimento e o conforto do residente pediátrico.

O estudo de Eng (2014) se propôs a encontrar uma resposta parecida, o objetivo era avaliar o impacto da simulação de paciente de alta fidelidade no conhecimento, confiança e competência do residente de farmácia com algoritmos e intervenções de ressuscitação avançados. A resposta obtida foi que incorporar a simulação de pacientes com manequins de alta fidelidade em um programa de treinamento de RCP avançado pode ajudar residentes de farmácia a alcançar competência por meio do aprendizado ativo de habilidades práticas.

Em sua pesquisa, Langdorf (2014) verificou se era possível melhorar o desempenho de médicos no procedimento de RCP com o uso de manequins de simulação de alta fidelidade e encontrou que ao incluir o uso de manequins, o tempo para RCP foi diminuído e o desempenho durante a ressuscitação foi melhorado.

Os três estudos Mills (2013), Eng (2014), e Langdorf (2014) são uma pequena amostra de como o uso de manequins de simulação de alta fidelidade é capaz de melhorar o desempenho de estudantes e profissionais ao executarem o procedimento de RCP. O manequim de alta fidelidade pode ser uma ferramenta eficiente para incrementar a autoconfiança e competência dos estudantes.

Ainda sobre avaliações de desempenho de estudantes, temos os trabalhos de Bingham (2015) e Anderson (2019), onde avaliam retenção de conhecimento dos estudantes ao utilizarem o treinamento de RCP com manequim de simulação de alta fidelidade. Bingham (2015) se propôs a avaliar a capacidade dos alunos de farmácia de reter conhecimentos e habilidades de SAVC dentro do período de 120 dias. Os estudantes foram divididos em dois grupos, onde um grupo recebeu treinamento prévio com manequim de alta fidelidade e outro não. Após 120 dias o conhecimento de RCP foi testado por meio de testes. O resultado obtido foi que o grupo que

recebeu treinamento com manequim demonstrou superioridade numérica no conhecimento do SAVC.

A pesquisa realizada por Anderson (2019) teve como objetivo determinar o intervalo de treinamento associado ao desempenho de RCP de mais alta qualidade em um ano. Os participantes foram randomizados para intervalos de treinamento de RCP de 1 mês, 3 meses, 6 meses e 12 meses ao longo de um período de estudo de 12 meses. O resultado encontrado foi que os participantes que foram treinados mensalmente tiveram uma proporção significativamente maior de desempenho excelente em RCP do que aqueles em todos os outros grupos.

O manequim de simulação de alta fidelidade também pode ser utilizado para mensurar a retenção de conhecimento, como demonstrado pelos estudos expostos. A multifuncionalidade do manequim pode ser ainda mais observada nos casos expostos por Widmann (2019), Spence (2016), Weidenauer (2018), Sanri (2019), Binkhorst (2020), Johnson (2020), Thielen (2017) e Fletcher (2012).

Em Spence (2016), o manequim de alta fidelidade foi utilizado para avaliar a eficácia do vídeo em comparação ao feedback verbal na avaliação do desempenho de reanimação cardiopulmonar de alunos. O estudo destaca a escassez de dados publicados comparando os métodos de feedback no treinamento de ressuscitação cardiopulmonar e é um dos pioneiros a demonstrar o benefício do feedback de vídeo no ensino de ressuscitação cardiopulmonar.

No trabalho de Weidenauer (2019), a proposta foi responder algumas perguntas relacionadas ao uso de manequins de alta fidelidade para RCP por crianças: “As crianças mais novas ficam desanimadas após o treinamento de RCP? O desânimo é causado pela falta de capacidade física para realizar compressões torácicas adequadas em um manequim padrão e o uso de manequins com resistência reduzida afetaria sua motivação ou desempenho?”. O estudo investigou a motivação e o desempenho em RCP de crianças após o treinamento de RCP em manequins de diferentes rigidezes torácica e encontrou como resultado que as resistências à compressão dos manequins, embora influenciem o desempenho da RCP, não desencorajaram crianças de 8 a 13 anos após o treinamento em RCP.

Em Sanri (2019), o manequim foi utilizado para avaliar o impacto de tabelas na qualidade da compressão torácica durante a RCP e os resultados sugeriram que o uso de uma tabela durante o CPR melhora a qualidade das compressões torácicas de acordo com as Diretrizes da AHA de 2015.

Em Binkhorst (2020), o objetivo foi avaliar o conhecimento do suporte à vida do recém-nascido e a adesão às diretrizes, e fornecer estratégias para melhorar a adesão às diretrizes de ressuscitação neonatal. Os participantes responderam 17 questões de múltipla escolha (MCQ) e realizaram a ressuscitação em um manequim de alta fidelidade. E como resultado obtiveram que 71% do MCQ foi respondido corretamente e que a adesão às diretrizes do suporte à vida do recém-nascido entre os pediatras precisa ser melhorada.

A proposta da pesquisa de Johnson (2020) foi investigar os efeitos da exposição à incivilidade no desempenho clínico, trabalho em equipe e emoções para averiguar se as evidências anedóticas de que esses comportamentos afetam negativamente o atendimento ao paciente podem ser

confirmadas. Como resultado, obtiveram que não houve diferenças em CPR, pontuação cognitiva ou trabalho em equipe, ou estado emocional. No entanto, 66% do grupo experimental teve um erro grave em seu desempenho de RCP que nenhum dos grupos de controle.

Como pôde ser observado, o uso de manequins de alta fidelidade é vasto e multidisciplinar. A simulação de alta fidelidade pode ser utilizada para comprovar falsas hipóteses como feito por Weidenauer (2018) e Johnson (2020), como para avaliar outros métodos complementares à RCP, como feito por Sanri (2019) e Binkhorst (2020). Nos últimos cinco anos é possível encontrar outro uso do manequim de alta fidelidade, a busca pelo mais alto nível de fidelidade com incrementações de manequins já existentes no mercado.

No estudo de Thielen (2017) a proposta foi criar um manequim que incorpora um tórax anatomicamente realista, incluindo um sistema cardiovascular e respiratório com sensores de fluxo integrados para monitorar as produções. Três profissionais não médicos testaram o manequim desenvolvido e como resultado obtiveram que os testes de deslocamento de força neste manequim mostram um comportamento não linear desejável, simulando compressões torácicas durante a ressuscitação cardiopulmonar em humanos. Além disso, os sensores de fluxo forneceram dados valiosos sobre os efeitos internos da ressuscitação cardiopulmonar.

O estudo de Widmann (2019) teve como objetivo desenvolver um novo manequim de treinamento de RCP que exibe a pressão arterial simulada e as ondas de CO₂ no final da respiração (ETCO₂, em inglês End Tidal Carbon Dioxide) em tempo real em um monitor clínico simulado visível para o aluno. Médicos com experiência em RCP em hospital foram convidados para realizar compressões com o manequim e preencher uma pesquisa pós-teste sobre a satisfação com os elementos designados do manequim e do visor. Como resultado, um manequim de alta fidelidade que simula a pressão arterial e ETCO₂ foi desenvolvido com sucesso e com relevância, desempenho e viabilidade aceitáveis pelos avaliadores.

Uma aplicação incomum foi feita por Fletcher (2012) que utilizou um manequim humano para a construção de um simulador de paciente canino de alta fidelidade usando componentes de um simulador de paciente humano e um manequim canino de núcleo de espuma de baixa fidelidade. 96 estudantes utilizaram o manequim canino para o treinamento de RCP e com os resultados, Fletcher (2012) concluiu que a simulação veterinária de alta fidelidade é uma metodologia educacional envolvente que aborda algumas limitações de outras formas de aprendizagem baseada em problemas. Porém, mais estudos são necessários para determinar quantitativamente a eficácia desta nova tecnologia educacional veterinária em comparação com as abordagens mais tradicionais.

Aplicações úteis e interessantes, que permitam uma nova abordagem educacional e treinamento profissional, utilizando manequins de simulação de alta fidelidade são cada vez mais possíveis com o avanço da tecnologia e atualização das ferramentas educacionais. Porém, a ausência de literatura que avaliem a usabilidade dessa ferramenta é uma problemática importante a ser levantada.

V. CONCLUSÃO

O manequim de simulação de alta fidelidade é uma ferramenta útil na formação de estudantes e no treinamento de profissionais e leigos no procedimento de ressuscitação cardiopulmonar. A pesquisa sobre o uso de manequins de alta fidelidade, quando utilizados para RCP, para identificar as aplicações dadas ao manequim foi capaz de mostrar a multifuncionalidade que essa ferramenta possui.

Há vários estudos na literatura sobre como o manequim de alta fidelidade pode aumentar a confiança e aprimorar o desempenho dos profissionais que executam o procedimento de RCP, tanto quanto melhorar o ensino dos estudantes da área da saúde.

Porém, ressalta-se que existe uma ausência de estudos que tratem sobre a usabilidade do manequim de alta fidelidade para RCP. Trabalhos futuros devem focar na usabilidade do manequim de alta fidelidade, que podem ser utilizados para RCP, para suprir a lacuna existente na literatura sobre o tema.

VI. AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

REFERENCIAS

- [1] F. Butussi, L. Chittaro, F. Valent, “A virtual reality methodology for cardiopulmonary resuscitation training with and without a physical mannequin”. *Journal of Biomedical Informatics*, v. 111, p. 103590, 2020.
- [2] B. Bobrow, D. Spaite, R. Berg, U. Stolz, A. Sanders, K. Kern et al., “Chest compression-only CPR by lay rescuers and survival from out-of-hospital cardiac arrest”. *Jama*, v. 304, n. 13, p. 1447-1454, 2010.
- [3] R. Ohle, M. Moskalyk, E. Boissonneault, A. Bilgacem, E. Tissot, S. McIsaac, “Is a homemade cardiopulmonary resuscitation (CPR) trainer non-inferior to a commercially available CPR mannequin in teaching high-quality CPR? A non-inferiority randomized control trial.” *Resuscitation Plus*, v. 6, p. 100134, 2021.
- [4] M. Riggs, R. Franklin, L. Saylany, Associations between cardiopulmonary resuscitation (CPR) knowledge, self-efficacy, training history and willingness to perform CPR and CPR psychomotor skills: a systematic review”. *Resuscitation*, v. 138, p. 259-272, 2019.
- [5] R. Pedigo, J. Tolles, D. Watcha, “Teaching endotracheal intubation using a cadaver versus a manikin-based model: a randomized controlled trial”. *Western Journal of Emergency Medicine*, v. 21, n. 1, p. 108, 2020.
- [6] A. Al-Ghareeb, S. Cooper, “Barriers and enablers to the use of high-fidelity patient simulation manikins in nurse education: an integrative review”. *Nurse education today*, v. 36, p. 281-286, 2016.
- [7] A. Cheng, A. Lockey, F. Bhanji, Y. Lin, E. Hunt, E. Lang, “The use of high-fidelity manikins for advanced life support training—a systematic review and meta-analysis”. *Resuscitation*, v. 93, p. 142-149, 2015.
- [8] N. Widmann, R. Sutton, N. Buchanan, D. Niles, G. Nazareth, V. Nadkarni et al., “Simulating blood pressure and end tidal CO2 in a CPR training manikin”. *Comput Methods Programs Biomed.* 2019 Oct;180:105009. doi: 10.1016/j.cmpb.2019.105009. Epub 2019 Aug 3. PMID: 31437806.
- [9] L. Davis, T. Storjohann, J. Spiegel, K. Beiber, J. Barletta, “High-fidelity simulation for advanced cardiac life support training”. *American journal of pharmaceutical education*, v. 77, n. 3, 2013.
- [10] Y. Roh, W. Lee, H. Chung, Y. Park, “The effects of simulation-based resuscitation training on nurses' self-efficacy and satisfaction”. *Nurse education today*, v. 33, n. 2, p. 123-128, 2013.

- [11] L. Conlon, D. Rodgers, F. Shofer, G. Lipschik, “Impact of levels of simulation fidelity on training of interns in ACLS”. *Hospital Practice*, v. 42, n. 4, p. 135-141, 2014.
- [12] E. McCoy, A. Rahman, J. Rendon, “Randomized controlled trial of simulation vs. standard training for teaching medical students high-quality cardiopulmonary resuscitation”. *Western journal of emergency medicine*, v. 20, n. 1, p. 15, 2019.
- [13] D. Mills, C. Wu, D. Williams, L. King, J. Dobson, “High-fidelity simulation enhances pediatric residents' retention, knowledge, procedural proficiency, group resuscitation performance, and experience in pediatric resuscitation”. *Hospital pediatrics*, v. 3, n. 3, p. 266-275, 2013.
- [14] A. Eng, J. Namba, K. Box, J. Lane, D. Kim, D. Davis, J. Doucet et al., “High-fidelity simulation training in advanced resuscitation for pharmacy residents”. *American journal of pharmaceutical education*, v. 78, n. 3, 2014.
- [15] M. Langdorf, S. Strom, L. Yang, C. Canales, C. Anderson, A. Amim et al., “High-fidelity simulation enhances ACLS training”. *Teaching and learning in medicine*, v. 26, n. 3, p. 266-273, 2014.
- [16] A. Bingham, S. Sen, L. Finn, M. Cawley, “Retention of advanced cardiac life support knowledge and skills following high-fidelity mannequin simulation training”. *American journal of pharmaceutical education*, v. 79, n. 1, 2015.
- [17] R. Anderson, A. Sebaldt, Y. Lin, A. Cheng, “Optimal training frequency for acquisition and retention of high-quality CPR skills: a randomized trial”. *Resuscitation*, v. 135, p. 153-161, 2019.
- [18] A. Spence, S. Derbyshire, I. Walsh, J. Murray, “Does video feedback analysis improve CPR performance in phase 5 medical students?”. *BMC medical education*, v. 16, n. 1, p. 1-7, 2016.
- [19] D. Weidenauer, T. Hamp, C. Schrieffl, C. Holaubek, M. Gatteringer, M. Krammel et al., “The impact of cardiopulmonary resuscitation (CPR) manikin chest stiffness on motivation and CPR performance measures in children undergoing CPR training—A prospective, randomized, single-blind, controlled trial”. *PloS one*, v. 13, n. 8, p. e0202430, 2018.
- [20] E. Sanri, S. Karacabey, The impact of backboard placement on chest compression quality: a mannequin study”. *Prehospital and disaster medicine*, v. 34, n. 2, p. 182-187, 2019.
- [21] M. Binkhorst, I. van de Wiel, J. Draaisma, A. van Heijst, T. Antonius, M. Hogeveen, “Neonatal resuscitation guideline adherence: simulation study and framework for improvement”. *European journal of pediatrics*, v. 179, p. 1813-1822, 2020.
- [22] S. Johnson, K. Haerling, W. Yuwen, V. Huynh, C. Le, “Incivility and clinical performance, teamwork, and emotions: a randomized controlled trial”. *Journal of nursing care quality*, v. 35, n. 1, p. 70-76, 2020.
- [23] M. Thielen, R. Joshi, F. Delbressine, S. Oetomo, L. Feijs, “An innovative design for cardiopulmonary resuscitation manikins based on a human-like thorax and embedded flow sensors”. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part H: Journal of Engineering in Medicine*, v. 231, n. 3, p. 243-249, 2017.
- [24] D. Fletcher, R. Militello, G. Schoeffler, C. Rogers, “Development and evaluation of a high-fidelity canine patient simulator for veterinary clinical training”. *Journal of veterinary medical education*, v. 39, n. 1, p. 7-12, 2012.