



Treinamento de Ventilação com Pressão Positiva para Reanimação Neonatal usando um protótipo tecnológico integrado ao REANIME

TRAINING OF POSITIVE PRESSURE VENTILATION FOR NEONATAL RESUSCITATION USING TECHNOLOGY APPLIED TO REANIME

Ana Carolina Costa de Oliveira¹, Izabel Medeiros de Oliveira², Thomaz Henrique Pereira Meira³, Amanda Lucena da Silva⁴, Sérgio Ribeiro dos Santos⁵, João Agnaldo do Nascimento⁶, Juliana Sousa Soares de Araujo⁷.

¹Doutora em Modelos de Decisão e Saúde. Universidade Federal da Paraíba.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2880-9878>

Email: carolyneoliveira@gmail.com

² Graduada em Enfermagem. Universidade Federal da Paraíba.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2951-7025>

Email: izaolimed123@gmail.com

³ Graduada em Enfermagem. Universidade Federal da Paraíba.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3323-4298>

Email: thomasmix577@gmail.com

⁴ Graduada em Enfermagem. Universidade Federal da Paraíba.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7481-1023>

Email: amandalucena.lucena223@gmail.com

⁵ Doutor em Sociologia. Universidade Federal da Paraíba.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7835-3151>

Email: profsergioufjb@gmail.com

⁶ Doutor em Estatística. Universidade Federal da Paraíba.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7314-4844>

Email: joaoagh@gmail.com

⁷ Doutora em Biologia Aplicada à Saúde. Universidade Federal da Paraíba.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1571-1222>

Email: ju1circulojp@gmail.com

Correspondência: Universidade Federal da Paraíba Campus I - Lot. Cidade Universitária, PB, Brasil. CEP: 58051-900 – Programa de pós-graduação em Modelos de decisão e Saúde.

Copyright: Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial 4.0 Internacional.

Conflito de interesses: os autores declaram que não há conflito de interesses.

Como citar este artigo

Oliveira ACC de; Oliveira IM de; Meira THP; Santos SR dos; Nascimento JA do; Araujo JSS de. Treinamento de Ventilação com Pressão Positiva para Reanimação Neonatal usando um protótipo tecnológico integrado ao REANIME. Revista de Saúde Digital e Tecnologias Educacionais. [online], volume 5, n. 2. Editor responsável: Luiz Roberto de Oliveira. Fortaleza, julho de 2020, p. 132-146. Disponível em: <http://periodicos.ufc.br/resdite/index>. Acesso em “dia/mês/ano”.

Data de recebimento do artigo: 19/09/2020

Data de aprovação do artigo: 29/06/2020

Data de publicação: 21/07/2020

Resumo

Objetivo: o estudo teve como objetivo desenvolver e validar um protótipo tecnológico integrado ao REANIME para avaliação de treinamento no processo de Ventilação com Pressão Positiva para reanimação neonatal. **Métodos:** a pesquisa é do tipo descritiva com

abordagem quantitativa. A amostra foi não probabilística e intencional, através de um estudo de caso. A construção do estudo se deu em três etapas: 1ª - apresentação do REANIME, 2º - prototipação da tecnologia e 3º - avaliação de desempenho do protótipo tecnológico. Para coleta de dados foram realizadas 28 simulações de ventilação de pressão positiva por 3 enfermeiros utilizando o protótipo integrado ao REANIME. **Resultados:** pode-se observar que a partir das simulações no processo de avaliação do protótipo integrado ao REANIME entre profissionais da saúde, constatou-se que 75% obtiveram um desfecho satisfatório, encontrando-se dentro dos parâmetros preconizados pela Sociedade Brasileira de Pediatria. **Conclusão:** a utilização do protótipo com o uso do sensor de flexão integrado ao balão e ao microcontrolador foi imprescindível, pois esta ferramenta proporciona maior acessibilidade e realismo durante a execução do treinamento de ventilação com pressão positiva no processo de reanimação neonatal.

Palavras-Chave: Reanimação Neonatal. Ventilação com Pressão Positiva. Realidade virtual. Prototipagem.

Abstract

Objective: The study aimed to develop and validate a technological prototype integrated

with REANIME for training evaluation in the Positive Pressure Ventilation process for neonatal resuscitation. **Methods:** The research is descriptive with a quantitative approach. The sample was non-probabilistic and intentional, through a case study. The construction of the study took place in three stages: 1st - REANIME presentation, 2nd - technology prototyping and 3rd - performance evaluation of the technological prototype. For data collection, 28 positive pressure ventilation simulations were performed by 3 nurses using the prototype integrated with REANIME. **Results:** From the simulations in the evaluation process of the prototype integrated to REANIME among health professionals, it was found that 75% obtained a satisfactory outcome, meeting the parameters recommended by the Brazilian Society of Pediatrics. **Conclusion:** The use of the prototype with the use of the flexion sensor integrated into the balloon and the microcontroller was essential, as this tool provides greater accessibility and realism during the execution of ventilation training with positive pressure in the process of neonatal resuscitation.

Keywords: Neonatal Resuscitation. High Frequency Jet Ventilation. Virtual Reality. Prototyping.

Estudo aprovado pelo Comitê de Ética do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), sob o Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE) nº 08043019.7.0000.5188.

1. Introdução

A reanimação neonatal é um processo dinâmico, com procedimentos padronizados e executados por diferentes profissionais da saúde. Durante a sua realização, os profissionais precisam estar aptos para desenvolvê-la. Portanto, a aplicação de técnicas e condutas corretas influenciam diretamente na qualidade da reanimação e, conseqüentemente, no restabelecimento dos parâmetros fisiológicos¹.

Em todo mundo, ocorrem cerca de 4 milhões de mortes de crianças nos primeiros 28 dias^{2,3}. No Brasil, a taxa de mortalidade neonatal é de 69% de todos os óbitos infantis, dos quais 76% destes foram em recém-nascidos (RN) que viveram até o sexto dia de vida⁴.

Entretanto, medidas vêm sendo tomadas pelo Ministério da Saúde, a fim de diminuir a taxa de mortalidade através das últimas décadas.

Dessarte, a taxa de mortalidade infantil no Brasil vem apresentando uma forte diminuição. Os índices de mortalidade infantil decaíram de 29,2/1000 para 13,82/1000 nos anos de 2000 e 2015, respectivamente⁵.

Contudo, o país ainda possui uma taxa relativamente alta se comparada com outros países latinos como Cuba (2/1000) e Chile (5/1000)⁶.

É importante enfatizar que deve existir uma relação da assistência entre o binômio, uma integração entre a assistência materna e neonatal, visto que um atendimento capacitado pela equipe de saúde no pré-parto, na gestação, no parto e no período neonatal pode diminuir de 20% a 30% a taxa de mortalidade neonatal².

Dessa forma, há necessidade de conhecimento prático nas manobras de reanimação neonatal por partes dos profissionais da saúde por meio de atualizações, treinamentos e qualificações práticas ou simulações realistas⁷. Visto a necessidade de treinamentos, novas tecnologias foram incorporadas tanto na formação teórica como na formação prática dos cursos de saúde.

Nesse contexto, a utilização de Realidade Virtual (RV) vem ganhando destaque, pois se revela como uma alternativa de interação com a realidade e com a informação de forma multidirecional⁸.

A RV é uma técnica avançada de interface, em que o usuário realiza imersão, navegação e interação em um ambiente 3D, compostas por objetos com topologias e comportamentos semelhantes aos objetos reais, com diferentes formas de interação, através de dispositivos e das técnicas que exploram os sentidos humanos e cenários propostos com tarefas a serem executadas⁹.

A imersão em ambiente de realidade virtual não pode ser obtida totalmente com o uso de *headsets*, mouse, teclados, monitor etc., uma vez que, juntamente a esses dispositivos, é necessária a adição de sistemas hápticos, que geram o estímulo para que a imersão seja atingida¹⁰.

Os sistemas hápticos recriam incitações sensoriais de *feedback* para o usuário, seja simulando a pressão, a textura, a vibração, ou a temperatura¹¹. Logo, é necessário um aprofundamento no uso desses recursos tecnológicos, pois sua evolução não abstrai objetos e dispositivos dotados de sensores tácteis em ambientes baseados em RV que tem como princípio básico o envio de dados que devem ser processados e transmitidos em

tempo real, tendo em vista seu potencial de reduzir custo e criar novos dispositivos não convencionais e, em consequência, aumentar a abstração da interação homem-máquina.

Assim, nos últimos anos, vários estudos vêm sendo desenvolvidos sobre a utilização dos simuladores usando realidade virtual para treinamento, com o intuito de minimizar os custos e os recursos, a exemplo da área de manutenção, engenharia elétrica, engenharia naval e saúde^{12,13,14,15}. Nesse contexto, observa-se a necessidade de desenvolver um dispositivo de baixo custo que proporcione maior acessibilidade para utilização como tecnologia para treinamento na área da saúde¹⁶.

O processo de treinamento através da utilização de ambientes de realidade virtual tem pouco valor quando estes ambientes não são capazes de gerar *feedback* em relação ao desempenho dos usuários. Assim, a existência de uma ferramenta de avaliação integrada ao sistema de RV é fundamental para conhecer o desempenho dos usuários e auxiliar no processo de aprendizagem.

Diante o exposto, o presente estudo tem como objetivo desenvolver e validar um protótipo tecnológico integrado ao REANIME para avaliação de treinamento no processo de Ventilação com Pressão Positiva em Reanimação neonatal.

2. Métodos

A pesquisa tem caráter descritiva, porque “descreve um fenômeno ou situação, mediante um estudo realizado em determinado espaço-tempo”, com abordagem quantitativa que “caracteriza-se pelo emprego da quantificação tanto nas modalidades de coleta de informações quanto no tratamento deles por meio de técnicas estatísticas”^{17,18}.

A amostra escolhida foi não probabilística e intencional, através de um estudo de caso, cujo objetivo foi a validação do desempenho do protótipo tecnológico integrado ao simulador REANIME.

A construção do estudo foi estruturada e conduzida, de acordo com o Programa de Reanimação Neonatal© da Sociedade Brasileira de Pediatria©^{4,19}. O estudo desenvolveu-se por meio de três etapas:

Etapa 1

Apresentação do panorama do simulador de realidade virtual REANIME, que é fundamentado no fluxograma do Programa de Reanimação Neonatal, com base nas diretrizes da Sociedade Brasileira de Pediatria para reanimação neonatal que preconiza,

após o parto, que haja uma avaliação inicial para determinar se o RN permanecerá junto à mãe ou precisará de uma análise mais minuciosa.

Diante dessa circunstância, a conduta correta é prover calor e manter as vias aéreas pérvias, ou seja, transferir o neonato para o berço com fonte de calor radiante, posicionar corretamente a cabeça e aspirar possíveis secreções oro nasais. Em seguida, com o monitoramento dos sinais vitais, se houver a presença de apneia, *gasping* ou frequência cardíaca abaixo de 100 bpm, então há indicação para o início da Ventilação por Pressão Positiva (VPP); depois do ciclo de um minuto, checa-se a expansibilidade torácica e os sinais vitais, verifica-se também a técnica aplicada e, se necessário, corrige-a. A manutenção das falhas respiratórias e bradicardias é indício da necessidade de intubação, massagem cardíaca e fornecimento de oxigênio a 100%. Todavia, quando não há alteração do quadro clínico, então requer a continuidade das manobras de RCP, associada as intervenções medicamentosas¹⁹.

É importante destacar que, o objetivo do presente estudo é a prototipagem do sistema bolsa-válvula-máscara para VPP, logo não há necessidade do detalhamento do funcionamento do REANIME em relação à etapa de intubação e medicação.

Etapa 2

Desenvolvimento do protótipo do sistema bolsa-válvula-máscara utilizando os componentes não convencionais que são: o sensor eletrônico de flexão - modelo Flex Sensor 4578 4.5" e a placa de microcontrolador ATmega328p-UA, utilizada no dispositivo Arduino que é uma solução utilizada em prototipagem.

O sensor eletrônico de flexão é usado na robótica, em luvas de jogos de realidade virtual, produtos de fitness, dispositivos de medição, *joysticks*, dispositivos médicos, fisioterapia, soluções biométricas e muito mais.

De forma básica, os sensores convertem várias formas de energia física em energia elétrica, permitindo que os microcontroladores leiam as mudanças no mundo físico, ou seja, possibilitam a imersão do profissional de saúde ao ambiente de realidade virtual, enquanto o microcontrolador está diretamente ligado à evolução da microeletrônica e da miniaturização e múltiplas funcionalidades dos circuitos integrados e da possibilidade de eles serem programáveis.

Etapa 3

Discussão dos resultados do desempenho do protótipo usando sensor de flexão no processo de simulação da Ventilação com Pressão Positiva integrado ao REANIME. De acordo com o manual de reanimação neonatal, a frequência da ventilação do sistema bolsa-válvula-máscara deve ser 40-60 movimentos/minuto, de acordo com a regra prática “aperta/solta/solta/aperta”, e tenha uma pressão mínima para obter expansão pulmonar adequada, visível pela expansão torácica¹⁹.

Inicialmente, foi estabelecida a frequência da ventilação para este estudo e a quantidade de movimentos/minuto foi determinante para uma padronização quanto ao desempenho do protótipo integrado ao REANIME, conforme apresentado na Tabela 1.

A coleta de dados foi realizada entre março e abril de 2019, na cidade de João Pessoa/PB - Brasil, por meio de análise da variável Frequência de Ventilação por Minuto (FVM).

Os resultados da simulação foram organizados em uma planilha eletrônica. A partir daí, realizou-se a análise estatística descritiva dos resultados obtidos em 28 simulações, usando o sistema bolsa-válvula-máscara com adaptação do sensor de flexão do processo de VPP, a fim de identificar a média de desempenho do protótipo integrado ao REANIME.

Para inclusão dos participantes no estudo foram considerados os seguintes critérios: ser profissional de saúde, ter disponibilidade para participar da pesquisa e conhecimentos básicos de informática. E de exclusão: apresentar alguma dificuldade no uso do equipamento (bolsa-válvula-máscara) e da tecnologia, haja vista que estas condições comprometem a coleta de dados.

Esta pesquisa foi aceita pelo Comitê de Ética do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), sob o Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE) nº 08043019.7.0000.5188, de forma que se respeitou os aspectos éticos descritos na resolução de nº 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde.

3. Resultados

Os resultados estão apresentados, segundo as etapas do desenvolvimento do estudo. Na etapa 1, apresenta-se o simulador de realidade virtual REANIME para avaliação de treinamento em reanimação neonatal de profissionais da saúde.

Ao iniciar o simulador REANIME, o usuário terá acesso à tela login e, após o cadastro, ele é direcionado para a simulação clínica.

A simulação clínica inicia-se com um diálogo entre a equipe assistencial (figura 1). Neste momento, há a apresentação de um caso escolhido aleatoriamente no sistema, expondo o histórico clínico e situacional da gestante. Ao finalizar a simulação clínica, o usuário é encaminhado para simulação no ambiente de realidade virtual em 3D.

Ao acessar o ambiente simulado (figura 2, nos anexos), o usuário deverá avaliar a presença de tônus muscular, a presença de respiração ou choro e a confirmação da gestação a termo, a partir das características físicas do recém-nascido.

Na sequência, é identificado o estado geral do RN e tomada à decisão de contato pele a pele com a mãe ou a realização dos cuidados de rotina necessários de cada atividade especificamente. No caso de o RN necessitar dos cuidados iniciais, o usuário terá acesso ao menu e a bancada com os instrumentos para aquecimento e limpeza do RN, posicionamento correto da cabeça, aspiração de secreções oronasais, ausculta cardíaca, monitoramento dos sinais vitais, auxílio ao processo de intubação e administração de medicamentos.

Consequente a isso, se após a realização das condutas necessárias, o neonato não apresentar uma resposta satisfatória de estado cardiopulmonar, há indicação para a aplicação da ventilação com balão e máscara. Precedendo a simulação manual do sistema bolsa-válvula-máscara, é apresentada uma tela em que são considerados, através de um *checklist*, quais materiais necessários para montagem do sistema de VPP, de acordo com a figura 3, nos anexos. Após a checagem e confirmação no sistema, é mostrada uma tela para seleção da concentração de oxigênio.

Em seguida, o usuário terá acesso ao sistema bolsa-válvula-máscara na bancada e, após a seleção e posicionamento do sistema no RN, é dado acesso à tela, na qual é possível selecionar a máscara adequada, dando início às insuflações da VPP (figura 4, nos anexos).

Após a finalização da VPP, o usuário reavalia os sinais vitais. Se não houver melhora do estado geral, corrige-se a técnica aplicada e recomeça o ciclo do VPP. Com a repetição do ciclo, não havendo melhora do quadro clínico, é importante observar a necessidade de intubação. Considerando que a VPP é um dos princípios básicos da reanimação neonatal, visto que são necessárias habilidades motoras e, por isso, são mais difíceis de ensinar e geralmente são avaliadas de forma subjetiva, esse estudo preconizou a prototipagem do sistema bolsa-válvula-máscara fundamental para o funcionamento do VPP.

Na etapa 2, ocorreu o desenvolvimento do protótipo, usando o sistema bolsa-válvula-máscara (BVM) com adaptação do sensor de flexão integrado ao REANIME.

A figura 5 apresenta o protótipo do sensor de flexão integrado ao microcontrolador. O microcontrolador é responsável pela leitura dos parâmetros gerados pelo sensor de flexão, conversão digital e transmissão dos dados para o módulo de comunicação. Nesta etapa, o profissional de saúde interage diretamente com o simulador através do protótipo proposto, no qual há imersão ao ambiente virtual por intermédio da conectividade gerada em tempo real entre o microcontrolador e o REANIME.

A figura 6 apresenta a prototipação do sistema bolsa-válvula-máscara que foi conectado o sensor de flexão ao balão e ligado ao microcontrolador responsável pela integração com o REANIME. Em outras palavras, a associação entre ambiente de realidade virtual e o protótipo de imersão desenvolvido, nessa pesquisa, gerou uma aproximação do usuário de forma realística, no que diz respeito às situações cotidianas dos profissionais de saúde, possibilitando uma compreensão das dificuldades, avaliação do processo de tomada de decisão e um treinamento adequado que influencia diretamente na conduta assistencial.

E, por fim, a etapa 3, a exposição dos resultados do desempenho do protótipo integrado ao REANIME.

A figura 7 revela que, no intervalo acima de 40 movimentos/minuto, a média de acerto foi de 75%. E, no intervalo abaixo de 40 movimentos/minuto, 25%, destacando assim a integração do protótipo com o REANIME.

A eficiência do treinamento com realidade virtual está primordialmente relacionada à qualidade didática do material, à dinâmica, à flexibilidade de adequação e as necessidades do indivíduo em treinamento²⁰.

A escolha pela utilização do simulador REANIME, deu-se pela necessidade de associação entre o ambiente virtual e a alternativa tecnológica desenvolvida nesse estudo.

Portanto, a construção do protótipo do sistema bolsa-válvula-máscara com a adaptação do sensor de flexão ao balão e a conexão ao microcontrolador foi possível integrar a variável FVM responsável pela validação da frequência de ventilação por minuto do processo de VPP. Esse processo possibilita uma melhora na regularidade da frequência respiratória e cardíaca, saturação de oxigênio e, conseqüentemente, no estado geral do neonato.

Também foram elencados pontos fundamentais para assegurar um ambiente de realidade virtual autêntico em conformidade com os preceitos do Programa de Reanimação Neonatal[©] da Sociedade Brasileira de Pediatria[©], sem colocar em risco o usuário. Além disso, o profissional de saúde pôde vivenciar uma interação simultânea com o ambiente de

realidade virtual e, posteriormente, analisar a sua atuação no processo de reanimação neonatal.

Estudos apontam que a utilização de sensores tácteis é a solução mais viável para baratear e até mesmo suprir a necessidade dos dispositivos hápticos²¹. Considerando tais circunstâncias, foi construído um dispositivo não convencional, denominado de tecnologia alternativa, tendo em vista o alto custo dos dispositivos hápticos disponíveis no mercado e a necessidade da imersão dos profissionais de saúde no processo de simulação, em que eles podem sentir a movimentação ao interagir com o ambiente de realidade virtual.

Dessa forma, para analisar a resposta do sensor flexão integrado ao REANIME, foi utilizado um balão conectado ao sensor para simulação de compressão e um transdutor de pressão que foi colocado acima da camada de impacto. A aquisição dos sinais foi realizada utilizando um conversor analógico para digital de 10 bits do Arduino Uno SMD, referência de tensão analógica de 5V e frequência de aquisição de 400Hz. Foram realizadas 28 simulações com duração de um minuto e foram obtidas frequências que variaram entre 33 a 83 compressões e descompressões.

Os resultados alcançados, a partir das simulações no processo de avaliação da tecnologia alternativa integrada ao REANIME, foram convincentes, pois se observou que 75% obtiveram um desfecho satisfatório, encontrando-se dentro do parâmetro adequado preconizado pela Sociedade Brasileira de Pediatria. Estes dados foram obtidos por tentativas contínuas de observação da interação entre o ambiente de realidade virtual, levando em consideração a movimentação concomitante do sistema bolsa-válvula-máscara acoplada ao sensor com resposta sinalizada pela gesticulação do RN no simulador, com ambiente aprazível, intuitivo ao desenvolvimento e a construção de raciocínio para resolução das problemáticas.

Contudo, a necessidade de tempo, os altos investimentos e a discrepância entre o treinamento habitual e a utilização de RV em simulação com profissionais e estudantes já são expostos na literatura, assim como a propensão dessas novas tecnologias a falhas e a carência de recorrentes atualizações e manutenções¹⁶. Tal fato foi evidenciado nesse estudo através da obtenção de 25% dos resultados inadequados aos padrões esperados para a coleta de dados.

Portanto, mesmo com toda a acessibilidade, funcionalidade e eficiência dos mecanismos associados evidenciados no REANIME, observaram-se algumas dificuldades da adequação dos materiais ao programa que, por ser um dispositivo de custo relativamente

baixo, apresentou dificuldades na resposta da interatividade dos sensores para o software e da interação com a inteligência artificial, além de que não é possível comparar uma atuação Hands-on com RV, o que influenciou intimamente na diminuição ou exacerbação das frequências de ventilações por VPP.

Todavia, a RV possui muitas vantagens quando utilizada no processo de aprendizagem, em razão do seu grande potencial de adequação, controle e padronização de técnicas e avaliações, eliminando as variações avaliativas de treinamento que propiciam condutas inadequadas dos profissionais, além disso, ocorre a coleta de dados e registro de desempenho, os quais são armazenados e podem ser utilizados posteriormente para inúmeros fins.

4. Conclusão

Diante do exposto, pode-se concluir que a utilização da realidade virtual integrada a dispositivos tecnológicos alternativos traz vantagens no processo de ensino-aprendizagem. Logo, destaca-se a utilização do protótipo do sistema bolsa-válvula-máscara conectado a um sensor de flexão integrado a um balão e ligado ao microcontrolador responsável pela conexão com o REANIME foi pertinente, pois se observou que 75% da simulação da frequência da ventilação por minuto no processo de ventilação com pressão positiva apresentaram um desfecho satisfatório, encontrando-se dentro do parâmetro adequado preconizado pela Sociedade Brasileira de Pediatria.

Portanto, a tecnologia alternativa desenvolvida nesse estudo é imprescindível, pois a utilização dela proporciona maior acessibilidade e realismo durante a execução, uma vez que ela foi desenvolvida com o intuito de possibilitar uma imersão mais fidedigna do profissional de saúde ao ambiente de realidade virtual, utilizando materiais de baixo custo.

Por consequência, a utilização do protótipo desenvolvido nesse estudo torna-se viável principalmente para o treinamento de profissionais que atuam em locais de difícil acesso e pouca estrutura, promovendo assim uma capacitação adequada que influenciará diretamente no processo de tomada de decisão diante da necessidade de utilização da VPP.

Agradecimentos

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo incentivo em pesquisa e aprimoramento em nível superior.

5. Referências

1. Lino FS, de Carvalho NAR, Santos JDM, Moura ECC, Da Rocha SS, Silva RSDS. A utilização da simulação no contexto da reanimação neonatal. *Revista Uningá*. 2018;53(2).
2. Mendonça SD, Gomes de Oliveira Medeiros V, Lima de Souza N, Costa e Silva RK, Maia de Oliveira SI. Síndrome da aspiração meconial: identificando situações de risco obstétricos e neonatais. *Revista de Pesquisa Cuidado é Fundamental Online*. 2015;7(3).
3. UNITED NATIONS. The millennium development goals report 2015. New York: UN, 2015. [acesso em 20 mar 2019]. Disponível em: [https://www.un.org/millenniumgoals/2015_MDG_Report/pdf/MDG%202015%20rev%20\(July%201\).pdf](https://www.un.org/millenniumgoals/2015_MDG_Report/pdf/MDG%202015%20rev%20(July%201).pdf).
4. Almeida MFB, Guinsburg R. Programa de reanimação neonatal da SBP: manual do instructor 2016. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Pediatria, 2016.
5. IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Projeção da População do Brasil 2013. Taxa de mortalidade infantil por nascidos vivos – Brasil – 2000 a 2015. [acesso em 05 abr 2019]. Disponível em: <http://brasilemsintese.ibge.gov.br/populacao/taxas-de-mortalidade-infantil.html>.
6. UNICEF – Fundo das Nações Unidas para a Infância. Levels and trends in child mortality report, 2015 – estimates developed by the UN Interagency Group for Child Mortality Estimation [acesso em 20 mar 2019]. Disponível em: http://www.childinfo.org/files/Child_Mortality_Report_2015.pdf.
7. Onan A, Simsek N, Elcin M, Turan S, Erbil B, Deniz KZ. A review of simulation-enhanced, team-based cardiopulmonary resuscitation training for undergraduate students. *Nurse education in practice*. 2017;27: 134–43.
8. Rubio- Tamayo J; GertrudixBarrio M; García García F. Ambientes imersivos e realidade virtual: Revisão sistemática e avanços na comunicação, interação e simulação. *Technod Multimodal.Interagir*. 2017, 1, 21.32
9. Jacho L, Sobota B, Korečko Š, Hrozek F. Semi-immersive virtual reality system with support for educational and pedagogical activities. In *IEEE*; 2014. p. 199–204.
10. Moraes RM, Machado LS. Simultaneous assessment of teams in collaborative virtual environments using Fuzzy Naive Bayes. In *IEEE*; 2013. p. 1343–8. DOI 10.1109/IFSA-NAFIPS.2013.6608596
11. Margarido MC. Desenvolvimento de um sistema háptico com feedback de temperatura. 2018.
12. Zhang W, Ma D, Shao Z, Wei C, Shi Y, Yao H. Core hardware component's design and realization of the maintenance training simulation system of a command and control equipment. In *IEEE*; 2007. p. 2690–3. DOI 10.1109 / icca.2007.4376850
13. Araujo RTS, Araujo MES, Medeiros FNS, Oliveira BFC, Araujo NMS. Interactive simulator for electric engineering training. *IEEE Latin America Transactions*. 2016;14(5):2246–52.
14. Chen J, Chen T. Research on standardization of marine simulator training and assessment. In *IEEE*; 2011. p. 111–4. 15. Machado LDS, De Moraes RM, Zuffo MK. Fuzzy rule-based evaluation for a haptic and stereo simulator for bone marrow harvest for transplant. In *Citeseer*; 2000.
16. Williams J, Jones D, Walker R. Consideration of using virtual reality for teaching neonatal resuscitation to midwifery students. *Nurse education in practice*. 2018; 31:126–9 DOI 10.1016/j.nepr.2018.05.016
17. Selltiz C, Wrightsman L, Cook S, Kidder L. Métodos de pesquisa nas relações sociais, 6a. Reimpressão EPU São Paulo: Editora USP. 1975;

18. Richardson RJ, Peres J de S, Wanderley J, Correia L, Peres M. Pesquisa social: métodos e técnicas. 14. reimpr. São Paulo: Atlas. 2012;
19. MANUAL DE REANIMAÇÃO NEONTAL/ [editor Gary M. Weiner; editores associados Jeanette Zaichkin; editor emérito John Kattwinkel; organização, tradução e revisão técnica do manual Ruth Guinsburg, Maria Fernanda Branco de Almeida], 7. Ed. São Paulo: Associação Paulista para o Desenvolvimento da Medicina, 2018.
20. Rodrigues R de CV, Peres HHC. Desenvolvimento de Ambiente Virtual de Aprendizagem em Enfermagem sobre ressuscitação cardiorrespiratória em neonatologia. Revista da Escola de Enfermagem da USP. 2013;47(1):235–41.
21. Wang J, Lu WF. Development of a haptic modeling and simulation system for handheld product design and evaluation. In American Society of Mechanical Engineers; 2009. p. 1373–82. DOI 10.1115/detc2009-87595.

Anexos

Tabela 1: Desempenho dos movimentos por minuto da frequência da ventilação.

| Movimentos/minuto | Desempenho |
|-------------------|-------------|
| <40 | Inadequada |
| 40-60 | Recomendado |
| >60 | Aceitável |

Fonte: Pesquisa direta.

Figura 1: Tela de diálogo do REANIME.



Fonte: Pesquisa direta.

Figura 2: REANIME.



Fonte: Pesquisa direta.

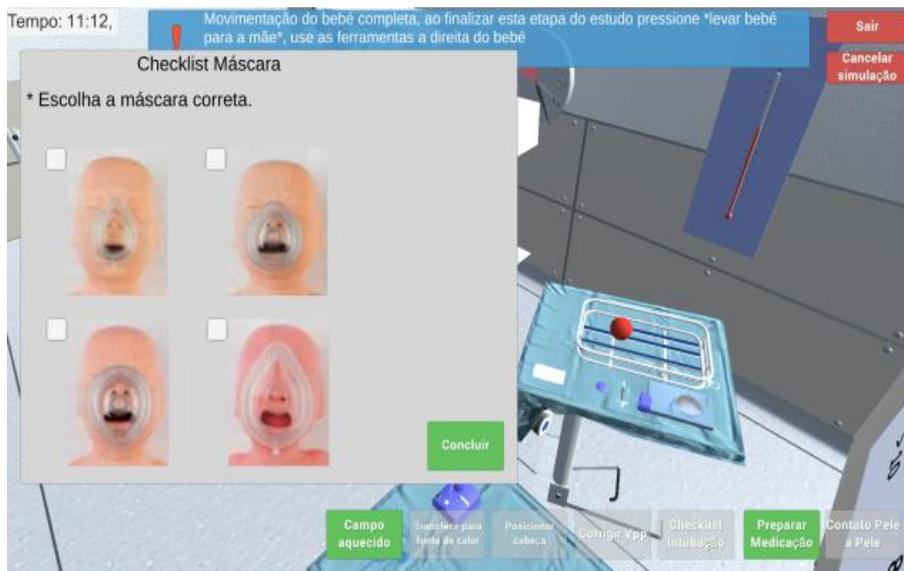
Figura 3: Checklist do sistema BVM.

* Identifique as partes do balão:

| | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Laringoscópio | <input type="checkbox"/> Válvula de PEEP |
| <input type="checkbox"/> Mecanismo valvular | <input type="checkbox"/> Tubo (conexão) para entrada de gás |
| <input type="checkbox"/> Reservatório de oxigênio | <input type="checkbox"/> Válvula liberadora de pressão |
| <input type="checkbox"/> Via de entrada de gás | <input type="checkbox"/> Ampola de adrenalina |
| <input type="checkbox"/> Via de saída do gás | <input type="checkbox"/> Manômetro |

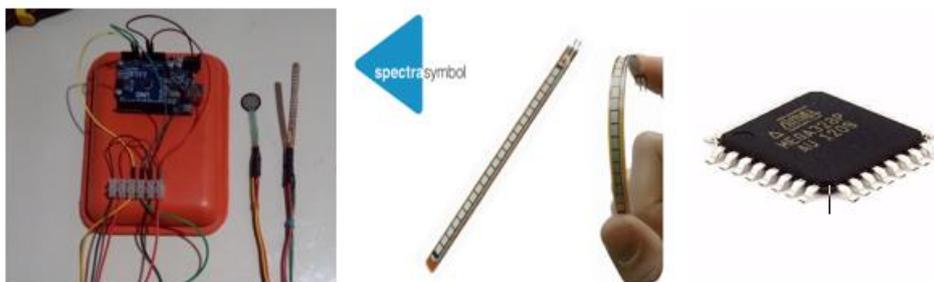
Fonte: Pesquisa direta.

Figura 4: Seleção da máscara.



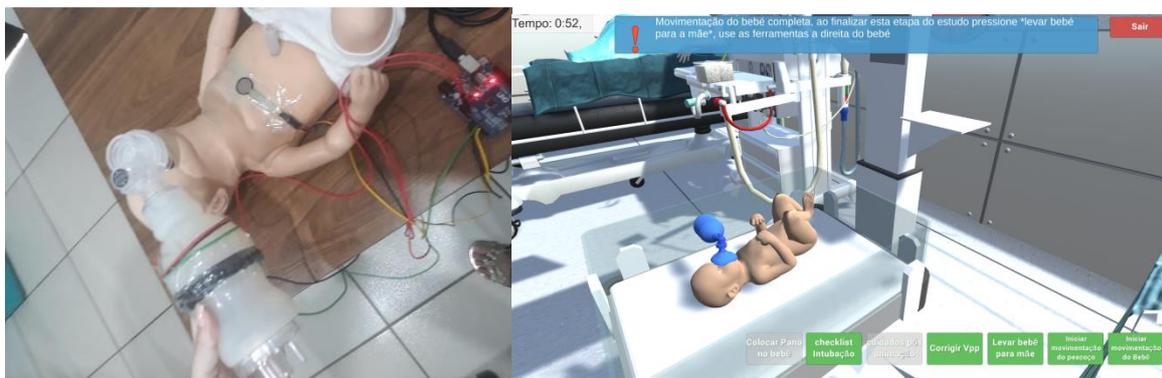
Fonte: Pesquisa direta.

Figura 5: Protótipo da tecnologia alternativa, sensor de flexão e microcontrolador.



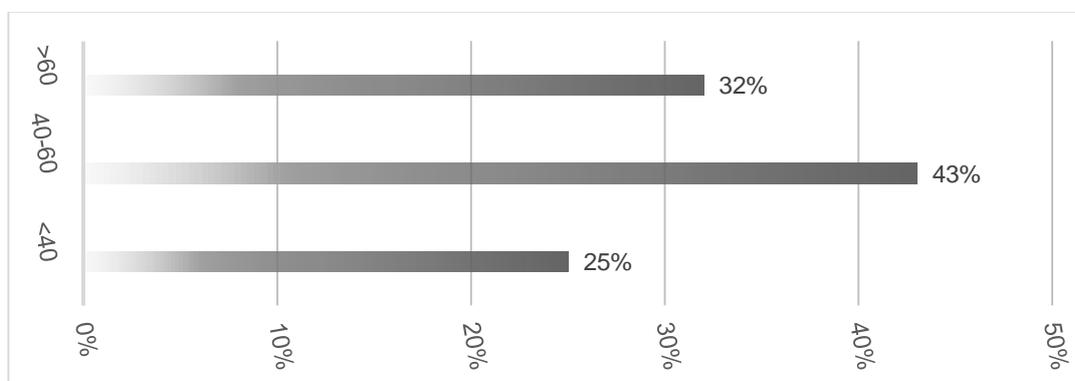
Fonte: Pesquisa direta.

Figura 6: Protótipo adaptado ao sistema bolsa-válvula-máscara integração do REANIME.



Fonte: Pesquisa direta.

Figura 7: Movimentos/minuto da frequência da ventilação no processo de VPP



Fonte: Pesquisa direta.