

Paôla de Oliveira Souza

**Avaliação de manequim de alta fidelidade em
simulação de convulsão e de SBV pediátrico**

Itajubá

2017

Paôla de Oliveira Souza

Avaliação de manequim de alta fidelidade em simulação de convulsão e de SBV pediátrico

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia da Computação como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Ciência e Tecnologia da Computação

Universidade Federal de Itajubá

Instituto de Engenharia de Sistemas e Tecnologias da Informação - IESTI

Programa de Pós-Graduação

Itajubá

2017

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Asmund Laerdal com o Resusci-Anne (COOPER; TAQUETI, 2004)	18
Figura 2 – Michael Gordon com Harvey (COOPER; TAQUETI, 2004)	18
Figura 3 – Dr Stephen Abrahamson (sentado) and Dr Judson Denson com o Sim One (COOPER; TAQUETI, 2004)	19
Figura 4 – SimBaby da Laerdal (LAERDAL, 2016)	26
Figura 5 – Componentes básicos do SimBaby (LAERDAL, 2016)	26
Figura 6 – Configuração Básica dos componentes do SimBaby (LAERDAL, 2016) .	27
Figura 7 – Configuração Básica dos componentes do SimBaby com o computador de monitoramento (LAERDAL, 2016)	28
Figura 8 – Monitoramento de PA no SimBaby (LAERDAL, 2016)	29
Figura 9 – Posicionamento de alto-falantes no SimBaby	29
Figura 10 – Ausculta no SimBaby	30
Figura 11 – Laerdal Simulaton Home (LAERDAL, 2016)	31
Figura 12 – LLEAP (LAERDAL, 2016)	31
Figura 13 – Patient Monitor (LAERDAL, 2016)	32
Figura 14 – Cadeira de sobrevivência pediátrica (adaptada) (TEIXEIRA, 2007)	34
Figura 15 – SBV pediátrico para um socorrista (AHA, 2015a)	36
Figura 16 – SBV pediátrico para dois socorristas (AHA, 2015a)	37
Figura 17 – Gráfico de evolução do quadro clínico do manequim	41
Figura 18 – Roteiro de Avaliação 1 - Sinais clínicos	41
Figura 19 – Roteiro de Avaliação 2 - Respostas aos procedimentos realizados	42
Figura 20 – Monitor do Paciente	45
Figura 21 – Bolsa de ar que simula os movimentos de tronco do SimBaby	46
Figura 22 – Sistema com bolsas de ar sem inflação que simulam os movimentos respiratórios do SimBaby	47
Figura 23 – Sistema com bolsas de ar que simulam os movimentos respiratórios do SimBaby	47
Figura 24 – Cianose em paciente pediátrico real (www.clinicaladvisor.com)	48
Figura 25 – Cianose labial no SimBaby	49
Figura 26 – Estrutura do tórax sem pele	50
Figura 27 – Estrutura do tórax com pele	51
Figura 28 – Tórax sem pele (lateral)	51
Figura 29 – Ventilação artificial com ambu	52
Figura 30 – Bolsa de distensão gástrica (estrutura sem pele)	53
Figura 31 – Bolsa de distensão gástrica (estrutura com pele)	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultados da avaliação da fidelidade de sinais clínicos	49
Tabela 2 – Resultados da avaliação de respostas do manequim às manobras de RCP	54

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AHA	American Heart Association
ARLIST	Augmented Reality Environment for Life Support Training
DAS	Difficult Airway Society
DD	Dois Dedos
DP	Dois Polegares
DEA	Desfibrilador Automático
ECG	Eletrocardiograma
ESBS	Ensino de Saúde Baseado em Simulação
FC	Frequência Cardíaca
FR	Frequência Respiratória
LAHAS	Laboratório de Habilidades e Simulação
LLEAP	Laerdal Learning Application
MPL	Medical Plastics Corporation
NLS	Newborn Life Support
PA	Pressão Arterial
PCR	Parada Cardiorespiratória
RCP	Reanimação Cardiopulmonar
SAV	Suporte Avançado de Vida
SBV	Suporte Suporte de Vida
SpO ₂	Saturação de Oxigênio
SV	Suporte de Vida

SUMÁRIO

1	Introdução	9
2	Fundamentação teórica	12
1	Simulação em saúde como método de ensino-aprendizagem	12
1.1	Simulação em Saúde	13
1.2	Simuladores de Paciente Humano em Saúde	15
1.2.1	Manequins	16
1.2.2	Historia dos Manequins	17
1.2.3	Avaliação de Manequins	20
1.2.4	SimBaby	26
1.2.5	Softwares de simulação da Laerdal	30
2	Suporte básico de vida	33
2.1	Suporte básico de vida em pediatria	34
3	Distúrbios Convulsivos	35
3	Método	39
4	Resultados e Discussão	44
4	Avaliação de fidelidade	44
4.1	Febre	44
4.2	Convulsão	44
4.3	Necessidade de RCP	46
4.3.1	Respiração	46
4.3.2	Pulso	48
4.3.3	Perfusão inadequada	48
5	Avaliação do <i>feedback</i> às manobras de RCP	49
5.1	Compressões torácicas	50
5.2	Ventilação	52
5.3	Compressões torácicas incorretas	53
5.4	Ventilação incorreta	53
5	Conclusão	56
	Referências	58

AGRADECIMENTOS

Ninguém conquista nada sozinho, ninguém chega a lugar algum sem apoio, orientação e participação. Agora que alcanço mais uma conquista não poderia deixar de reconhecer e agradecer aqueles me ajudaram nessa caminhada.

Aos meu orientadores Alexandre e Letícia pela confiança, pelo privilégio de contar com suas orientações e pelos aprendizados que me proporcionaram.

Aos professores e técnicos da UFSJ que me receberam e me ajudaram na pesquisa com muito entusiasmo e prestatividade.

À Clara e Áurea por toda ajuda, amizade e paciência.

À minha mãe meu infinito agradecimento por todo apoio, dedicação e por acreditar em mim.

Agradeço, também, à FAPEMIG pelo apoio financeiro.

*“A mente que se abre a uma ideia,
jamais voltará ao seu tamanho original”
(Albert Einstein)*

RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi avaliar os recursos e a fidelidade do manequim SimBaby para simulação de convulsão e de suporte básico de vida pediátrico. A ampliação do treinamento em reanimação cardiopulmonar elevou a sobrevivência em até 74% em adultos depois de uma parada cardíaca, mas isto não foi estendido à população pediátrica. O ensino baseado em simulação para treinamento destes profissionais recorre frequentemente aos manequins de alta fidelidade para demonstração e prática de habilidades para reanimação cardiopulmonar. Entretanto, se o paciente simulado não for suficientemente realístico, a aprendizagem pode ser comprometida. A avaliação do realismo de manequins é escassa na literatura.

Para a avaliação do SimBaby uma equipe de engenheiros, médicos e enfermeiros foi dividida em dois grupos: o primeiro de controle da simulação e o segundo de assistência ao paciente simulado (socorristas). A equipe de socorristas não foi informada sobre quais situações clínicas seriam simuladas. A avaliação foi executada em duas etapas: na primeira, o manequim foi configurado para simular características de uma criança de 6 meses, em estado febril, seguida de um episódio de convulsão. Na sequência configurou-se uma bradicardia com perfusão inadequada a qual evoluiu para uma parada respiratória e depois para uma parada cardiorrespiratória. Na segunda etapa os socorristas executaram os procedimentos de compressão torácicas e ventilação artificial (RCP) de maneira incorreta.

No SimBaby, a convulsão se resume aos movimentos do tronco e discreto movimento da cabeça. As características da respiração do lactente são evidentes, e a frequência e profundidade dos movimentos respiratórios podem ser programadas. Entretanto, não é oferecida a opção para respiração ofegante. É possível configurar o pulso nos modos fino e cheio e a frequência desejada. Porém, o manequim possui pulso braquial palpável apenas no braço esquerdo. A simulação de cianose consiste em iluminação intensa dos lábios. O local adequado para a realização das compressões foi facilmente identificado. Entretanto, a profundidade adequada não foi atingida em função de limitação do manequim. E ainda é possível verificar recuo do tórax cheio entre as compressões e o manequim exibe distensão gástrica devido a hiperventilação. Entretanto, o simulador não distingue manobras corretas ou incorretas de compressão torácica e ventilação artificial.

A fidelidade do SimBaby na representação das situações clínicas avaliadas, como a convulsão e alguns sinais da PCR, carece de aprimoramento. A simulação do suporte básico de vida pediátrico é composta principalmente da etapa de reconhecimento de uma PCR e da execução da reanimação cardiopulmonar. Como a simulação dessas etapas deixam a desejar em alguns aspectos, seja na fidelidade de representação de situações clínicas, na possibilidade de execução de técnicas corretas ou na verificação da qualidade dos procedimentos, o treinamento em SBV pediátrico pode ser prejudicado.

As principais contribuições apresentadas nesta dissertação são: a criação de um protocolo para avaliação de manequins pediátricos de alta fidelidade para simulação de convulsão e SBV; e a indicação dos recursos e funcionalidades do SimBaby que podem ser aprimorados ou acrescentados pelo fabricante para melhorar a qualidade do treinamento com o manequim.

Palavras-chaves: Manequim, Avaliação de Performance, Simulação.

ABSTRACT

The objective of the present study was to evaluate resources and fidelity of the SimBaby manikin for simulation of seizures and basic pediatric life support. The expansion of CPR training raised survival by up to 74% in adults after cardiac arrest, but this was not extended to the pediatric population. Simulation-based training of these professionals often resorts to high fidelity mannequins for demonstration and practice of CPR skills. However, if the simulated patient is not realistic enough, learning can be compromised. Evaluation of mannequins realism is scarce in literature.

For SimBaby evaluation, a team of engineers, physicians and nurses was divided into two groups: the first for simulation control and the second for simulated patient care (first responders). However, the team of first responders was not informed about which clinical situations would be simulated. The evaluation was performed in two stages: first, the manikin was configured to simulate characteristics of a 6-month-old child, in a feverish state, followed by a seizure episode. Then a bradycardia with an inadequate perfusion was configured which evolved to a respiratory arrest and then to a cardiorespiratory arrest. In the second stage the first responders performed chest compression procedures and artificial ventilation (CPR) in an incorrect way.

In Simbaby, the seizure is restricted to the movements of the trunk and discreet movement of the head. In Simbaby the infant breathing characteristics are evident, and frequency and depth of respiratory movements can be programmed. However, the option for breathless breathing is not offered. You can set the pulse in fine and full modes and in desired frequency. However, the manikin has a palpable brachial pulse only in the left arm. The simulation of cyanosis consists of intense illumination of the lips. The appropriate site for performing compressions was easily identified. However, adequate depth was not reached due to manikin limitations. And it is still possible to check full chest recoil between the compressions and the manikin exhibits gastric distension due to hyperventilation. However, the simulator does not distinguish correct or incorrect maneuvers of chest compression and artificial ventilation.

SimBaby's fidelity in representation of evaluated clinical situations, such as convulsion and some signs of CRA, need to be improved. Simulation of basic pediatric life support consists mainly of recognizing a CRA and performing CPR. As the simulation of these stages is not desirable in some aspects, whether in fidelity of representation of clinical situations, in possibility of performing correct techniques or in verification of the quality of the procedures, training in pediatric BLS may be impaired.

The main contributions presented in this dissertation are: the creation of a protocol for the evaluation of high fidelity pediatric mannequins for simulation of convulsion and SBV; and an indication of SimBaby features and functionality that can be enhanced or added by the manufacturer to enhance a quality of training with the mannequin.

Key-words: Mannequin, Performance Evaluation, Simulation

1 INTRODUÇÃO

Os avanços tecnológicos gerados nos últimos anos permitiu o desenvolvimento de simuladores de performance humana tais como programas de computadores para mimetizar situações reais através do uso de realidade virtual e manequins de alta tecnologia. Essas ferramentas didáticas têm conferido maior destaque e possibilitado o aperfeiçoamento do Ensino de Saúde Baseado em Simulação (ESBS) tanto na formação quanto na qualificação profissional na área de saúde (COOPER; TAQUETI, 2004; BOTEZATU et al., 2010; BOET; NAIK; DIEMUNSCH, 2009; BEYDON et al., 2010).

O atendimento à demanda por qualificação profissional pode ser realizado por metodologias de ensino diversificadas, como palestras e aulas teóricas. Todavia, a aprendizagem por simulação tem sido apontada como a metodologia mais eficaz na educação para a saúde (ARRIGHI et al., 2011). O ensino com ferramentas de simulação permite que haja uma familiarização com as competências clínicas antes de serem aplicadas à prática real. Segundo Arrighi et al. (2011), a eficácia dos profissionais no desempenho de suas atividades torna-se maior após as experiências simuladas. Esse método de treinamento também favorece o desenvolvimento do trabalho em equipe e as habilidades de comunicação entre especialistas, além de permitir a prática simulada em cenários específicos. Diferente do método de ensino tradicional, uma situação simulada fornece aos alunos a oportunidade de cometerem erros em um ambiente seguro. Conseqüentemente, essa técnica permite o refinamento de habilidades ao possibilitar a transformação de erros em aprendizagem. A preocupação com o cometimento de erros é muito relevante. Nos Estados Unidos, por exemplo, estima-se que os erros médicos são a oitava maior causa de morte, a um custo de US\$ 29 bilhões de dólares por ano (SHARMA, 2013).

As simulações consistem em espaços onde são reproduzidos cenários da prática de cuidados à saúde nos quais estudantes realizam atendimentos em pacientes simulados, procedimentos em manequins e outros simuladores e são acompanhados por um professor ou instrutor que avalia o desempenho dos alunos (SOUZA; JARDIM; COIMBRA, 2009). Porém, a relevância do ESBS vai além do cuidado meramente didático, pois ele pressupõe a preocupação com o aumento da sobrevivência dos pacientes. O objetivo maior do ESBS é viabilizar o melhor treinamento que resulte em maior qualidade na assistência e segurança no atendimento oferecido aos pacientes. Isso porque cenários simulados de alta fidelidade (a fidelidade da simulação depende do quanto esta se aproxima da realidade), permitem a realização de diagnósticos e tratamentos simples ou complexos em situações de risco ou urgentes, contribuindo para a aprendizagem a partir do erro, mas sem causar danos ao paciente (GOMEZ; VIEIRA; NETO, 2011).

Experiências de aplicação de atividades pedagógicas na saúde baseadas no uso de

simulação foram analisadas em um estudo de revisão de literatura (DOURADO, 2014), no qual constatou-se que o tipo de manequim utilizado na maioria dos estudos foi o de alta fidelidade. Manequins de alta fidelidade simulam o corpo humano inteiro, são robotizados e assistidos por computador. Esses simuladores permitem reproduzir situações clínicas como fisiopatologia diversa, executam movimentos de expansão e retração, cianose, palidez, sons cardíacos, pulmonares e abdominais, pestanejo, voz e tosse. Eles também reagem em função de determinadas intervenções terapêuticas em conformidade com o uso de procedimentos corretos ou incorretos (AMARAL, 2010).

O investimento tecnológico em manequins é justificado devido a seus potenciais benefícios, conforme demonstra a literatura, pois o simulador de paciente humano de alta fidelidade aumenta a qualidade de aprendizado de estudantes, aperfeiçoa seu conhecimento e desenvolve melhores habilidades psicomotoras, principalmente na identificação e intervenção em diferentes tipos de complicações fisiológicas, entre elas, as cardíacas, pulmonares, metabólicas e em ambientes de urgência e emergências. No mesmo sentido, a tecnologia sofisticada passou a viabilizar manequins verdadeiramente interativos com especial interesse no treino em suporte básico de vida (SBV) e suporte avançado de vida (SAV) e em cardiologia (RIGAS, 1998; OGDEN et al., 2007; ISSENBERG; MCGAGHIE; HART, 1999; BRADLEY; POSTLETHWAITE, 2003; GORDON; EWY; FELNER, 1980).

O treinamento da população relacionado às manobras de reanimação em adultos conforme recomendado nas normas para SBV da *American Heart Association* (AHA), elevou a sobrevivência das vítimas atendidas. Essa e outras medidas puderam elevar a sobrevivência em até 74% em adultos depois de uma parada cardíaca (AHA, 2015b). Entretanto, este movimento não ocorre no atendimento às crianças, pois o SBV em pediatria não é tão difundido (TEIXEIRA, 2007). Conforme dados de 2005 a 2007 do *Resuscitation Outcomes Consortium*, o registro de 11 sistemas médicos emergenciais dos Estados Unidos e Canadá, as taxas de sobrevivência pediátricas apresentaram-se dependentes da idade sendo de 3,3% para crianças com menos de 1 ano (lactentes), de 9,1% para crianças de 1 a 11 anos, e de 8,9% para adolescentes (12 a 19 anos). Dados mais recentemente publicados por essa rede demonstram apenas 8,3% de sobrevivência até a alta hospitalar em todas as faixas etárias pediátricas (AHA, 2015a).

Outras condições clínicas em lactentes, como a convulsão generalizada, requerem cuidados imediatos, inclusive por predispor a criança a uma parada cardiorrespiratória. As convulsões em crianças são caracterizadas pela alteração súbita, episódica e involuntária na consciência, atividade motora, comportamento e sensação ou função autônoma provocadas por descargas elétricas anormais pelos neurônios no cérebro (HOCKENBERRY; WILSON; WONG, 2013).

O reconhecimento da convulsão e da parada cardiorrespiratória possibilita ao profissional ou socorristas a tomada de decisão assertiva e a intervenção eficaz. A reanimação

cardiopulmonar (RCP) imediata pode ampliar a sobrevivência de crianças vítimas de parada cardíaca, porém poucas crianças recebem RCP de alta qualidade conforme definição da AHA (AHA, 2015a). Neste sentido, a AHA (2015a) em suas "Diretrizes para Ressuscitação Cardiopulmonar (RCP) e Atendimento Cardiovascular de Emergência (ACE)", afirma a necessidade de melhorias na qualidade da RCP fornecida por socorristas e profissionais de saúde. Os treinamentos de SBV de qualidade para profissionais, bem como na formação em ambiente de graduação dos cursos de saúde e para o público em geral pode ser o melhor investimento. Dessa forma, o uso de simulação com manequins em cenários de alta fidelidade podem otimizar os treinamentos.

A qualidade do treinamento e das habilidades adquiridas tem relação direta com a qualidade do simulador utilizado. Porém, apesar do uso extensivo de manequins para a pesquisa e treinamento de profissionais da saúde, existem poucos estudos que verificam se os manequins de alta fidelidade são capazes de reproduzir a anatomia e as respostas humanas com precisão (LUCA et al., 2015).

Há uma série de manequins disponíveis no mercado para treinamento em reanimação pediátrica. O manequim SimBaby da Laerdal é um dos mais utilizados para treinamento com simulação de alta fidelidade em cenários pediátricos (SCHEBESTA et al., 2011). A Laerdal é uma empresa americana, a mais antiga na fabricação de manequins e uma das referências mundiais na produção de simuladores para treinamento em saúde. O SimBaby, conforme Laerdal (2016) é um simulador avançado de um paciente infantil de 6 meses, ideal para a formação profissional em todos os aspectos do cuidado infantil. O manequim possui anatomia realista e funcionalidades clínicas sendo adequado para todos os tipos de treinamento desde cuidados de rotina até emergências críticas. Conforme o fabricante, o SimBaby facilita o treinamento de suporte básico e suporte avançado de vida. Entretanto foi encontrado apenas um trabalho de avaliação do SimBaby, especificamente sobre a qualidade das vias aéreas (SCHEBESTA et al., 2012). Não foram encontrados trabalhos avaliando a qualidade do SimBaby, na simulação de convulsões e para o treinamento de suporte básico de vida.

Nesse contexto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar os recursos e a fidelidade do manequim SimBaby na simulação de convulsão e de suporte básico de vida pediátrico.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1 Simulação em saúde como método de ensino-aprendizagem

As habilidades necessárias aos profissionais da saúde compreendem aspectos cognitivos, psicomotores e atitudes de acolhimento do outro. Os aspectos cognitivos estão relacionados com conhecimentos fundamentais para a interpretação de dados clínicos, já os psicomotores compreendem gestos, procedimentos ou técnicas relacionados com a utilização de dispositivos (AMARAL, 2010). A aquisição e o aprimoramento das capacidades psicomotoras e atitudes, nas áreas clínicas, implica a utilização de seres humanos, adultos ou crianças, saudáveis ou doentes, cujas manifestações têm como base grande variabilidade de fenômenos biológicos. Nesse caso, imperativos éticos e certos condicionalismos atuais limitam significativamente as oportunidades de treino para a aquisição daquelas habilidades (RIGAS, 1998).

Por outro lado, conforme Ministério da Saúde (2004), a educação do profissional da saúde deve priorizar metodologias de ensino que contribuam para o aprendizado no contexto da prática. Pressupõe-se que conhecimento não se transmite, mas se constrói a partir das dúvidas e do questionamento das práticas vigentes à luz dos problemas contextuais. E ainda, deve-se incluir a busca de formação no trabalho de equipe, integração das dimensões cognitivas, de atitudes e competências práticas, priorizando os processos a longo prazo. Dessa forma, no conjunto das inovações educacionais, a simulação e os simuladores são instrumentos importantes na transição de um modelo educacional centrado no professor, alicerçado na relação mestre-aprendiz, para um modelo centrado no aluno, baseado nas interações multidisciplinares mais próximas da realidade profissional diária e mais preocupado com as necessidades dos pacientes (LUNA; SPIGHT, 2014).

O ensino-aprendizagem em saúde baseado na simulação (ESBS) é um conceito que nasce como alternativa para o treinamento de profissionais da saúde, integrando diversas modalidades em função dos recursos de cada instituição. É importante destacar que a relevância do ESBS vai além do cuidado meramente didático, pois está inserida a preocupação com aumento da sobrevivência dos pacientes. Assim, o objetivo maior do ESBS é melhorar a qualidade e a segurança do atendimento oferecido aos pacientes. Isso porque esse modelo educativo permite coordenar equipes para a realização de diagnósticos e tratamentos simples ou complexos em situações de risco, urgentes, contribuindo para o aprender a partir do erro, mas sem causar danos ao paciente. Além disso, a utilização dos simuladores permite a apresentação de diversos cenários dentro de um ambiente de controle. Também, é possível estudar o mesmo caso por diversas equipes e por várias vezes até que a proficiência seja atingida, analisando tanto o desempenho técnico como as atitudes comportamentais dos

profissionais em formação (GOMEZ; VIEIRA; NETO, 2011).

1.1 Simulação em Saúde

Simular é imitar ou fingir, fazendo parecer real o que não é (AMARAL, 2010). Portanto, a simulação é uma técnica utilizada para substituir ou amplificar experiências reais, geralmente em ambiente de imersão total, que evoca ou replica aspectos essenciais da prática diária, de uma forma interativa (GABA, 2004). O conceito de simulação tem sido aplicado com objetivos educativos em áreas profissionais muito diversas. Cita-se, como exemplo clássico, o treino dos pilotos da aeronáutica militar e civil há mais de 70 anos utilizando simuladores de voo, não só para aprendizagem e aperfeiçoamento do desempenho em situações reais, mas também para avaliação do desempenho e recertificação periódica (CARROLL; MESSENGER, 2008; SMITH, 2006).

A simulação na área da saúde também não é um fenômeno novo. Na década de 60 as simulações começaram a ter lugar na medicina de adultos com “doentes simulados”, ou seja, com pessoas treinadas, muitas vezes atores, para imitar situações clínicas diversas como dor, tipos de tosse, dispneia, sibilância, estridor, crises epiléticas, abdômen agudo, etc. Cerca de 20 anos depois, com o desenvolvimento da eletrônica, dos sistemas multimídia e da criação das condições para a chamada realidade virtual, passou a ser possível utilizar programas de software permitindo obter treino na interpretação de casos clínicos cuja ênfase é dada à semiologia e ao treino em raciocínio clínico. Ao mesmo tempo a indústria passou a criar manequins/modelos com pormenores anatômicos de grande minúcia imitando fielmente o corpo humano, no todo ou em partes, inicialmente para treino de anestesistas e, mais tarde, para treino de vários procedimentos invasivos (AMARAL, 2010). Para GABA (2004) simulação em saúde é um processo de instrução que substitui o encontro com pacientes reais em troca de modelos artificiais como atores reais ou realidade virtual, replicando cenários de cuidados ao paciente em um ambiente próximo da realidade com o objetivo de analisar e refletir as ações realizadas de forma segura.

Surgiu, depois, a aplicação de software aos manequins, entrando-se na era da simulação de alta fidelidade (a fidelidade da simulação depende do quanto esta se aproxima da realidade) (GABA, 2004). A tecnologia passou a viabilizar manequins verdadeiramente “interativos” com especial interesse no treino em suporte básico e avançado de vida e em cardiologia (RIGAS, 1998; OGDEN et al., 2007; ISSENBERG; MCGAGHIE; HART, 1999; BRADLEY; POSTLETHWAITE, 2003; GORDON; EWY; FELNER, 1980). Porém, a aplicabilidade do simulação e simuladores no processo de ensino-aprendizagem em saúde somente nos últimos anos foi reconhecida (LE MOS, 2016). Hoje, conforme Souza, Jardim e Coimbra (2009), as simulações para treinamento em saúde, de forma geral, são espaços onde são reproduzidos cenários da prática de cuidados à saúde nos quais estudantes realizam atendimentos em pacientes simulados, procedimentos em manequins e são acompanhados por um professor

facilitador que avalia o desempenho das capacidades voltadas ao perfil do profissional a ser formado.

O uso da simulação para treinamento em saúde, além de aumentar o desempenho no processo de ensino-aprendizagem, pode reduzir custos e aumentar a satisfação dos treinados em diferentes ambientes da aplicação. O treino com simuladores aumenta as habilidades e o desempenho nos procedimentos médicos, segundo [Lynagh, Burton e Sanson-Fisher \(2007\)](#). [Moretti et al. \(2005\)](#) identificaram a necessidade do treinamento para as equipes hospitalares. Embora a introdução de cursos e métodos de simulação seja relativamente recente no Brasil, os autores constataram a redução entre o tempo de diagnóstico de uma fibrilação ventricular e sua desfibrilação. Isto pode significar o sucesso numa ressuscitação cardiopulmonar. Em um hospital terciário de 900 leitos foi demonstrado em uma análise dos custos de um treinamento simulado para inserção de cateter venoso central que a redução dos níveis de infecções relacionadas aos cateteres gerou uma economia de 700 mil dólares, enquanto os custos de treinamento foram estimados em torno de 112 mil dólares. Uma análise qualitativa da literatura identificou benefícios do treinamento simulado também a saúde pública ([MCGAGHIE et al., 2011](#)). Conforme [Dourado \(2014\)](#), a literatura revela que o ESBS possibilita ao estudante aprender e pôr em prática o que foi aprendido em ambiente livre de riscos (cenário). Isso aumenta a confiança do profissional antes do atendimento ao paciente real, favorece o desenvolvimento e/ou aprimoramento de habilidades técnicas e não técnicas (comunicação), possibilita a avaliação de conhecimento e habilidades, o treinamento de equipes multidisciplinares e proporciona ao aluno a oportunidade de aprender e praticar o manejo de patologias incomuns, casos críticos e procedimentos invasivos em ambiente livre de risco [Reynolds et al. \(2008\)](#) destaca que a satisfação do estudante é um fator importante no processo de aprendizagem, pois está diretamente relacionado a motivação. Sobre esse aspecto, diversos estudos identificaram que o ensino com uso de simulação na educação em saúde aumenta significativamente a satisfação e autoconfiança dos estudantes. [Allan et al. \(2010\)](#), [Lareau et al. \(2010\)](#), [Reid-Searl et al. \(2012\)](#), [Delasobera et al. \(2010\)](#) realizaram pesquisas e entrevistas com participantes de cursos com simuladores de alta fidelidade. Em todos os trabalhos a maioria dos participantes sentiram-se melhor preparados para liderar ou atuar em situações críticas, além de reportarem um maior grau de confiança e menor nível de ansiedade.

Quanto às desvantagens da simulação, praticamente não houve menção nos artigos analisados. As poucas desvantagens mencionadas são em relação à implementação da simulação, como necessidade de alto investimento em capacitação de profissionais e recursos materiais como simuladores ([DOURADO, 2014](#)).

1.2 Simuladores de Paciente Humano em Saúde

Os simuladores em saúde são dispositivos que permitem reproduzir uma situação ou comportamento do qual se deseja estudar o funcionamento. Diferentes tipos de simuladores estão disponíveis e podem ser divididos em: modelos de bancada, modelos animais, cadáveres humanos, simuladores de performance humana (manequins) e simuladores de realidade virtual (REZNICK; MACRAE, 2006).

Os modelos de bancada são inanimados, geralmente de baixo custo, portáteis e reutilizáveis. Sua principal vantagem é a possibilidade de fragmentação de tarefas complexas em seus elementos essenciais. Funcionam muito bem para o ensino de tarefas básicas para iniciantes. Sua limitação principal é a baixa fidelidade oferecida, o que restringe sua capacidade de simular tarefas complexas (LUNA; SPIGHT, 2014).

Já os modelos de simulação em animais vivos oferecem alta fidelidade na simulação de tarefas complexas, como cirurgias em condições reais. São úteis porque reproduzem o comportamento do tecido vivo e testam habilidades técnicas avançadas que influenciam o resultado final de uma cirurgia, como sutura laparoscópica intracorpórea, hemostasia, anastomoses etc. Porém, o alto custo, necessidade de pessoal e instalações especializadas, considerações éticas, diferenças anatômicas e impossibilidade de reutilização limitam o uso disseminado desta técnica (LUNA; SPIGHT, 2014).

A utilização de cadáveres oferece a maior fidelidade dentre os modelos de simulação e permitem a reprodução de procedimentos de alta complexidade. Eles são melhores utilizados para treinamento de procedimentos específicos e habilidades de dissecação. Porém, o custo, disponibilidade, riscos de infecção e considerações éticas limitam sua aplicação (LUNA; SPIGHT, 2014).

Por outro lado, os simuladores de performance humana podem ser usados repetidamente com alta fidelidade e interatividade. Manequins com diferentes níveis de sofisticação podem ser usados em diversos cenários, incluindo situações multidisciplinares e interprofissionais para treinamento de equipes e gerenciamento de crises. Vários modelos têm sido criados a fim de atender aos diversos objetivos pedagógicos na área da educação em saúde. Hoje, há disponíveis no mercado manequins simuladores de alta fidelidade capazes de recriar sensações fisiológicas como suor e lágrimas, sons pulmonares e batimentos cardíacos normais e patológicos, alterações do diâmetro pupilar, cianose, mudanças na pressão sanguínea, no ritmo cardíaco e na respiração (OKUDA et al., 2009). As principais limitações são os altos custos (LUNA; SPIGHT, 2014).

A simulação em saúde com o uso de manequins poupa o paciente de exposição desnecessária a erros e melhora o aproveitamento do tempo de contato entre ele e o estudante, deixando para o campo clínico o aprendizado das habilidades impossíveis de serem trabalhadas com o manequim, tais como reações fisiológicas complexas, habilidade de comunicação e tratamento humanizado (VIEIRA; CAVERNI, 2009).

Dourado (2014) realizou um levantamento no Portal de Periódicos da CAPES, com o objetivo de identificar e analisar artigos que descrevessem e analisassem experiências de aplicação de atividades pedagógicas baseadas no uso de simulação com manequins. Sua pesquisa apontou um posicionamento favorável em relação ao uso de simulação com manequins na educação em saúde. Nesse estudo, os autores verificaram que o tipo de simulador utilizado na maioria dos estudos foi o simulador de alta fidelidade. Segundo Allan et al. (2010), Lareau et al. (2010), Reid-Searl et al. (2012), Delasobera et al. (2010), estudantes identificam o simulador de alta fidelidade como uma ferramenta efetiva de ensino e gostariam que fosse utilizado com mais frequência em cursos futuros.

1.2.1 Manequins

Atualmente, existem diferentes tipos de manequins para simulação com características que são classificadas em baixa, média e alta fidelidade, conforme suas possibilidades tecnológicas. Simuladores de baixa fidelidade são manequins estáticos que representam apenas a estrutura do corpo de um paciente ou suas partes. Esses manequins são úteis para o aprendizado de habilidades técnicas. Já os simuladores de média fidelidade oferecem mais realismo, mas não possuem todas as funções características necessárias para representar completamente a situação de um paciente real. Um manequim com sons de respiração, mas sem movimentos do tórax, é um exemplo. Manequins de alta fidelidade têm características de vitalidade como pulso e respiração. Eles também respondem de maneira realista a intervenções físicas e farmacológicas. Os treinamentos com essa ferramenta desafiam os alunos a aplicar a intervenção correta para melhorar a condição de um paciente em um ambiente que reproduz fielmente o domínio do atendimento ao paciente autêntico (VIEIRA; CAVERNI, 2009).

Os manequins de alta fidelidade são projetados com sistemas embarcados, *drivers* e dispositivos eletrônicos. Segundo Amaral (2010), tais manequins corpo inteiro, robotizados e assistidos por computador, permitem reproduzir quase uma centena de situações clínicas com fisiopatologia diversa, executam movimentos de expansão e retração torácica, cianose, palidez, sons e sopros cardíacos, pestanejo, voz, tosse, etc e reagem em função de determinadas intervenções terapêuticas ou procedimentos corretos ou incorretos. O instrutor do treinamento é capaz de configurar o manequim para apresentar condições de pacientes diversas. Como consequência, simuladores humanos de alta fidelidade, possuem um alto custo de aquisição e necessidade de conhecimento avançado de operação técnica por parte de docentes e estudantes (GUST, 2010; SEROPIAN et al., 2004). Dentre os simuladores de alta fidelidade disponíveis no mercado, o modelo mais utilizado nos estudos foi o SimMan da Laerdal Medical Corporation. Outros simuladores de alta tecnologia foram utilizados: ECS, iStan e babySim da Medical Education Technologies Incorporated, SimBaby e ALS Simulator da Laerdal Medical Corporation.

1.2.2 Historia dos Manequins

Os avanços tecnológicos possibilitaram a concepção e construção de manequins de simulação humana para treinamento em saúde. Há manequins dos séculos XVII, XVIII e XIX expostos em bibliotecas e museus, voltados para os estudos médicos, especialmente para anatomia e exame físico, feitos de marfim ou de materiais artesanais. A partir de 1870, o desenvolvimento das indústrias elétrica, de fundição, siderúrgica, química e de refinaria de petróleo possibilitou o manejo de matéria-prima necessária para a produção de diversos aparatos tecnológicos em larga escala, incluindo os manequins, tornando-os mais acessíveis e parecidos com o ser humano (VIEIRA; CAVERNI, 2009).

Em 1850, Ignaz Semmelweis, um médico obstetra húngaro, declarou ao jornal “Privatdozent” que o aprendizado em pacientes reais era prática humilhante e que o manequim deveria ser utilizado em seu lugar (BERCHE; LEFRÈRE, 2010). Dessa forma, a apropriação do manequim no ensino de habilidades psicomotoras na área da saúde, indicando a necessidade de substituir o ser humano, preservando sua integridade física, consolidou o uso de simuladores no século XIX, influenciada também por outras áreas profissionais, que começaram a utilizar recursos de simulação em locais e situações de risco potencial para o ser humano, tais como usinas nucleares, projetos de engenharia (construção de pontes e edifícios), academias de polícia e de bombeiro, testes de colisão automobilística e, especialmente, na aviação, que em 1920, tornou essencial o uso de simulação no treinamento de pilotos (VIEIRA; CAVERNI, 2009).

Os primeiros registros sobre utilização de manequins, para prática de habilidades psicomotoras, são da primeira década do século passado, marcando o início da produção dos manequins de baixa fidelidade. Em 1911, uma instituição de ensino localizada em Hartford (EUA), chamada Hartford Hospital Training School, encomendou uma boneca de tamanho humano real para a empresa M.J. Chase Company. O primeiro manequim lá criado foi do gênero feminino e denominado de Mrs. Chase. Nos anos 1950, esse foi o simulador mais popular nos Estados Unidos (HYLAND; HAWKINS, 2009).

Na década de 1960, a empresa americana Laerdal Corporation criou o manequim Ressuci-Anne (fig. 1). Apesar de não ser controlado por computador e ter uma funcionalidade relativamente limitada, o Resusci-Anne, é amplamente utilizado para treinamento médico. Este manequim foi um projeto para o treinamento de ventilação boca a boca criado pelo Asmund Laerdal, um fabricante norueguês bem sucedido de brinquedos de plástico. Com base na evidência da eficácia da massagem no peito, o Dr. Peter Safar mais tarde aconselhou Laerdal a incluir uma mola interna anexada à parede torácica, o que permitiu simulação de compressão cardíaca. Nasce assim a possibilidade de treino para o CAB (circulação, via aérea, respiração) da RCP no simulador (COOPER; TAQUETI, 2004).

Nessa mesma época, iniciou-se a era da produção do manequim de média fidelidade, representado pelo The Harvey (fig. 2), que apresentava ruídos de batimentos cardíacos e



Figura 1 – Asmund Laerdal com o Resusci-Anne (COOPER; TAQUETI, 2004)

permitia a sensação de pulso e simulava 27 condições cardíacas. O simulador apresenta vários achados físicos, incluindo pressão arterial por auscultação, formas de onda de pulsos venosos jugulares bilaterais e pulsos arteriais, impulsos precordiais e eventos auscultatórios nas quatro áreas clássicas. Estes são sincronizados com o pulso e variam com a respiração. Harvey é capaz de simular um espectro de doença cardíaca, variando a pressão arterial, respiração, pulsos, sons cardíacos normais e murmúrios (COOPER; TAQUETI, 2004) .



Figura 2 – Michael Gordon com Harvey (COOPER; TAQUETI, 2004)

Concomitantemente, e também nos Estados Unidos, houve a primeira tentativa de associar o manequim ao computador, o Sim One (fig. 3), que permitiu o treinamento da intubação endotraqueal pelos médicos e enfermeiros residentes de anestesia (HYLAND; HAWKINS, 2009). Sim One é um ponto de partida para manequins controlados por computador, parti-

cularmente para a simulação do corpo como um todo. O projeto para construir um protótipo foi apoiado por três anos, com verba de US\$272 000 da US Office of Education. O simulador era um manequim notavelmente realista, controlado por um híbrido digital (com 4096 palavras de memória) e computador analógico. Ele tinha muitas características de alta fidelidade: o peito se movia anatomicamente com a respiração, os olhos piscavam, as pupilas dilatavam e contraíam e a mandíbula abria e fechava. Porém, Sim One não conseguiu boa aceitação e apenas um foi construído. A tecnologia de computador da época era muito cara para a comercialização (COOPER; TAQUETI, 2004). GABA (2004) especula que a visão para o uso do Sim One era demasiada estreita para criar demanda suficiente, estando muito à frente da tecnologia e da demanda por sua aplicação.



Figura 3 – Dr Stephen Abrahamson (sentado) and Dr Judson Denson com o Sim One (COOPER; TAQUETI, 2004)

A partir dos anos 1970, os simuladores começaram a apresentar produtos sintéticos associados ou revestindo partes dos manequins (HYLAND; HAWKINS, 2009) tornando-os esteticamente mais parecidos com o ser humano. Os estudos de enfermagem em anestesia começaram a ser realizados prioritariamente em simuladores, na década seguinte, sendo a área que mais os utilizaram. Por sua vez, a década de 1990 é considerada aquela da explosão da quantidade, diversidade e complexidade dos simuladores, que apresentavam, por exemplo, a capacidade de treinar função respiratória, inserção de cateter vascular e parto vaginal (NEIL, 2009). Nesta época, Drs Rene Gonzales e John Schaefer, da Universidade de Pittsburgh, desenvolveram um simulador com vias aéreas com anatomia muito próxima a de um paciente real, que foi fabricado pela Medical Plastics Corporation (MPL) do Texas. Laerdal adquiriu MPL e desenvolveu o simulador, então chamado SimMan, que era substancialmente mais barato do que outros simuladores de manequins disponíveis no mercado (COOPER; TAQUETI, 2004).

No Brasil há pouco registro da história do uso e desenvolvimento de manequins. Segundo Vieira e Caverni (2009), o Brasil não passou por uma fase interna de desenvolvimento tecnológico que propiciasse a criação nacional de manequins e nem migração de conheci-

tos de simulação de outras áreas profissionais para a área da Saúde. Os autores também relatam que na década de 2000, o problema da quantidade reduzida de manequins foi denunciado em cursos de formação de técnicos de enfermagem e de graduação por meio de relatos frustrados de docentes diante das condições dos laboratórios de habilidades psicomotoras, que quando existentes, ofereciam poucos manequins ou estes estavam danificados, prejudicando o ensino de sondagem nasogástrica e cateterismo vesical (VIEIRA; CAVERNI, 2009).

1.2.3 Avaliação de Manequins

Desde o final dos anos 1960, simuladores de pacientes humanos têm sido desenvolvidos para formação dos profissionais e são utilizados, agora, em centenas de universidades e centros de ensino e pesquisa. Apesar do uso extensivo de manequins para a pesquisa e treinamento de profissionais da saúde, existem poucos estudos que verificam se manequins, principalmente os de alta fidelidade, são capazes de reproduzir a anatomia e as respostas humanas com precisão (LUCA et al., 2015).

Realizando-se uma pesquisa nas bases de dados nacionais Scielo, Portal Biblioteca Virtual de Saúde e Portal Domínio Público utilizando-se os descritores "Manikin AND (Evaluation OR Improvement OR Comparison)", nenhum resultado pertinente à investigação foi encontrado. Já o portal de periódicos da Capes retornou 742 referências para os mesmos descritores. Dentre todos os resultados encontrados apenas nove tratavam efetivamente sobre a avaliação de manequins, sendo que desses, apenas dois trabalhos avaliavam manequins infantis. A mesma busca foi realizada na base de dados internacional PUBMED e resultou em 2031 correspondências. Refinando-se a pesquisa utilizando os descritores "(manequin OR manikin) AND (evaluation OR comparison OR improvement) AND (CPR OR cardiopulmonary OR resuscitation)" obteve-se 565 resultados. Analisando-se todos os artigos apresentados, apenas 13 apresentavam conteúdo que atendiam aos critérios de inclusão, ou seja, avaliavam, comparavam ou propunham melhorias aos manequins. Esses resultados cruzavam com os encontrados nas bases nacionais. A maioria (7) dos trabalhos tratava exclusivamente de avaliação da anatomia das vias aéreas dos simuladores. Desses, 5 eram simuladores de pacientes adultos, 1 de paciente neonatal e 1 de lactente. Apenas 2 trabalhos avaliaram a fidelidade, a interatividade e a qualidade do *feedback* com o usuário: 1 sobre simuladores de pacientes adultos e outro de pacientes neonatais. Todos os trabalhos concluíram que o manequins não apresentam ou simulam adequadamente as características avaliadas (SCHALKA et al., 2015; SCHEBESTA et al., 2012; JACKSON; COOK, 2007; JORDAN et al., 2007; SUDHIR et al., 2007; SCHEBESTA et al., 2011; MADAR; RICHMOND, 2002; HOWELLS; MADAR, 2002; PRETTO, 2008; MARTIN et al., 2012).

Apesar de escassos, a maioria dos estudos encontrados são referentes a anatomia das vias aéreas dos manequins. Conforme Schalka et al. (2015), manequins para estudo das vias aéreas são construídos com uma replicação das vias respiratórias humanas e sua utilização

para treinamento, pesquisa e manejo é generalizada. Atualmente, mais de 20 manequins de vias aéreas, que variam em design e complexidade, de diferentes fabricantes estão disponíveis. Estes manequins foram pouco estudados para se identificar o manequim mais adequado para a aprendizagem do manejo das vias aéreas. Também, há pouca evidência se as propriedades anatômicas de manequins são semelhantes aos da anatomia humana. [Schalka et al. \(2015\)](#) investigaram a precisão da modelagem das vias aéreas, comparando radiografias de seis estruturas das vias aéreas superiores de 13 manequins mais usados com a anatomia humana (37 radiografias de homens e 10 de mulheres). O objetivo foi determinar se os manequins são uma alternativa confiável ao realizar estudos de manejo das vias aéreas em seres humanos. Os autores verificaram que nenhum dos 13 manequins estudados possuíam vias aéreas equivalentes à anatomia nos humanos. O manequim da Laerdal, instrutor *Airway Management*, no entanto, foi o que replicou a anatomia das vias respiratórias humanas de forma mais satisfatória.

[Schebesta et al. \(2012\)](#) compararam a anatomia das vias aéreas superiores, através da realização de tomografia computadorizada, de 20 pacientes adultos com quatro simuladores de pacientes de alta fidelidade (SimMan e SimMan 3G da Laerdal Medical, HPS Human Patient Simulator da METI e HAL S3000 Mobile Team Trainer da Gaumard), e dois de baixa fidelidade (Airway Management Trainer da Laerdal Medical e Ambu M MegaCode Trainer W da Ambu S/A). Os pesquisadores concluíram que o espaço aéreo da faringe de todos os manequins diferiu significativamente do espaço aéreo da faringe dos pacientes reais. Dentre os manequins avaliados, o HPS foi considerado o simulador mais realista.

[Jackson e Cook \(2007\)](#) e [Jordan et al. \(2007\)](#) avaliaram e compararam quatro manequins (Airway Management Trainer da Ambu, Airway Trainer da Laerdal Medical, Airsim da Trucorp e Bill 1 da VBM) a fim de determinar se eles simulam adequadamente pacientes para o ensino de inserção de dispositivos supraglóticos, disponíveis na data da pesquisa, conforme as orientações da Sociedade de Via Aérea Difícil (*Difficult Airway Society*, DAS). [Jordan et al. \(2007\)](#) também avaliaram a utilidade destes manequins para ensinar habilidades das vias aéreas avançadas que não estão listadas nas orientações da DAS. Em ambos estudos, os autores concluíram que o desempenho dos manequins para a inserção de dispositivos supraglóticos é inadequado e o manequim mais adequado ou realista pode variar de acordo com as técnicas que está sendo simulada. O AirSim da Trucorp foi o melhor em termos de desempenho objetivo. O Airway Trainer da Laerdal também teve um desempenho significativamente melhor do que os manequins da VBM e Ambu. Os manequins Airway Trainer e AirSim também foram os mais recomendados para simular as técnicas não DAS.

[Sudhir et al. \(2007\)](#) investigaram o desempenho do *Basic Airway Model*, manequim das vias aéreas desenvolvido pela Laerdal para simular diferentes níveis de dificuldade para ventilação por máscaras. Conforme [Sudhir et al. \(2007\)](#), embora o *Basic Airway Model* possa simular um cenário de ventilação com máscara difícil, ele não pode ser usado para treinar outras habilidades, como a laringoscopia ou punção cricotireoidea. Os pesquisadores acreditam

que a capacidade do *Basic Airway Model* para fornecer diferentes níveis de dificuldade para a ventilação com máscara pode ajudar a treinar uma ampla gama de profissionais, incluindo enfermeiros, paramédicos, médicos de cuidados de emergência e de anestesiologistas. Porém, ponderam a necessidade de uma combinação de diferentes manequins de treinamento das vias aéreas para ensinar todas as etapas de um algoritmo de via aérea difícil.

No que diz respeito a simuladores pediátricos para avaliar diferentes técnicas de manejo das vias aéreas e dispositivos de intubação em condições fáceis e difíceis, a maioria dos pesquisadores e treinadores preferem o uso de manequins de alta fidelidade como o SimBaby da Laerdal (SCHEBESTA et al., 2011). Schebesta et al. (2011) verificou que o volume do espaço aéreo retroglossal do SimBaby diferiu significativamente das medições em pacientes (SimBaby $5,3 \pm 0,4 \text{ cm}^3$ vs. $1,9 \pm 0,8 \text{ cm}^3$ em lactentes, $p < 0,01$). Além disso, a distância do processo alveolar da mandíbula para a parede posterior da faringe foi maior no SimBaby do que em lactentes ($5,8 \pm 0,1 \text{ cm}$ vs $4,5 \pm 0,5 \text{ cm}$, $p < 0,001$) e as dimensões da epiglote e faringe foram maiores no SimBaby. Portanto, as características anatômicas do SimBaby não simulam adequadamente a anatomia das vias aéreas superiores de lactentes. Isso implica em realismo inadequado deste simulador para treinamento das vias aéreas e compromete a validade dos ensaios comparativos de diferentes dispositivos das vias aéreas Schebesta et al. (2011).

Conforme Madar e Richmond (2002), em reanimação neonatal e pediátrica, as prioridades fundamentais são estabelecer uma via aérea permeável para fornecer suporte respiratório adequado. Manequins utilizados para o ensino da reanimação de bebês e crianças devem ter vias aéreas que respondam de forma realista. Em particular, a permeabilidade das vias aéreas deve ser dependente da posição da cabeça e tanto o movimento do tórax e ausculta do manequim devem ser razoavelmente realista. Nenhum dos manequins, atualmente disponíveis, podem ser usados para ilustrar a amplitude completa das técnicas de suporte básico das vias respiratórias por meio de instrumentação das vias aéreas. Isto muitas vezes significa que mais do que um manequim tem de ser utilizado em um único cenário, uma técnica que pode ser prejudicial para o processo de ensino. Nesse sentido, Madar e Richmond (2002) modificaram o ResusciBaby e o ALS, ambos produzidos pela Laerdal de modo a tornar a permeabilidade das vias aéreas passível de controle pelo instrutor. Dispositivos pneumáticos (cateter de balão) foram inseridos nos tubos de vias respiratórias ligando a orofaringe aos pulmões. A oclusão foi conseguida inflando-se os balões por compressão manual de um reservatório de ar ligado aos cateteres. As modificações simples permitem a que seja feita a oclusão das vias aéreas em qualquer fase da ressuscitação. O método pode ser aplicado a qualquer manequim que utiliza um tubo de acesso para ligar a boca do manequim aos pulmões artificiais. As modificações propostas pelos autores foram discutidas com o fabricante que aprovou as modificações e expressou interesse em introduzir as sugestões em seus manequins.

Segundo Howells e Madar (2002), a reanimação do recém-nascido é um papel vital

para a parteira, enfermeira neonatal e neonatologista. Por razões éticas e práticas é impossível praticar habilidades de RCP em bebês, por isso manequins são usados para treinamento. Manequins para RCP devem simular as características mecânicas dos pacientes, permitindo a prática de manutenção das vias aéreas, ventilação com pressão positiva e compressões torácicas. Nesse sentido, o objetivo de [Howells e Madar \(2002\)](#) foi avaliar e comparar os manequins mais comuns disponíveis no Reino Unido para a prática de reanimação neonatal em um curso de *Newborn Life Support (NLS)*. Características (físicas e *feedback* durante procedimentos) consideradas necessárias para a adequação do manequim para o ensino e formação em reanimação neonatal foram identificadas, conforme proposto pelo Conselho de Ressuscitação (Reino Unido). As prioridades para a reanimação de um recém-nascido são a oferta de cuidados térmicos, avaliação da condição clínica e manobras para estimular o bebê. Foram avaliados quatro manequins de reanimação: o modelo neonatal para a prática de intubação (NMIP) e modelo de treinamento de intubação (ITM) da Adam Rouilly e, ResusciBaby e o manequim para suporte avançado de vida ALS da Laerdal. Um grupo de quatro profissionais da saúde testaram individualmente características predeterminadas da aparência física e *feedback* de funções psicomotoras de cada manequim. Conforme [Howells e Madar \(2002\)](#) os dois modelos da Adam Rouilly, o NMIP e o ITM, foram desenvolvidos para a prática de habilidades de ressuscitação neonatal, especificamente pelo manejo das vias por intubação. O Laerdal Resuscibaby e ALST são especificados para prática de reanimação de recém-nascidos. Para os avaliadores o NMIP foi o manequim mais realista, em termos de sensação de manipulação. Ambos os modelos da Laerdal foram consideradas demasiadamente grandes e duros para representar recém-nascidos de forma realista. Todos os quatro occipitais foram considerados pouco desenvolvidos em comparação com os de recém-nascidos. Em relação a permeabilidade das vias aéreas, apenas as vias aéreas do Resuscibaby da Laerdal eram dependentes da posição da cabeça. A obstrução das vias aéreas de todos os outros modelos não foi afetada pela flexão ou extensão do pescoço. No entanto, todos os modelos, salvo o Resuscibaby, permitiram a prática de técnicas avançadas de manejo das vias aéreas mesmo com suas características físicas e rigidez da orofaringe variando amplamente. Os avaliadores consideraram a orofaringe do ALST mais realista enquanto o ITM foi considerado como tendo a epiglote e cordas vocais mais realista. Em contraste, a epiglote do ALST era pequena e não obstruía a visão das cordas vocais, assemelhando-se mais a epiglote de uma criança mais velha ([HOWELLS; MADAR, 2002](#)). [Howells e Madar \(2002\)](#), avaliaram também o *feedback* dos manequins durante a ventilação artificial. O movimento do tórax e a entrada de ar foram vistos e ouvidos com uma máscara de ventilação em todos os modelos. Foi possível ventilar ambos os manequins da Laerdal usando uma peça T, porém houve considerável vazamento e atenuação do movimento do tórax no modelo ALST. Embora os modelos da Adam Rouilly e ALST possuam 'pulmão' e sacos de 'estômago', o *feedback* traqueal e de intubação esofágica diferiram consideravelmente. O ALST também foi considerado como tendo o movimento do tórax realista.

De acordo com [Howells e Madar \(2002\)](#), todos os manequins diferiram significativamente de vias aéreas humanas em aspectos importantes: rigidez dos tecidos; mobilidade da coluna cervical; e as proporções anatômicas, especialmente para a faringe e do espaço aéreo retropalatal. Os autores também identificaram variações entre os manequins do mesmo fabricante. Enquanto os manequins da Laerdal estão mais próximos de fornecer os recursos discutidos, nem esses nem os outros manequins testados contemplam todos os requisitos de aprendizagem identificados pelo Conselho de Ressuscitação do Reino Unido para a formação NLS. Embora possa haver outros manequins disponíveis que não foram testados devido à indisponibilidade no momento do estudo, não existe conhecimento de qualquer manequim que simula totalmente as vias aéreas do recém-nascido. Também, estudos baseados em manequim para a avaliação dos dispositivos das vias aéreas e/ou novas estratégias de ventilação podem ser afetados por estes simuladores com pouca acurácia. A avaliação das características do manequim é raramente realizada e não se tem estudado o impacto sobre os dados coletados.

Conforme [Pretto \(2008\)](#), os manequins anatômicos utilizados atualmente para treinamentos de suporte à básico possuem diversos recursos incorporados para permitir e qualificar os treinamentos, como pulso, simulador de arritmia e ausculta. No entanto, algumas deficiências são percebidas na atual estrutura de treinamento, como por exemplo, a ausência de resposta automática do manequim, como consequência das ações do aluno em treinamento, a impossibilidade de reproduzir imagens como expressões faciais e lesões corporais, a falta de sons que representem o estado clínico do paciente, a necessidade de comunicação constante com o médico-instrutor, entre outras. Nesse sentido, [Pretto \(2008\)](#) desenvolveu o projeto ARLIST (*Augmented Reality Environment for Life Support Training*) para possibilitar ao aluno uma maior interação com o manequim de simulação através da adição de recursos computacionais como sons e imagens nos manequins, de forma a criar um ambiente de simulação mais realista de um atendimento médico de emergência.

Para a identificação dos principais problemas existentes nos treinamentos de SV, [Pretto \(2008\)](#) acompanhou treinamentos em SV voltados para a área pediátrica e adulta. Durante esses cursos e por meio de entrevistas com os médicos-instrutores, o autor detectou algumas dificuldades no atual processo de treinamento, mesmo com o uso de manequins avançados nos exercícios. [Pretto \(2008\)](#) verificou que uma preocupação constante por parte dos cursos de SV, é conseguir retirar a figura do instrutor do cenário de testes. Também, durante a realização das atividades práticas dos treinamentos de SV, o aluno enfrenta diversos problemas ligados à baixa capacidade de representação de sinais clínicos disponíveis nos manequins. Por exemplo, os alunos observam o manequim que o instrutor descreve como uma pessoa com pele roxa, pulso fraco e dificuldade respiratória, entretanto, esses sinais clínicos não estão sendo reproduzidos pelo manequim de simulação, obrigando os alunos a imaginarem o quadro clínico e atuarem sobre este modelo mental para realização do procedimento. Aspectos como cor ou textura de pele, respiração ofegante ou inexistente, lesões ou escoriações, aparência visual do paciente (esboço de dor ou desconforto) e troca de in-

formações verbais, são fatores inexistentes que dificultam a realização de um treinamento mais realista. Recursos como a reprodução de imagem facial e lesões corporais dinâmicas, ou seja, que podem ser facilmente alteradas, não estão presentes nos manequins avançados. A ausculta cardíaca e pulmonar pode ser encontrada separadamente em simuladores de sons, porém, esta não está incluída no manequim avançado juntamente com os demais recursos, além dos sons não estarem associados ao estado clínico do paciente (PRETTO, 2008).

Dessa forma, Pretto (2008) adicionou recursos computacionais, como sons e imagens, nos manequins usados nos cursos de treinamento, de forma a criar um ambiente de simulação mais realista de um atendimento médico de emergência. Um vasto conjunto de sons pode ser reproduzido, desde falas e gemidos do paciente até sons pulmonares e cardíacos. Imagens mostram expressões faciais e lesões no tórax sobre o corpo do manequim anatômico. Uma ferramenta foi desenvolvida para prover controle ao médico-instrutor sobre o processo de simulação e registrar as ações dos estudantes em treinamento. O projeto foi avaliado através de sessões com acadêmicos do curso de medicina. Foi possível concluir que as simulações com os recursos agregados mostraram mais realismo do que o ambiente em uso atualmente. De acordo com a opinião dos instrutores, a principal vantagem observada durante os testes foi a melhora da interação autônoma entre o *trainee* e o manequim.

Os manequins atuais de RCP infantil, usados para ensinar e revisar a técnica de compressão torácica, limitam as profundidades de compressão máxima (PCmax) a 40 mm. Nesse sentido, Martin et al. (2012) avaliou o efeito de uma PCmax mais realista na qualidade de compressão torácica. Os pesquisadores também avaliaram se os limiares de risco de lesão propostos (36 mm) são excedidos pela sobrecompressão torácica. Para realizar a avaliação, o manequim de RCP infantil ALS Baby da Laerdal, representando um lactente do sexo masculino com 5 kg e três meses de idade, foi modificado para permitir a variação da PCmax entre a especificação original do manequim (40 mm, CDmax40) e a profundidade fisiológica interna do tórax de um bebê do sexo masculino de três meses de idade (56 mm, PCmax56). As deflexões torácicas do manequim durante a RCP simulada foram medidas por um sensor de infravermelho. Quarenta instrutores europeus de SV pediátrico realizaram compressões torácicas de dois polegares (DP) e dois dedos (DD) em ambas as configurações PCmax. Segundo Martin et al. (2012) as compressões atingiram profundidades maiores através de ambas as técnicas usando o CDmax56, com 44% de DP e 34% de DD compressões de tórax atingindo as metas recomendadas. As compressões atingiram profundidades que excederam o limiar de lesão intratorácica proposto. A modificação do manequim melhorou a conformidade de ambas as profundidades de compressão torácica e os ciclos de trabalho de compressão com valores recomendados internacionalmente, enquanto introduziu os riscos potenciais de sobrecompressão torácica durante RCP infantil. Apesar disso, a complacência geral da compressão torácica durante a RCP infantil simulada permaneceu muito pobre principalmente devido a taxas de compressão torácica que foram muito rápidas. O uso deste projeto de manequim modificado como um auxiliar de treinamento pode encorajar os ressus-

citadores a realizar habitualmente compressões torácicas mais profundas, melhorando assim a qualidade atual da compressão torácica infantil na prática clínica. Conforme os autores, a pouca sobrevivência após parada cardíaca infantil tem sido atribuída a compressões torácicas de má qualidade (MARTIN et al., 2012).

1.2.4 SimBaby

O SimBaby (fig. 4), conforme o fabricante, é um simulador de paciente de 6 meses de idade, da empresa americana Laerdal que facilita o treinamento de suporte básico e suporte avançado de vida. Esse manequim, fabricado em tamanho real, possui as dimensões de 650 mm x 23 mm x 160 mm e pesa 4 kg. O uso desse manequim possibilita a avaliação, por um instrutor, das habilidades individuais e de equipe do aluno, com base em situações clínicas realistas (LAERDAL, 2016).



Figura 4 – SimBaby da Laerdal (LAERDAL, 2016)

O sistema de funcionamento do SimBaby é composto, em sua forma básica, pelo manequim, o aparelho Link Box, um computador de controle do instrutor, um computador de monitoramento do paciente, um compressor de ar e um fone de ouvido (fig 5).



Figura 5 – Componentes básicos do SimBaby (LAERDAL, 2016)

O Link Box conecta o SimBaby ao computador do instrutor. O computador do instrutor controla a simulação. O ar comprimido é fornecido pelo compressor possibilitando a

execução de diversas funções como, por exemplo, complicações das vias aéreas, respiração espontânea, insuflação do pneumotórax hipertensivo. Além disso, com o fone de ouvido com microfone, o instrutor pode simular a comunicação interativa por voz entre o paciente simulado e o aluno. Também, a observação das condições clínicas do manequim pode ser exibido no computador de monitoramento (LAERDAL, 2016). Nas figuras 6 e 7 é apresentada a configuração dos componentes citados.

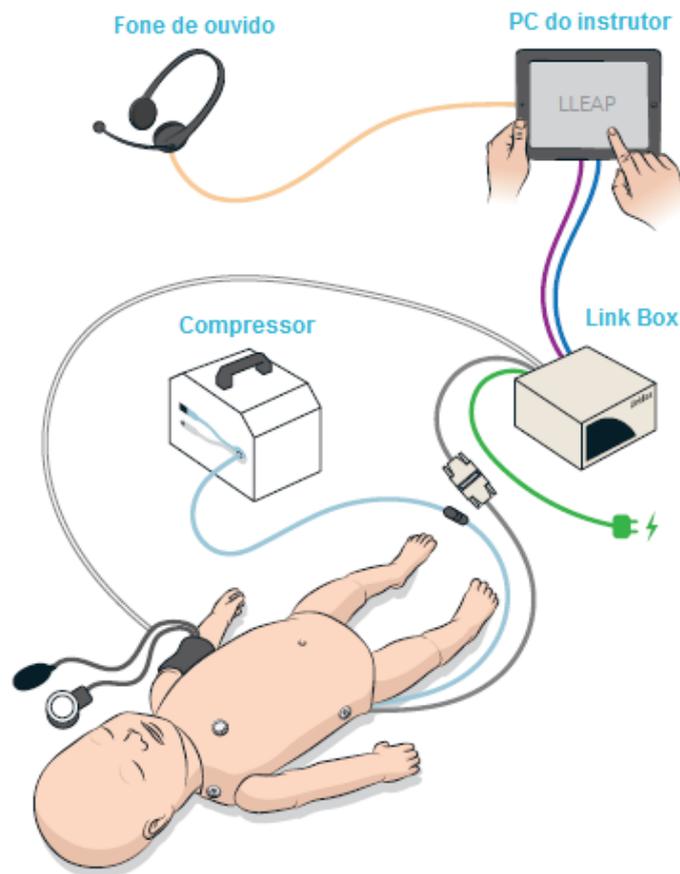


Figura 6 – Configuração Básica dos componentes do SimBaby (LAERDAL, 2016)

O manequim SimBaby possibilita a observação e o reconhecimento de todos os sinais vitais: temperatura, pulso, pressão, oximetria, frequência cardíaca e respiração. (LAERDAL, 2016).

A temperatura do SimBaby pode ter seu valor configurado e mostrado no monitor no paciente.

Em relação ao pulso, o SimBaby tem pulsos palpáveis femoral bilateral, pulso braquial e radial esquerdo. Os pulsos são sincronizados com o ECG simulado e, quando ativados, com o marcapasso externo durante a captura. Compressões de RCP também geram pulsos palpáveis. Durante o procedimento de palpação dos pulsos no manequim é necessário ter cuidado pois o uso excessivo de força resulta na incapacidade de sentir o pulso (LAERDAL, 2016).

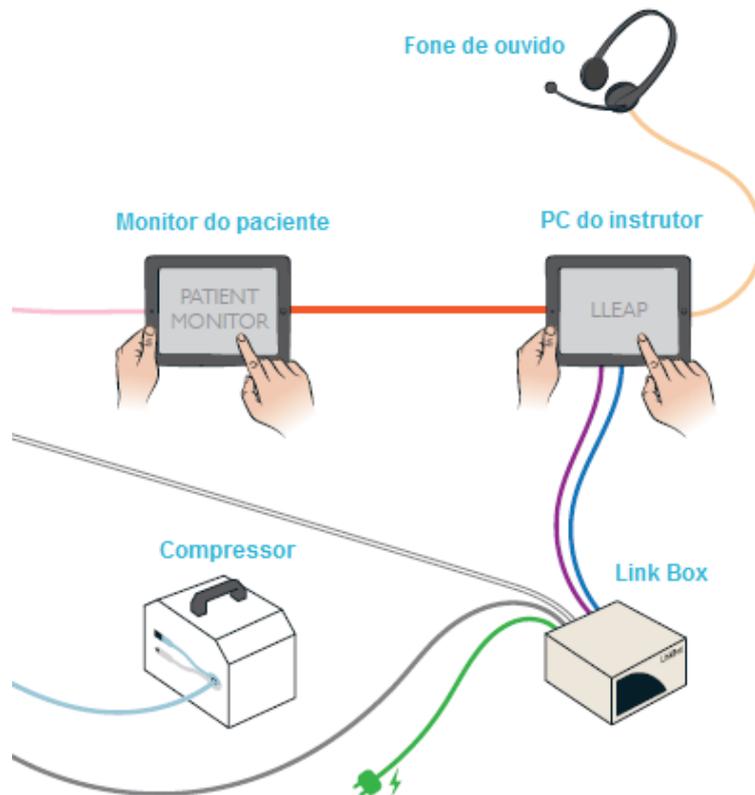


Figura 7 – Configuração Básica dos componentes do SimBaby com o computador de monitoramento (LAERDAL, 2016)

Já sobre sinais de respiração, o manequim da Laerdal conta com uma grande variedade de padrões respiratórios espontâneos, incluindo frequência e profundidade variáveis, e complicações, como retrações subcostais e respiração paradoxal. Também, o simulador possui recursos sonoros que permitem a identificação de respiração normal e anormal bilateral além de sons do pulmão: normal, estalos grossos, estalos finos, estridentes, ofegantes e roncos (LAERDAL, 2016).

A pressão arterial (PA) pode ser medida usando o manguito conectado ao Link Box e colocado na posição braquial do braço esquerdo (fig. 8). O braço esquerdo é um braço para pressão arterial com pulsos radial e braquial e sons de Korotkoff. As definições de pressão arterial são controladas no computador e ligadas à funcionalidade do ECG (LAERDAL, 2016).

Em relação ao oxímetro de saturação de oxigênio (SpO₂) é feito de um sensor de luz e um diodo de luz. Quando o feixe entre o diodo e o sensor é interrompido, o aplicativo Patient Monitor registra que o oxímetro de SpO₂ está conectado. Quando o cabo estiver conectado ao Link Box, o SpO₂ não será exibido até que o oxímetro seja colocada no simulador. Se o cabo não for conectado ao Link Box, o SpO₂ será exibido automaticamente apenas quando selecionado pelo usuário no painel do computador do instrutor (LAERDAL, 2016).

Por fim, o SimBaby permite a avaliação da frequência cardíaca já que seu torso

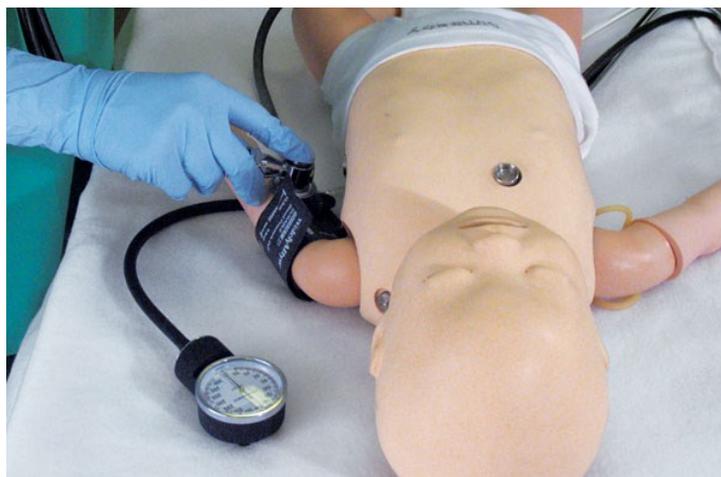


Figura 8 – Monitoramento de PA no SimBaby (LAERDAL, 2016)

contém vários alto-falantes conforme mostrado na figura 8.

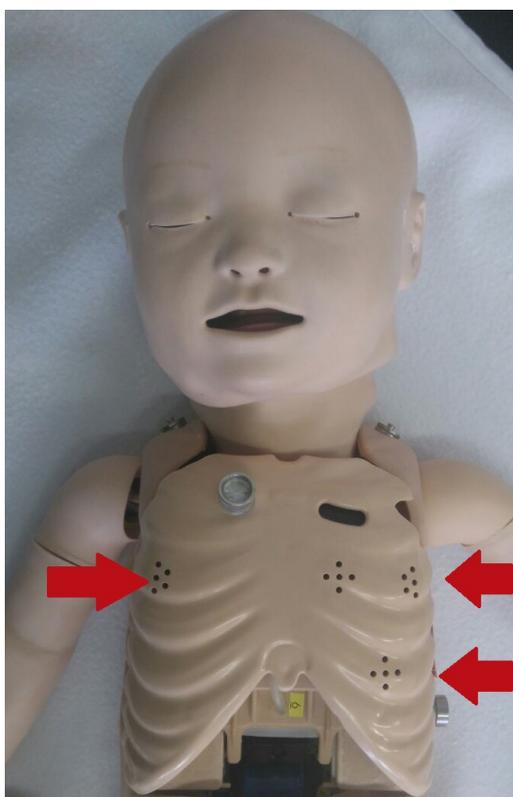


Figura 9 – Posicionamento de alto-falantes no SimBaby

Esses alto-falantes que possibilitam a ausculta realista de sons do pulmão esquerdo e direito e coração (fig. 10), parte superior e inferior (LAERDAL, 2016).

O reconhecimento dos sinais vitais do manequim é feito por meio da interação direta com o simulador de paciente e a observação do seu estado clínico. Essas informações também podem ser exibidas no computador do monitor do paciente opcionalmente (LAERDAL, 2016).

Além dos recursos descritos anteriormente, o sistema de simulação SimBaby inclui:



Figura 10 – Ausculta no SimBaby

- Vias aéreas avançadas configuráveis, que possibilitam a simulação das habilidades de manejo de vias aéreas difíceis.
- Olhos com pupilas intercambiáveis.
- O instrutor pode modificar a complacência pulmonar e a resistência das vias aéreas.
- Uma série de sons vocais pré-programados, como choro e tosse, para ajudar o cenário de simulação.
- As vias de acesso vascular estão incluídas em um braço e nas duas pernas. O acesso intraósseo também está disponível nas duas pernas.

1.2.5 Softwares de simulação da Laerdal

O *Laerdal Simulation Home* (fig. 11) é o aplicativo a partir do qual os programas da Laerdal relacionados à simulação de paciente podem ser encontrados e iniciados. Os arquivos de ajuda também podem ser abertos neste local. O *Laerdal Simulation Home* está localizado na pasta *Laerdal Medical*, no menu *Iniciar* do *Windows*.

O software usado em uma sessão de simulação é composto pelos seguintes aplicativos:

- LLEAP (Laerdal Learning Application)
- Voice Conference Application
- Patient Monitor
- SimView Server ou Session Viewer
- SimDesigner

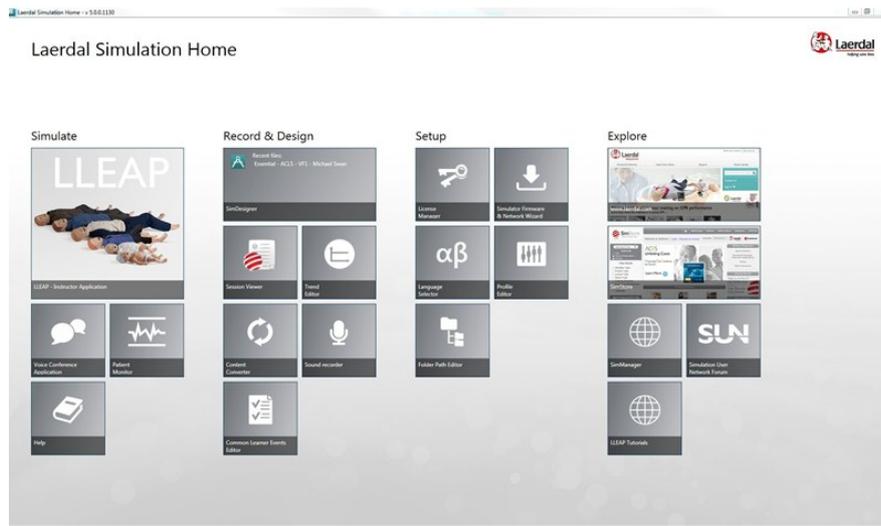


Figura 11 – Laerdal Simulation Home (LAERDAL, 2016)

LLEAP

O LLEAP é o aplicativo do instrutor, a partir do qual a sessão de simulação é executada, controlada e monitorada (fig. 12).

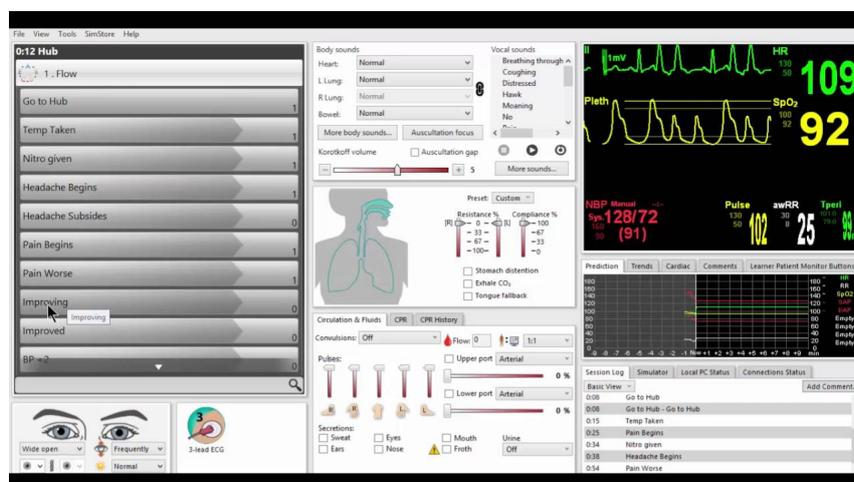


Figura 12 – LLEAP (LAERDAL, 2016)

O LLEAP pode ser operado em modo automático ou manual. O modo automático é usado para cenários pré-programados e o modo manual fornece ao instrutor total controle manual da sessão de simulação. A execução de simulações no modo manual requer algum conhecimento médico, para criar simulações clinicamente plausíveis (LAERDAL, 2016). Para executar uma simulação, o LLEAP deve ser iniciado no Laerdal Simulation Home no computador do instrutor

Voice Conference Application (VCA)

Com o software VCA, o instrutor pode se comunicar por meio do simulador durante a sessão. O VCA também pode ser usado para a comunicação com outros instrutores em uma rede e para criar canais separados, nos quais somente os membros podem se comunicar (LAERDAL, 2016).

Patient Monitor

O aplicativo Patient Monitor simula um monitor de paciente típico de hospital (13). Ele é o console do aluno e pode ser configurado e controlado pelo instrutor, bem como pelo aluno, por meio de menus de toque na tela.

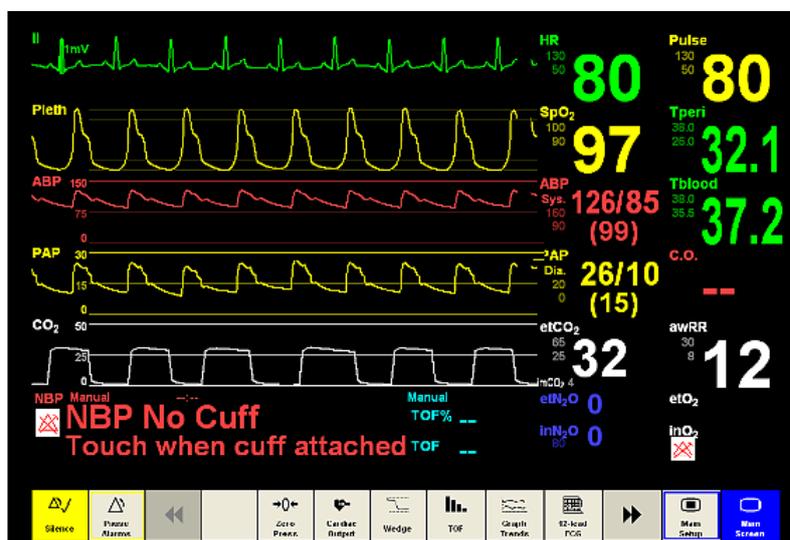


Figura 13 – Patient Monitor (LAERDAL, 2016)

O monitor do paciente simulado possibilita que diversas informações do estado do paciente (ECG, frequência cardíaca, forma de onda de PA, temperatura, SpO₂, CO₂, PVC etc.) sejam exibidas numérica e graficamente (LAERDAL, 2016).

Session Viewer e SimView Server

O Session Viewer e o SimView Server são aplicativos que gravam vídeo e capturas de tela do monitor de paciente, além de fornecer uma interface para o *debriefing* da sessão. Após o término de uma sessão, os arquivos de registro gerados no LLEAP são transferidos e combinados com os arquivos de vídeo do Session Viewer ou SimView Server (LAERDAL, 2016).

Geralmente, o Session Viewer é executado localmente, no mesmo computador usado para o LLEAP, e o SimView Server é executado em um servidor dedicado na rede local. Durante a primeira inicialização do LLEAP, o usuário é solicitado a selecionar um sistema de *debriefing* disponível no seu computador ou em uma rede local. Isso pode ser alterado

mais tarde (LAERDAL, 2016).

SimDesigner

Com o aplicativo SimDesigner, o usuário pode configurar os seus próprios cenários pré-programados. Ele também pode ser usado para analisar e imprimir uma representação gráfica de um cenário. O SimDesigner deve ser instalado para possibilitar a conversão de arquivos do aplicativo do instrutor antigo em formatos de arquivo compatíveis com o LLEAP (LAERDAL, 2016).

Outros aplicativos

Há outros programas que são usados em conjunto com as sessões de simulação, como, por exemplo, o License Manager, para lidar com as licenças de programa, e o Simulator Firmware & Network Wizard, para atualizar o *firmware* dos simuladores ou solucionar problemas de rede (LAERDAL, 2016).

2 Suporte básico de vida

A agilidade e a eficiência do atendimento da parada cardiorrespiratória (PCR), é fundamental para a sobrevivência do paciente. Por isso, o socorro necessita ser realizado de forma rápida e correta, aumentando as chances de sobrevivência e minimizando possíveis sequelas decorrentes do incidente. Nesse sentido, o suporte de vida (SV) são técnicas que permitem o atendimento a vítimas de PCR poucos instantes após o ocorrido. Os atendimentos de SV são classificados de duas formas: básico e avançado (PRETTO, 2008).

O suporte básico de vida (SBV) é a base para salvar vidas após parada cardíaca. Aspectos fundamentais do SVB adulto incluem o reconhecimento imediato de PCR súbita, ativação do sistema de resposta de emergência, ressuscitação cardiopulmonar e a desfibrilação rápida com desfibrilador externo automatizado (DEA) (AHA, 2015b). Os atendimentos de SBV são prestados em locais fora dos domínios das instituições médicas, como em lojas e supermercados, na rua ou até mesmo em casa. Nesse momento, a pessoa que está prestando socorro conta principalmente com suas habilidades manuais e raciocínio lógico para prestar o atendimento (PRETTO, 2008). O suporte avançado de vida (SAV), por sua vez, preserva todos os conceitos e práticas adotadas no SBV, entretanto, os procedimentos são realizados com o paciente dentro de um espaço com acesso aos recursos de atendimento de emergência, como desfibriladores e medicamentos, disponíveis em ambulâncias, postos de saúde e salas de atendimento em hospitais (PRETTO, 2008).

A American Heart Association disponibiliza normas para a realização de SBV e

SAV, incluindo as técnicas para a correta execução de RCP. Essas são publicadas na forma de "Diretrizes para Ressuscitação Cardiopulmonar (RCP) e Atendimento Cardiovascular de Emergência (ACE)". As orientações são organizadas pela AHA de acordo com características específicas que devem ser consideradas em cada faixa etária: suporte de vida adulto, pediátrico e neonatal.

2.1 Suporte básico de vida em pediatria

O objetivo do suporte básico de vida em pediatria é conseguir uma maior sobrevivência com uma melhor qualidade de vida da população pediátrica: lactentes (até 1 anos de idade) e crianças (de 1 ano até a puberdade). A cadeia de sobrevivência pediátrica constitui-se de: prevenção, chamar por ajuda, reanimação cardiorrespiratória e o SAV, incluindo a estabilização, transporte e acesso à reabilitação se necessário. Os primeiros três elementos da cadeia caracterizam o SBV (AHA, 2015a). A figura 14 ilustra os elementos da cadeia de sobrevivência pediátrica.



Figura 14 – Cadeia de sobrevivência pediátrica (adaptada) (TEIXEIRA, 2007)

O primeiro anel da cadeia de sobrevivência, chamado de Prevenção, é a parte mais importante do suporte básico de vida em pediatria. As medidas de prevenção são as que podem causar o maior impacto na morbidade e mortalidade infantil. As causas de mortalidade infantil mais comuns são: insuficiência respiratória, síndrome da morte súbita do lactente, sepse, doenças neurológicas e traumas. Nos Estados Unidos apenas 2-10% das crianças que sofrem uma parada cardíaca fora do hospital sobrevivem, mas com grandes sequelas neurológicas. Alguns estudos mostram melhora de prognóstico quando a reanimação é realizada. Porém a parada cardíaca em criança normalmente é secundária a uma parada respiratória e não a uma arritmia como no adulto. Assim, a prioridade na reanimação é o sistema respiratório e uma tentativa de resolver o caso antes que ocorra a parada cardíaca. Só assim o prognóstico neurológico poderá ser bom. A RCP e a ativação do serviço de emergência são considerados o segundo e terceiro anel do SBV pediátrico, respectivamente (TEIXEIRA, 2007).

Algoritmos para orientar as equipes de resgate nos estágios iniciais da reanimação

foram separados para o caso de apenas 1 socorrista (fig. 15) ou 2 socorristas (fig. 16). Esses algoritmos enfatizam a alta prioridade para a obtenção de um DEA rapidamente ao se testemunhar um colapso repentino, porque tal evento é provável que tenha uma etiologia cardíaca. Já que, atualmente os telefones celulares com comando de voz são comuns é possível que um único socorrista chame pelo o sistema de emergência, enquanto começa a RCP (AHA, 2015a).

Conforme mostrado nos guias (fig. 15 e fig. 16), os passos fundamentais do SBV são a verificação de responsividade da vítima e verificação da necessidade de RCP seguida de sua execução. Conforme AHA (2015a) a RCP imediata pode melhorar a sobrevivência de parada cardíaca em crianças, porém uma RCP de alta qualidade ainda não é acessível à maioria das crianças.

Por outro lado, o treinamento da população relacionado às manobras de reanimação em adultos conforme recomendado no SBV da AHA, elevou a sobrevivência das vítimas atendidas. Essa e outras medidas puderam elevar a sobrevivência em até 74% em adultos depois de uma parada cardíaca. Entretanto, este movimento não ocorre no atendimento às crianças pois o SBV em pediatria não é tão difundido (AHA, 2015b).

Conforme dados de 2005 a 2007 do *Resuscitation Outcomes Consortium*, um registro de 11 sistemas médicos emergenciais dos EUA e Canadá, apresentaram taxas de sobrevivência dependentes da idade de 3,3% para lactentes com menos de 1 ano, de 9,1% para crianças de 1 a 11 anos, e de 8,9% para adolescentes (12 a 19 anos). Dados mais recentemente publicados por essa rede demonstram 8,3% de sobrevivência até a alta hospitalar em todas as faixas etárias (AHA, 2015b).

A AHA (2015a) afirma a necessidade de melhorar a qualidade do RCP fornecida por socorristas leigos e profissionais de saúde e aumentar o número de pessoas capacitadas em realização RCP. Os sistemas de saúde que oferecem atendimento às emergências devem implementar processos de melhoria de desempenho em RCP. Estes incluem o monitoramento do tempo necessário para reconhecimento da PCR e ativação do sistema de emergência, a qualidade da RCP realizada no local de parada cardíaca entre outras medidas.

Assim, o manequim de alta fidelidade deve oferecer recursos que viabilizam o treinamento para reconhecimento rápido da necessidade de RCP e sua execução com manobras de alta qualidade.

3 Distúrbios Convulsivos

O distúrbios convulsivos são alterações súbitas, episódicas e involuntárias na consciência, atividade motora, comportamento e sensação ou função autônoma provocadas por descargas elétricas anormais pelos neurônios no cérebro. As convulsões podem acompanhar diversos distúrbios ou podem ocorrer de maneira espontânea sem causa aparente. A epi-

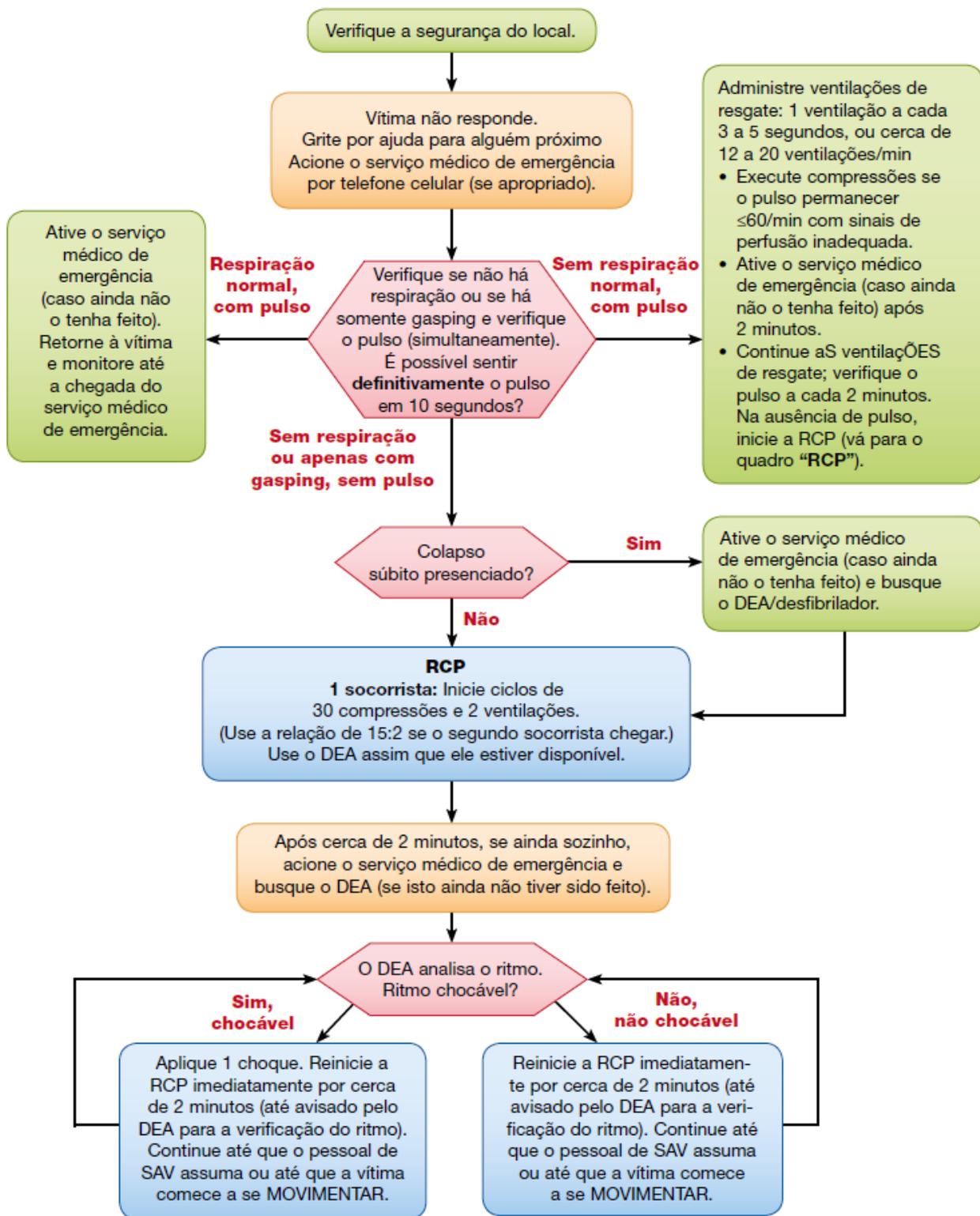


Figura 15 – SBV pediátrico para um socorrista (AHA, 2015a)

leptia é uma condição em que uma pessoa apresenta convulsões recorrentes espontâneas (WILKINS, 2014).

As causas mais comuns da convulsão durante os primeiros 6 meses de vida são: lesão congênita grave, defeitos congênitos que afetam o Sistema Nervoso Central, infecções, erros

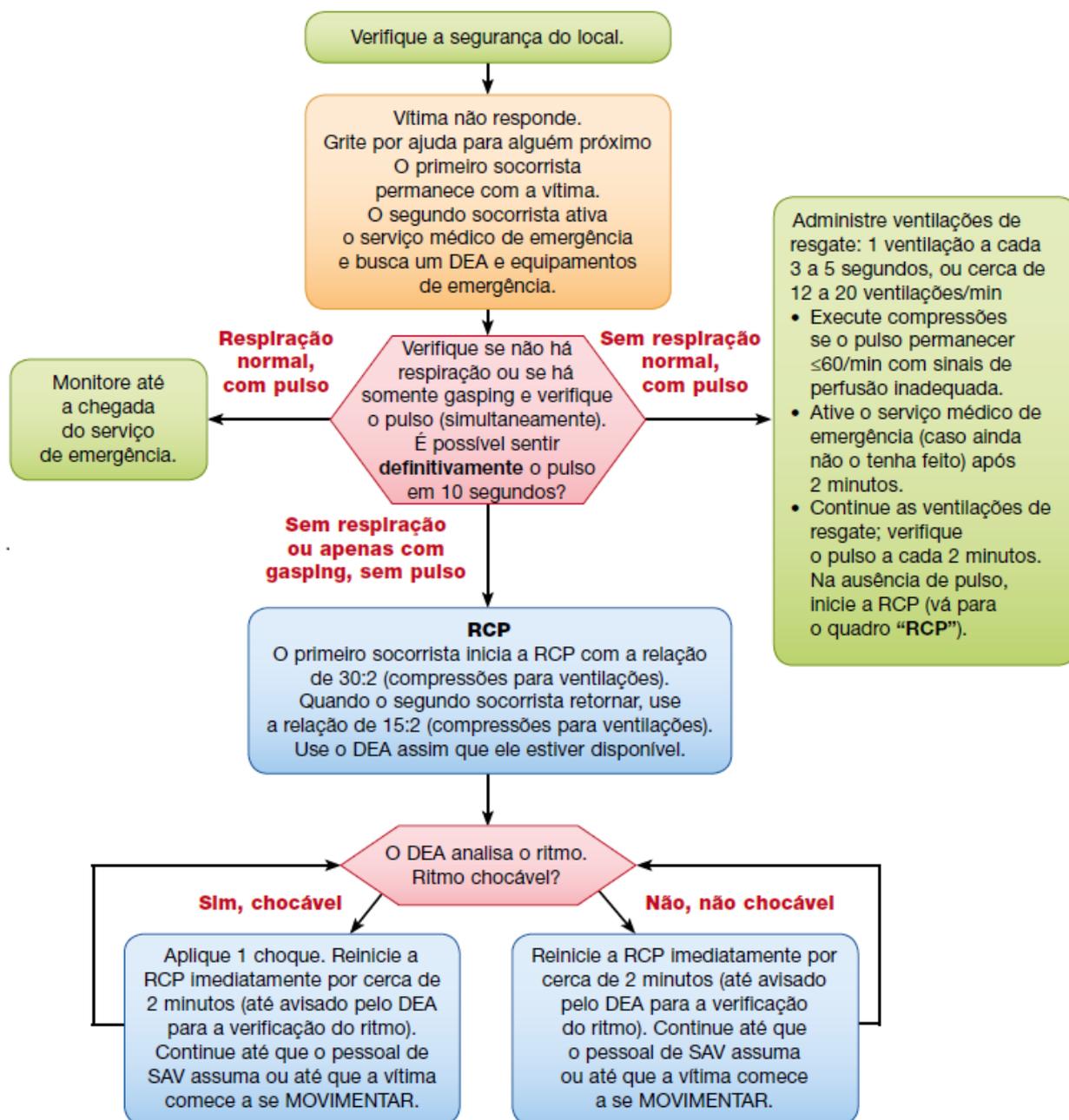


Figura 16 – SBV pediátrico para dois socorristas (AHA, 2015a)

inatos do metabolismo (WILKINS, 2014). A convulsão no lactente apresenta sinais como perda de consciência e da responsividade, contraturas súbitas e curtas de grupos musculares, geralmente nos membros inferiores e superiores, e apneia, em alguns casos (HOCKENBERRY; WILSON; WONG, 2013). As complicações decorrentes das convulsões incluem a lesão física durante a convulsão, lesão cerebral e insuficiência ou parada respiratória (WILKINS, 2014).

Outra condição bastante comum em crianças é a convulsão febril. Está é definida como um tipo de crise convulsiva desencadeada por febre, ou seja, devido à temperatura corporal maior ou igual a 38°C por qualquer método de medida. As convulsões febris ocorrem com

mais frequência em crianças de 6 a 60 meses de idade. Outra característica é a ausência de evidências de infecção ou inflamação do sistema nervoso central, ou alteração metabólica e também, sem história prévia de crise convulsiva. Todavia, as convulsões febris não devem ser confundidas com epilepsia, que se caracteriza por crises epiléticas afebris recorrentes (ALENCAR, 2015).

As crises convulsivas febris são um dos problemas de caráter neurológico mais comuns da infância. Estima-se que de 2% a 5% das crianças menores de cinco anos de idade apresentarão pelo menos um episódio de convulsão em vigência de febre na vida (ALENCAR, 2015).

3 MÉTODO

A presente pesquisa tem caráter descritivo e exploratório. Também, o trabalho integra conhecimentos multidisciplinares e a cooperação interinstitucional. A execução da pesquisa contou com a parceria entre a Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI) - Campus Professor José Rodrigues Seabra e a Universidade Federal de São João Del Rei (UFSJ) - Campus Centro-Oeste Dona Lindu (CCO). Dessa forma, foram articuladas, nesse trabalho, as áreas de engenharia e ciências da computação, medicina e enfermagem. A aplicação correta dos conceitos multidisciplinares, conforme [Lucio e Paschoarelli \(2009\)](#) é de grande importância para a definição de parâmetros de projetos na produção e na avaliação de produtos e equipamentos voltados a públicos específicos. Isso porque a multidisciplinaridade abrange diversos fatores que seriam facilmente mascarados no caso de serem tratados apenas por uma área do conhecimento.

A avaliação do manequim SimBaby foi realizada no Laboratório de Habilidades e Simulação (LAHAS) da UFSJ. O procedimento foi feito mediante a simulação de quadro de convulsão e do procedimento de SBV no manequim. Para a execução da avaliação, foi montada uma equipe com nove profissionais ligados às duas instituições participantes: um engenheiro eletrônico e um de computação, um médico docente especialista em urgência e emergência pediátrica, três enfermeiras docentes, dois enfermeiros técnicos do LAHAS e uma enfermeira do laboratório. A equipe de avaliação foi dividida em dois grupos: o primeiro de controle e o segundo de assistência. O grupo de controle foi responsável por conduzir a simulação dos quadros clínicos do manequim. O segundo grupo, profissionais da saúde, ou socorristas, foram designados para assistir ao lactente simulado.

Durante a execução da simulação, o primeiro grupo permaneceu na sala de controle e observação do laboratório, onde se localiza o computador com o *software* de gerência do manequim (LLEAP). Como o objetivo do trabalho era avaliação da fidelidade do manequim SimBaby, e não do cenário, o grupo de socorristas não foi informado a sucessão das situações clínicas planejadas para a simulação. Assim, a assistência deveria ser prestada de acordo com as características apresentadas pelo manequim. Entretanto, a utilização do computador com o Patient Monitor foi consentida ao grupo de socorristas como ferramenta auxiliar.

A pesquisa foi executada em duas etapas, cada uma com roteiros específicos. Na primeira etapa, o manequim foi configurado para que o grupo de socorristas identificasse as características do quadro clínico do paciente simulado e executasse as intervenções corretas. O objetivo foi verificar a fidelidade do manequim na reprodução dos sinais clínicos específicos de um paciente pediátrico real e analisar as repostas do manequim sobre a qualidade dos procedimentos de RCP realizados com técnicas adequadas. Nessa etapa foram utilizados os roteiros 1 e 2 apresentados nas figuras [18](#) e [19](#), respectivamente. Na segunda etapa foi

solicitado aos membros da equipe, agora com conhecimento do quadro clínico simulado, que executassem todos os procedimentos de intervenção com erros técnicos. Nessa etapa o objetivo foi avaliar o *feedback* e os recursos didáticos do manequim para verificação da inconformidade técnica das intervenções. O roteiro 2 (fig. 19) foi utilizado nessa fase de avaliação.

Como não foram encontrados protocolos para avaliação de manequins, a equipe desenvolveu os roteiros específicos para avaliação do SimBaby. Para a simulação do episódio de convulsão foram estabelecidos os sinais de acordo com [Hockenberry, Wilson e Wong \(2013\)](#). Para o reconhecimento da necessidade e para realização dos procedimentos do SBV pediátrico de alta qualidade, foram adotadas as normas das Diretrizes de Ressuscitação Cardiopulmonar da [AHA \(2015a\)](#).

O roteiro de avaliação 1 foi montado a fim de verificar a fidelidade do manequim em reproduzir características reais de uma criança de 6 meses, em estado febril (temperatura axilar de 38,5 C°), seguida de um episódio de convulsão. Na sequência configurou-se uma bradicardia com perfusão inadequada a qual evoluiu para uma parada respiratória e depois para uma parada cardiorrespiratória. Toda evolução do quadro clínico do paciente simulado foi controlada manualmente pelo grupo de controle através do computador do instrutor. A simulação foi iniciada com o paciente pediátrico com quadro clínico febril apresentando demais parâmetros vitais adequados à idade: frequência cardíaca (FC) de 120 batimentos por minuto (bpm), frequência respiratória (FR) de 30 incursões respiratórias por minuto e saturação de oxigênio (SpO2) de 99. O episódio de convulsão foi programado para estender-se por 3 minutos. Durante o episódio convulsivo a frequência respiratória e a saturação de oxigênio do manequim foram alteradas, reduzidas para 3 e 80 respectivamente. Na sequência, programou-se a bradicardia com perfusão inadequada no lactente, durante 2 minutos. Essa situação clínica foi obtida a partir da redução da FC para 55 bpm e ativação do recurso sonoro de gemido para simular uma "respiração ofegante". Em seguida, configurou-se a parada respiratória e, após um minuto, a parada cardiorrespiratória. Essas situações foram obtidas reduzindo-se a FR à zero e depois a FC também a zero. Na figura 17 é apresentado o gráfico de evolução do quadro clínico do paciente simulado conforme a alteração de seus sinais vitais ao longo do tempo em minutos. Esperava-se que o grupo de socorristas identificasse o episódio convulsivo e reconhecesse a necessidade de realização dos procedimentos de RCP a partir dos sinais clínicos apresentados pelo manequim.

Na figura 18, o roteiro 1 é apresentado graficamente. Do lado esquerdo estão a sequência de situações clínicas simuladas que foram programadas pela equipe da sala de controle. Do lado direito estão descritos os sinais clínicos os quais caracterizam as situações simuladas e que poderiam ser reconhecidos num paciente real.

O segundo roteiro de avaliação foi desenvolvido para analisar recursos e *feedbacks* do manequim relacionadas à qualidade dos procedimentos de RCP realizadas pelo grupo de

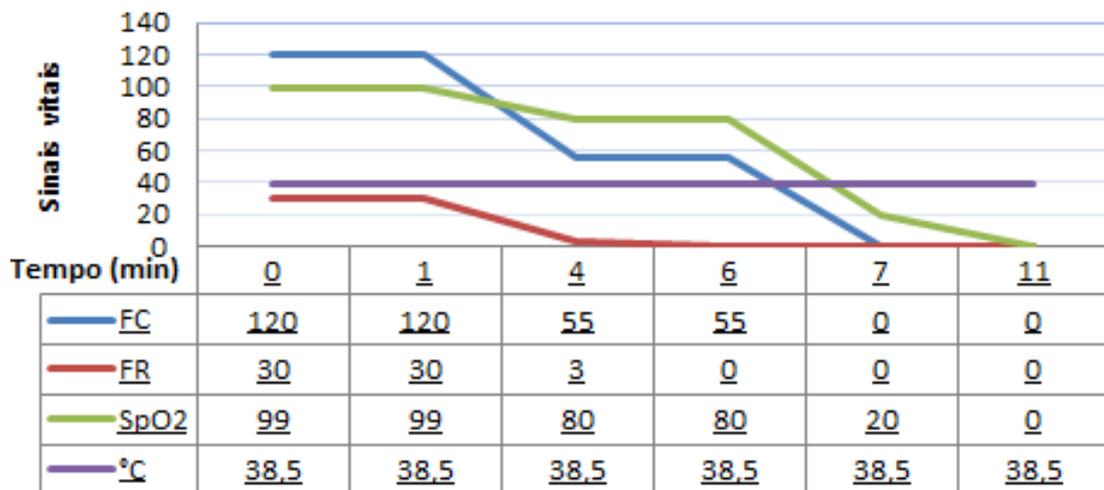


Figura 17 – Gráfico de evolução do quadro clínico do manequim

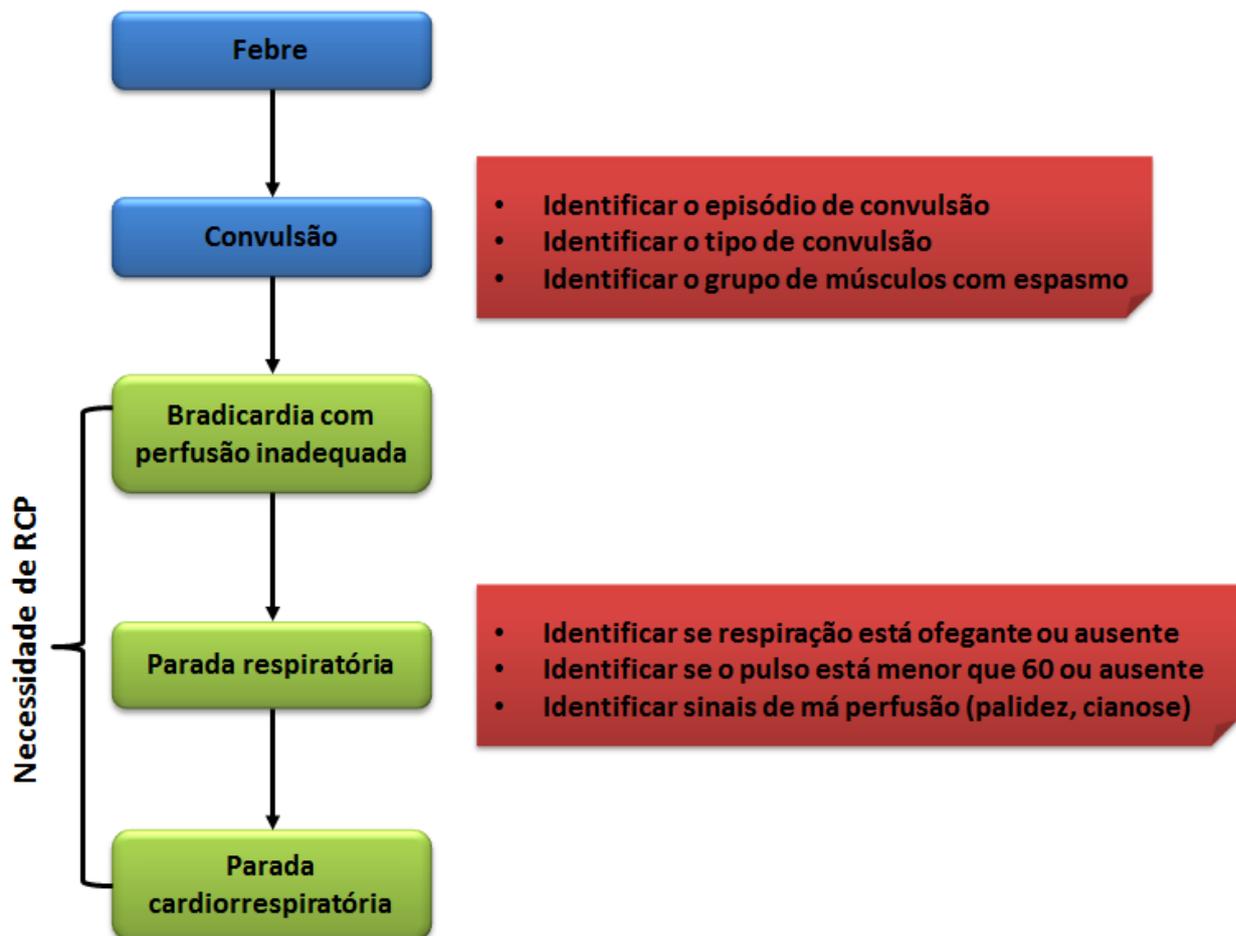


Figura 18 – Roteiro de Avaliação 1 - Sinais clínicos

socorristas. Esse roteiro foi utilizado nas duas etapas de avaliação. Na primeira, para análise das respostas do SimBaby aos procedimentos realizados adequadamente e na segunda, para

análise das respostas aos procedimentos realizados de forma incorreta. Para isto, solicitou-se aos socorristas que realizassem os procedimentos de RCP de maneira inadequada, ou seja, compressões em profundidade, frequência e locais incorretos, ventilação com volume e frequência também inadequados. Nesses casos foram aplicados valores tanto acima quanto abaixo dos valores padronizado.

Na figura 19 é apresentado o roteiro 2. O roteiro 2 aponta quais recursos precisam ser verificados para RCP de alta qualidade durante as compressões torácicas e ventilação artificial.

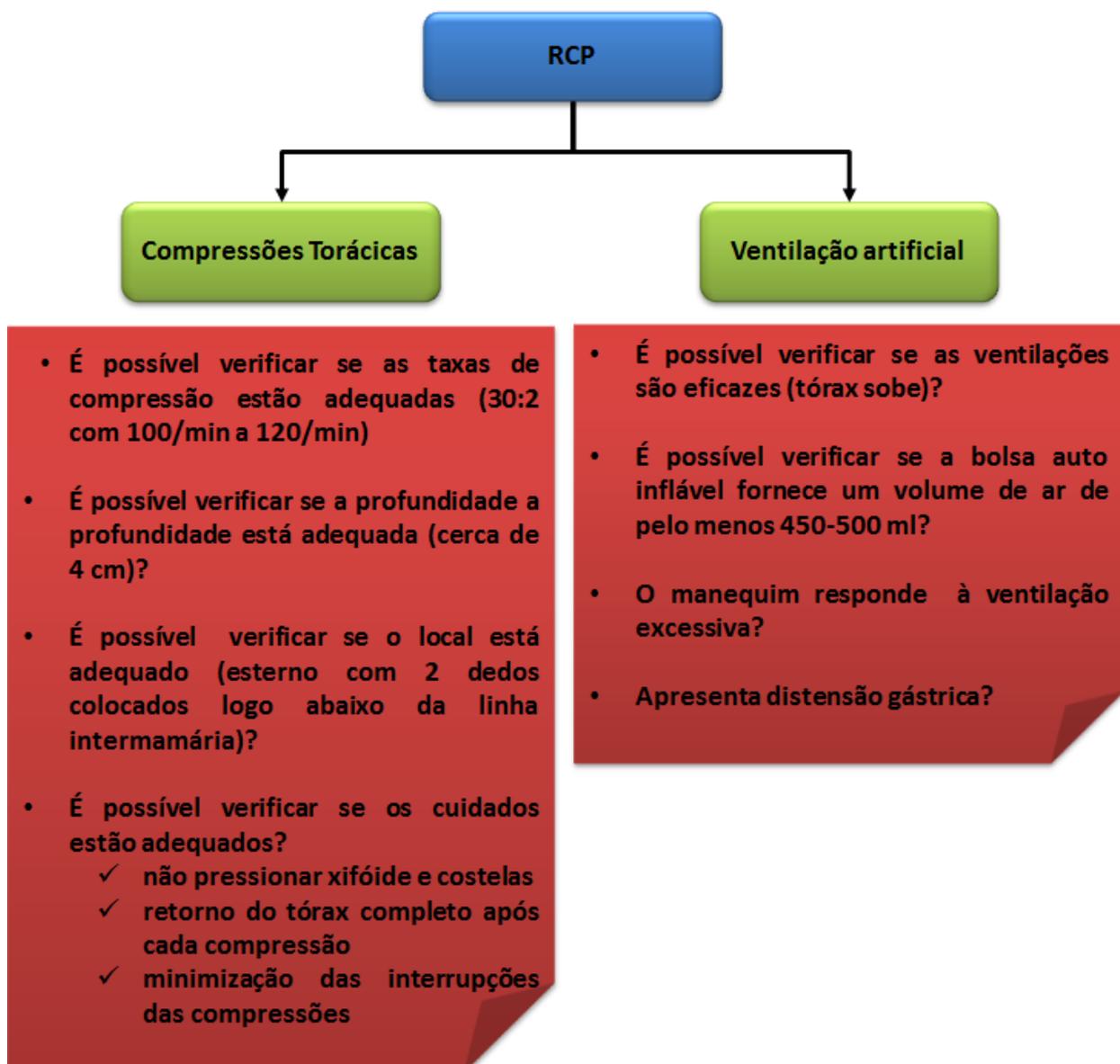


Figura 19 – Roteiro de Avaliação 2 - Respostas aos procedimentos realizados

Ao término das simulações, foram feitas reuniões com todos os membros da equipe

para discutir a experiência na simulação. Outras reuniões foram realizadas para a conclusão da avaliação do manequim SimBaby. Todos os procedimentos de avaliação foram filmados. As filmagens foram utilizadas para orientar as discussões nas reuniões.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da avaliação são apresentados na sequência dos momentos distintos de teste.

4 Avaliação de fidelidade

No primeiro momento da etapa 1 de pesquisa, foi solicitado à equipe de socorristas assistir ao paciente simulado de 6 meses para o qual foi configurada uma situação clínica com parâmetro vitais adequados, exceto pela temperatura que indicava um quadro febril. Depois, foi programado um episódio de convulsão. Na sequência configurou-se uma bradicardia com perfusão inadequada a qual evoluiu para uma parada respiratória e depois para uma parada cardiorrespiratória.

4.1 Febre

Febre é a elevação controlada da temperatura do corpo acima dos valores normais para o indivíduo. A febre esboça um comprometimento do estado geral da saúde da criança. No lactente, a manifestação pode ser associada com tremores de frio, diminuição evidente de apetite, alterações do comportamento como irritabilidade acentuada, sonolência exagerada, apatia, choro inconsolável, choramingação, alucinações, gemência. A febre também pode apresentar outros sintomas localizatórios de acordo com o quadro infeccioso ou tóxico como coriza, secreção nasal, espirros, tosse, chiado e falta de ar, vômitos e diarreia, e cefaleia (MURAHOVSKI, 2003).

O software de controle do SimBaby permite que seja configurado o valor de temperatura desejado. Porém, o manequim não simula qualquer característica que permite reconhecer ou medir a temperatura como o uso de termômetros ou palpação. Também, o SimBaby não apresenta características físicas relacionadas à febre como tremor e hiperemia. A única forma de se verificar a temperatura do manequim é selecionando no monitor do paciente a opção de exibição da temperatura periférica. Na figura 20 é apresentado o monitor do paciente que exibe a temperatura axial do manequim, no canto superior direito, de 101,3 °F ou seja, 38,5 °C. A equipe de socorristas não reconheceu o quadro febril.

4.2 Convulsão

A convulsão em um lactente real se apresenta com sinais de perda de consciência e da responsividade, contraturas súbitas e curtas de grupos de músculos. Frequentemente,



Figura 20 – Monitor do Paciente

as contraturas acometem os membros inferiores e superiores. Em alguns caso pode ocorrer apneia (parada respiratória) (HOCKENBERRY; WILSON; WONG, 2013).

Configurou-se o manequim para apresentar um quadro clínico de convulsão. O software de controle do SimBaby não oferece opção específica para um episódio convulsivo. Porém, existem duas possibilidades de ajuste de movimento de tronco: modo lento e modo rápido. Esses dois modos são comumente usados para se criar uma situação de crise convulsiva. Neste caso, optou-se por utilizar o movimento de tronco em modo rápido, por se considerar os sinais de crise convulsiva deste modo mais evidentes.

No SimBaby a convulsão se resume a um discreto movimento de seu tronco e de sua cabeça. O manequim não apresenta contraturas nos membros inferiores ou superiores, os quais são os mais frequentes em pacientes pediátricos reais (HOCKENBERRY; WILSON; WONG, 2013). A equipe de socorristas não identificou a convulsão, a qual durou três minutos.

O SimBaby tem como recurso para a convulsão, a inflação e desinflação alternada, de cada um dos dois compartimentos de ar de uma bolsa localizada na parte de trás do tronco do manequim. A localização da bolsa provoca movimentos em todo o tronco, o que impossibilita os movimentos adequados à simulação de um episódio de convulsão. Além disso, a utilização da bolsa de ar produz ruídos semelhantes aos da respiração espontânea do manequim. O movimento respiratório do manequim também é feito pela inflação e desinflação de bolsas de ar que simulam os pulmões e estão localizadas sob o tórax do SimBaby. Ambas as bolsas são infladas por um compressor de ar. Considerando-se que a respiração em um lactente real é predominantemente abdominal, tanto o movimento do tronco quanto os ruídos produzidos pela bolsa de ar podem ser interpretados como algum padrão respiratório. A figura 21 mostra o recurso do SimBaby para convulsão.



Figura 21 – Bolsa de ar que simula os movimentos de tronco do SimBaby

4.3 Necessidade de RCP

O reconhecimento da necessidade de RCP em lactentes, segundo as diretrizes da [AHA \(2015a\)](#), acontece quando o socorrista assume a existência da parada cardiorrespiratória. A PCR nos lactentes é identificada caso a vítima não esteja responsiva, se ela não respira ou apresenta respiração ofegante e, se estiver sem pulso (braquial) ou com pulso com frequência menor que 60 batimentos por minuto e, com sinais de má perfusão. Os sinais de má perfusão considerados são palidez, manchas e cianose.

4.3.1 Respiração

A respiração de um lactente real, até os 11 meses de idade, apresenta padrão predominantemente abdominal e a frequência respiratória varia entre 30 e 50 movimentos respiratórios por minuto ([BRASIL, 2012](#)). Um dos critérios para o socorrista decidir sobre a necessidade de RCP em lactente é o reconhecimento de uma parada respiratória ou de respiração ofegante.

Durante a execução do episódio de convulsão, 1 minuto após o início, a frequência respiratória do SimBaby, que estava adequada desde o início da simulação, foi reduzida gradativamente para a simulação de um quadro de respiração ofegante.

No SimBaby as características da respiração do lactente são evidentes e se assemelham a um paciente real. Também a variação da frequência e da profundidade dos movimentos respiratórios podem ser programados pelo software de controle do manequim. A respiração espontânea do SimBaby é gerada pela inflação e desinflação de bolsas de ar no tórax que simulam os pulmões. Também há uma bolsa de ar na região do abdômen. A variação no volume e na frequência do ar fornecido possibilitam a simulação de diferentes níveis de profundidade e valores de frequência respiratória. Entretanto, não é oferecido recurso para simulação de respiração ofegante. A respiração ofegante pode ser improvisada ativando-se os sons de gemidos e dispneia, manualmente, no software de controle, e sincronizando-os com

os movimentos respiratórios. Nas figuras 22 e 23 é apresentado o sistema com bolsas de ar sob o tórax do SimBaby que simulam os movimentos respiratórios do SimBaby. Na primeira as bolsa de ar estão desinfladas e na segunda infladas. Na figura 23 podem ser observadas a elevação do abdômen (bolsa de ar sob abdômen) simultaneamente à elevação do tórax. A pele que recobre o torso do manequim foi removida para facilitar a visualização das partes internas.

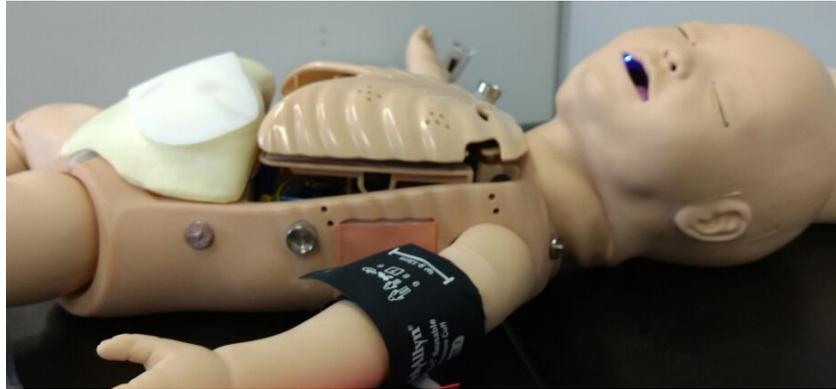


Figura 22 – Sistema com bolsas de ar sem inflação que simulam os movimentos respiratórios do SimBaby



Figura 23 – Sistema com bolsas de ar que simulam os movimentos respiratórios do SimBaby

A equipe de socorristas identificou o quadro clínico do paciente simulado como respiração ofegante, mas não foi reconhecida a parada respiratória. Apesar da ausência de ruídos e movimentos gerados pelo sistema de respiração espontânea, ruídos internos do manequim foram confundidos com algum padrão de dificuldade respiratória. O reconhecimento da parada respiratória ocorreu somente quando a equipe de socorristas observou a baixa saturação de oxigênio no monitor do paciente. Entretanto, na realização dos procedimentos de suporte básico de vida em paciente reais, habitualmente, não há o recurso de monitoramento em pacientes reais. O reconhecimento tardio de uma parada respiratória diminui as chances de sobrevivência da vítima (AHA, 2015b).

4.3.2 Pulso

Segundo as normas da [AHA \(2015a\)](#), em uma condição de não responsividade e ausência de respiração do lactente, os socorristas devem verificar o pulso braquial da vítima. O pulso de um lactente tem a frequência variável de 80 a 160, com média de 120 batimentos por minuto. Também, o pulso pode variar entre fino ou cheio, características que se referem à intensidade com a qual pode-se sentir o pulso durante a palpação ([BRASIL, 2012](#)).

No SimBaby, é possível configurar o pulso nos modos fino e cheio e também frequência desejada. Durante a simulação de perfusão inadequada, configurou-se o pulso fino, de baixa frequência. Entretanto, o recurso de pulso braquial está disponível somente no braço esquerdo.

Todas as condições do pulso foram identificadas pela equipe com facilidade. Entretanto, um dos membros da equipe procurou o pulso no braço direito. Com estas características, é necessário que os treinandos ou alunos sejam informados dessa condição.

4.3.3 Perfusão inadequada

A perfusão inadequada em lactente, conforme a [AHA \(2015a\)](#), pode ser identificada pela bradicardia, ou seja, frequência cardíaca menor que 60 batimentos por minuto e pela presença de palidez, manchas e cianose (fig. 24). No software de controle do SimBaby é possível definir a frequência cardíaca desejada. A cianose labial é simulada por dois LEDs azuis os quais são acesos dentro da boca do manequim (fig. 25). Porém, o SimBaby não dispõe de recursos para os demais sinais de má perfusão que ocorrem em um paciente real, pois não é possível alterar a cor da pele do manequim.

A equipe de socorristas identificou com facilidade a bradicardia através da verificação do pulso. A equipe também reconheceu com facilidade a cianose. Entretanto, todos os integrantes da equipe de socorristas consideraram que essa função não representa as características de cianose em um paciente real, devido a sua característica de luminosidade intensa "fantasiosa".



Figura 24 – Cianose em paciente pediátrico real (www.clinicaladvisor.com)



Figura 25 – Cianose labial no SimBaby

Um resumo dos resultados de avaliação da fidelidade encontrados nesta seção são apresentados na tabela 26.

Tabela 1 – Resultados da avaliação da fidelidade de sinais clínicos

Sinais clínicos	Avaliação
<i>Febre</i>	A temperatura só pode ser verificada no monitor do paciente Não é possível verificar a temperatura por meio de termômetros ou palpação Não apresenta características físicas (tremor, hiperemia)
<i>Convulsão</i>	Movimento discreto do tronco e cabeça Não apresenta contratura de membros superiores e inferiores
<i>Necessidade de RCP</i>	
<i>Respiração</i>	Simulação de respiração realista com parâmetros de frequência e profundidade programáveis Ausência de respiração ofegante
<i>Pulso braquial</i>	Simulação de pulso braquial realista com parâmetros de frequência e intensidade programáveis Apenas pulso braquial esquerdo palpável
<i>Perfusão inadequada</i>	Cianose labial irreal

5 Avaliação do *feedback* às manobras de RCP

A avaliação do *feedback* às manobras de RCP foi realizada conforme o roteiro 2. Para a execução de uma RCP de alta qualidade em um lactente, alguns cuidados devem ser assegurados na execução dos procedimentos. As compressões torácicas devem ser feitas com taxa, profundidade e local adequados. Deve-se observar o recuo do tórax cheio entre as compressões, bem como minimizar as interrupções das compressões. As ventilações devem

ser eficazes, ou seja, devem fornecer um volume de 450 a 500 ml de ar e o tórax deve ser expandido (AHA, 2015a).

5.1 Compressões torácicas

As compressões em lactentes, para RCP de alta qualidade, devem ser feitas no esterno com dois dedos colocados logo abaixo da linha inter-mamária. A taxa de compressão-ventilação recomendada é de 30:2, ou seja, após o conjunto inicial de 30 compressões, deve-se abrir as vias aéreas e realizar duas ventilações. A frequência das compressões torácicas deve ser de aproximadamente 100 a 120 por minuto. Também, é necessário atingir uma profundidade de compressão adequada, aproximadamente 1,5 polegadas ou 4 cm, e retorno do tórax completo após cada compressão. Não se deve comprimir o xifóide nem as costelas (AHA, 2015a).

A equipe de socorristas, após a constatação de uma PCR no paciente simulado, iniciou o procedimento de RCP. Foram feitas compressões torácicas e ventilação no manequim, conforme as normas referidas.

O local adequado para a realização das compressões foi facilmente encontrado pelos socorristas. A "estrutura óssea" apresentada pelo manequim assemelha-se bastante à estrutura de um paciente real. Nas figuras 26 e 27 é apresentada a estrutura do tórax do SimBaby sem pele e com pele, respectivamente.

Quanto ao recuo, é possível verificar o recuo completo do tórax entre as compressões.



Figura 26 – Estrutura do tórax sem pele

Entretanto, a profundidade adequada de compressões não poderia ser atingida em função de limitação do manequim. O SimBaby permite que a profundidade de compressão chegue apenas à aproximadamente 3 cm. Nas figuras 28a e 28 é mostrada a estrutura do tórax do SimBaby com e sem compressão.

O SimBaby também oferece o recurso de monitoramento das compressões através do gráfico de ECG no monitor do paciente. Neste caso, a compressão no local certo e com



Figura 27 – Estrutura do tórax com pele



(a) sem compressão



(b) com compressão

Figura 28 – Tórax sem pele (lateral)

"profundidade adequada" gera um batimento cardíaco.

5.2 Ventilação

A ventilação adequada em lactente, quando feita com balão auto inflável (ambu), deve fornecer um volume de 450 a 500 ml. Os socorristas devem cuidar para não realizar ventilação excessiva e usar apenas a força e o volume necessário para fazer a elevação do tórax. Cada ventilação deve ser feita lentamente, ao longo de aproximadamente 1 segundo (AHA, 2015a).

A ventilação artificial foi realizada pelos socorristas, no manequim, utilizando uma bolsa auto inflável de 500 ml. Foi possível observar que o tórax do manequim expandia e retraía conforme acontece em uma situação real. Também é possível acompanhar o gráfico de dióxido de carbono (CO₂) que mostra pulsos de ventilação no monitor do paciente. Nas figuras 29a e 29b é mostrado a ventilação no manequim com o ambu.



(a) desinflada



(b) inflada

Figura 29 – Ventilação artificial com ambu

No segundo momento a equipe executou as manobras de ressuscitação com técnica incorreta, para avaliação do *feedback* do manequim nesta circunstância. O resultados desses procedimentos são descritos na sequência.

5.3 Compressões torácicas incorretas

A equipe de socorristas executou compressões em locais incorretos como no abdômen e na região infraclavicular e também xifóide e costelas. Também realizaram compressões superficiais. Entretanto, a realização das compressões em locais inadequados geraram os pulsos de compressões da mesma forma que no procedimento feito no local correto. Esses pulsos foram exibidos no monitor simulado de ECG.

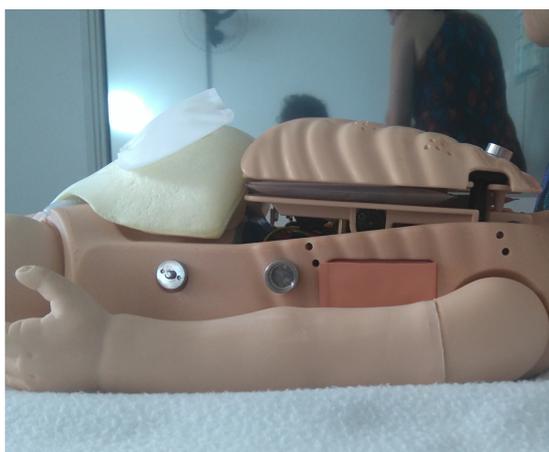
Verificou-se ainda que os batimentos cardíacos adequados são exibidos no gráfico de ECG no monitor, mesmo com compressões feitas mais superficialmente. O SimBaby também não apresenta recurso para alerta sobre compressões torácicas superficiais ou com profundidade excessiva.

Da mesma forma, a frequência incorreta de compressões, seja maior ou menor que o ideal, também não é reconhecida pelo simulador.

5.4 Ventilação incorreta

Durante a ventilação em uma PCR é possível que ocorra distensão gástrica no lactente em função da hiperventilação. Também é possível que a ventilação não seja suficiente para o enchimento do tórax

O SimBaby possui a função de distensão gástrica que foi ativada manualmente durante a ventilação inadequada. A distensão gástrica é simulada pela inflação de uma bolsa de ar localizada sobre o abdômen do SimBaby. Nas figuras 30a e 30a é mostrada a estrutura do manequim (sem pele) com e sem distensão gástrica, respectivamente. A mesma situação, porém com pele, é exibida nas figuras 31a e 31b.



(a) desinflada



(b) inflada

Figura 30 – Bolsa de distensão gástrica (estrutura sem pele)

A equipe realizou hipoventilação e hiperventilação, as quais não foram detectadas pelo manequim. O monitor do paciente exibiu sinais de ventilação adequada em ambas situações.

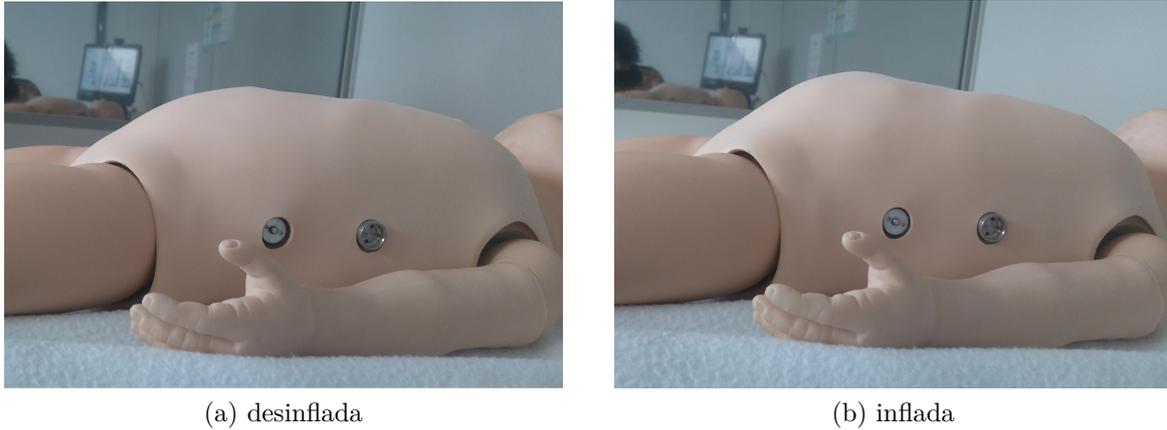


Figura 31 – Bolsa de distensão gástrica (estrutura com pele)

A tabela 2 apresenta os principais resultados das características avaliadas nessa seção.

Tabela 2 – Resultados da avaliação de respostas do manequim às manobras de RCP

Manobras de RCP	Avaliação
<i>Compressões torácicas</i>	<p>Não permite profundidade de compressão adequada (4 cm)</p> <p>Responde inadequadamente à compressões superficiais ou em local inapropriado</p> <p>Ausência de recurso para verificação dos parâmetros de compressão (frequência, profundidade, local)</p>
<i>Ventilação artificial</i>	<p>Permite fornecer volume de ar adequado</p> <p>Responde à ventilação com expansão do tórax conforme volume de ar fornecido</p> <p>Responde à hiperventilação com distensão gástrica</p> <p>Ausência de recurso para verificação dos parâmetros de ventilação (frequência, volume)</p>

O simulador não distingue manobras corretas ou incorretas. Portanto o manequim não apresenta recursos que possibilitem a verificação da qualidade de execução da compressão torácica e ventilação artificial. A ausência *feedback* adequado das intervenções executadas impede que o aprendiz verifique seus erros, comparando suas ações aos parâmetros de alta qualidade. O *feedback* adequado poderia também ajudar a diminuir a subjetividade do instrutor ou professor no processo de avaliação dos alunos.

Extrapolando-se o roteiro de avaliação, observou-se certa dificuldade na utilização do software de controle para iniciar, configurar e gerenciar o manequim para a simulação. Vários erros não identificados ocorreram no programa que exigiam, com frequência, a reinicialização do sistema de simulação. Também, muitas vezes, houve demora considerável na resposta do manequim aos comandos feitos no computador de controle.

Os resultados deste trabalho são congruentes com a escassa literatura, pois todas as publicações analisadas concluíram que os manequins avaliados não possuíam características

físicas e *feedbacks* suficientemente adequados à representação da realidade e carecem de aprimoramento.

5 CONCLUSÃO

O Ensino de Saúde Baseado em Simulação (ESBS) é um método eficiente na formação do aprendiz. O ESBS proporciona o contato do aprendiz com uma situação realística na qual ele tem a oportunidade de errar em paciente simulado, reduzindo assim, a possibilidade de cometer erros no paciente real. Entretanto se o simulador de paciente humano não for suficientemente fiel à realidade, podem ocorrer comprometimentos do processo de ensino e aprendizagem.

A avaliação do SimBaby na simulação de um episódio convulsivo, mostra que os sinais de uma crise convulsiva não são evidentes e não é possível identificar o tipo de convulsão ou o grupo de músculos com espasmo no manequim.

A simulação dos sinais PCR mostra que o manequim emite luz forte para representar a cianose labial, tornando-a irreal. No SimBaby as características da respiração se assemelham a de um lactente real. Também é possível configurar a frequência e a profundidade dos movimentos criando-se uma série de padrões respiratórios. Porém, o manequim não apresenta recurso pré-configurado para simulação adequada de respiração ofegante. Já a representação do pulso braquial é fiel à realidade e ainda é possível configurar a intensidade e a frequência do pulso. A fidelidade do SimBaby na representação das situações clínicas avaliadas, como a convulsão e alguns sinais da PCR, carece de aprimoramento. As características reconhecidas pela equipe de socorristas foram principalmente aquelas com representação no monitor simulado.

Sobre a execução de RCP, o SimBaby apresenta estrutura torácica visualmente semelhante a de um lactente real. Dessa forma, é possível identificar com precisão o local correto para execução das compressões torácicas. Entretanto, o manequim apresenta limitação para a profundidade de compressões torácicas abaixo do recomendado o que pode prejudicar o processo de aprendizagem em SBV pediátrico. O manequim responde as ventilações artificiais com a extensão do tórax assim como ocorre em um paciente real. Também é possível verificar a distensão gástrica em caso de hiperventilação. O manequim não apresenta recursos que possibilitem a verificação da qualidade de execução da compressão torácica e ventilação artificial.

A simulação do suporte básico de vida pediátrico é composta principalmente da etapa de reconhecimento de uma parada cardiorrespiratória e da execução da RCP. Como a simulação dessas etapas no SimBaby deixam a desejar em alguns aspectos, seja na fidelidade de representação de situações clínicas, na possibilidade de treinamento de técnicas corretas ou na verificação da qualidade dos procedimentos, o treinamento em SBV pediátrico pode ser prejudicado.

Os resultados da avaliação apontam para a necessidade de investimento para melhorar sua interatividade e fidelidade na simulação de convulsões e de suporte básico de vida pediátrico.

As principais contribuições apresentadas nesta dissertação são: a criação de um protocolo para avaliação de manequins pediátricos de alta fidelidade para simulação de convulsão e SBV; e a indicação dos recursos e funcionalidades do SimBaby que podem ser aprimoradas ou acrescentado pelo fabricante para melhorar a qualidade do treinamento executado com o manequim.

Nesse sentido, como continuidade das pesquisas realizadas até o presente momento, algumas possibilidades de trabalhos são a avaliação de manequins de alta fidelidade de outros fabricantes, utilizando-se o protocolo criado. E, a criação e/ou execução de projetos de aprimoramento dos recursos apresentados pelo manequins avaliados.

REFERÊNCIAS

- ALENCAR, S. P. de. Convulsão febril: aspectos clínicos e terapêuticos. *Rev Med UFC*, v. 55, n. 1, p. 38–42, 2015.
- ALLAN, C. K. et al. Simulation-based training delivered directly to the pediatric cardiac intensive care unit engenders preparedness, comfort, and decreased anxiety among multidisciplinary resuscitation teams. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*, v. 140, p. 646–652, 2010.
- AMARAL, J. M. V. Simulação e ensino-aprendizagem em pediatria. i^a parte: Tópicos essenciais. *Acta Pediátrica Portuguesa*, v. 41, n. 1, p. 44–50, 2010.
- AMERICAN HEART ASSOCIATION. *Part 11: Pediatric Basic Life Support: c.* [S.l.], 2015. 27 p.
- AMERICAN HEART ASSOCIATION. *Part 5: Adult Basic Life Support and Cardiopulmonary Resuscitation Quality.* [S.l.], 2015. 64 p.
- ARRIGHI, L. et al. Development of a neonatal interactive simulator by using an rfid module for healthcare professionals training. In: _____. *Deploying RFID - Challenges, Solutions, and Open Issues.* [S.l.]: InTech, 2011. p. 382.
- BERCHE, P.; LEFRÈRE, J. J. Ignaz semmelweis. *Presse Med*, v. 40, n. 1, p. 94–101, 2010.
- BEYDON, L. et al. High fidelity simulation in anesthesia and intensive care: context and opinion of performing centres- a survey by the french college of anesthesiologists and intensivists. *Ann Fr Anesth Reanim*, v. 29, n. 11, p. 782–786, 2010.
- BOET, S.; NAIK, V. N.; DIEMUNSCH, P. A. Virtual simulation training for fiberoptic intubation. *Can J Anaesth*, v. 56, n. 1, p. 87–8, 2009.
- BOTEZATU, M. et al. Virtual patient simulation for learning and assessment: Superior results in comparison with regular course exams. *Med Teach*, v. 32, n. 10, p. 845–850, 2010.
- BRADLEY, P.; POSTLETHWAITE, K. Simulation in clinical practice[editorial]. *Medical Education*, v. 37, p. 1–5, 2003.
- BRASIL. *Saúde da Criança: crescimento e desenvolvimento.* [S.l.], 2012.
- CARROLL, J. D.; MESSENGER, J. C. Medical simulation: the new tool for training and skill assessment. *Perspectives in Biology and Medicine*, v. 51, p. 47–60, 2008.
- COOPER, J. B.; TAQUETI, V. R. A brief history of the development of mannequin simulators for clinical education and training. *Qual Saf Health Care*, v. 13, n. 1, p. 11–18, 2004.
- DELASOBERA, B. E. et al. Evaluating the efficacy of simulators and multimedia for refreshing acs skills in india. *Resuscitation*, v. 81, p. 217– 223, 2010.
- DOURADO, A. S. S. *A utilização do ensino baseado em simulação na educação continuada de médicos.* Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

- GABA, D. M. The future vision of simulation in healthcare. *Qual Saf Healthcare*, v. 13, n. 1, p. 2–10, 2004.
- GOMEZ, M. V.; VIEIRA, J. E.; NETO, A. S. Análise do perfil de professores da Área da saúde que usam a simulação como estratégia didática. *Rev. bras. educ. med*, v. 35, n. 2, 2011.
- GORDON, M. S.; EWY, G. A.; FELNER, J. M. Teaching bedside cardiology examination skills using “harvey”, the cardiology patient simulator. *Med Clin North Am*, v. 64, p. 305–13, 1980.
- GUST, L. *Building Capability: impact of low and high-fidelity manikins on neonatal resuscitation simulation*. Dissertação (Mestrado) — University of Lethbridge, Canadá, 2010.
- HOCKENBERRY, M. J.; WILSON, D.; WONG, D. L. Wong’s essentials of pediatric nursing. In: _____. [S.l.: s.n.], 2013.
- HOWELLS, R.; MADAR, J. Newborn resuscitation training*/which manikin. *Resuscitation*, v. 54, p. 175–181, 2002.
- HYLAND, J. R.; HAWKINS, M. C. High-fidelity human simulation in nursing education: a review of literature and guide for implementation. *Teaching and Learning in Nursing*, n. 4, p. 14–21, 2009.
- ISSENBERG, S. B.; MCGAGHIE, W. C.; HART, I. R. Simulation technology for health care professional skills training and assessment. *JAMA*, v. 282, p. 861–866, 1999.
- JACKSON, K. M.; COOK, T. M. Evaluation of four airway training manikins as patient simulators for the insertion of eight types of supraglottic airway devices. *Anaesthesia*, v. 62, p. 388–393, 2007.
- JORDAN, G. M. et al. Evaluation of four manikins as simulators for teaching airway management procedures specified in the difficult airway society guidelines, and other advanced airway skills. *Anaesthesia*, v. 62, p. 708–712, 2007.
- LAERDAL. *SimBaby: Directions for use*. [S.l.], 2016. 91 p.
- LAREAU, S. A. et al. Advanced wilderness life support education using high technology patient simulation. *Wilderness and Environmental Medicine*, v. 21, p. 166–170, 2010.
- LEMONS, F. M. F. D. C. *A utilização do ensino baseado em simulação na educação continuada de médicos*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal do Tocantins, Palmas, Tocantins, 2016.
- LUCA, A. D. et al. Reliability of manikin-based studies: an evaluation of manikin characteristics and their impact on measurements of ventilatory variables. *Anaesthesia*, v. 70, p. 915–921, 2015.
- LUCIO, C. do C.; PASCHOARELLI, L. C. Usabilidade e acessibilidade de equipamentos médico hospitalares: um estudo de caso com pacientes obesos. In: _____. *Design e ergonomia: aspectos tecnológicos[online]*. [S.l.]: Editora UNESP, 2009. p. 279.
- LUNA, R. A.; SPIGHT, D. Simulação em educação médica: Uma mudança necessária. *Educação Médica*, v. 13, n. 4, 2014.

- LYNAGH, M.; BURTON, R.; SANSON-FISHER, R. A systematic review of medical skills laboratory training: where to from here? *Med Educ Online [serial online]*, v. 41, n. 9, p. 879–87, 2007.
- MADAR, J.; RICHMOND, S. Improving paediatric and newborn life support training by the use of modified manikins allowing airway occlusion. *Resuscitation*, v. 54, p. 265–268, 2002.
- MARTIN, P. S. et al. Does a more “physiological” infant manikin design effect chest compression quality and create a potential for thoracic over-compression during simulated infant cpr? *Resuscitation*, v. 84, n. 2013, p. 666–671, 2012.
- MCGAGHIE, W. C. et al. Evaluating the impact of simulation on translational patient outcomes. *Simul Healthc*, v. 6, p. 42–7, 2011.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE. *Política de Educação e Desenvolvimento para o SUS: Caminhos para a Educação Permanente em Saúde*. [S.l.], 2004.
- MORETTI, M. A. et al. Análise do atendimento intra-hospitalar de eventos simulados de fibrilação ventricular/taquicardia. *Arq Bras Cardiol*, v. 84, n. 6, p. 449–51, 2005.
- MURAHOVSKI, J. A criança com febre no consultório. *Jornal de Pediatria*, v. 79, p. 55–64, 2003.
- NEIL, J. A. Simulation in nursing education. *Perioperative Nursing Clinics*, v. 4, p. 97–112, 2009.
- OGDEN, P. E. et al. Clinical simulation: importance to the internal medicine educational mission. *Am J Medicine*, v. 120, p. 820–824, 2007.
- OKUDA, Y. et al. The utility of simulation in medical education: What is the evidence? *Mount Sinai Journal of Medicine*, v. 76, p. 330–343, 2009.
- PRETTO, F. *Uso de Realidade Aumentada no Processo de Treinamento em Suporte à Vida*. Dissertação (Mestrado) — Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.
- REID-SEARL, K. et al. High fidelity patient silicone simulation: A qualitative evaluation of nursing students’ experiences. *Royal College of Nursing*, v. 19, p. 77–83, 2012.
- REYNOLDS, A. et al. Impact of labor and delivery simulation classes in undergraduate medical learning. *Med Educ Online [serial online]*, 2008.
- REZNICK, R. K.; MACRAE, H. Teaching surgical skills-changes in the wind. *N Engl J Med*, v. 355, n. 25, p. 2664–9, 2006.
- RIGAS, M. A. Preparation for primary pediatric care. *Arch Pediatr Adolesc Med*, v. 52, p. 209–10, 1998.
- SCHALKA, R. et al. A radiographic comparison of human airway anatomy and airway manikins – implications for manikin-based testing of artificial airways. *Resuscitation*, v. 92, p. 129–136, 2015.
- SCHEBESTA, K. et al. Degrees of reality: Airway anatomy of high-fidelity human patient simulators and airway trainers. *Anesthesiology*, v. 116, n. 6, p. 1204–1209, 2012.

- SCHEBESTA, K. et al. A comparison of paediatric airway anatomy with the simbaby high-fidelity patient simulator. *Resuscitation*, v. 82, p. 468–472, 2011.
- SEROPIAN, M. A. et al. Simulation: Not just a manikin. *Journal of Nursing Education*, v. 43, n. 4, p. 164–169, 2004.
- SHARMA, A. From evidence to implementation: Introducing neonatal simulation to a tertiary neonatal centre in the uk. *Open Journal of Pediatrics*, v. 3, n. 1, p. 10–16, 2013.
- SMITH, B. From simulation to reality – breaking down the barriers. *The Clinical Teacher*, v. 3, p. 112–127, 2006.
- SOUZA, A. F.; JARDIM, V. M. R.; COIMBRA, V. C. C. A experiência de construção e implementação de um currículo de enfermagem orientado a partir do sistema Único de saúde. *Anais do 2º Seminário Nacional de Diretrizes de Enfermagem na Atenção Básica em Saúde*, 2009.
- SUDHIR, G. et al. Evaluation of the basic airway model, a novel mask ventilation training manikin. *Anaesthesia*, v. 62, p. 944–947, 2007.
- TEIXEIRA, V. C. Suporte básico de vida em pediatria. In: _____. *Medicina Preoperatória*. [S.l.: s.n.], 2007.
- VIEIRA, R. Q.; CAVERNI, L. M. R. Manequim de simulação humana no laboratório de enfermagem: uma revisão de literatura. *História da Enfermagem: Revista Eletrônica*, v. 1, n. 3, p. 106–120, 2009.
- WILKINS, L. W. . Neurosensory system. In: _____. *Pediatric Nursing Made Incredibly Easy*. [S.l.: s.n.], 2014.