

Proposta de Uso de um Aplicativo para Auxílio ao Processo de Ressuscitação Cardiopulmonar

Julio Didier Maciel¹, Rodrigo Duarte Seabra², Rodrigo Maximiano A. de Almeida¹

¹Instituto de Engenharia de Sistemas e Tecnologia da Informação

²Instituto de Matemática e Computação

Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI)

Caixa Postal 50 – 37.500-903 – Itajubá – MG – Brasil

juliodidier@gmail.com, rodrigo@unifei.edu.br, rmaalmeida@gmail.com

Abstract. *Cardiorespiratory arrest often occurs in hospital settings. American Heart Association (AHA), the leading institution responsible for treating heart disease worldwide, proposes to treat this condition through the Advanced Cardiovascular Life Support (ACLS) protocol. Despite the existence of this protocol, its procedure is not always correctly followed during the treatment of a cardiorespiratory arrest. This study proposes the development and laboratory testing of a mobile application to aid the cardiopulmonary resuscitation process following the guidelines of the ACLS protocol. The main results showed that the application presents itself as a good alternative to support the cardiopulmonary resuscitation process.*

Resumo. *A parada cardiorrespiratória ocorre frequentemente em ambientes hospitalares. A American Heart Association (AHA), principal instituição responsável pelo tratamento de doenças cardíacas no mundo, propõe o tratamento desta ocorrência por meio do protocolo Advanced Cardiovascular Life Support (ACLS). Apesar da existência deste protocolo, seu procedimento nem sempre é seguido corretamente durante o tratamento de uma parada cardiorrespiratória. Este estudo propõe o desenvolvimento e o teste em laboratório de um aplicativo móvel para auxiliar o processo de ressuscitação cardiopulmonar seguindo as diretrizes do protocolo ACLS. Os principais resultados mostraram que o aplicativo se apresenta como uma boa alternativa no apoio ao processo de ressuscitação cardiopulmonar.*

1. Introdução

Em todo o mundo, há mais de 135 milhões de mortes relacionadas ao acidente cardiovascular por ano e a prevalência de doenças coronárias tem crescido. Externamente ao ambiente hospitalar, o número de atendimentos tem uma variância de 20 a 140 a cada 100.000 pessoas e o índice de sobrevivência varia de 2 a 11% [MEANEY *et al.* 2013]. Para Ringh *et al.* [2011], nesses mesmos tipos de atendimentos, porém, em ambientes não hospitalares, o número de pessoas que sofrem paradas cardiorrespiratórias (PCR) e que não são prontamente socorridas é três vezes maior do que as que são socorridas por serviços médicos especializados. No ambiente hospitalar, os profissionais dispõem de ferramentas para auxiliar os processos de ressuscitação cardiopulmonar (RCP), proporcionando resultados mais positivos [MEANEY *et al.* 2013]. Apesar de se dispor de ferramentas e recursos humanos, como o processo requer extrema atenção e esforço físico daqueles que o executam, ele se torna cansativo, estressante e, sobretudo, arriscado.

Na década de 90, o estudo realizado por Kaye *et al.* [1991] concluiu que os resultados aplicados em RCPs não eram aceitáveis, visto que as falhas ocasionavam em

um número relativamente alto de óbitos. É citado pelos autores que, no período de realização do estudo, a falta de instrução dos alunos, ou até mesmo dos instrutores, ocasionava uma má formação dos profissionais para aplicar a RCP. Como solução para problemas de incerteza no que deve ser realizado em uma RCP, a AHA (*American Heart Association*) criou o protocolo ACLS (*Advanced Cardiovascular Life Support*). Após sua criação, várias clínicas tentaram aderir e desenvolver técnicas novas para os processos de RCP. Muitas dessas técnicas requerem equipamentos especializados e treinamento humano, e poucas foram testadas em grupos selecionados, fazendo com que, atualmente, o protocolo ACLS seja a técnica mais utilizada pelos profissionais da saúde [BROOKS *et al.* 2015].

Em paralelo a essa realidade, atualmente, o uso de aparelhos celulares, principalmente, *smartphones*, encontra-se difundido na sociedade em todas as esferas, sejam elas pessoais ou profissionais, em razão das mais variadas necessidades [DINH *et al.* 2013]. Esse dispositivo criado para servir como mais um meio de comunicação, hoje é usado para diversas outras funções. Neste âmbito, desenvolvedores de qualquer localidade podem elaborar aplicativos (*apps*) e disponibilizá-los em lojas virtuais para serem instalados por qualquer usuário que possua um aparelho celular.

Existem inúmeras áreas de estudo relativas ao uso de celulares. Na saúde, a área de pesquisa direcionada à aplicação de celulares é denominada *mobile health (mHealth)*. Esta área cresceu significativamente nos últimos anos, e isso se deve, sobretudo, à adoção de *smartphones* pela população e ao aumento da velocidade das redes. Globalmente, os celulares estão interconectando usuários de diversas regiões. Essa interação permite uma habilidade imprescindível para comunicação relacionada à saúde, aplicativos para monitoramento e auxílio de doenças e melhora de comunicação entre os pacientes e seus médicos ou enfermeiros [SIEGEL *et al.* 2016].

Considerando as informações apresentadas, este artigo visa propor uma primeira versão de uma solução para a necessidade de uma ferramenta de auxílio durante a execução de uma RCP em ambientes hospitalares. A ferramenta proposta consiste em um aplicativo móvel, podendo ser utilizado em celulares e *tablets*, que atuará como uma ferramenta de apoio à condução de uma RCP, seguindo as diretrizes do ACLS. É importante destacar que não foram encontradas quaisquer ferramentas destinadas a auxiliar a execução completa do protocolo ACLS durante a ocorrência de uma PCR. A partir dessas considerações, propõe-se a elaboração e o teste em um ambiente simulado de uma ferramenta que seja de fácil acesso aos profissionais que realizam o tratamento da PCR, seguindo o protocolo ACLS.

2. Fundamentação Teórica

A parada cardíaca, ou parada cardiorrespiratória, é a perda abrupta da função cardíaca em uma pessoa que pode ou não ter diagnosticado doença cardíaca. Para os casos em que ocorrem o óbito, o tempo e o modo deste são inesperados, acontecendo instantaneamente ou logo após o aparecimento dos sintomas. Anualmente, mais de 350 mil serviços médicos de emergência envolvendo avaliações de paradas cardíacas extra hospitalares ocorrem nos Estados Unidos. Mesmo sem saber se o indivíduo está sofrendo um ataque cardíaco, é aconselhado que o serviço de tratamento de urgência (bombeiros, ambulância, hospital, dentre outros) seja acionado imediatamente. Esta prestação de socorro deve seguir instruções da AHA. No caso de uma pessoa leiga, deve-se seguir o protocolo BLS – *Basic Life Support*, que é uma forma simplificada de

primeiros socorros e consiste, basicamente, de compressões manuais no peito, ventilação (respiração boca a boca), desfibrilação e checagem de ritmo cardíaco a cada dois minutos, sendo que as duas últimas atividades são normalmente realizadas por um equipamento automático.

Diferentemente do BLS, o ACLS (protocolo avançado do BLS) deve possuir mais informações e ser melhor controlado. Uma vez que o paciente esteja no hospital e sendo tratado pelos padrões do ACLS, cada ação deverá ser monitorada com base na quantidade e tempo envolvidos em cada uma das etapas executadas. É importante citar que o primeiro passo para o ACLS é o BLS, ou seja, na ausência dos equipamentos e da estrutura necessária para a execução do ACLS, o profissional deve optar pela execução do protocolo BLS [HAZINSKI e FIELD 2010]. De forma geral, o protocolo ACLS, seguindo as diretrizes da AHA [HAZINSKI e FIELD 2010], envolve questões sobre: oxigenação durante a PCR, normalmente, por um oxímetro de pulso, monitoramento fisiológico e prognóstico durante a PCR, desfibrilação, drogas antiarrítmicas e vasopressores.

O protocolo ACLS pode ser descrito por meio do algoritmo ilustrado na Figura 1.

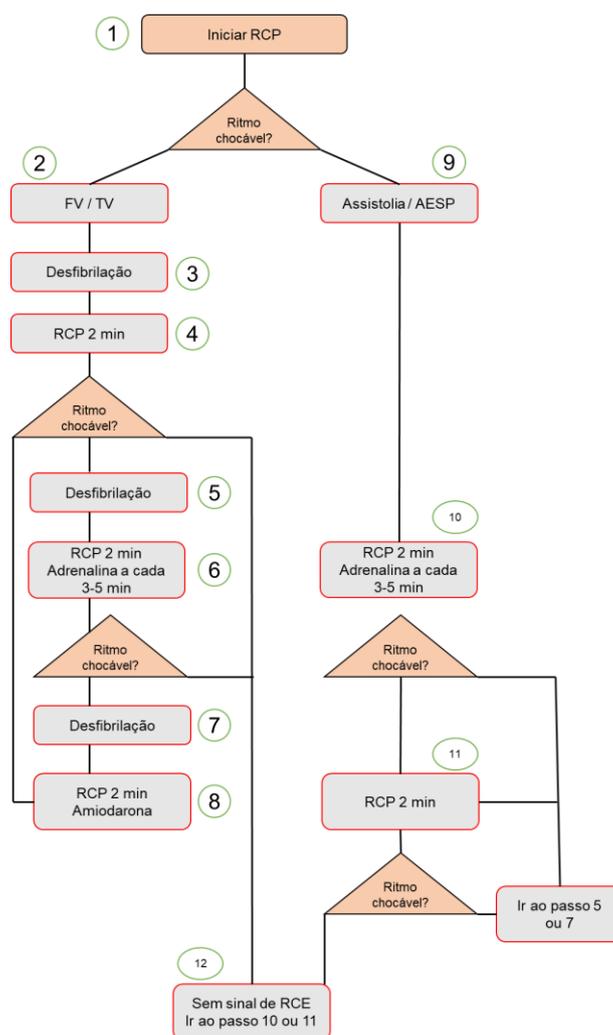


Figura 1: O protocolo ACLS. Fonte: Adaptado de Link *et al.* [2015].

Os passos ilustrados consistem em: (1) início da RCP – iniciar massagem cardíaca, oxigenar e instalar o monitor de batimentos cardíacos, bem como o desfibrilador; (2) caso o ritmo cardíaco for apto ao choque, deve-se seguir para o passo 3; (3) aplicar o choque; (4) iniciar e finalizar um ciclo de dois minutos de massagens cardíacas; (5) caso o ritmo cardíaco for apto ao choque, deve-se aplicá-lo, caso contrário, deve-se seguir para o passo 12; (6) iniciar e finalizar o ciclo de massagem cardíaca de dois minutos e aplicar epinefrina a cada intervalo de três e cinco minutos; (7) caso o ritmo cardíaco for apto ao choque, deve-se aplicá-lo, caso contrário, deve-se seguir para o passo 12; (8) iniciar o ciclo de massagem cardíaca de dois minutos e aplicar amiodarona, em seguida, deve-se voltar para o passo 5; (9) caso o ritmo cardíaco não for apto ao choque, deve-se seguir para o passo 10; (10) iniciar e finalizar o ciclo de massagem cardíaca de dois minutos e aplicar epinefrina a cada intervalo de três a cinco minutos. Caso o ritmo cardíaco for apto ao choque, deve-se seguir para o passo 5 ou 7; (11) iniciar e finalizar o ciclo de massagem cardíaca de dois minutos. Caso o ritmo cardíaco for apto ao choque, deve-se seguir para o passo 5 ou 7, caso contrário, deve-se seguir para o passo 12; (12) caso não tenha sinais de retorno da circulação espontânea (RCE – quando o coração do paciente volta a bater), deve-se seguir para o passo 10 ou 11. Caso tenha sinais de RCE, deve-se seguir para o tratamento posterior à parada cardiorrespiratória nos cuidados pós-parada, onde o ACLS não é mais aplicado.

Para a execução correta das etapas, é necessário que haja um assistente responsável somente para esta tarefa de controle durante o processo de ressuscitação. O desenvolvimento de um sistema computacional, como o proposto no estudo em tela, poderá auxiliar a realização do processo, monitorando o tempo de cada etapa executada.

Mcevoy *et al.* [2014] realizaram uma pesquisa com 150 pacientes, sendo que a metade do total apresentou RCE como resultado da PCR, e, a outra metade, resultou em óbito. O estudo mostrou que as RCPs que seguiram corretamente o protocolo ACLS tiveram maiores índices de RCE. Da mesma forma, as RCPs que tiveram erros em sua execução diminuíram a quantidade de pacientes que apresentaram como resultado o RCE. Em seu estudo, Hayes *et al.* [2007] defenderam que praticamente metade dos 289 residentes que responderam à pesquisa realizada por esses autores afirmou se sentir despreparada para liderar o processo de RCP durante a ocorrência de uma PCR. A pesquisa revelou que nem todos os profissionais são treinados com os padrões preconizados pela AHA. Esses estudos indicam que ainda há dúvidas e situações que retratam o despreparo no que diz respeito ao seguimento do protocolo, que, atualmente, consiste na melhor forma de se realizar uma RCP. Nesse âmbito, o desenvolvimento de uma ferramenta computacional poderá contribuir consideravelmente para a execução completa do protocolo ACLS.

2.1 Trabalhos Correlatos

Recentemente, devido à praticidade, custo e propagação de celulares, houve um crescimento relevante no desenvolvimento de aplicativos relacionados à saúde. Tais aplicativos reduzem e facilitam, significativamente, o trabalho de seus usuários. Apesar de contribuírem com suas atividades, esses aplicativos ainda não são muito utilizados em razão da falta de divulgação, fazendo com que essa área ainda se encontre em crescimento e seja alvo de estudos [BEUSCART-ZÉPHIR *et al.* 2001; MACHADO 2003; HAMBORG 2004; LIANG *et al.* 2011; NEVES *et al.* 2016].

No que tange a aplicativos relacionados à RCP e à PCR, não foram encontrados

trabalhos sistematicamente relatados na literatura, porém, foram identificados aplicativos com objetivos semelhantes aos desta pesquisa nas lojas virtuais *App Store* e *Play Store*. Como um dos exemplos, tem-se o aplicativo “*Real Time CPR Guide*”, disponível na *Play Store*, que auxilia a execução do protocolo BLS, por meio de vídeos e sons, para conduzir o usuário a realizar as tarefas do protocolo. O modo como o aplicativo interage com o usuário é diferente do proposto nesta pesquisa, pois o aplicativo em questão serve mais como uma forma ilustrada de descrição do protocolo BLS. O aplicativo “*CPR Tempo*” está relacionado ao auxílio da execução do protocolo ACLS, desempenhando a tarefa do metrônomo e contabilizando o intervalo da adrenalina. Todavia, o aplicativo não apresenta as demais funções do protocolo ACLS. Foram encontrados também aplicativos que realizam testes e simulam casos clínicos, elaborando questões para ensinar o usuário a como se portar em situações diferentes. Os aplicativos “*Ressuscitation*” e “*ACLS 2015 American Hrt Guidelines*”, disponíveis na *App Store*, têm o objetivo de avaliar estudantes de Medicina por meio de questões. No primeiro caso, há um *ranking* que promove um espírito de competição e diversão entre os usuários.

Pode-se observar a existência de aplicativos relacionados à PCR disponíveis nas lojas virtuais. Apesar disso, seus objetivos de uso diferem do proposto nesta pesquisa, pois alguns não auxiliam o protocolo ACLS ou o fazem de forma incompleta, sendo específicos para apenas algumas partes do protocolo.

3. O Aplicativo Proposto

Como o aplicativo proposto nesta pesquisa, denominado *Stay Alive*, tem como objetivo principal atender a uma PCR, que representa um momento crítico em um atendimento de emergência, deve-se, primeiramente, pensar em auxiliar o usuário com as principais tarefas que o aplicativo será responsável, de forma que suas funções sejam executadas o mais rápido possível. Ao iniciar o aplicativo, é imprescindível que sua tela inicial não possua ícones grandes, sendo o botão de iniciar PCR a única exceção, já que esta é a principal função do aplicativo. As demais funções devem ser disponibilizadas em telas adicionais, sendo acessadas por botões com ícones menores posicionados na tela inicial.

Visando levantar os requisitos do aplicativo, foi conduzida uma entrevista com um médico experiente na execução do protocolo ACLS, com perfil representativo dos potenciais usuários. A partir das informações coletadas, verificou-se a necessidade de implementação de sete funcionalidades para o auxílio durante uma PCR, sendo todas aprovadas pelo médico responsável pelos requisitos, a saber: (i) tela de suporte – contendo informações de contato com o desenvolvedor; (ii) questionário sobre dados da parada após a finalização do processo – contendo as prováveis causas para a ocorrência da PCR e seu resultado final (óbito ou RCE); (iii) relatório final – apresenta o relatório da PCR ocorrida com dados e ações tomadas na PCR; (iv) armazenamento em nuvem – dados gerados em nuvem para estudos posteriores; (v) tela para alteração dos dados durante a PCR – devido à necessidade de modificação de alguns dados de acordo com as diretrizes da AHA; (vi) modos diferentes de uso – direcionados a profissionais mais experientes, no primeiro caso, e o outro deverá atender a profissionais menos experientes, residentes e acadêmicos que ainda estejam em fase de estudos do protocolo ACLS e da condução de uma PCR; (vii) tutorial – conduzirá o usuário a realizar as funções básicas na tela principal de uma PCR, abrangendo suas principais situações, como alteração de ritmos cardíacos, aplicação de drogas, desfibrilações etc.

Para a implementação destes requisitos e do aplicativo, optou-se pelo desenvolvimento de uma aplicação nativa, utilizando as plataformas iOS e Android. No caso da primeira plataforma, utilizou-se a linguagem Swift e, para a segunda, a linguagem Java. Algumas telas do aplicativo estão ilustradas na Figura 2.



Figura 2: Interface do aplicativo *Stay Alive*. Fonte: Os autores.

A tela inicial do aplicativo (Figura 2a) possui variados botões para acesso a mais informações, tutorial, alteração de idioma (português/inglês), *login* e, em destaque no centro da tela, há o botão de início da PCR, que tem como objetivo levar o usuário à tela de auxílio da PCR (Figura 2b). Nesta tela, há todas as ferramentas necessárias para a condução de uma RCP seguindo o protocolo ACLS. É possível alterar o ritmo cardíaco, acrescentar a quantidade de desfibrilações e de amiodarona aplicados, reiniciar a contagem e acrescentar a quantidade de ciclos de compressões e adrenalinas. De acordo com a Figura 2c, é possível alterar as configurações de frequência de compressões e os intervalos de aplicação da adrenalina e ventilação do paciente por meio do AMBU. Ao finalizar a condução da PCR, o relatório final é emitido ao usuário contendo os horários de aplicação de cada item (Figura 2d). Este relatório também é possível ser acessado, posteriormente, via histórico do aplicativo.

4. Discussão

Após o desenvolvimento do aplicativo, foram realizados testes preliminares de uso em um ambiente mais próximo possível da realidade, a fim de proporcionar maior confiabilidade à ferramenta proposta. Os testes foram conduzidos no Laboratório de Usabilidade da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI).

Com o objetivo de reproduzir um ambiente fiel à realidade de uso, foram realizadas pequenas entrevistas com alguns profissionais da área da saúde que possuem experiência com PCR em hospitais, visando coletar informações sobre as ocorrências mais frequentes de PCRs. As principais informações coletadas nestas entrevistas foram: (i) geralmente, o primeiro atendimento para a ocorrência de uma PCR é realizado pelo enfermeiro, sendo o médico (profissional necessário para a tomada da conduta de RCP) acionado em seguida. Ao chegar ao local do paciente, este já está em PCR há algum tempo; (ii) foi citado que há profissionais despreparados para fazer as compressões torácicas; (iii) é frequente a ausência de uma ferramenta ou droga necessária para a RCP (desfibrilador e ampolas de adrenalina e amiodarona); (iv) após iniciado o processo de RCP, frequentemente, ocorre uma incerteza se a droga foi aplicada naquele ciclo de compressões; (v) as compressões nem sempre tem sua frequência monitorada

corretamente; (vi) os profissionais no ambiente ficam frequentemente exaustos e nervosos durante o processo de RCP.

Com base nessas informações, foram elaborados quatro cenários para simular as ocorrências mais frequentes de PCR em um hospital. Estes cenários são descritos como: (i) Cenário 1: o médico chega à sala de atendimento com um atraso de três minutos e o monitor cardíaco só é trazido após algum tempo de início da RCP; (ii) Cenário 2: o médico chega à sala de atendimento com um atraso de um minuto e o monitor cardíaco é trazido logo após o início da RCP; (iii) Cenário 3: o médico está presente logo ao ocorrer a PCR e o monitor cardíaco já está disponível; (iv) Cenário 4: o médico chega à sala de atendimento com um atraso de quatro minutos e o monitor cardíaco já está disponível.

Nos Cenários 1, 2 e 3 o paciente deverá possuir ritmos cardíacos chocáveis, pois estes ritmos são os que apresentam a maior linha de atividades para os socorristas. Em contrapartida, no Cenário 4, o paciente deverá possuir ritmos não chocáveis, como contraponto de teste em situações nas quais o aplicativo impede a tomada de determinadas ações.

A equipe de teste foi composta por: (i) um médico, informando os socorristas as ações a serem executadas na RCP e interagindo com o aplicativo; (ii) um participante, alterando os ritmos cardíacos no aplicativo seguindo os cenários previamente definidos; (iii) três outros participantes, que se revezaram no papel de socorristas, realizando as compressões torácicas e a aplicação de drogas.

Para a realização do teste em ambiente simulado, foi utilizado um manequim robótico SimMan3G, que faz a simulação dos sinais vitais do paciente, incluindo os sinais elétricos da arritmia cardíaca, além de realizar o monitoramento real da qualidade da RCP conduzida, tanto a profundidade quanto a frequência de realização. A Figura 3 ilustra o teste simulado do aplicativo em laboratório.

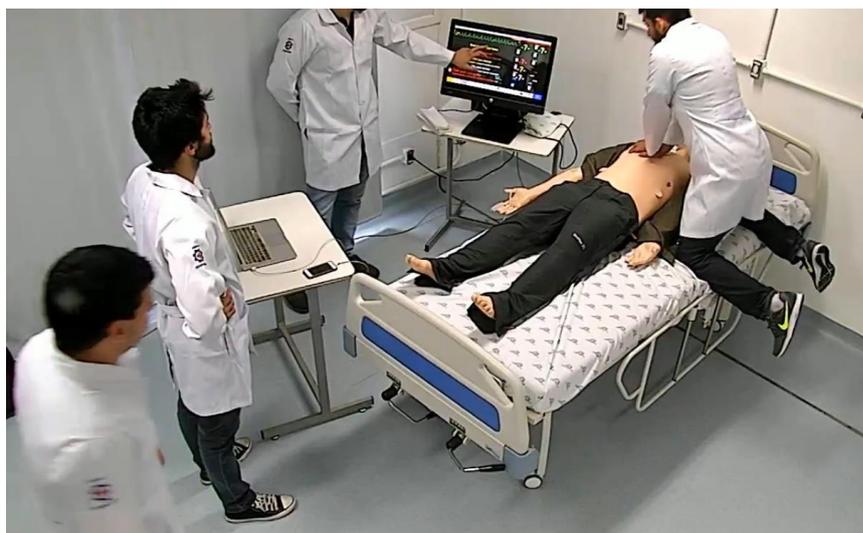


Figura 3: Teste do aplicativo em laboratório. Fonte: Os autores.

Dentre os variados parâmetros mensuráveis, alguns não sofrem impacto do uso do aplicativo, por exemplo, a profundidade das compressões. Independente deste fato, os resultados obtidos pelo sistema de monitoramento do manequim para estes dados são apresentados para efeito de completude do teste. Os testes preliminares do aplicativo

foram executados conforme o planejado, trazendo resultados concretos. A Figura 4 contém um modelo do relatório emitido pelo sistema de controle do manequim. Dentre os dados do relatório, as principais informações para o teste do aplicativo relacionado a uma PCR são: tempo total do atendimento; porcentagem correta do posicionamento das mãos no peito do paciente durante a execução das compressões; média da profundidade das compressões; relação entre o total de compressões executadas e o total de compressões com a profundidade correta; retorno total do peito após a execução de uma compressão (diástole); gráfico de frequência de compressões (mínima de 100 compressões por minuto e máxima de 120 compressões por minuto); total e porcentagem de ventilações executadas corretamente.



Figura 4: Modelo de relatório emitido pelo sistema de controle. Fonte: Os autores.

O tempo total de atendimento é semelhante ao exibido no relatório do aplicativo, visto que a mesma pessoa executou o encerramento da contabilização de tempo tanto no simulador quanto no aplicativo. No que tange à quantidade de ventilações, o simulador apresenta o valor zero como totalização durante a simulação. Este já era um resultado esperado, pois, nesta simulação, os socorristas foram orientados a se concentrarem apenas nas compressões. Nesse contexto, o processo de ventilação foi excluído para reduzir possíveis interferências no teste de compressões torácicas.

A informação de porcentagem correta do posicionamento das mãos durante as compressões ilustra que o resultado neste aspecto não foi bom, sendo que somente 38% das compressões foram executadas no ponto correto do peito. Este também é um valor esperado dada a baixa experiência dos socorristas. Outro ponto em questão é que o aplicativo não visa corrigir este parâmetro. Durante o Cenário 3, foram executadas 677 compressões, sendo que somente 7% delas atingiram o intervalo de profundidade correto. Nota-se que o segundo socorrista teve um desempenho superior aos demais, mas que, no geral, a profundidade das compressões foi menor que a ideal. Com relação à frequência na execução, observa-se uma taxa de acerto de 100% das 667 compressões. A alta taxa de acerto pode ser explicada pela estrutura de *feedback* do aplicativo que orienta o socorrista no atendimento.

Ainda sobre as compressões torácicas, deve-se analisar se a frequência foi corretamente executada. Antes do início do teste e visando manter sempre uma frequência adequada seguindo as diretrizes da AHA, o médico da equipe solicitou que a configuração do aplicativo relacionada à frequência de sua emissão de som fosse de 110

vezes por minuto. Essa ação trouxe bons resultados. É possível notar na Figura 3 que 100% das compressões foram executadas dentro do limite estipulado pela AHA devido, sobretudo, ao som emitido pelo aplicativo. Apesar de as compressões não terem sua profundidade correta em grande parte do processo, a RCP foi executada corretamente nos quatro cenários, não havendo erros de tomada de decisão. Os demais cenários (1, 2 e 4) tiveram resultados semelhantes ao Cenário 3. No Cenário 4, as administrações das ações ocorreram da forma prevista segundo o protocolo ACLS.

Em relação à qualidade das compressões, todos os cenários apresentaram resultados insatisfatórios, provavelmente, por causa da não utilização de especialistas treinados na função de socorrista e da falta de *feedback* para o usuário da tarefa realizada. No entanto, as variáveis as quais o aplicativo apresentava alguma estrutura de *feedback* (frequência e administração de drogas) tiveram uma taxa de sucesso muito alta; no caso da frequência de compressão, acima de 98% foram corretas. Portanto, pode-se concluir pelos testes preliminares que o aplicativo auxiliou a melhora dos resultados da RCP, contribuindo para que o protocolo ACLS fosse melhor executado.

5. Considerações Finais

Esta pesquisa apresentou detalhes inerentes ao desenvolvimento de uma proposta de aplicativo para apoio à execução do protocolo ACLS, conduzido com o objetivo de concluir com sucesso a ressuscitação cardiopulmonar em um ambiente hospitalar. A partir da revisão bibliográfica realizada e, até mesmo, dos próprios profissionais de saúde, conclui-se que há uma carência de uma ferramenta para auxiliar a execução completa do protocolo ACLS. Nesse contexto, foi proposto o desenvolvimento de um aplicativo como uma possível solução.

Após o desenvolvimento do aplicativo, este foi testado em laboratório em um ambiente simulando um hospital, seguindo os cenários mais prováveis de ocorrência de PCR. Os resultados foram concretos e demonstraram que o auxílio oriundo do aplicativo foi eficaz. Mesmo utilizando pessoas não treinadas na atividade de socorrista, as variáveis as quais o aplicativo fornecia *feedback* foram executadas corretamente, atingindo a marca de 100% de acerto na frequência de compressão. As demais apresentaram resultados de baixa qualidade, conforme o esperado. Desta maneira, pode-se concluir que a utilização de uma ferramenta adequada, que apresente *feedback* para os socorristas, pode auxiliar em um processo altamente susceptível a sofrer interferências do ambiente real, além de possuir um nível elevado de estresse para os atores envolvidos. A ferramenta está disponível gratuitamente e os potenciais benefícios trazidos pelo aplicativo podem colaborar com a redução de uma das principais causas de morte no mundo. Trabalhos futuros envolverão a avaliação da percepção de uso dos potenciais usuários do aplicativo e outros serão direcionados à validação da ferramenta proposta por meio de novos experimentos controlados.

Agradecimentos

Os autores agradecem a contribuição dos participantes do teste realizado em laboratório e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo financiamento da pesquisa.

Referências

BEUSCART-ZÉPHIR, M. *et al.* (2001). Integrating users' activity modeling in the design and

- assessment of hospital electronic patient records: the example of anesthesia. *International Journal of Medical Informatics*, v. 64, n. 2, p. 157-171.
- BROOKS, S. C. *et al.* (2015). Part 6: Alternative techniques and ancillary devices for cardiopulmonary resuscitation. *Circulation*, v. 132, n. 18 suppl 2, p. S436-S443.
- DINH, H. T. *et al.* (2013). A survey of mobile cloud computing: architecture, applications, and approaches. *Wireless communications and mobile computing*, v. 13, n. 18, p. 1587-1611.
- HAMBORG, K., VEHSE, B. and BLUDAU, H. (2004). Questionnaire based usability evaluation of hospital information systems. *Electronic Journal of Information Systems Evaluation*, v. 7, n. 1, p. 21-30.
- HAYES, C. W. *et al.* (2007). Residents feel unprepared and unsupervised as leaders of cardiac arrest teams in teaching hospitals: a survey of internal medicine residents. *Critical Care Medicine*, v. 35, n. 7, p. 1668-1672.
- HAZINSKI, M. F. and FIELD, J. M. (2010). American Heart Association guidelines for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care science. *Circulation*, v. 122, n. Suppl, p. S639-S946.
- KAYE, W. *et al.* (1991). The problem of poor retention of cardiopulmonary resuscitation skills may lie with the instructor, not the learner or the curriculum. *Resuscitation*, v. 21, n. 1, p. 67-87.
- LIANG, X. *et al.* (2011). Effect of mobile phone intervention for diabetes on glycaemic control: a meta-analysis. *Diabetic medicine*, v. 28, n. 4, p. 455-463.
- MACHADO, L. S. (2003). A realidade virtual no modelamento e simulação de procedimentos invasivos em oncologia pediátrica: um estudo de caso no transplante de medula óssea. 2003. *Tese de Doutorado*. Universidade de São Paulo.
- MCEVOY, M. D. *et al.* (2014). The effect of adherence to ACLS protocols on survival of event in the setting of in-hospital cardiac arrest. *Resuscitation*, v. 85, n. 1, p. 82-87.
- MEANEY, P. *et al.* (2013). Cardiopulmonary resuscitation quality: improving cardiac resuscitation outcomes both inside and outside the hospital: a consensus statement from the American Heart Association. *Circulation*.
- NEVES, N. *et al.* (2016). Tendências de estudos sobre aplicativos móveis para saúde: revisão integrativa. *Anais do XV Congresso Brasileiro de Informática em Saúde*. Goiânia.
- RINGH, M. *et al.* (2011). Mobile phone technology identifies and recruits trained citizens to perform CPR on out-of-hospital cardiac arrest victims prior to ambulance arrival. *Resuscitation*, v. 82, n. 12, p. 1514-1518.
- SIEGEL, J. *et al.* (2016). A feasibility pilot using a mobile personal health assistant (PHA) app to assist stroke patient and caregiver communication after hospital discharge. *mHealth*, v. 2, n. 8.