



Desenvolvimento de Simulador Cardíaco para Exames Radiológicos

C K Bandeira^{1*}, H Vieira Neto¹, M P M M Vieira²

¹Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Brasil

²Instituto Federal do Paraná, Curitiba, Brasil

*cbandeira@alunos.utfpr.edu.br

Motivação e Objetivo. De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS) (OMS,2017), doenças cardiovasculares são a principal causa de morte no mundo e os exames de diagnóstico por imagem têm um papel fundamental na sua identificação. Dessa forma, é importante que os profissionais das técnicas radiológicas tenham domínio dos procedimentos e protocolos que envolvem os exames cardíacos para um diagnóstico mais preciso. Neste contexto, o objetivo deste trabalho é a construção de um simulador cardíaco dinâmico, cuja frequência de batimentos é determinada por um controlador Arduino, que permite o treinamento de estudantes e profissionais sem a necessidade de expor pacientes à radiação ionizante desnecessariamente.

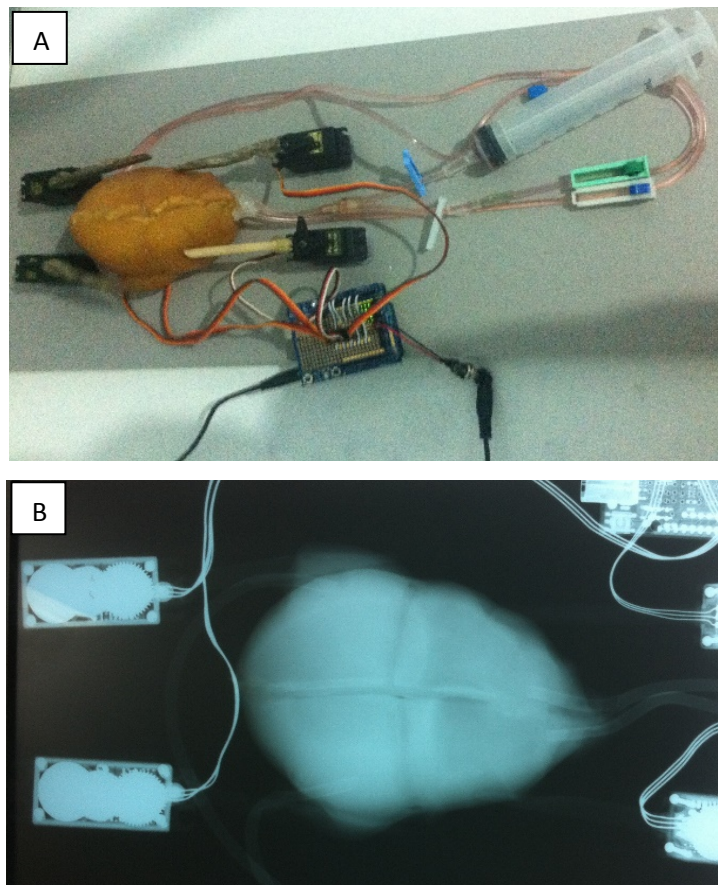
Metodologia. Para construção do simulador cardíaco, foi utilizado um fantoma antropomórfico de coração construído com látex. O fantoma possui quatro câmaras que simulam os dois átrios e os dois ventrículos, além de duas válvulas que simulam as válvulas bicúspide e tricúspide. Na entrada do átrio direito foi conectado um extensor de duas vias, sendo que uma delas foi utilizada para conectar uma seringa de 60ml contendo um fluido para simular o fluxo sanguíneo. Na outra extremidade foi conectado um equipo que conduz o fluido do interior do ventrículo esquerdo. Também foi conectada uma cânula para conduzir o fluido do ventrículo direito ao átrio esquerdo. Ao redor do fantoma foram posicionados quatro servomotores de alto torque, modelo Tower Pro MG995, em cujos eixos foram fixadas uma haste de madeira de 7,5 cm para fazer a compressão das câmaras cardíacas. Cada servomotor ficou responsável pela contração de uma câmara cardíaca. Um quinto servo motor foi posicionado para comprimir as cânulas que comunicam os ventrículos e os átrios, evitando refluxo. Todos os servomotores são controlados por um controlador Arduino Uno, ao qual foi acoplado um *shield* onde estão conectados todos os servomotores e uma fonte de alimentação de 6V com capacidade de 2,5A. O Arduino utiliza outra fonte de alimentação. Foi realizada uma radiografia do simulador para verificar as estruturas internas do mesmo.

Resultados. O simulador construído é apresentado na Figura 1A. Ao injetar o fluido com corante na câmara referente ao átrio direito, pode-se perceber que o líquido percorreu todo o sistema de forma semelhante ao fluxo sanguíneo. O código desenvolvido para o Arduino permitiu controlar o movimento das hastes dos servomotores de forma que a compressão dos átrios ocorreu de forma sincronizada com o servomotor responsável por evitar o refluxo atrial. A compressão dos ventrículos também ocorreu de forma síncrona durante o relaxamento atrial. No entanto, a intensidade da compressão das câmaras cardíacas não foi suficiente para esvaziá-las, o que resultou em baixa velocidade de fluxo após a injeção do corante. Também houve um pequeno retorno de fluido pelas cânulas que conectam os ventrículos aos átrios. A imagem radiográfica do simulador, mostrada na Figura 1B, apresenta o fantoma com as quatro câmaras preenchidas com o fluido. Pode-se visualizar também as cânulas inseridas nos átrios e ventrículos preenchidas pelo fluido, bem como os septos e válvulas interventriculares que impedem o refluxo no interior do fantoma.

Discussão e Conclusões. O simulador construído se assemelha a fantasmas dinâmicos apresentados na literatura, que reproduzem a frequência cardíaca durante a simulação de exames. Um diferencial do simulador apresentado é a possibilidade de alterar o tempo de rotação das hastes dos servomotores no código desenvolvido, o que permite simular patologias como arritmias cardíacas. Isto pode contribuir para a formação profissional por meio de aprendizado por simulação, onde é possível preparar estudantes para diferentes situações que podem ser vivenciadas na prática, além de aprimorar protocolos de exames de forma a reduzir as doses de radiação recebidas pelos pacientes em diferentes modalidades de exames radiológicos e reduzir erros nos procedimentos e diagnósticos. Na continuidade do trabalho, pretende-se aprimorar o fantoma, de forma a aumentar a velocidade do fluxo pelas câmaras cardíacas sem a ocorrência de refluxo. Também serão realizados aprimoramentos no código do Arduino que possibilitem simular diferentes situações de arritmias cardíacas.

Figuras.

Figura 1. Simulador cardíaco dinâmico. (A) Foto apresentando o fantoma de coração, a posição dos servomotores que comprimem as câmaras cardíacas e o *shield*, onde estão conectados os servomotores e a fonte de alimentação, acoplado ao controlador Arduino, onde está conectada outra fonte de alimentação. (B) Imagem radiográfica do simulador indicando o preenchimento do mesmo com fluido e a disposição dos servomotores ao redor.



Agradecimentos. Agradecemos à UTFPR e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e Informática Industrial pelo apoio ao desenvolvimento do trabalho.

Palavras-chave. Simulador cardíaco, exames radiológicos, fantoma, Arduino.