



Desenvolvimento de um Sistema para Ausculta de Sons Corporais

Development of a System for Auscultation of Body Sounds

Nadya do Nascimento Santos ^{*}, Paulo Rogério Scalassara [†]

RESUMO

Uma das técnicas utilizadas na realização de diagnósticos de patologias humanas é a ausculta. Esse procedimento era feito em contato direto com o paciente, fazendo com que fosse considerado inconveniente. Para solucionar esse problema foram desenvolvidos os estetoscópios, os quais evoluíram até os modelos utilizados nos dias de hoje. Mesmo com todas as facilidades dos diagnósticos clínicos esses modelos são possíveis de falhas pois dependem da boa prática de utilização do médico. Em busca de auxiliar na realização dos exames surgiram os estetoscópios digitais, que possuem a capacidade de amplificar o áudio e, em alguns deles, é possível obter uma análise gráfica e armazenamento dos dados obtidos. Apesar dos benefícios desse modelo ele possui um alto custo, diminuindo sua popularização. Deste modo, o trabalho em questão possui o objetivo de realizar um estudo de viabilidade para desenvolver, em um trabalho futuro, um protótipo de baixo custo de um estetoscópio digital e viabilizar a aquisição e manipulação dos dados obtidos.

Palavras-chave: estetoscópio. ausculta. diagnóstico. sistema eletrônico. sinais biológicos.

ABSTRACT

One of the techniques used to diagnose human pathologies is auscultation. This procedure used to be done in direct contact with the patient, what was inconvenient. To solve this problem stethoscopes were developed, which evolved to the models used nowadays. Even with all the facilities of clinical diagnostics, these models are susceptible to failure because they depend on the experience of the doctor. Digital stethoscopes have arisen in an attempt to help in the performance of the exams. They have the capacity to amplify the audio and, in some of them, it is possible to obtain a graphic analysis and storage of the obtained data. Despite the benefits of this model, it has a high cost, reducing its popularity. Thus, the objective of this work is perform a viability study of designing, in a future work, a low-cost prototype of a digital stethoscope and enable the acquisition and manipulation of the data obtained.

Keywords: stethoscope. auscultation. diagnostics. electronic system. biological signals.

1 INTRODUÇÃO

A prática da ausculta vem possibilitando a detecção de patologias no corpo humano há muito tempo, desde 460 a 370 a.C, nesta época, pouco era sabido a respeito dessa prática, mas com os anos ela passou a ser melhorada e está presente como elemento essencial no exame clínico juntamente com o estetoscópio que também recebeu melhorias desde sua criação (FERRAZ et al., 2011).

O som que está presente na prática da ausculta é o resultado de perturbações mecânicas que provocam diferentes níveis de pressões. Isso se dá pois os sistemas cardiovascular e respiratório produzem vibrações que se propagam pelas artérias e tecidos internos até a parte exterior do corpo. Durante essa propagação acontecem

* DAELE-CP, Engenharia Eletrônica; nadyasantos@alunos.utfpr.edu.br.

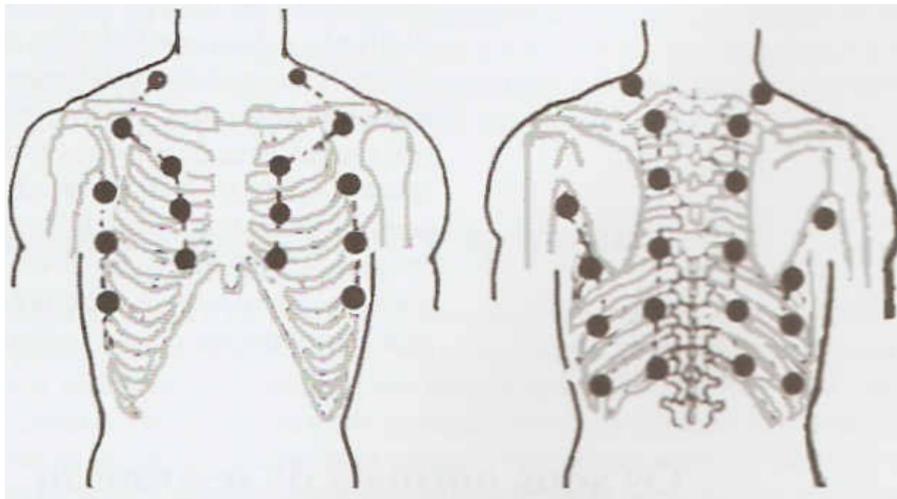
† DAELE-CP; prscalassara@utfpr.edu.br; <https://orcid.org/0000-0001-7169-954X>.

fenômenos de refração, reflexão e perda de energia. Conforme essas vibrações atingem a superfície do corpo elas podem ser percebidas como sons, os quais são analisados na ausculta (LOUZADA et al., 2006).

Como essas vibrações se distribuem por todas as direções do corpo, é interessante analisar onde elas são mais intensas - que são chamados de focos da ausculta. Além de analisar nos focos, é importante que o exame seja feito em ambiente silencioso e em posição confortável para o paciente, isso faz com que os ruídos sejam reduzidos, tanto de movimentos do paciente quanto de barulhos externos (SILVA, 2019).

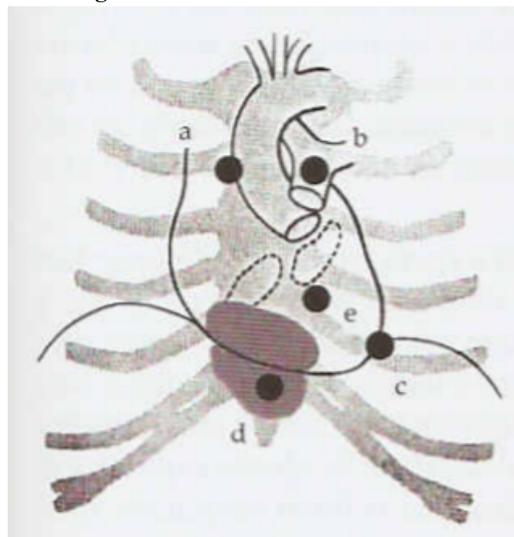
O coração e o pulmão são as principais fontes de som para a ausculta cardíaca, para o pulmão ela é realizada na região anterior, posterior e laterais do tórax, como visto na Fig. 1, enquanto que para o coração é realizada na região anterior do tórax, representado na Fig. 2, em cinco regiões bem definidas: a-foco aórtico, b-pulmonar, c-mitral, d-tricúspide e e-foco aórtico acessório (GARCIA, 1998).

Figura 1 – Focos da ausculta pulmonar



Fonte: (GARCIA, 1998).

Figura 2 – Focos da ausculta cardíaca



Fonte: (GARCIA, 1998).

Os sons abaixo de 1000 Hz são os de interesse para a ausculta. Vale ressaltar que os sons pulmonares são mais agudos quando comparados com os sons do coração por possuírem uma quantidade menor de frequências



baixas. Os sons anormais da respiração são na asma e no enfisema pulmonar. Nos dois casos a passagem do ar dos alvéolos para os brônquios é dificultada, o que faz os alvéolos se dilatarem o que resulta em um aumento de dimensão do tórax. Esses sons anormais são classificados em: Estertores, Sopros e Atrito Pleural (GARCIA, 1998). O coração produz dois ruídos característicos que são chamados de bulhas cardíacas (LOUZADA et al., 2006). As patologias do coração podem ser identificadas por alterações nas bulhas cardíacas ou por sua substituição por sons anormais. Alguns dos principais tipos de sons anormais do coração são: a alteração da intensidade das bulhas, o desdobramento de bulha, os sopros e os cliques (GARCIA, 1998).

É importante ressaltar que o ouvido humano não pode ouvir todos os sons, existe uma faixa de frequência e intensidade que ele trabalha, geralmente entre 20 Hz a 20 kHz (AREIAS, 2014). Nota-se então que alguns sons produzidos pelo sistema cardiorrespiratório podem ser perdidos e acabam despercebidos pelo ouvido humano, fazendo com que muitas informações adquiridas a partir dos sons cardíacos sejam perdidas por possuírem baixas frequências. Ou seja, dificultando de serem analisadas por um estetoscópio tradicional assim como para sons pulmonares, também há perda de informações (LOUZADA et al., 2006).

O primeiro estetoscópio foi desenvolvido por René Laennec (1781-1826), médico francês, motivado pelas dificuldades em fazer a ausculta em seus pacientes. Seu modelo consistia em um tubo de madeira com uma das extremidades aplicada no paciente e outra no ouvido do médico sendo possível obter um aumento da intensidade dos sons da ausculta (GARCIA, 1998).

Com o passar dos anos, os estetoscópios sofreram diversas modificações, sendo a primeira delas realizada por Pierre Adolphe Piorry (1794-1879) em seu modelo eles possuíam formato de trombeta e duas peças de marfim, uma para cada extremidade além de possuírem flexibilidade. Outra grande mudança foi feita por Charles James Blasius Williams (1805-1889), com a construção de modelos biauriculares, somente em 1851 que foi apresentado por George Philip Camman o modelo que mais se aproxima do modelo tradicional usado hoje em dia, um modelo biauricular que se adapta ao ouvido (FERRAZ et al., 2011).

Entre os séculos XIX e XX, os estetoscópios continuaram evoluindo e passaram a possuir a peça torácica em formato de campânula e posteriormente o diafragma, que possibilitou uma boa ausculta de sons graves e agudos respectivamente (RIZZO, 2014). O modelo que está presente nas análises clínicas atualmente foi descrito por David Littman, sendo constituído com aço inoxidável, condutores de tygon e possui campânula e diafragma (FERRAZ et al., 2011). Mesmo com todas as modernidades a respeito dos diagnósticos de doenças, o estetoscópio continua sendo essencial (SOUZA et al., 1995) por ser uma maneira efetiva e de baixo custo. No entanto, esse modelo apresenta dificuldades para profissionais que não possuem prática na ausculta, pois o ouvido humano apresenta limitações, como apresentado anteriormente, dificultando a distinção dos sons em questão. Com isso o desenvolvimento dos estetoscópios digitais está em ascensão.

Segundo (GARCIA, 1998), "De nada vale o melhor dos instrumentos se o examinador não for treinado corretamente para ouvir e distinguir os sons normais os anormais que as fontes sonoras do corpo humano geram". Nota-se então que o estetoscópio digital é um instrumento importante para auxiliar iniciantes, estudantes de medicina, pois ele auxilia a obtenção do diagnóstico do exame clínico realizado, desenvolvendo a afinidade entre o usuário e o aparelho e é possível a obtenção de resultados gráficos.

Em meados dos anos 2000 foram desenvolvidos modelos digitais que proporcionam a captação de sons mais nítidos, o que facilita o médico obter um diagnóstico, seu principal objetivo é amplificar o som auscultado e eliminar os ruídos. Existem também modelos que comunicam com computadores por meio de cabo USB ou via Bluetooth permitindo que os dados coletados sejam apresentados em computadores (AGUIAR, 2016). Basicamente são compostos por amplificadores e filtros que convertem sinais de ondas sonoras em sinais elétricos,

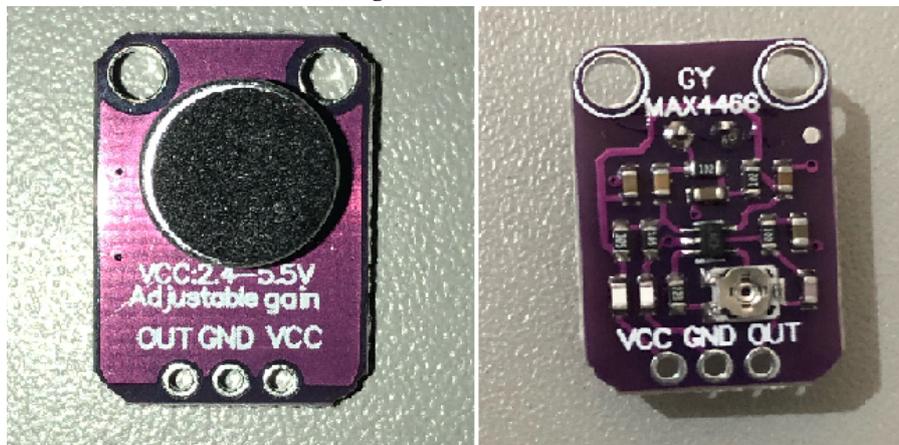
depois da conversão os sinais são filtrados e amplificados, atenuando os sinais que não são focos da faixa de frequência importante para a ausculta. Seus principais benefícios são dados através do processamento dos sinais, onde é possível determinar dados que por conta das limitações humanas não são possíveis com o estetoscópio tradicional (SILVA, 2019).

2 MÉTODO

O estetoscópio digital é constituído por um microfone, conversores, amplificadores e filtros para que o sinal possa ser coletado e enviado para um sistema de processamento digital de sinais. Para a implementação do protótipo é necessário que o microfone faça a captação do sinal corporal, para um melhor resultado é importante que ele seja acoplado ao tubo de um estetoscópio tradicional ligado a campânula e o diafragma, assim esse sinal passa pelo sistema de condicionamento que irá preparar o sinal para o processamento digital afim de obter parâmetros clínicos.

Para realizar a captação e condicionamento foi escolhido o pré-amplificador MAX4466 fabricado pela Maxim Integrated, visto na Fig. 3, por possuir baixo custo, tamanho reduzido (o que é importante neste caso) e baixo consumo de energia de acordo com o fabricante, além de já possuir o microfone acoplado. Durante a implementação será utilizado o circuito disponibilizado pelo datasheet do componente Fig. 4.

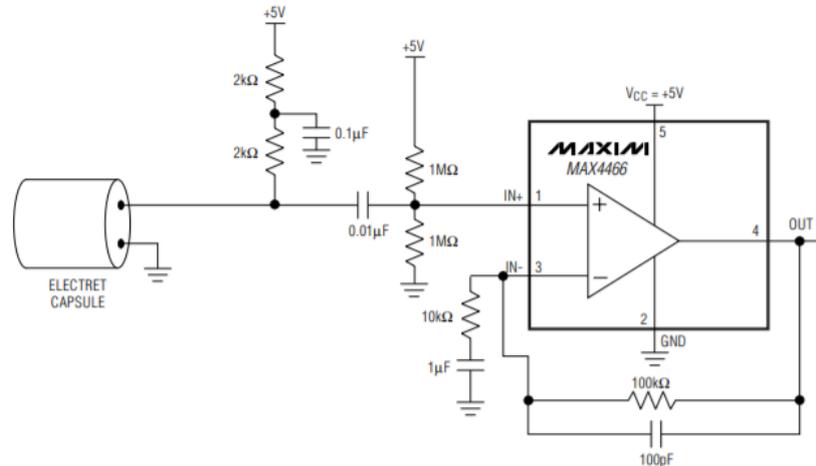
Figura 3 – MAX4466



Fonte: Autoria própria (2021).

O circuito será alimentado por um Arduino, plataforma *open-source* de prototipagem eletrônica com *hardware* e *software* flexíveis, que também será utilizado para realizar o código necessário para acionar o circuito apresentado. O motivo da sua escolha novamente se deu por possuir baixo custo e alta flexibilidade.

Figura 4 – Circuito do componente



Fonte: Datasheet MAX4466.

3 RESULTADOS

Devido a todo os problemas enfrentados pela pandemia do coronavírus no ano de 2020 e 2021, ficou inviável e impossibilitada a utilização dos laboratórios da faculdade para a realização de testes práticos e implementações necessárias. Essas adversidades dificultaram e atrapalharam o progresso da pesquisa em questão, o que ocasionou a falta de resultados.

4 CONCLUSÕES

Com o objetivo de desenvolver um protótipo de um estetoscópio digital de baixo custo para coleta de sinais biológicos a pesquisa possibilita essa implementação prática a partir das etapas apresentadas no trabalho. No entanto, devido problemas já citados não foi possível realiza-lá.

Para trabalho futuro, depois de realizar os passos e testes para o protótipo em uma placa de ensaio (*protoboard*), será possível o desenvolvimento de uma placa de circuito impresso e com o intuito de reduzir ruídos além de uma caixa de proteção para essa placa. No entanto, apesar de ter estudado o pré amplificador MAX4466 a alternativa mais viável será a utilização de um circuito integrado que tenha ADC com CODEC e saída I2S, com o objetivo garantir a fidelidade na aquisição e reprodução de sinal, para que assim, seja feita a coleta dos dados auscultados e verificada a eficiência do protótipo.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, Nelson Augusto Oliveira de. **Segmentação automática para classificação digital de sinais de fonocardiograma**. 2016. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo.
- AREIAS, Bruno André Faria. Simulação biomecânica do ouvido humano, incluindo patologias do ouvido médio, 2014.
- FERRAZ, Alberto Pereira et al. A história do estetoscópio e da ausculta cardíaca. **Revista Médica de Minas Gerais**, v. 21, n. 4, p. 479–485, 2011.



SEI-SICITE 2021

Pesquisa e Extensão para um
mundo em transformação

XI Seminário de Extensão e Inovação
XXVI Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica
08 a 12 de Novembro - Guarapuava/PR



GARCIA, Eduardo A. C. **Biofísica**. São Paulo: Sarvier, 1998.

LOUZADA, Daniel Ramos et al. Desenvolvimento de um transdutor de pressão de alta sensibilidade, baseado no fenômeno de Magnetoimpedância Gigante, para aplicação biomédica. **Rio de Janeiro: Pontificia Universidade Católica**, 2006.

RIZZO, Victor Hugo Dalazen. **Sistema de aquisição e processamento digital de sinais para sons corporais**. 2014. B.S. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Pato Branco.

SILVA, Victor Hugo Ferreira. **Projeto de um Estetoscópio Digital para Ausculta Cardíaca**. 2019. B.S. Trabalho de conclusão de curso – Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul.

SOUZA, Erika Cristian Camargo de et al. O estetoscópio. **Revista de Ciências Médicas PUCCAMP**, p. 112–118, 1995.