

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

FACULDADE DE ENGENHARIA DE SÃO JOÃO DA BOA VISTA –

FESJ/UNESP

BACHARELADO EM ENGENHARIA ELETRÔNICA E DE

TELECOMUNICAÇÕES

DANIELA DOS SANTOS DE OLIVEIRA

AQUISIÇÃO DE BIOSSINAIS

SÃO JOÃO DA BOA VISTA

2022

DANIELA DOS SANTOS DE OLIVEIRA

AQUISIÇÃO DE BÍOSSINAIS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” como requisito para obtenção de título de Bacharel em Engenharia Eletrônica e de Telecomunicações.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Paula Ghedini Der Agopian.

Co-Orientadora: Prof^a. Dr^a. Maria Cláudia Ferrari de Castro.

SÃO JOÃO DA BOA VISTA

2022

O48a

Oliveira, Daniela dos Santos de
Aquisição de Biossinais / Daniela dos Santos de Oliveira. -- São
João da Boa Vista, 2022
62 p. : il., tabs.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia de
Telecomunicações) - Universidade Estadual Paulista (Unesp),
Faculdade de Engenharia, São João da Boa Vista
Orientadora: Paula Ghedini Der Agopian
Coorientadora: Maria Cláudia Ferrari de Castro

1. Eletronica medica. 2. Software Desenvolvimento. 3. Aquisição
de dados. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de
Engenharia, São João da Boa Vista. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA - CÂMPUS DE SÃO JOÃO DA BOA VISTA
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELETRÔNICA E DE TELECOMUNICAÇÕES

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

AQUISIÇÃO DE BLOSSINAIS

Aluno: Daniela dos Santos de Oliveira

Orientador: Prof.^a Dr.^a Paula Ghedini Der Agopian

Banca Examinadora:

- Paula Ghedini Der Agopian (Orientadora)
- Afonso José do Prado (Examinador)
- Hildo Guillard Junior (Examinador)

A ata da defesa com as respectivas assinaturas dos membros encontra-se no prontuário do aluno (Expediente nº 077/2022)

São João da Boa Vista, 01 de dezembro de 2022

Agradecimentos

À minha família que me apoiou e encorajou por todo o percurso, Valdemir, Fernanda e Bernardo. Aos meus amigos e companheiros de curso, que me ajudaram e incentivaram, Stephanie Liberato, Isabelle Marcansola, Danyel Doval, Ricardo Borges e Milena Pagni.

Às minhas amigas que entenderam minha ausência e acreditaram em mim em todos os momentos durante a graduação, Adriane Oliveira, Ana Paula Trindade e Isabella Borges.

Aos professores do programa de graduação de Engenharia Eletrônica e de Telecomunicações e aos funcionários da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), que auxiliaram no meu crescimento profissional e pessoal.

Ao projeto Ciência no Feminino, que além de aprimorar meu crescimento profissional, me ensinou lições sociais importantíssimas que ajudaram no meu crescimento pessoal.

E às minhas orientadoras, Paula Ghedini Der Agopian e Maria Claudia Ferrari de Castro, pela orientação na construção e desenvolvimento do meu projeto, entendendo minhas dificuldades e auxiliando na melhoria do meu trabalho.

Resumo

Os bioassinais são manifestações fisiológicas como os batimentos cardíacos, as ondas cerebrais, a tensão muscular, entre outros, e podem ser adquiridos e analisados a partir de meios eletrônicos. Dentre eles, o eletrocardiograma (ECG), o eletromiograma (EMG), o eletroencefalograma (EEG) e a atividade eletrodérmica (EDA) correspondem a manifestações elétricas que podem ser medidas de maneira não invasiva, por meio de eletrodos diretamente sobre a pele.

O ECG é o sinal resultante da propagação dos potenciais elétricos pelo coração e é utilizado para medir os batimentos cardíacos. A contração muscular, resultante dos sinais elétricos provenientes dos potenciais de ação que percorrem as fibras musculares esqueléticas, pode ser observada pelo EMG. A atividade eletrodérmica, indicando mudanças nas propriedades elétricas da pele, pode ser utilizada para avaliar alterações emocionais. Enquanto o EEG descreve o funcionamento geral da atividade elétrica do cérebro, a partir da sobreposição de potenciais de neurônios operando de maneira não sincronizada.

Neste projeto, foram desenvolvidas formas de realizar a aquisição e transmissão dos bioassinais com um baixo custo de implementação. As ferramentas utilizadas para a realização do trabalho proposto consistiram em softwares *open source* e no *hardware* ESP32 MCU, além dos conhecimentos adquiridos nas disciplinas do curso de Engenharia Eletrônica e de Telecomunicações. Inicialmente foram desenvolvidos roteiros para possibilitar a aquisição de sinais utilizando o BITalino®, que é uma plataforma de bioassinais de código aberto. O circuito de aquisição de sinais de um eletrocardiograma (ECG) desenvolvido na universidade foi utilizado em uma segunda abordagem. Por meio do ESP32 e de código desenvolvido em Python foi desenvolvida uma forma de armazenar e transmitir o sinal lido.

Palavras-chave: bioassinais, biopotenciais, atividade elétrica, aquisição de sinais.

Abstract

Biosignals are physiological manifestations such as heartbeats, brain waves, muscle tension, among others, and can be acquired and analyzed through electronic means. Among them, the electrocardiogram (ECG), the electromyogram (EMG), the electroencephalogram (EEG), and the electrodermal activity (EDA) correspond to electrical manifestations that can be measured in a non-invasive way, through electrodes directly on the skin.

The ECG is the result of the propagation of electrical potentials through the heart and is used to measure heartbeats. Muscle contraction, resulting from the electrical signals coming from the action potentials coursing through the skeletal muscle fibers, can be observed by EMG. Electrodermal activity, indicating changes in the electrical properties of the skin, can be used to assess emotional changes. While EEG describes the general functioning of the brain's electrical activity, from the superposition of potentials of neurons operating in a non-synchronized manner.

In this project we developed ways to perform the acquisition and transmission of the biosignals with a low implementation cost. The tools used to accomplish this consisted of open source software, and the ESP32 MCU *hardware*, in addition to the knowledge acquired in the disciplines of electronic and telecommunications engineering. Initially, scripts were developed to enable signal acquisition using BITalino®, which is an open source biosignal platform. An electrocardiogram (ECG) signal acquisition circuit developed at the university was used in a second approach. And through the ESP32 and code developed in Python a way to store and transmit the read signal was developed.

Keywords: biosignals, biopotentials, electrical activity, signal acquisition.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Curva característica do ECG [8].	13
Figura 2: Derivações no plano frontal [10].....	14
Figura 3: Contração Muscular [4].....	14
Figura 4: Sinal característico do EMG [7].....	15
Figura 5: Sinal EDA em nível tônico e fásico [5].....	16
Figura 6: Posicionamento dos eletrodos na palma da mão [6].	16
Figura 7: Posicionamento dos eletrodos para aquisição do EEG [3].....	17
Figura 8: Hardware BITalino® [11].	18
Figura 9: Interface software OpenSignal.	19
Figura 10: Módulo ESP32 [15].....	19
Figura 11: ESP32 em modo flash/uploading [9].....	22
Figura 12: Fluxograma do algoritmo desenvolvido.....	24
Figura 13: Sinal ECG gerado para 1500 pontos.	24
Figura 14: Sinal ECG gerado para 7500 pontos.	25

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADC - (Analog-to-Digital Converter) Conversor analógico - digital

ACC – Acelerômetro

BTN - Botão de pressão

CC - Corrente Continua

DAC - (Digital-to-Analog Converter) Conversor digital – analógico

ECG – Eletrocardiograma

EDA - Atividade Eletrodérmica

EEG – Eletroencefalograma

EMG – Eletromiograma

EN - (Enable) Permitir

GND - (Ground) Terra

IDE - (Integrated Development Environment) Ambiente de Desenvolvimento Integrado

IoT - (Internet of Things) Internet das Coisas

K⁺- Íons de Potássio

LA - (Left Arm) Braço esquerdo

LL - (Left Leg) Perna esquerda

MCU – Microcontrolador

MUAP - (Motor Unit Action Potential) Potencial de Ação de Unidade Motora

Na⁺ - Íons de Sódio

PA - Potencial de Ação

RA - (Right Arm) Braço direito

SC - (Skin Conductance) Condutância da pele

SCR - (Skin Conductance Response) Resposta de Condutância da Pele

SNS - (Sympathetic Nervous System) Sistema Nervoso Simpático

Sumário

1. Introdução	11
2. Revisão Bibliográfica	12
2.1. Eletrocardiograma (ECG).....	12
2.2. Eletromiograma (EMG).....	14
2.3. Atividade Eletrodérmica (EDA).....	15
2.4. Eletroencefalograma (EEG)	17
3. Plataforma BITalino®	18
3.1. Hardware	18
3.2. Software.....	18
4. Materiais e Métodos	19
4.1. ESP32	19
4.2. Softwares	20
4.2.1. Arduino IDE	20
4.2.2. Spyder IDE.....	20
5. Resultados e Discussões	20
5.1. Elaboração dos roteiros para aquisição de sinais.....	20
5.1.1. Roteiro 01 – Introdução.....	20
5.1.2. Roteiro 02 – Eletrocardiograma	20
5.1.3. Roteiro 03 – Eletromiografia.....	21
5.1.4. Roteiro 04 – Atividade Eletrodérmica	21
5.2. Aquisição do sinal	21
5.3. Leitura e transmissão do sinal	22
6. Considerações Finais	25
7. Projetos Futuros.....	26
8. Referências Bibliográficas.....	27

1. Introdução

Desde 1816, quando o médico francês René Laennec inventou o estetoscópio para amplificar sons corporais de humanos ou animais, este equipamento tem sido vastamente utilizado para escutar sons proveniente do pulmão, coração e intestinos [1]. Assim como esse equipamento revolucionou a medicina, a evolução e criação de equipamentos capazes de obter sinais biológicos tem contribuído com diagnósticos mais precisos e, consequentemente, tratamentos mais eficazes. O controle de doenças crônicas também é parte importante desse avanço, pois permite maior longevidade e qualidade de vida aos seres humanos.

Dentro desse contexto, a triagem é um dos processos básicos da área da saúde e auxilia os profissionais a um atendimento eficaz, podendo, então, ser considerada uma etapa de extrema importância. Utilizada em todos os campos médicos, a mesma funciona separando os pacientes por prioridade de atendimento e tratamento dos pacientes, utilizando como referência a gravidade da condição.

Devido à falta de recursos e profissionais, essa prática é utilizada para determinar quais pacientes necessitam de atendimento imediato. Isso, é importante que seja feita a avaliação, não só para agilizar o processo, mas também para que os pacientes tenham maiores chances de sobrevivência.

Ao avaliar o paciente, os profissionais devem realizar um diagnóstico rápido com base no seu quadro clínico aparente, otimizando assim, o trabalho de todos os setores de atendimento de saúde. Geralmente, o padrão utilizado é a classificação por cores, onde o vermelho está classificado como maior emergência e azul como não urgente [2]. Desse modo, a aquisição dos sinais do paciente com maior rapidez e precisão é de suma importância para o diagnóstico inicial.

Para determinar as condições iniciais do paciente, é necessário verificar os sinais vitais. Os sinais vitais são: frequência cardíaca, frequência respiratória, pressão arterial e temperatura. Esses sinais descrevem a performance das funções corporais básicas, podendo estar relacionados a uma série de doenças, anomalias internas ou externas.

A frequência cardíaca, também conhecida como pulsação, descreve os batimentos por minuto. O músculo cardíaco precisa bater em um ritmo regular e suficiente para impulsionar o sangue pelas artérias. A taxa que revela a quantidade de respirações completas em um minuto, é a frequência respiratória. A pressão arterial ocorre quando o coração bombeia o sangue, fazendo força contra as paredes das artérias. A medida pode ser realizada em duas etapas, a

sistólica, que representa a tensão no momento em que o coração se contrai e, com isso, apresenta um valor superior a etapa de diastólica. A diastólica é obtida no instante de relaxamento do músculo cardíaco e, conseqüentemente, apresenta valor inferior a primeira etapa. Por fim, a temperatura demonstra o resultado entre ganho e perda de calor do corpo.

Cada um dos sinais vitais mede funções fundamentais para o corpo. Quando algum deles é alterado, pode ser um indício de que há algum problema de saúde. Um exemplo simples é a elevação da temperatura, podendo indicar a existência de uma infecção. Valores de pressão elevados podem sinalizar hipertensão, podendo estar relacionado a um AVC ou infarto do miocárdio [3].

Com o intuito de melhorar esse processo, foi desenvolvido um sistema de aquisição e transmissão de baixo custo, fazendo a leitura dos dados e apresentando, via software de programação, na tela do computador o sinal adquirido. Utilizando esse sistema, é possível adquirir diversos tipos de biossinais de forma rápida e correta, e disponibilizá-los em telas ou mostradores para que os profissionais consigam prosseguir de forma mais segura com o tratamento do paciente.

2. Revisão Bibliográfica

2.1. Eletrocardiograma (ECG)

O eletrocardiograma, também conhecido como ECG, é o registro da atividade elétrica do coração, responsável pelos ciclos de contração e relaxamento. Para uma pessoa em repouso a frequência cardíaca é de 60 a 100 batimentos por minuto. O ECG é resultante da propagação do potencial de ação (PA), que ocorre a partir de um estímulo acima do limiar, fazendo com que íons de Sódio (Na^+) entrem na célula, alterando o potencial de -70 mV para +20 mV e caracterizando a despolarização. Em seguida, a membrana bloqueia a entrada de íons Na^+ e permite a saída de íons de Potássio (K^+), o que faz com que retorne ao potencial de repouso (repolarização).

Como qualquer músculo, quando o potencial de ação se propaga pelas fibras do coração (miocárdio), elas sofrem contração na fase de despolarização e relaxam na fase de repolarização, fazendo com que o ciclo cardíaco ocorra. O fenômeno pode ser separado em dois processos, a diástole, etapa de relaxamento quando o coração recebe o sangue proveniente das veias, e a sístole, etapa de contração, etapa em que quando o sangue é ejetado para as artérias. Após alguns milissegundos da ocorrência de um ciclo de batimento, o miocárdio é repolarizado e o ciclo pode recomeçar [4]. A Figura 1 representa o sinal característico do ECG.

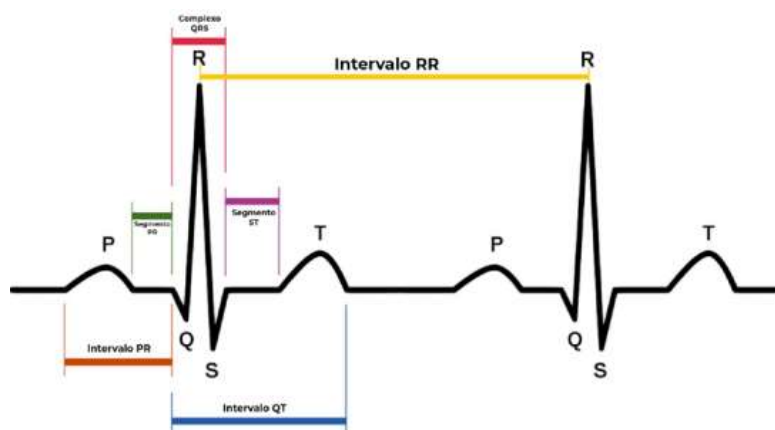


Figura 1: Curva característica do ECG [6].

A aquisição do ECG pode ser feita de maneira não invasiva por meio de eletrodos fixados na pele e consiste em somas algébricas dos potenciais de ação nas fibras do miocárdio. Na Figura 1 a onda P é o resultado da propagação e despolarização atrial, onde a primeira parte corresponde à despolarização do átrio direito e a parte final à despolarização do átrio esquerdo. Com essa curva, pode-se detectar problemas como taquicardia paroxística nodal A-V. O intervalo PR é utilizado para identificar o diagnóstico do bloqueio completo cardíaco de primeiro, segundo e terceiro grau. Esse intervalo consiste no intervalo entre a ativação dos átrios até a ativação dos ventrículos.

O complexo QRS, na superfície do corpo, tem uma frequência de aproximadamente 10 Hz, e nele acontece a despolarização dos ventrículos. Esse complexo permite identificar disfunções com o bloqueio intraventricular incompleto. O período QT equivale à duração total da sístole ventricular, sendo possível diagnosticar a síndrome do QT longo e curto, e a realização do pré--diagnóstico de arritmias ventriculares graves.

A onda T acontece durante a repolarização dos ventrículos. Sua frequência é de aproximadamente 1 a 2 Hz. Por fim, o segmento ST, no intervalo do final do complexo QRS até o início da curva T. Normalmente, esse segmento não tem atividade elétrica (0 mV), e pode ser utilizado para identificar um infarto do miocárdio, se alterado, e isquemia coronariana se estiver inclinado ou deprimido [5].

Para realizar a aquisição do sinal do eletrocardiograma, foi utilizada a derivação de Einthoven [6], onde são posicionados eletrodos no braço direito (RA), no braço esquerdo (LA) e na perna esquerda (LL), montando o triângulo de Einthoven, com o coração idealmente no meio. Existem três tipos de derivações, no sistema de derivações criado por Einthoven.

Obtém-se a derivação I quando o braço direito recebe o terminal negativo e o terminal positivo é conectado ao braço esquerdo. Para a derivação II, o terminal negativo é mantido no

braço direito e o terminal positivo é colocado na perna ou costela esquerda. E por fim, a derivação III é obtida quando o terminal negativo é conectado ao braço esquerdo e o positivo é conectado a perna ou costela esquerda. Em todas as derivações, a costela direita é utilizada como referência para o circuito. As derivações estão esquematizadas na Figura 2 [6].

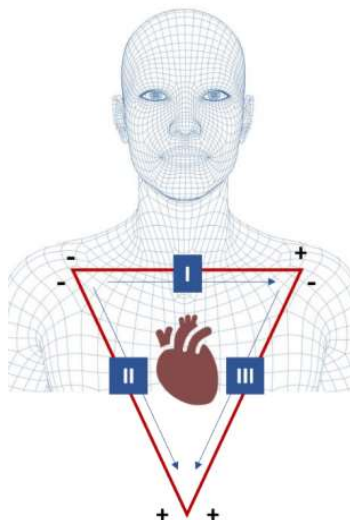


Figura 2: Derivações no plano frontal [7].

2.2. Eletromiograma (EMG)

A contração muscular pode ser observada pelo eletromiograma (EMG) que detecta os sinais elétricos provenientes dos potenciais de ação que percorrem as fibras musculares esqueléticas. Quando um potencial de ação de unidade motora (MUAP) propaga-se na membrana muscular ocorre a liberação de cálcio, que provoca a atração entre os filamentos de miosina e da actina e o comprimento do sarcômetro é diminuído, resultando então, no encurtamento muscular [4]. A Figura 3 apresenta a diferença entre um músculo relaxado e contraído.

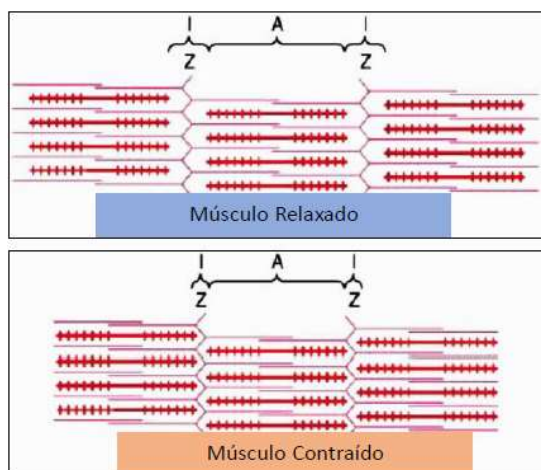


Figura 3: Contração Muscular [8].

A aquisição do eletromiograma depende de propriedades anatômicas e fisiológicas dos músculos e, como consequência, pode adquirir ruído durante a contração. O EMG geralmente é obtido usando eletrodos de superfície que são posicionados sobre o músculo a ser analisado, próximos ao ponto motor. Ou seja, na junção do nervo com o músculo, tendo 1,5 cm de distância entre eles. Um terceiro eletrodo é posicionado em um osso próximo, como cotovelo e joelho, atuando como referência comum para a medição.

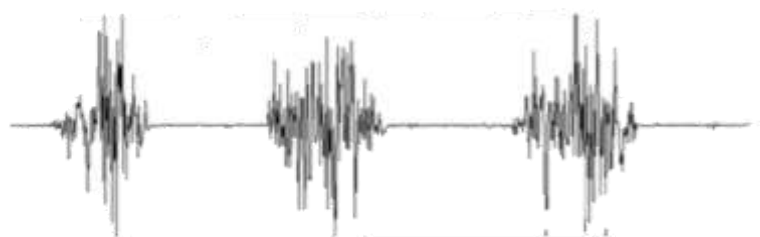


Figura 4: Sinal característico do EMG [9].

A amplitude do eletromiograma pode variar dependendo do tipo e da posição dos eletrodos e do grau de esforço muscular necessário. O eletrodo de agulha em contato com uma única fibra de muscular, capta as tensões de pico. Enquanto o eletrodo de superfície capta a sobreposição de picos, como é exemplificado na Figura 4, produzindo um efeito de tensão média. Um sinal EMG típico varia de 0,1 a 0,5 mV [10].

2.3. Atividade Eletrodérmica (EDA)

É o termo genérico utilizado para definir mudanças nas propriedades elétricas da pele, pois reflete a atividade do sistema nervoso simpático (SNS) e é conhecido como atividade eletrodérmica (EDA). O EDA é o método mais popular para investigação de fenômenos psicofisiológicos. Ou seja, é muito útil para avaliar as mudanças emocionais. O SNS controla a resposta do corpo a uma ameaça percebida e é responsável pela reação a isso. O SNS basicamente regula a intensidade dos nossos estados emocionais [11].

A propriedade mais amplamente estudada é a condutância da pele, que poder ser quantificada e analisada pela aplicação de uma pequena corrente elétrica constante entre dois pontos da pele. Uma corrente de resposta pode ser medida pela técnica exomática que utiliza um par de eletrodos Ag-AgCl que entregam uma corrente direta ou alternada. Com essa

corrente, é possível determinar a impedância, condutância, resistência ou admitância da pele. A corrente direta mede geralmente a condutância da pele (SC) [12].

A medição do EDA tem dois componentes principais. A atividade eletrodérmica em nível tônico que muda lentamente ao longo de minutos e surge da difusão do suor com a pele. A forma mais comum em que isso é medido é por meio do nível de condutância da pele (SCL). O segundo componente é o fásico que se refere aos elementos de mudança mais rápida do sinal e é conhecido como resposta de condutância da pele (SCR) [13]. A Figura 5 apresenta os níveis fásico e tônico do EDA.

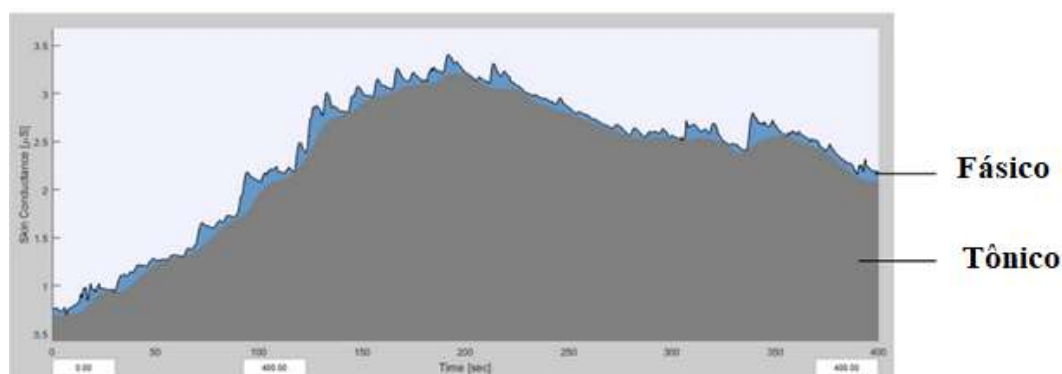


Figura 5: Sinal EDA em nível tônico e fásico [13].

O número de glândulas sudoríparas varia ao longo do corpo humano, mas é mais alto nas regiões das mãos e dos pés (200 – 600 glândulas sudoríparas por cm^2), onde o EDA é tipicamente coletado [14]. Na Figura 6, é possível visualizar como são posicionados o par de eletrodos na palma da mão para obter o sinal do EDA.

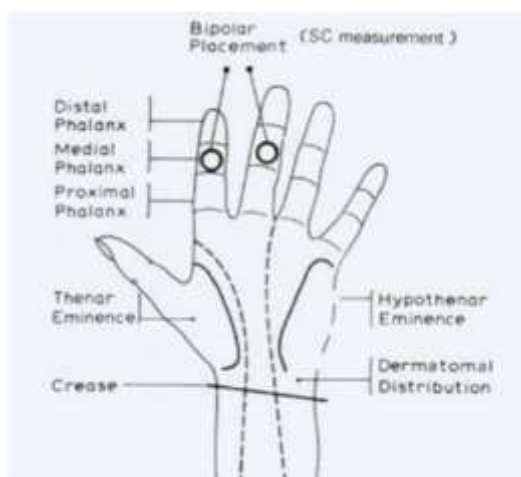


Figura 6: Posicionamento dos eletrodos na palma da mão [14].

2.4. Eletroencefalograma (EEG)

O eletroencefalograma (EEG) descreve o funcionamento geral das atividades elétricas do cérebro, a partir da sobreposição de potências de neurônios operando de maneira não sincronizada no sentido físico. O EEG é um método eficaz de diagnóstico de muitos tipos de doenças, como epilepsia, presença de tumores, lesões cerebrovasculares, isquemia e problemas associados a traumas.

A aquisição do sinal é realizada por eletrodos de superfície posicionados no couro cabeludo. Os eletrodos do EEG têm tamanho menor que os utilizados no eletrocardiograma e são posicionados separadamente no couro cabeludo ou podem ser montados em faixas especiais. Esses eletrodos fornecem alta impedância de contato com a pele em comparação com os eletrodos do ECG.

O EEG pode ser registrado captando a diferença de voltagem entre um eletrodo ativo no couro cabeludo e outro eletrodo de referência no lóbulo da orelha ou em qualquer outra parte do corpo, como é exemplificado na Figura 7. Quando o sinal é obtido dessa forma, classifica a aquisição monopolar. Caso seja necessária a aquisição bipolar, usa-se a diferença entre dois eletrodos e obtida com eletroencefalograma multicanal.

Os sinais do EEG são geralmente pequenos e podem ter várias centenas de microvolts. No caso, 50 microvolts pico a pico é o mais típico. As ondas cerebrais, ao contrário da atividade elétrica do coração, não repetem a mesma forma de onda. Portanto, os registros cerebrais são feitos em um intervalo muito maior de tempo para que seja possível detectar qualquer tipo de anormalidade [10].

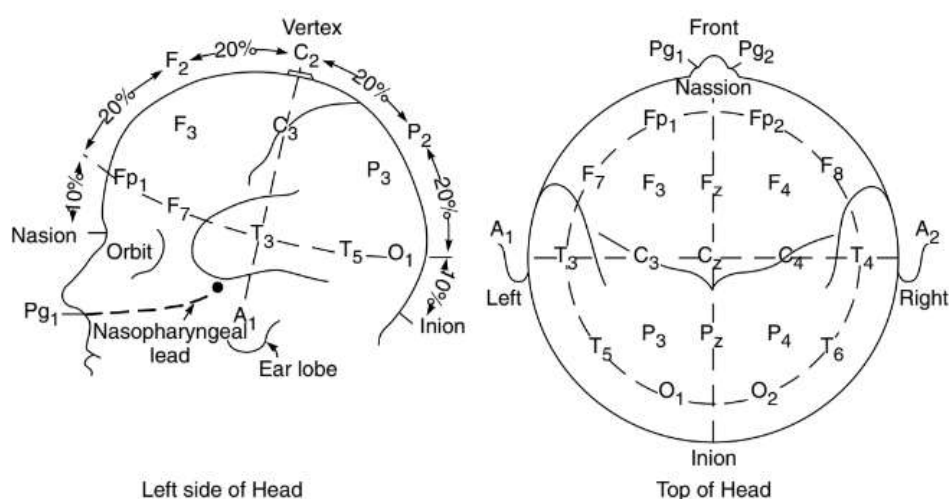


Figura 7: Posicionamento dos eletrodos para aquisição do EEG [10].

3. Plataforma BITalino®

3.1. Hardware

O BITalino® é uma ferramenta importante e completa na aquisição de biossinais, pois combina todos os componentes necessários para o desenvolvimento de projetos e permite aplicações didáticas. Esse dispositivo integra múltiplos sensores bioelétricos e biomecânicos que são interligados por um microcontrolador.

O *hardware* (Figura 8) é composto por um bloco de energia, comunicação via *Bluetooth* (*ble/bt*) para a transferência de dados, um microcontrolador MCU e um conversor analógico-digital (DAC). Os sinais adquiridos pela placa são ECG, EMG, EEG e EDA. Além dos biossinais, também é possível obter a acelerometria (ACC) que mede os eventos biomecânicos como a aceleração. Há um LUX, que é utilizado para medir a intensidade da luz e um botão de pressão (BTN) [15].

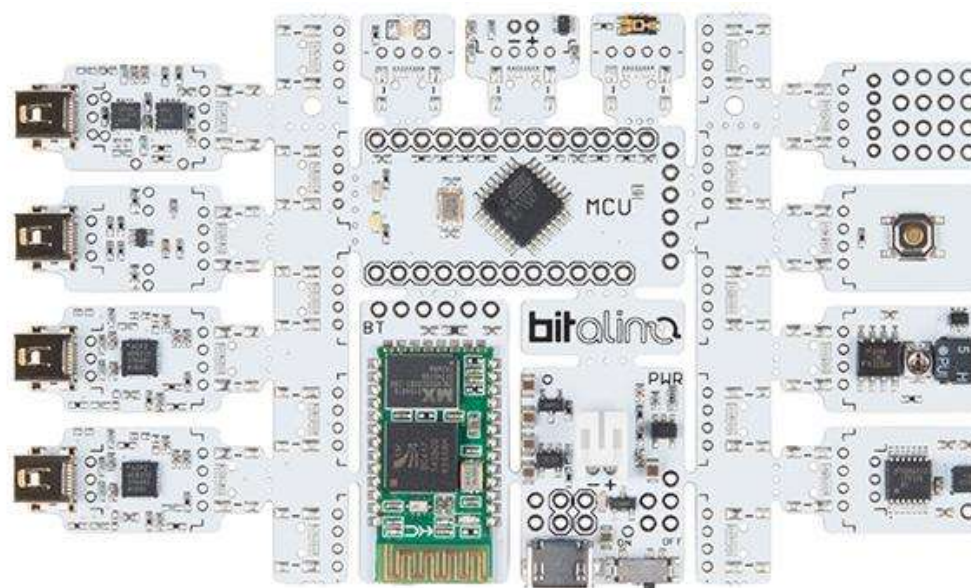


Figura 8: Hardware BITalino® [15].

3.2. Software

A aquisição dos sinais foi realizada utilizando da interação do *hardware* BITalino® com o software oferecido pelo fabricante. A interface *OpenSignal*, apresentada na Figura 9, pode ser adquirida por meio do *download* no site da empresa. Para realizar a instalação do software é necessário que o computador possua alguns requisitos compatíveis (Os requisitos necessários encontram-se em [16]).

Após instalar o *OpenSignals*, foi realizada a comunicação via *bluetooth* do computador com o BITalino®. O primeiro passo na interface é adicionar o *hardware* e em seguida

determinar os parâmetros que serão usados na aquisição dos sinais, como por exemplo a quantidade de canais, qual tipo de aquisição necessita fazer (ECG, EMG, EEG, EDA) e qual será taxa de amostragem.



Figura 9: Interface software *OpenSignals*.

4. Materiais e Métodos

4.1. ESP32

Para a realização deste projeto, foi utilizado o módulo ESP32, que é a evolução do já conhecido ESP8266, tendo uma alta performance para aplicações envolvendo wifi, e contando com um baixíssimo consumo de energia. Além disso, apresenta maior poder de processamento e *bluetooth BLE 4,2* embarcado.

Na placa, mostrada na Figura 10, temos o chip ESP32 com antena embutida, uma interface usb-serial e regulador de tensão de 3,3V. A partir da memória flash de 4 MB, é possível utiliza-lo em vários projetos de IoT, acesso remoto e webservers, entre outros. A programação pode ser realizada a partir do LUA ou pela IDE do Arduino utilizando de um cabo micro-usb.



Figura 10: Módulo ESP32 [17].

4.2. Softwares

4.2.1. Arduino IDE

O Arduino Integrated Development Environment ou Ambiente de Desenvolvimento Integrado (IDE), é um ambiente de desenvolvimento para programação equipamentos do mesmo fabricante, ou para outros tipos de placas a partir da instalação das suas bibliotecas. É possível obter o software de forma gratuita, a partir do site da marca [18], e está disponível para Windows, Linux e Mac OS.

4.2.2. Spyder IDE

O Spyder IDE é um ambiente científico gratuito e de código aberto escrito em Python que apresenta uma combinação exclusiva de funcionalidades de edição e análise de dados. Esse software pode ser instalado em computadores com sistema Windows ou Mac OS, a partir do site do fabricante [19]. Para usuários de Linux é necessário adquirir a multiplataforma Anaconda, que inclui o Spyder e outros pacotes.

5. Resultados e Discussões

Parte dos resultados conseguidos pelo estudo da plataforma comercial e desenvolvimento é apresentado na forma de roteiros (Anexos) com práticas a respeito da captura de cada um dos sinais. Estes resultados são discutidos neste tópico.

5.1. Elaboração dos roteiros para aquisição de sinais

5.1.1. Roteiro 01 – Introdução

O primeiro roteiro foi elaborado com o intuito de entender como funcionava o *hardware* do BITalino®, e os softwares que seriam utilizados. Nesta introdução é exibida uma descrição do dispositivo, apresentando em uma tabela todos os componentes e funções do mesmo. Além disso, é fornecido o passo a passo para a instalação do software *OpenSignal* e da plataforma didática para aquisição de bio-sinais, *AQBIT* [20], e como conectar a placa ao *bluetooth* do computador. Para informações mais detalhadas, estão no Anexo III.

5.1.2. Roteiro 02 – Eletrocardiograma

O segundo roteiro foi criado com o objetivo de desenvolver atividades utilizando aquisição e processamento do eletrocardiograma a partir da placa BITalino® e dos softwares *OpenSignal* e *AQBIT* [20]. Primeiramente, foi apresentada uma introdução teórica sobre o ECG e, em seguida, como os softwares deveriam ser configurados. Na sequência, foram

propostas atividades para realizar a aquisição do sinal, como por exemplo, adquirir o sinal utilizando todos os modelos de derivação (DI, DII e DIII). As informações mais detalhadas, estão no Anexo IV.

5.1.3. Roteiro 03 – Eletromiografia

O terceiro roteiro, assim como o do ECG, também foi elaborado com o intuito de desenvolver atividades de aquisição e processamento utilizando do BITalino® e os softwares *OpenSignals* e *AQBIT* [20], porém, utilizando o sinal do EMG. Baseado na introdução teórica apresentada no começo do roteiro, foram propostas atividades para a aquisição do EMG envolvendo contração muscular dos membros superiores (braços) e inferiores (pernas). Para informações mais detalhadas, estão no Anexo V.

5.1.4. Roteiro 04 – Atividade Eletrodérmica

O quarto roteiro, diferentemente do segundo e terceiro, utilizou apenas o software *OpenSignal* para realizar a aquisição da atividade eletrodérmica. Seguindo o padrão dos demais roteiros, primeiramente, foi apresentada uma introdução teórica e como preparar o software. Em seguida, foram sugeridas atividades para a aquisição do EDA, como por exemplo, a simulação de um detector de mentiras. Foi analisada a variação do sinal a cada pergunta realizada. Para informações mais detalhadas, estão no Anexo VI.

5.2. Aquisição do sinal

A aquisição do sinal foi realizada utilizando o ESP32, e a programação no Arduino IDE. O primeiro passo foi configurar o software para que a programação fosse compatível com a placa. Sendo assim, primeiramente, foi realizado o download da biblioteca do ESP32 o gerenciador de placas do Arduino IDE. Após a instalação, a aba ferramentas, alterou-se o campo placa de arduino uno para esp32 dev module.

A programação inicial consistiu em indicar qual porta do *hardware* seria usada, com a diretiva *#define* e chamá-lo de *entrada*. Além disso, foi criada a variável *ecg*, do tipo *float*, para receber o sinal. O GPIO34 foi o pino escolhido para a aquisição do sinal, pois esse pino possui o conversor analógico-digital (ADC1) [21] [22].

Dentro do *setup*, foi utilizada a função *PinMode* para configurar o pino como sendo a entrada do sinal. Também foi configurada a taxa de transferência de bits por segundo para a transmissão serial usando o do *Serial.begin*. Para o ESP32, a taxa utilizada foi de 115200 bps.

Por fim, para o *loop*, a variável *ecg* foi associada a função *analogRead* e foi utilizada para fazer a leitura da *entrada*. Após isso, foi utilizado o *Serial.println()* para escrever e

imprimir os valores lidos e um *delay* de 1 segundo para o loop recomeçar. O código encontra-se no Anexo I.

Durante o desenvolvimento do código, foi encontrado um problema na placa, que ocasionava em modo *flash/uploading* automaticamente ao fazer *upload* de um novo código. Com isso, ao tentar carregar um novo código, a seguinte mensagem de erro era exibida: *Failed to connect to ESP32: Timed out wait for packet header*. Assim o Arduino IDE não conseguia se conectar à placa.

Para corrigir esse problema, como é exemplificado na Figura 11, foi introduzido um capacitor de 10 μF entre o pino EN e o GND. Dessa forma, o ESP32 entra em modo *flash/uploading* automaticamente. Isso ocorre porque o pino EN (*Enable*) é o pino de ativação do regulador de 3,3 V da placa, e ao conectá-lo ao GND, o ESP32 será desligado [23].

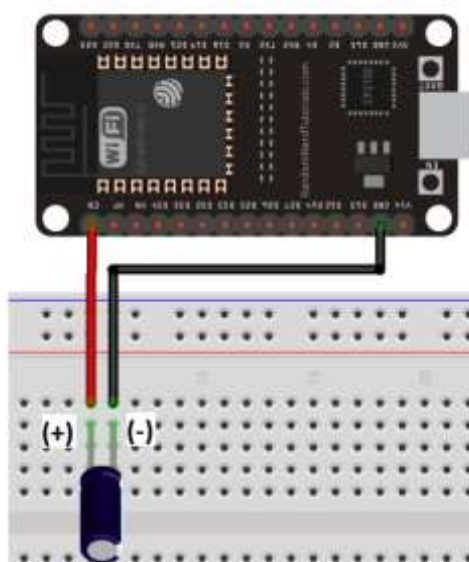


Figura 11: ESP32 em modo flash/uploading [23].

5.3. Leitura e transmissão do sinal

Na segunda parte do projeto, foi realizada a transmissão do sinal recebido pelo ESP32. Para isso, foi utilizada a programação em Python utilizando o Spyder IDE. A programação foi dividida da seguinte forma: leitura serial na plataforma, armazenamento dos dados e transferência do sinal via arquivo Excel.

Para realizar a leitura serial no Python, foi necessário utilizar a biblioteca *serial* a partir da diretiva *import*. Em seguida criou-se o loop para a conexão com o ESP32 e para isso, foi utilizado o *while True* que, neste caso, representa o que seria o *void setup* do Arduino [24]. Dentro desse laço, foi utilizado o *try - except*, pois dessa forma, o programa irá tentar se conectar e, caso obtenha sucesso, o loop se encerra.

No bloco *try*, foi realizada a mesma programação do Arduino IDE criando uma variável chamada *senal* que representa a qual porta serial do computador a placa está conectada e a taxa de transferência de dados. Para o bloco *except* foi utilizada a função *pass* apenas por questões sintáticas do programa. Após a criação da representação do *void setup*, criou-se a representação do *void loop*, seguindo a mesma lógica da primeira parte da programação utilizando o laço *while True*.

Com essa programação, o Python passou a ler os mesmos dados seriais que o Arduino IDE. Sendo assim, para conseguir armazenar esse sinal, foram criadas as variáveis *ponto*, do tipo *int* *input*, *msg2*, *data2*, ambas do tipo *list*, e *contador*, do tipo *int*, no *void setup*. No *loop*, foi criado um laço de repetição, *while*, onde enquanto o *contador* fosse menor que o número de *pontos*, introduzido pelo usuário a partir com a função *input*, o programa iria entrar na diretiva *try – except* [25].

Dentro do *try*, na primeira linha de programação, foi criada a variável *msg* que está associada a leitura do *senal* recebido utilizando a função *senal.readline()*. Esses dados foram convertidos para o tipo *float*. Em seguida, utilizando a biblioteca *datetime*, foi criada a variável *data1* que será responsável por gerar os horários do momento da aquisição, por meio do módulo *datetime.now()*. E a variável *data*, que irá estabelecer o padrão do horário que *data1* irá apresentar, sendo *data = data1.strftime('%H: %M: %S')*, a hora, o minuto e o segundo que o sinal foi armazenado [26]. Por fim, para armazenar os dados, foi utilizado o método *append*. Com isso, para os valores associados ao tempo, a programação ficou *data2.append(data)*.

Para o vetor iria armazenar aos valores do biossinal, foi necessário realizar o ajuste da leitura. Como todo pino ADC tem uma razão de escala e possível *offset* (nível médio) foi necessário realizar a calibração do sinal [26]. Realizando testes, verificou-se que os valores lidos apresentavam quase o dobro dos plotados no gerador de sinais. Sendo assim, foi possível realizar a relação:

$$msg * 0,5 + 0,05 \quad (1)$$

Porém, antes de aplicar essa relação é necessário multiplicar o sinal recebido pela máxima tensão da placa dividida pela máxima resolução de bits [28]. Sendo assim, para armazenar os dados do sinal de forma correta, é necessário que a programação fique da seguinte forma:

$$msg2.append((((msg * (3,3/4095)) * 0,5) + 0,05)) \quad (2)$$

E por fim, para que a condição do laço possa ser satisfeita é introduzido:

$$contador = contador + 1 \quad (3)$$

E para o bloco *except* foi utilizada a função *pass* apenas por questões sintáticas do programa.

A última parte da programação consistiu em fazer a transferência dos dados obtidos para um arquivo *xlsx* e tratados. Utilizando a biblioteca *pandas*, criou-se, após o bloco *except*, as variáveis *coluna*, que irão definir o nome das colunas do arquivo Excel, e *tabela*, que foi associada à função *pd.DataFrame(list(zip))*, onde *zip* irá fazer a associação entre os dados adquiridos e o horário em que isso ocorreu. Para finalizar, foi utilizado o comando *to_excel* para gerar a tabela em *xlsx*. Essa tabela ficará salva na pasta de preferência do usuário. Na Figura 12 é mostrado o fluxograma do algoritmo. O código está no Anexo II.



Figura 12: Fluxograma do algoritmo desenvolvido.

Utilizando um sinal de eletrocardiograma simulado em um gerador de sinais, com tensão de 1 V, offset de 800 mV, frequência de 2 Hz e os códigos descritos anteriormente, foram obtidos os resultados mostrados nas Figuras 13 e 14.



Figura 13: Sinal ECG gerado para 1500 pontos.

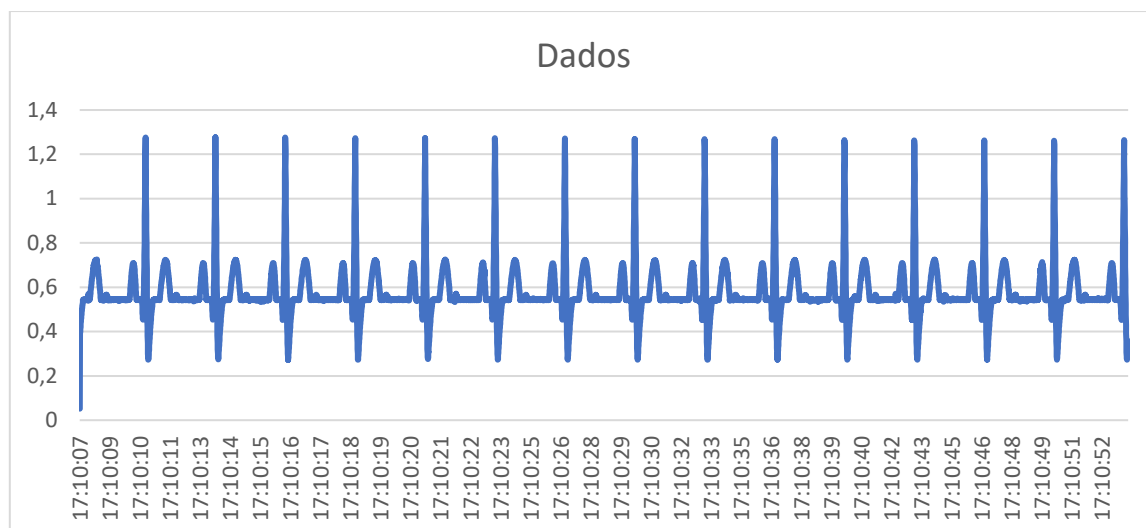


Figura 14: Sinal ECG gerado para 7500 pontos.

6. Considerações Finais

Este trabalho foi realizado em duas etapas. A primeira consistiu na aquisição dos biossinais utilizando uma placa comercial. Para a realização desse estudo, foram elaborados roteiros que auxiliaram nas aquisições dos biossinais utilizando o BITalino® e os softwares *Open Signals* e *AQBIT* [20]. Assim, foi possível entender o funcionamento da placa e do seu respectivo software. Foi possível também aprofundar os conceitos previamente estudados sobre os biossinais, por meio de aplicação prática.

Já na segunda etapa, houve o desenvolvimento da transmissão de biossinais utilizando programação em Python (Spyder IDE) e Arduino IDE. Utilizando como sinal base, o eletrocardiograma. A escolha desse sinal se deu pelo fato de que o circuito de aquisição de dados do ECG já havia sido previamente elaborado na Faculdade de Engenharia de São João da Boa Vista – FESJ/UNESP [5]. Os testes foram realizados pela simulação do sinal a partir do gerador de sinais providenciado pela universidade.

O sistema desenvolvido mostrou a necessidade da adição de uma fonte CC, pois o *hardware* ESP32 MCU não suporta valores negativos. Caso o sinal apresente valores menores que zero, ao aplicar a função *AnalogRead*, a aquisição terá esses dados igualados a zero. Sendo assim, houve a necessidade de utilizar um offset no gerador, e em placas reais, deverá ser anexado uma fonte CC.

As configurações adotadas no gerador de sinais foram definidas de modo que chegasse o mais próximo do real, sem distorcer o sinal. O coração humano tem o número normal de batimentos entre 60 a 100 bpm ou aproximadamente entre 1 e 1,667 Hz, com o período

variando entre 1 e 0,599 segundos. Se compararmos essas informações com as Figuras 12 e 13, nota-se que o resultado está muito próximo do real.

O projeto é eficiente, tendo baixo custo e baixa complexidade de programação. O projeto também é adequado para a aquisição dos biossinais, podendo ser utilizado no sistema de triagem dos hospitais e unidades básicas de saúde.

7. Projetos Futuros

Como sugestões de aprimoramento, foram levantados os seguintes pontos:

- desenvolver um aplicativo ou similar para tornar o código desenvolvido em Python, adequado para demais usuários, criando uma interface interativa;
- estabelecer a comunicação WiFi com o ESP32, tornando o sistema mais prático, uma vez que não será mais necessário conectar o *hardware* a um computador;
- aprimorar o código, incluindo, por exemplo, o cálculo do intervalo RR, o intervalo QT e exibindo em forma gráfica os demais parâmetros relevantes para o diagnóstico médico;

8. Referências Bibliográficas

- [1] Estetoscópio. Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Estetosc%C3%B3pio>>. Acessado em: 13/11/2022;
- [2] NEURALMED. Triagem: Por que ela é tão importante na área da saúde?. Disponível em: <<https://www.neuralmed.ai/blog/triagem-tudo-sobre>>. Acessado em: 11/11/2022;
- [3] MORSCH TELEMEDICINA. Quais são os sinais vitais normais e como fazer a verificação. Disponível em: <<https://telemedicinamorsch.com.br/blog/sinais-vitais>>. Acessado em: 20/11/2022.
- [4] CARR, J.J. & BROWN, J.M. Introduction to Biomedical Equipment Technology, 4a.ed., PrenticeHall, 2001;
- [5] VILELA, Letícia M. Dal'Cól. Sistema eletrônico de aquisição de sinais de um eletrocardiograma. 2020. 56 páginas. Faculdade de Engenharia de São João da Boa Vista, São João da Boa Vista, 2020;
- [6] Morsch Telemedicina. “Ebook Guia Básico de Eletro Cardiografia”. São Carlos, 2021;
- [7] BITalino (r)evolution Lab Guide. Disponível em: <<https://bitalino.com/storage/uploads/media/homeguide2-ecg.pdf>>. Acessado em: 10/09/2022;
- [8] BERNE, R. M.; LEVY, M. N., BRUCE, M. K.; BRUCE, A. S., “ Fisiologia ”, 6ªed., Ed. Elsevier, Rio de Janeiro, 2009;
- [9] (Editada) KONRAD, Peter. “The ABC of EMG: A Practical Introduction to Kinesiological Electromyography”. Noraxon INC, USA, 2005;
- [10] R.S. Khandpur. Biomedical Instrumentation: Technology and Applications. Second Edition. New Delhi: McGraw-Hill Publishing Company Limited, 2004;
- [11] AFFANNNI, Antonio. Dual-channel electrodermal activity and na ECG wearable sensor for measuring mental stress from the hands. Polytechnic Department of Engineering and Architecture, University of Udine, Italy, 2019;
- [12] BHOJA, R.; GUTTMAN, O.; FOX, A.; MELIKMAN, E.; KOSEMUND, M.; GRINGRICH, K. J., “Psychophysiological Stress Indicators of Heart Rate Variability and Electrodermal Activity with Application in Healthcare Simulation Research”. Sim Healthcare, 2020);
- [13] CARUELLE, D.; GUSTAFSSON, A.; SHAMS, P.; LERVIK – OLSEN, L., “The use of electrodermal activity (EDA) measurement to understand consumer emotions - A literature review and a call for action”. Journal of Business Research, 2019;

- [14] POP-JORDANOVA, N.; POP-JORDANOVA, J., “Electrodermal Activity and Stress Assessment”. Macedonian Academy of Sciences and Arts, Skopje, R.N. Macedonia, 2020;
- [15] BITalino (r)evolution Board Kit. Disponível em: <<https://www.pluxbiosignals.com/products/bitalino-revolution-board-kit-ble-bt>>. Acessado em: 10/09/2022;
- [16] OpenSignals (r)evolution (Download). Disponível em: <<https://support.pluxbiosignals.com/knowledge-base/introducing-opensignals-revolution/>>. Acessado em: 10/09/2022;
- [17] Módulo WiFi ESP32S NodeMCU. Disponível em: <<https://www.filipeflop.com/produto/modulo-wifi-esp32s-nodemcu-esp-12/>>. Acessado em: 27/09/2022;
- [18] What is arduino?. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/>>. Acessado em: 25/10/2022;
- [19] Spyder – Overview. Disponível em: <<https://www.spyder-ide.org/>>. Acessado em: 25/10/2022;
- [20] BRAGA, Lucas C.M. Ferreira. Avaliação das capacidades e limitações de BITalino para o desenvolvimento de aulas práticas do curso de engenharia biomédica. 2018. 63 páginas. Centro Universitário FEI, São Paulo, 2018;
- [21] Conhecendo o ESP32. Disponível em: <<https://curtocircuito.com.br/blog/Categoria%20IoT/conhecendo-esp32>>. Acessado em: 27/09/2022;
- [22] ESP32: Detalhes internos e pinagem. Disponível em: <<https://www.fernandok.com/2018/03/esp32-detallhes-internos-e-pinagem.html>>. Acessado em: 27/09/2022;
- [23] [SOLVED] Failed to connect to ESP32: Timed out waiting for packet header. Disponível em: <<https://randomnerdtutorials.com/solved-failed-to-connect-to-esp32-timed-out-waiting-for-packet-header/>>. Acessado em: 27/09/2022;
- [24] SENA, Miguel. Como conectar o Arduino com o Python. Disponível em: <<https://blog.eletrogate.com/como-conectar-o-arduino-com-o-python/>>. Acessado em: 30/09/2022;
- [25] Python ValueError: could not convert string to float. Disponível em: <<https://itsmycode.com/python-valueerror-could-not-convert-string-to-float/>>. Acessado em: 10/10/2022;

- [26] Python datetime: Como faço para definir data e hora em Python?. Disponível em: <<https://www.alura.com.br/artigos/lidando-com-datas-e-horarios-no-python>>. Acessado em: 02/10/2022;
- [27] MORAIS, José. ESP32 – Analisando e corrigindo o ADC interno. Disponível em: <<https://embarcados.com.br/esp32-adc-interno/>>. Acessado em: 04/10/2022;
- [28] ESP32 ADC – Read Analog Values with Arduino IDE. Disponível em: <<https://randomnerdtutorials.com/esp32-adc-analog-read-arduino-ide/>>. Acessado em: 04/10/2022;
- [29] BERTOLETI, Pedro. Como usar os DACs do ESP32?. Disponível em: <<https://www.filipeflop.com/blog/como-usar-os-dacs-do-esp32/>>. Acessado em: 27/09/2022;
- [30] Ajustando as leituras de um sensor de CO2. Disponível em: <<https://capsistema.com.br/index.php/2022/03/12/ajustando-as-leituras-de-um-sensor-de-co2/>>. Acessado em: 06/10/2022;
- [31] ALBUQUERQUE, Yure. ESP32 pinout – Guia Básico de GPIOs. Disponível em: <<https://blog.smartkits.com.br/esp32-pinout-guia-basico-de-gpios/#:~:text=Pinos%20GPIO%20do%20ESP32,outros%20circuitos%20integrados%20e%20microcontroladores>>. Acessado em: 20/10/2022;

ANEXO I

Código desenvolvido no Arduino IDE

```
#define entrada 34

float ecg;

void setup() {
  pinMode(entrada, INPUT);
  Serial.begin(115200);
}

void loop() {

  ecg = analogRead(entrada);
  Serial.println(ecg);
  delay(1);
}
```

ANEXO II

Código desenvolvido no Spyder IDE

```
#Código para aquisição do Sinal
#Bibliotecas
import serial
from datetime import datetime
import pandas as pd
import sys

#Simulador do IDE Aduino

while True: #void setup
    try:
        #Leitura da entrada Serial
        sinal = serial.Serial('COM3',115200)

        #Recebendo a quantidade de pontos que o usuário gostaria de plotar
        ponto = int(input('Quantidade de pontos para o sinal:'))

        #Variaveis usadas
        msg2 = []
        data2 = []
        contador = 0

        print ('Esp32 conectado')
        break

    except:
        pass

while True: #void loop
    #Laço para armazenar o sinal no vetor
```

```
while contador < ponto:
    try:
        msg = float(sinal.readline())
        data1 = datetime.now()

        data = data1.strftime('%H:%M:%S')
        data2.append(data)
        msg2.append((((msg*(3.3/4095))*0.5)+0.05))
        contador = contador+1

    except:
        pass

#Armazenar dados do laço na tabela
coluna = ["Hora","Dados"]
tabela = pd.DataFrame(list(zip(data2,msg2)),columns = coluna)
tabela.to_excel('Medidas.xlsx')

#Print no console do Python
print(tabela)
print(msg2)
print(data2)
print(contador)

#Finalizar o programa
sys.exit()
```

ANEXO III

Roteiro de estudo desenvolvido para a introdução do BITalino®

III.1 Objetivo:

Esta aula tem como objetivo apresentar os materiais que serão utilizados nas práticas de laboratório.

III.2. Materiais:

III.2.1 BITALINO®

O BITalino® é um dispositivo que integra múltiplos sensores bioelétricos e biomecânicos que são interligados por um microcontrolador. Os sinais adquiridos pela placa são EEG, ECG, EMG e EDA.

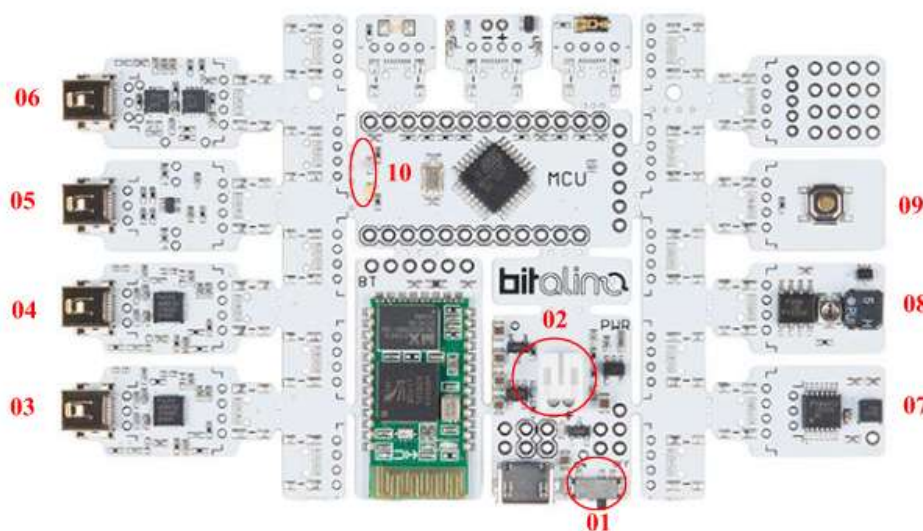


Figura III.1 – Hardware BITalino® [III.1].

A tabela a seguir irá apresentar os componentes do *hardware*, com base na numeração apresentada na Figura 01, que são utilizados na aquisição dos sinais.

Tabela III.1 – Componentes do BITalino®.

Numeração	Sensor	Tipo de Canal
01	Botão On/Off	-
02	Entrada da bateria	-
03	Eletromiografia	EMG
04	Eletrocardiograma	ECG
05	Atividade Eletrodérmica	EDA
06	Eletroencefalograma	EEG

Continuação da Tabla III.1

07	Acelerômetro	ACC
08	Buzzer	-
09	Botão	-
10	LED	-

É necessário prestar atenção no LED, pois o mesmo servirá de indicativo para entender o comportamento da placa.

Tabela III.2 – Status do LED.

LED	Comportamento	Status do Dispositivo
LED Branco	Luz Fraca	Inativo
LED Branco	Piscando	Adquirindo Sinal
LED Vermelho (MCU)	Ligado	Bateria fraca
LED Vermelho (PWR)	Ligado	Carregando Bateria (BITalino® necessita ser desligado)

III.3. DOWNLOAD E INSTALAÇÃO DO SOFTWARE OpenSignal (r)evolution

III.3.a Download

O software OpenSignals (r)evolution pode ser baixado gratuitamente no site do fabricante. Acesse: <https://bitalino.com/downloads/software> para realizar o download e em seguida escolha o sistema operacional do computador.

Windows	32-bit	exe zip
	64-bit	exe zip
Mac OS X	v2.1.1	dmg
Linux	v2.1.1	deb

Figura III.2 - Opções dos sistemas operacionais do OpenSignal (r)evolution [III.2].

III.3.b Instalação

Para a instalação do programa é necessário:

- Permitir que o aplicativo faça alterações no seu dispositivo, basta clicar “sim”;
- Clicar no botão “Next >” da janela “Welcome to the OpenSignals Setup Wizard”;
- Selecionar a opção “I accept the agreement” e em seguida, clicar em “Next>”;

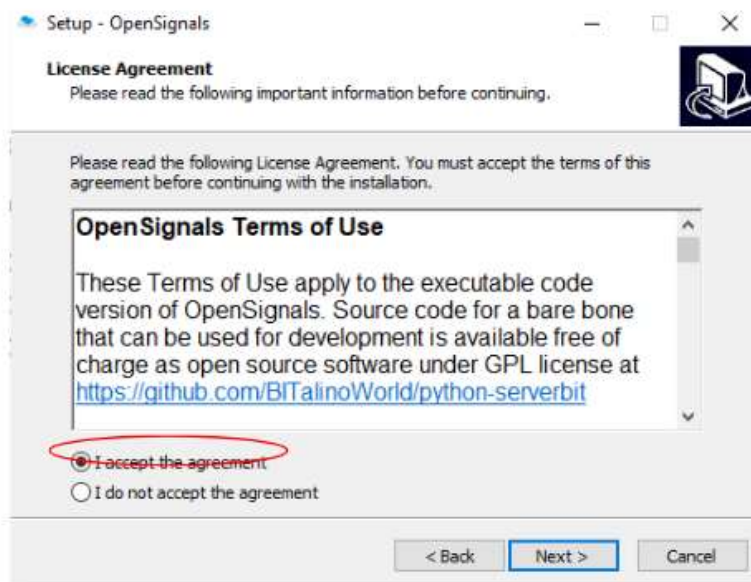


Figura III.3 - Acordo de Licença do software BITalino®.

- Clicar no botão “Next >” na janela “Select Destination Location”;
- Clicar no botão “Next >” na janela “Select Start Menu Folder”;
- Habilite a opção “Creat a desktop icon” e em seguida click em “Next >”;

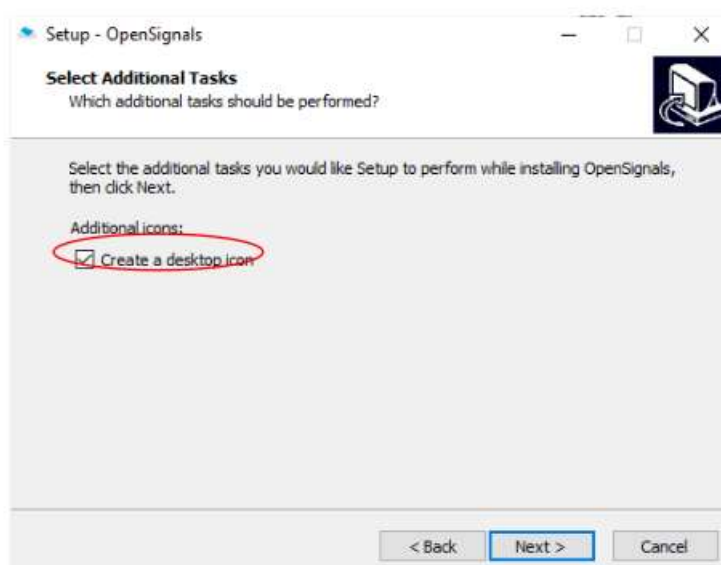


Figura III.4 - Selecione tarefas adicionais.

- g. Em seguida click em “Install”;
- h. Por fim, click em “Finish”;

Após a realização da instalação o programa irá iniciar automaticamente.

III.4 Conectando o dispositivo Bluetooth

Para conectar o dispositivo ao computador, siga os seguintes passos:

- a. Clique no botão “Iniciar” do Windows no canto inferior esquerdo da tela;
- b. Click em “Configurações” (símbolo de engrenagem);
- c. Selecione o item “Dispositivos”;



Figura III.5 - Configuração do Windows.

- d. Verifique se o bluetooth do computador está ativado;
- e. Click em “Adicionar Bluetooth ou outro dispositivo”;
- f. Selecione a opção “Bluetooth”;
- g. Click em BITalino® – xx – xx;

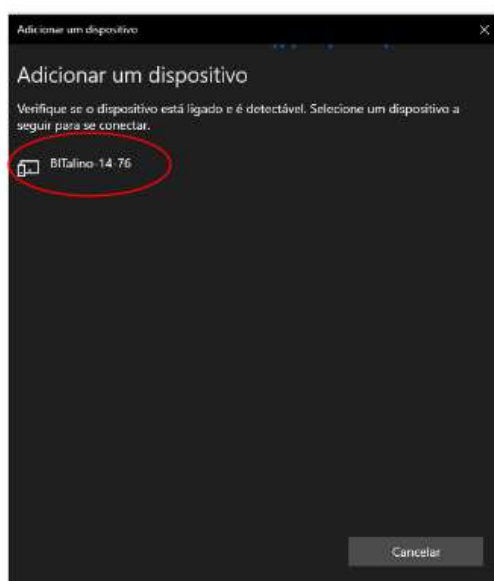


Figura III.6 - Adicionar um dispositivo Bluetooth.

- h. Em seguida será solicitado o PIN, o mesmo se encontra “nas costas” do dispositivo;



Figura III.7 - Visão de trás da placa.

- i. Após inserir o PIN, click em “conectar” e “concluído” respectivamente;

Ao concluir estes passos o BITalino® estará pronto para a obtenção dos biosinais.

III.5 Noções Básicas da Plataforma OpenSignal

Para realizar a aquisição do sinal, o primeiro passo consiste em ativar a conexão bluetooth entre o BITalino® e o computador. Em seguida, é necessário reconhecer a placa na plataforma, clicando em “Find and Configure your device”, como mostra a Figura III.8.

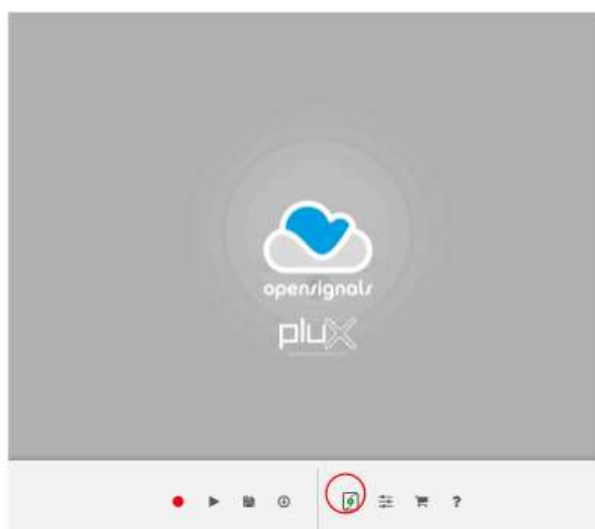


Figura III.8 - Interface do OpenSignal [III.3]

Em seguida o programa irá iniciar a busca pelo dispositivo, como mostrado na Figura III.9.



Figura III.9 - Interface do OpenSignal [III.3]

Ao finalizar a busca, basta clicar no dispositivo encontrado e serão apresentadas as seguintes opções:



Figura III.10 - Interface do OpenSignal [III.3].

Neste painel é possível determinar a quantidade de canais que irá trabalhar, na opção “Channels” e ao lado, a opção “Raw” será substituída por qual tipo de aquisição necessita fazer (ECG, EMG, EEG, EDA). Também é possível determinar a taxa de amostragem na opção “Sampling Rate”.

Por fim, para iniciar a aquisição ao vivo, basta clicar na opção “Start a Real – Time Acquisition” (bolinha vermelha no painel). O software deixa salvo a última aquisição que foi realizada, portanto, caso seja necessário retomar algo já feito, é só clicar em “Start the filer viewer on the current file” (símbolo semelhante ao “play” no painel).

III.6 INSTALAÇÃO DA PLATAFORMA DIDÁTICA PARA AQUISIÇÃO DE BIOSINAIS – AQBIT

A plataforma didática tem como objetivo permitir a aquisição e o tratamento de sinais biomédicos a partir de posicionados na superfície da pele [2]. Para a instalação desse software é necessário que o computador possua alguns requisitos básicos, os mesmos estão apresentados na Figura III.11.

Processador	Pentium 4M/Celeron 866 MHz (or equivalente) Pentium 4 G1 (or equivalente)
RAM	256 MB
Resolução	1024 x 768 pixels
OS	Windows 10/8.1/8/7 SP1 (32- e 64-bit) Windows Server 2012 R2 (64-bit) Windows Server 2008 R2 SP1 (64-bit)
Armazenamento	620 MB
Comunicação	Via Bluetooth

Figura III.11 - Requisitos básicos para a instalação [III.4].

Após a verificação dos requisitos mínimos, é necessário obter o arquivo SETUP da plataforma para iniciar a instalação. Em seguida, basta acompanhar o passo a passo para a instalação:

- a. Dê duplo click no arquivo SETUP para o gerador de instalação iniciar e click em “sim” quando solicitado a alteração no dispositivo;

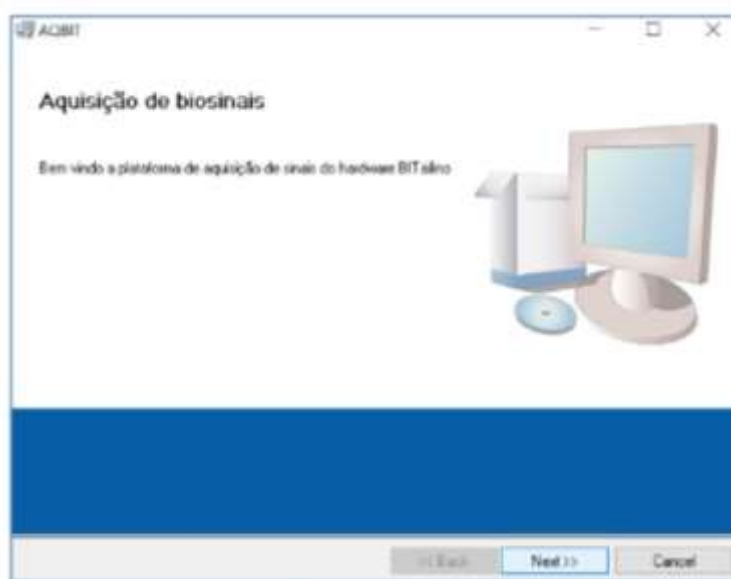


Figura III.12 - Tela de instalação da plataforma.

- b. Defina os locais de instalação e em seguida, click em “Next >”;

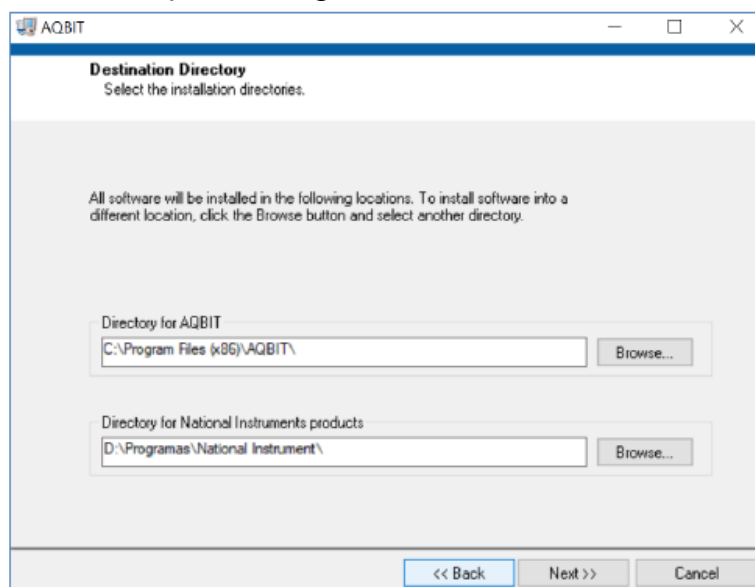


Figura III.13 - Definição dos locais de instalação.

- c. Click em “I accept the above 2 License Agreement(s)”;

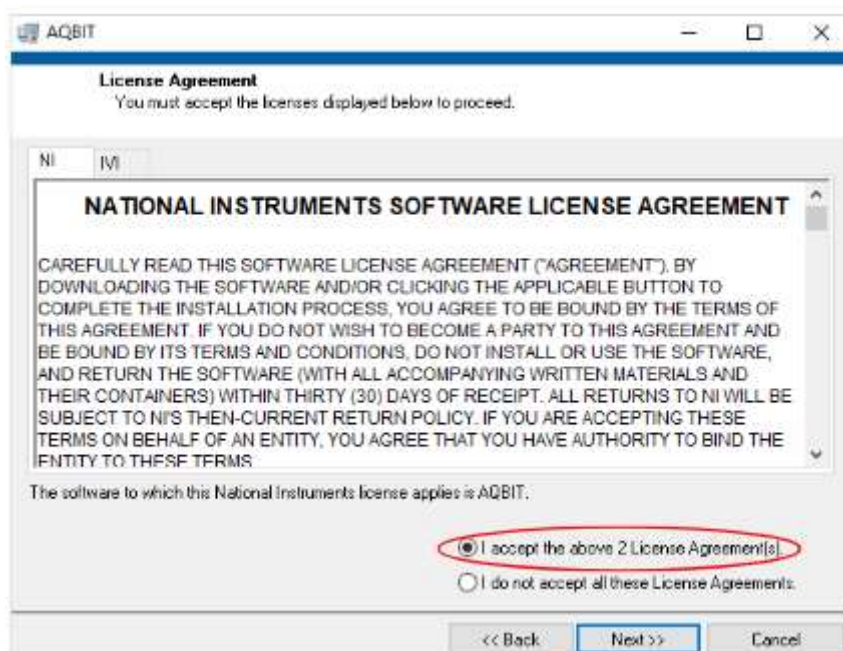


Figura III.14 - Acordo de Licença.

- d. Click em “Next >” na próxima janela (“Start Installation”);
 e. Em seguida será iniciada a instalação e após a finalização click em “Next >”;
 f. Por fim, reinicie o computador para finalizar a instalação.

Para iniciar a plataforma é necessário ir a pasta selecionada durante o processo de instalação e abrir a extensão do aplicativo AQBIT (Obs: na maioria dos casos, quando uma pasta não é escolhida manualmente, o arquivo vai para o Arquivos de Programa (x86) localizada no

disco local C: do computador). Caso queira facilitar o acesso a plataforma, basta copiá-la na área de trabalho.

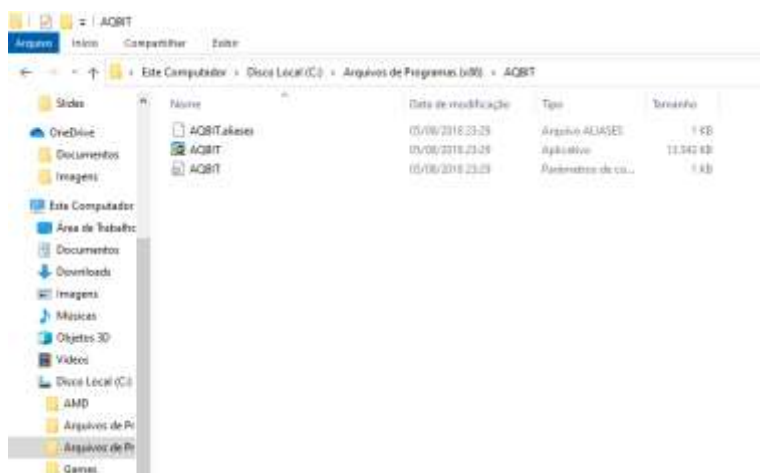


Figura III.15 - Exemplo de pasta escolhida na instalação.

III.6 Noções Básicas da Plataforma AQBIT

O primeiro passo para aquisição do sinal consiste em realizar a interação entre a placa e o software, para isso, é necessário conectar a o cabo USB entre o BITalino® e o computador, e ativar a conexão bluetooth. A plataforma AQBIT é composta por diversas janelas de funções, como exemplificado na Figura III.16 e as mesmas serão explicadas na Tabela III.3.

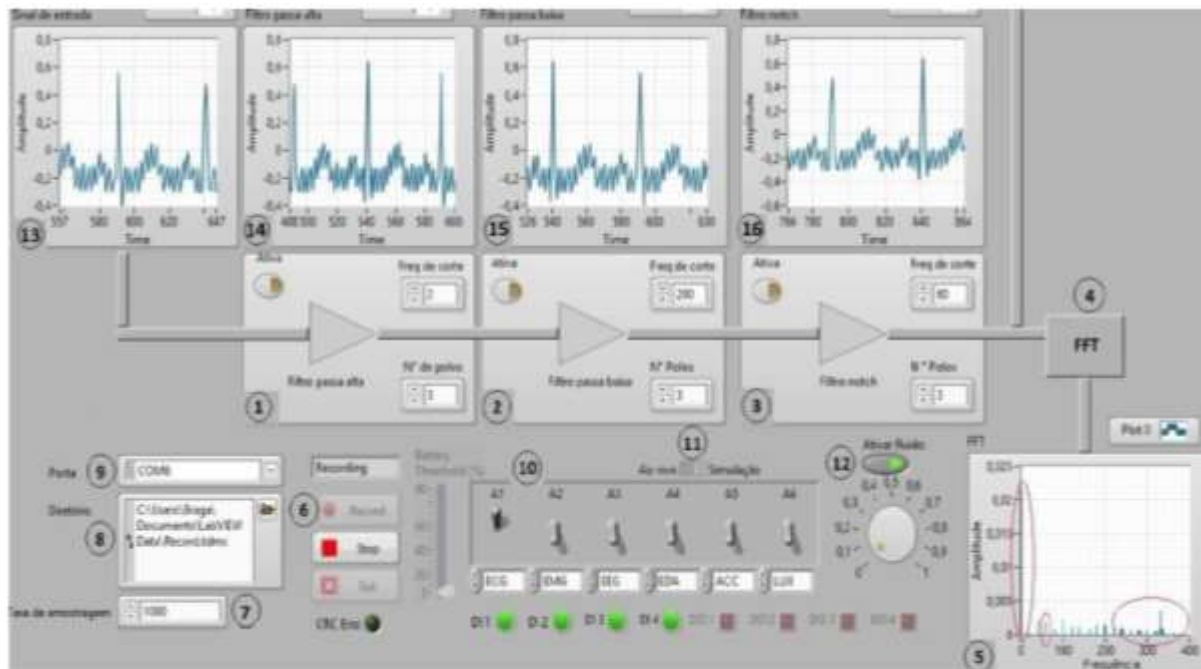


Figura III.16 - Plataforma AQBIT.

Tabela III.3 – Funções da plataforma AQBIT

Janela	Função
01	Filtro passa-alta com ajuste de frequência, número de polos e a habilitação ou não da aplicação.
02	Filtro passa-baixa com ajuste de frequência, número de polos e a habilitação ou não da aplicação
03	Filtro rejeita-faixa com ajuste de frequência, número de polos e a habilitação ou não da aplicação
04	Representa a análise espectral a partir da FFT (Transformada Rápida de Fourier)
05	Apresenta o gráfico da análise espectral
06	Seleção da ativação ou pausa da aquisição do sinal
07	Frequência de amostragem do sinal
08	Definição de onde os arquivos serão salvos (Diretório)
09	Seleção da porta em que o BITalino® está conectado
10	Seleção do modo de aquisição
11	Definição do estilo de aquisição, se será uma simulação ou ao vivo
12	Introdução de ruído branco e ajuste de intensidade
13	Gráfico do sinal de entrada
14	Gráfico após a filtragem no passa – alta
15	Gráfico após a filtragem no passa – baixa
16	Gráfico após ser processado em todos os filtros.

REFERÊNCIAS

- [III.1] BITalino (r)evolution Board Kit. Disponível em: <<https://www.pluxbiosignals.com/products/bitalino-revolution-board-kit-ble-bt>>.
- [III.2] OpenSignals (r)evolution (Download). Disponível em: <<https://support.pluxbiosignals.com/knowledge-base/introducing-opensignals-revolution/>>.

[III.3] Software OpenSignal.

[III.4] BRAGA, Lucas C.M. Ferreira. Avaliação das capacidades e limitações de BITalino para o desenvolvimento de aulas práticas do curso de engenharia biomédica. 2018. 63 páginas. Centro Universitário FEI, São Paulo, 2018;

ANEXO IV

Roteiro de estudo desenvolvido para o Eletrocardiograma (ECG)

IV.1 OBJETIVO:

Este relatório tem como objetivo desenvolver atividades utilizando aquisição e processamento do eletrocardiograma a partir da placa BITalino® e dos softwares OpenSignal e AQBIT.

IV.2 INTRODUÇÃO TEÓRICA:

O eletrocardiograma, também conhecido por ECG, é o registro da atividade elétrica do coração, que pode ser feita de maneira não invasiva, por meio de eletrodos fixados na pele. O ECG é a resultante da propagação do Potencial de Ação (PA), que ocorre a partir de um estímulo acima do limiar, fazendo com que íons de Sódio (Na^+) entrem na célula, alterando o potencial de -70 mV para +20mV, caracterizando a despolarização, em seguida a membrana bloqueia a entrada de íons Na^+ e permite a saída de íons de Potássio (K^+), o que faz com que retorne ao potencial de repouso (repolarização).

Como qualquer músculo, quando o potencial de ação se propaga pelas fibras do coração (miocárdio), estas sofrem contração na fase de despolarização e relaxam na fase de repolarização, fazendo com que o ciclo cardíaco ocorra. O mesmo pode ser separado em dois processos, a diástole, etapa de relaxamento quando o coração recebe o sangue proveniente das veias, e a sístole, etapa de contração, que é quando o sangue é ejetado para as artérias. Após alguns milissegundos o miocárdio é repolarizado e o ciclo pode recomeçar. A Figura 01 representa o gráfico dos potenciais elétricos correspondentes à atividade elétrica rítmica e sincronizada do coração.

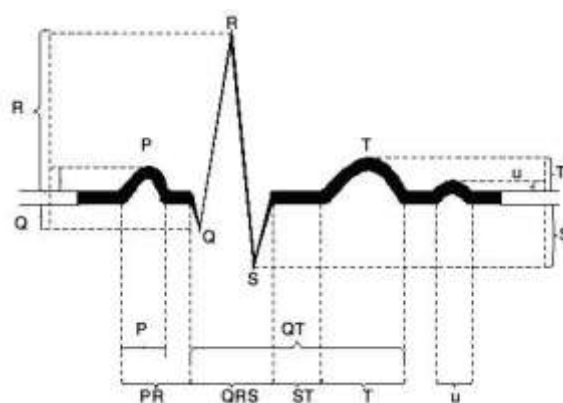


Figura IV.1 - Curva do Eletrocardiograma[IV.6].

Sendo:

- a. onda P: despolarização resultando na sístole atrial;
- b. complexo QRS: despolarização resultando na sístole ventricular;
- c. onda T: repolarização resultando na diástole ventricular;
- d. intervalo P-P: período correspondente à frequência atrial;
- e. intervalo R-R: período correspondente à frequência ventricular.

O ECG é realizado por meio de eletrodos, que serão colocados a partir das derivações no plano frontal. Sendo posicionados da seguinte forma:

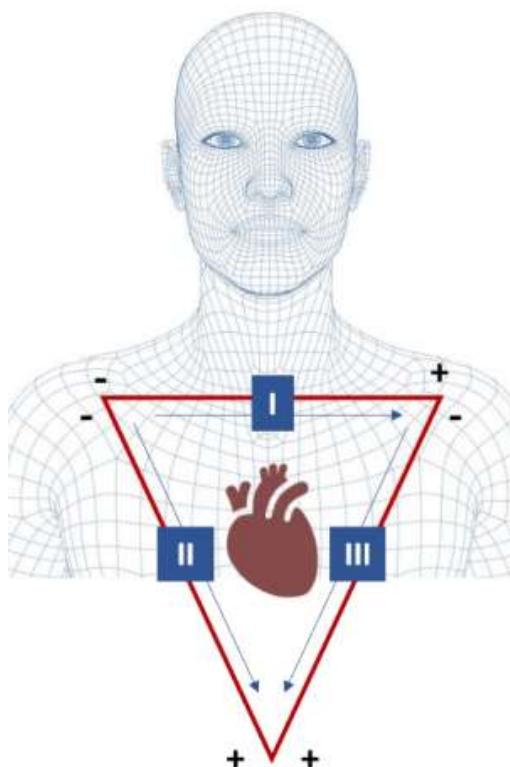


Figura IV.2 - Derivações no Plano Frontal [IV.7].

Sendo:

- a. DI: braço direito (negativo) e braço esquerdo (positivo);
- b. DII: braço direito (negativo) e costela esquerda (positivo);
- c. DIII: braço esquerdo (negativo) e costela esquerda (positivo);
- d. Referência: costela direita.

Com isso, os eletrodos irão detectar qualquer mínima alteração elétrica durante o ciclo cardíaco.

IV.3 PRÁTICA

IV.3.1 PREPARAÇÃO – SOFTWARE

Antes de iniciar as atividades previstas neste roteiro, iremos preparar a placa BITalino® e os softwares que serão usados. A primeira etapa consiste em ligar o *hardware* e conectar o sensor, e para isso, basta alterar de OFF para ON ao lado do conector, e em seguida deve escolher o canal da placa que irá utilizar e conectar o sensor, neste caso, o ECG, assim será possível realizar a interação com o computador.

- **OpenSignal**

Para sincronizar este software com a placa, é necessário abrir a seguinte interface:

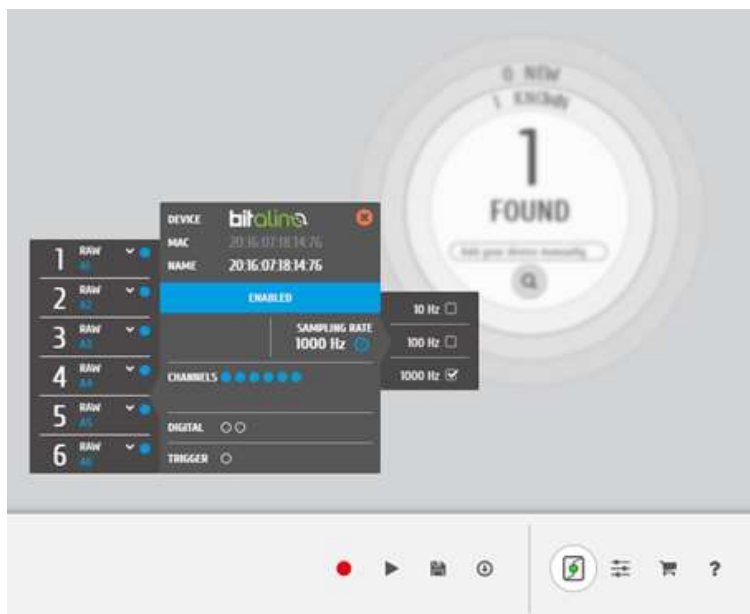


Figura IV.3- Interface OpenSignal

Em seguida, click em RAW e escolha a opção ECG, como é mostrado na Figura IV.4.



Figura IV.4 - Menu da interface OpenSignal.

As demais configurações podem ser mantidas, e por fim click em Start para iniciar a aquisição.

- **AQBIT**

Ao contrário do OpenSignal, o AQBIT precisa que seja definido o local onde será salvo o arquivo da aquisição e a porta que a placa está conectada. Portanto, o primeiro passo é definir o diretório e a porta, como ilustrado na Figura IV.5.

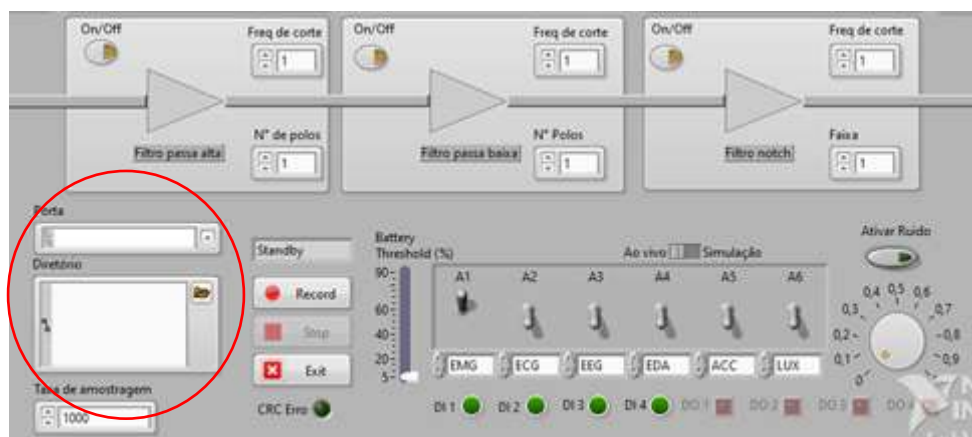


Figura IV.5 - Interface AQBIT.

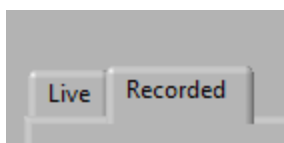
Em seguida, verifique se está selecionada a opção “Ao vivo” e se o canal é o mesmo utilizado na placa, e habilite apenas a opção de sinal desejada, neste caso, ECG. Por fim, clique em Record para iniciar a aquisição.

IV.3.2 ATIVIDADES

- adquirir ECG das derivações DI, DII e DIII. Plotar os gráficos, com pelo menos dois ciclos, explique a diferença entre elas e calcule a frequência cardíaca. **Obs:** Se o software OpenSignal for utilizado, para salvar a aquisição é necessário tirar um “print screen” da tela, e se o software AQBIT for utilizado, para salvar a aquisição é necessário clicar com o botão direito e ir em “export”;
- adquirir o ECG da derivação DII introduzindo ruído manualmente. Para introduzir este tipo de ruído é preciso contrair a musculatura do tórax fazendo força com as duas mãos. Plotar o gráfico;
- adquirir o ECG da derivação DII introduzindo ruído a partir do software AQBIT, com duas escalas diferentes. Plotar os gráficos;
- comparar os resultados obtidos nos itens b e c;
- a partir do software AQBIT plotar o espectro do sinal sem ruído e com ruído (na maior escala). Comparar os dois resultados e comentar qual seria a melhor frequência de corte do filtro a ser usada para eliminar o ruído neste caso;

- f. realizar uma atividade física (ex: polichinelo, agachamentos, caminhada leve) e adquirir novamente o ECG da derivação DII. Plotar os gráficos com pelo menos dois ciclos, calcular a frequência cardíaca e comentar os resultados comparando - o com os que foram obtidos anteriormente, no item a;
- g. para um sinal com ruído varie a frequência e o número de polos do filtro separadamente (plataforma AQBIT). Plotar o gráfico do sinal resultante e comentar os resultados.

Obs: Para realizar este item é necessário utilizar o arquivo salvo, e para acessá - lo, basta alterar a opção “Live” para “Recorded” (canto superior esquerdo ->

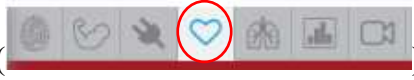


), ir no “Diretório” e escolher o arquivo, selecionar o sinal em “seleção de sinal” e por fim, clicar em “Abort Execution” () e em seguida em “Run” () para que o sinal apareça;

8. analisar e explicar o funcionamento do Tacograma (Tachogram) da curva RR-IHR apresentado no software OpenSignal.

Obs: Para realizar este item é necessário utilizar o arquivo salvo, e para acessá - lo, basta clicar em “Start the file viewer on the current file” (botão ao lado do “start a real

tiem” -> ) , habilitar a opção “close plugin tab” () , clicar em

“HRVTRIAL” () , por fim, em “Process”. O tachograma deve ser salvo a partir de um “print screan” da tela;

IV.4 CONCLUSÃO

REFERÊNCIAS

- [IV.1] VILELA, Leticia M. Dal’Cól. Sistema eletrônico de aquisição de sinais de um eletrocardiograma.2020. 56 páginas. Faculdade de Engenharia de São João da Boa Vista, São João da Boa Vista, 2020;
- [IV.2] BRAGA, Lucas C.M. Ferreira. Avaliação das capacidades e limitações de BITalino para o de desenvolvimento de aulas práticas do curso de engenharia biomédica. 2018. 63 páginas. Centro Universitário FEI, São Paulo,2018;

- [IV.3] R.S. Khandpur. Biomedical Instrumentation: Technology and Applications. Second Edition. New Delhi: McGraw-Hill Publishing Company Limited, 2004;
- [IV.4] Morsch Telemedicina. “Ebook Guia Básico de Eletro Cardiografia”. São Carlos, 2021;
- [IV.5] CARR, J.J. & BROWN, J.M. Introduction to Biomedical Equipment Technology, 4a.ed., Prentice Hall, 2001
- [IV.6] Blog do ECG. Disponível em: <<http://blogdoecg.blogspot.com/2010/04/ecg-normal.html>>;
- [IV.7] BITalino (r)evolution Lab Guide. Disponível em: <<https://bitalino.com/storage/uploads/media/homeguide2-ecg.pdf>>. Acessado em: 10/09/2022;

ANEXO V

Roteiro de estudo desenvolvido para o Eletromiografia (EMG)

V.1 OBJETIVO:

Este relatório tem como objetivo desenvolver atividades de aquisição e processamento de eletromiografia a partir da placa BITalino® e dos softwares OpenSignal e AQBIT.

V.2 INTRODUÇÃO TEÓRICA:

A contração muscular pode ser observada pela eletromiografia (EMG), que detecta os sinais elétricos provenientes dos impulsos, potenciais de ação, que percorrem as fibras musculares esqueléticas. Quando um potencial de ação de unidade motora (MUAP) propaga – se na membrana muscular ocorre a liberação de cálcio, que provoca a atração entre os filamentos de miosina e actina e o comprimento do sarcômetro é diminuído (resultando em encurtamento muscular).

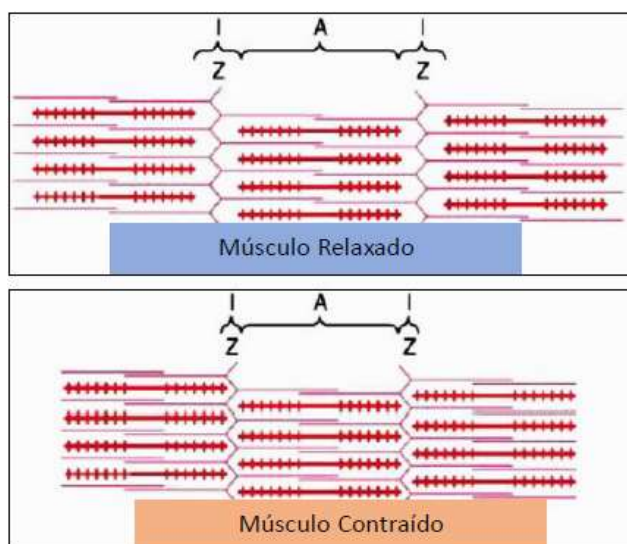


Figura V.1 - Exemplificação da contração do músculo [V.1].

A aquisição deste sinal depende de propriedades anatômicas e fisiológicas dos músculos e, como consequência, pode adquirir ruído durante a contração. O EMG geralmente é realizado usando eletrodos de superfície, que são posicionados sobre o músculo a ser analisado, próximo ao ponto motor, ou seja, na junção do nervo com o músculo, com 1,5 cm de distância entre eles. Um terceiro eletrodo é posicionado em um osso próximo (ex. cotovelo, joelho) para aterramento, sendo utilizado como referência comum para medição.



Figura V.2 - Exemplo do posicionamento dos eletrodos no membro inferior [V.5].



Figura V.3 - Exemplo do posicionamento dos eletrodos no membro superior [V.6].

V.3 PRÁTICA

V.3.1 PREPARAÇÃO – SOFTWARE

Antes de iniciar as atividades previstas neste roteiro, iremos preparar a placa BITalino® e os softwares que serão usados. A primeira etapa consiste em ligar o *hardware* e conectar o sensor, e para isso, basta alterar de OFF para ON ao lado do conector, e em seguida deve escolher o canal da placa que irá utilizar e conectar o sensor, neste caso, o EMG, assim será possível realizar a interação com o computador.

- **OpenSignal**

Para sincronizar este software com a placa, é necessário abrir a seguinte interface:



Figura V.4 - Interface OpenSignal

Em seguida, utilizando o mesmo canal que foi escolhido na placa, clique em RAW e escolha a opção EMG, como é mostrado nas Figuras V.4 e V.5.



Figura V.5 -Menu da interface OpenSignal.

As demais configurações podem ser mantidas, e por fim click em Start para iniciar a aquisição.

- **AQBIT**

Ao contrário do OpenSignal, o AQBIT precisa que seja definido o local onde será salvo o arquivo da aquisição e a porta que a placa está conectada. Portanto, o primeiro passo é definir o diretório e a porta, como ilustrado na Figura V.6.

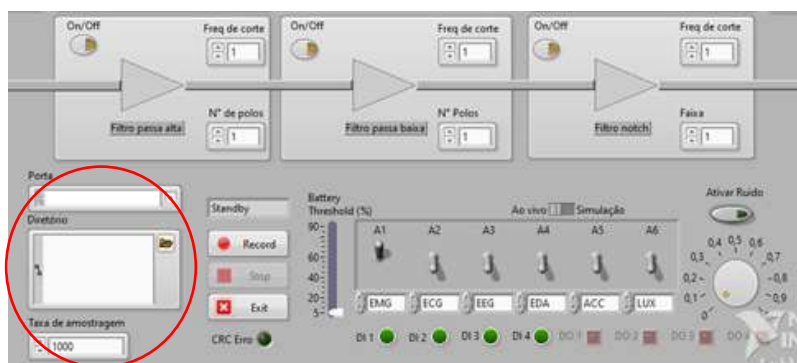


Figura V.6 - Interface AQBIT.

Em seguida, verifique se está selecionada a opção “Ao vivo” e se o canal é o mesmo utilizado na placa, e habilite apenas a opção de sinal desejada, neste caso, EMG. Por fim, clique em Record para iniciar a aquisição.

V.3.2 ATIVIDADES

- a. com base nas Figuras V.7. V.8 e V.9, e nos movimentos de extensão ou flexão do punho, escolha um músculo para verificar o posicionamento correto dos eletrodos no antebraço. Posicionar os 3 eletrodos, sendo o de referência na proeminência óssea do cotovelo (conecte o cabo de referência em outro canal da placa);

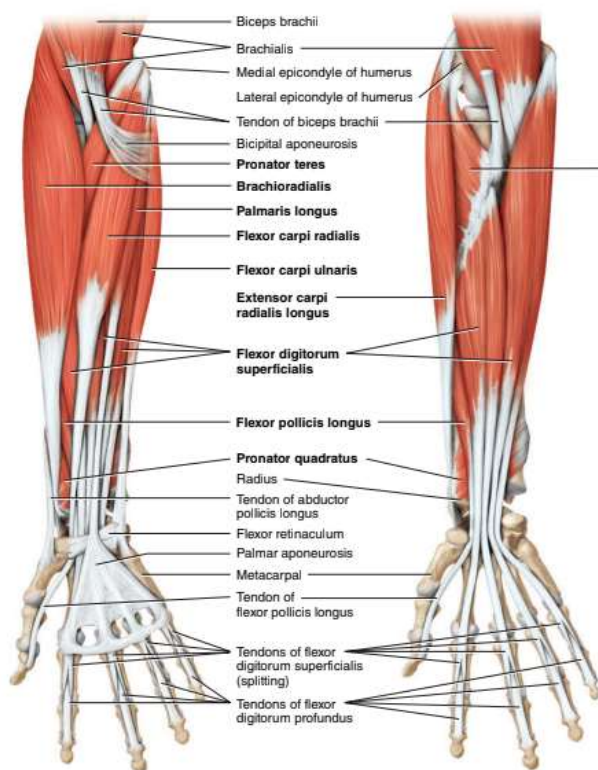


Figura V.7 - Vista anterior dos músculos do antebraço que movem o punho, mão, polegar e dedos [V.7].

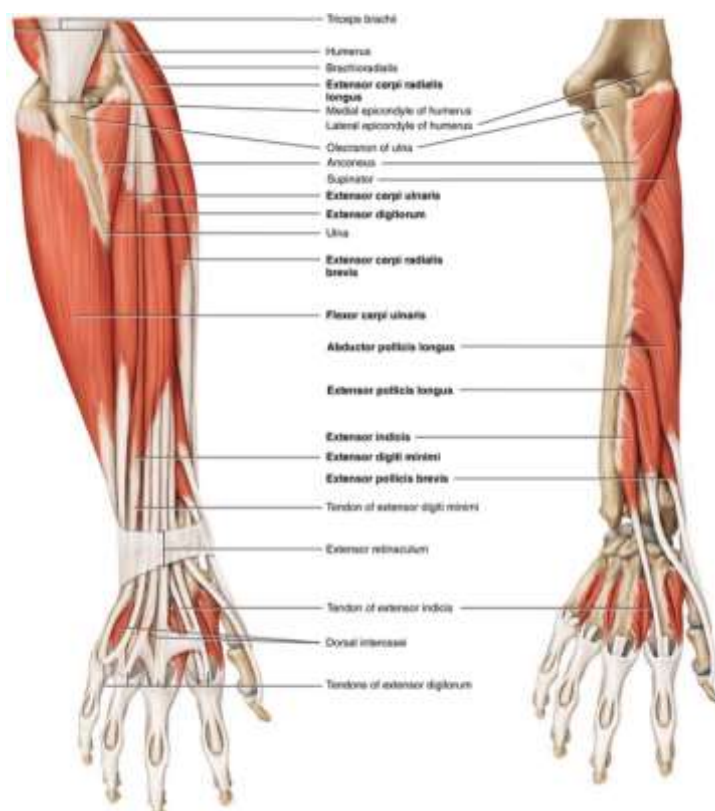


Figura V.8 - Vista posterior dos músculos do antebraço que movem o punho, mão, polegar e dedos [V.7].

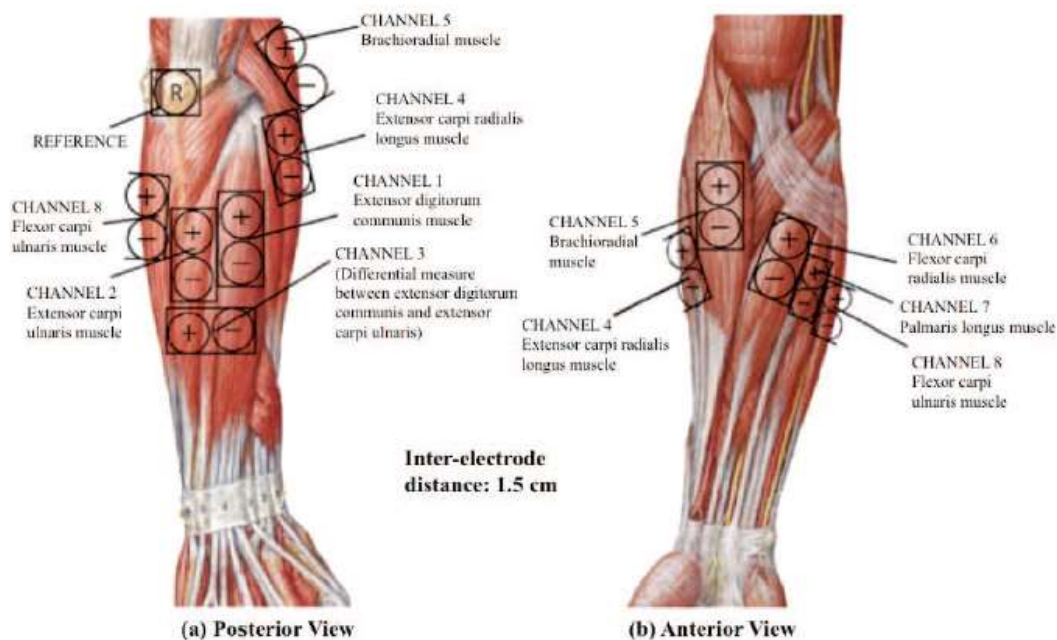


Figura V.9 - Posicionamento dos eletrodos nas partes anterior e posterior do antebraço [V.8].

- b. adquirir o EMG durante ciclos de flexão/ relaxamento/ extensão do punho, sem exercer força adicional. Plotar os gráficos. **Obs:** Para melhor aquisição do sinal, utilize o software OpenSignal, e tire um “print screen” da aquisição;
- c. com os eletrodos na mesma posição, repetir o procedimento de aquisição do EMG, durante ciclos de extensão e flexão dos dedos da mão, sem mover o punho. Plotar o gráfico e comparar com o do item anterior. **Obs:** Para melhor aquisição do sinal, utilize o software OpenSignal, e tire um “print screen” da aquisição;
- d. plotar o espectro para os itens b e c, e comparar os resultados. **Obs:** Para plotar o espectro do sinal é necessário utilizar o software AQBIT, além disso, para que se obtenha uma boa aquisição, deve - se habilitar o filtro notch;
- e. repetir o ciclo do movimento do b, mas agora exercendo mais força na contração. Plotar o gráfico do sinal e do espectro e comparar com os resultados obtidos para o movimento realizado sem força;
- f. com base nas Figuras V.10 e V.11, e no movimento de extensão e flexão do tornozelo, escolha um músculo para verificar o posicionamento correto dos eletrodos na parte posterior da panturrilha. Posicionar os 3 os eletrodos, e use o osso do tornozelo como referência (conecte o cabo de referência em outro canal da placa);

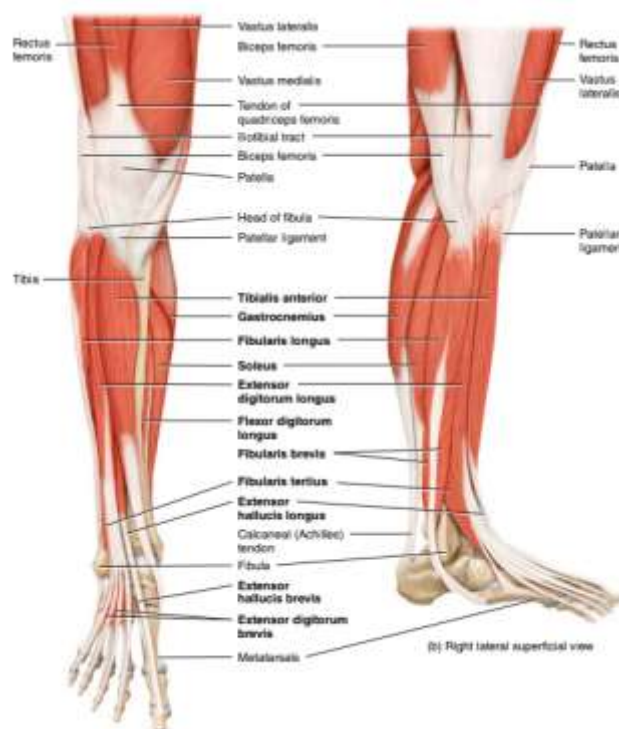


Figura V.10 - Vista anterior dos músculos da perna que movem o pé e os dedos dos pés [V.7].

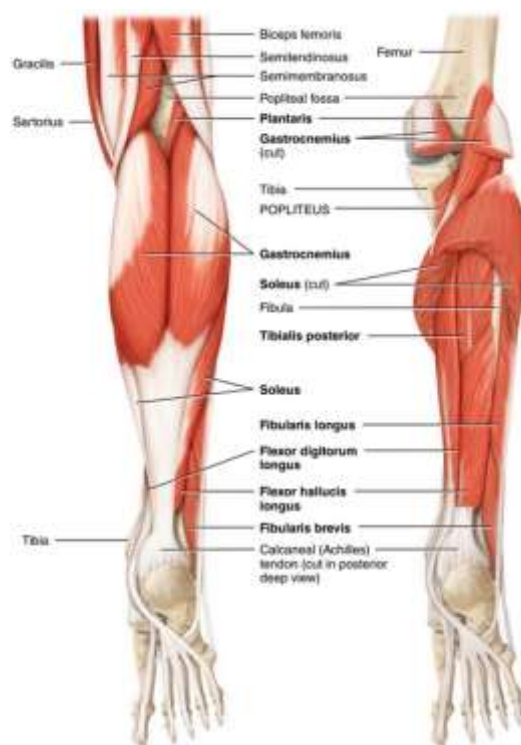


Figura V.11 - Vista posterior dos músculos da perna que movem o pé e os dedos dos pés [V.7].

- g. adquirir o EMG durante ciclos de flexão/ relaxamento/ extensão do tornozelo, sem exercer força adicional. Plotar os gráficos. **Obs:** Para melhor aquisição do sinal, utilize o software OpenSignal, e tire um “print screen” da aquisição;
- h. Com os eletrodos na mesma posição, repetir o procedimento de aquisição do EMG, mexendo apenas os dedos do pé. Plotar o gráfico e comparar o com o do item anterior. **Obs:** Para melhor aquisição do sinal, utilize o software OpenSignal, e tire um “print screen” da aquisição;
- i. plotar o espectro para os itens g e h, e comparar os resultados. **Obs:** Para plotar o espectro do sinal é necessário utilizar o software AQBIT, além disso, para que se obtenha uma boa aquisição, deve - se habilitar o filtro notch;
- j. repetir o movimento do item g, mas agora exercendo mais força na contração. Plotar o gráfico do sinal e do espectro, e comparar com o resultado obtido com o movimento sem exercer força;
- k. Comparar os resultados obtidos nos itens b e g;

V.4 CONCLUSÃO

REFERÊNCIAS

- [V.1] BERNE, R. M.; LEVY, M. N., BRUCE, M. K.; BRUCE, A. S., “ Fisiologia ”, 6ªed., Ed. Elsevier, Rio de Janeiro, 2009;
- [V.2] KONRAD, Peter. “The ABC of EMG: A Practical Introduction to Kinesiological Electromyography”. Noraxon INC, USA,2005;
- [V.3] BRAGA, Lucas C.M. Ferreira. Avaliação das capacidades e limitações de BITalino para o desenvolvimento de aulas práticas do curso de engenharia biomédica. 2018. 63 páginas. Centro Universitário FEI, São Paulo,2018;
- [V.4] CARR, J.J. & BROWN, J.M. Introductionto Biomedical Equipment Technology, 4ª.ed., PrenticeHall,2001
- [V.5] Miotec. Disponível em: <blog.miotec.com.br/analise-biomecanica/>;
- [V.6] BITALINO (R)EVOLUTION HOME GUIDE. Disponível em: <<https://bitalino.com/storage/uploads/media/homeguide1-emg.pdf>>;
- [V.7] TORTORA,G.J.; DERRICKSON, B.”Principles of Anatomy & Physiology.”, 15ª ed. Ed. Wiley;
- [V.8] M. Pla Mobarak, R. Muñoz Guerrero, J. M. Gutiérrez Salgado, V. Louis Dorr. Hand movement classification using transient state analysis of surface multichannel EMG signal;

ANEXO VI

Roteiro de estudo desenvolvido para a Atividade Eletrodérmica (EDA)

VI.1 OBJETIVO:

Este relatório tem como objetivo desenvolver atividades de aquisição e processamento da atividade eletrodérmica a partir da placa BITalino® e do software OpenSignal.

VI.2 INTRODUÇÃO TEÓRICA:

A atividade eletrodérmica (EDA) é o método mais popular para a investigação de fenômenos psicofisiológicos, ou seja, é muito útil para avaliar as mudanças emocionais e cognitivas. O EDA, é um termo genérico usado para definir mudanças nas propriedades do sistema elétrico da pele, já que reflete a atividade do sistema nervoso simpático (SNS). O SNS controla a resposta do corpo a uma ameaça percebida, e é responsável pela reação a isso; basicamente, regula a intensidade dos nossos estados emocionais.

A propriedade mais amplamente estudada é a condutância da pele, que pode ser quantificada e analisada pela aplicação de uma pequena corrente elétrica constante entre dois pontos da pele. Uma corrente de resposta pode ser medida pela técnica exomática que utiliza um par de eletrodos Ag-AgCl que entregam uma corrente direta ou alternada, que pode determinar a impedância, condutância, resistência ou admitância. A corrente direta mede geralmente a condutância da pele (SC).

A medição do EDA tem dois componentes principais. A atividade eletrodérmica em nível tônico, que muda lentamente ao longo de minutos, surge da difusão do suor com a pele. A forma mais comum em que isso é medido é através do nível de condutância da pele (SCL). O segundo componente é o fásico, que se refere aos elementos de mudança mais rápida do sinal, conhecido como resposta de condutância da pele (SCR).

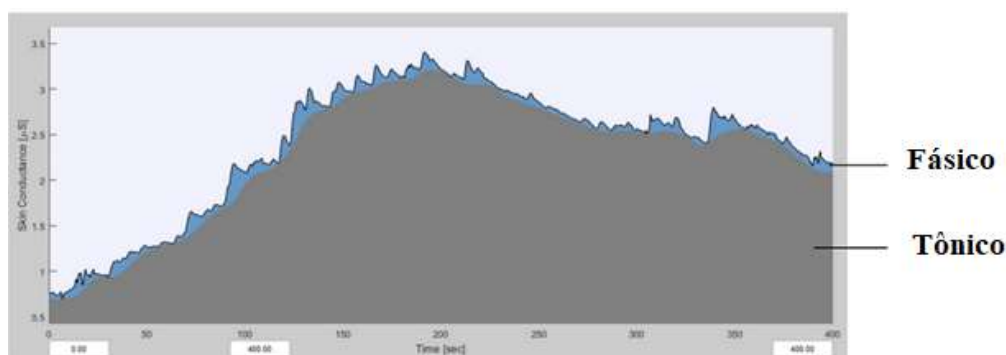


Figura VI.1 - Decomposição do sinal EDA em nível tônico e fásico [VI.1].

O número de glândulas sudoríparas varia ao longo do corpo humano, mas é mais alto nas regiões das mãos e dos pés (200 - 600 glândulas sudoríparas por cm²), onde o EDA é tipicamente coletado. A Imagem 02 exemplifica uma das maneiras de serem posicionados os eletrodos para a realização da aquisição.



Figura VI.2 - Exemplo do posicionamento dos eletrodos [VI.2].

VI.3 PRÁTICA

VI.3.1 PREPARAÇÃO – SOFTWARE

Antes de iniciar as atividades previstas neste roteiro, iremos preparar a placa BITalino® e os softwares que serão usados. A primeira etapa consiste em ligar o *hardware* e conectar o sensor, e para isso, basta alterar de OFF para ON ao lado do conector, e em seguida deve escolher o canal da placa que irá utilizar e conectar o sensor, neste caso, o EDA, assim será possível realizar a interação com o computador.

• OpenSignal

Para sincronizar este software com a placa, é necessário abrir a seguinte interface:



Figura VI.3 - Interface OpenSignal

Em seguida, utilizando o mesmo canal que foi escolhido na placa, clique em RAW e escolha a opção EDA, como é mostrado nas Figuras VI.3 e VI.4.

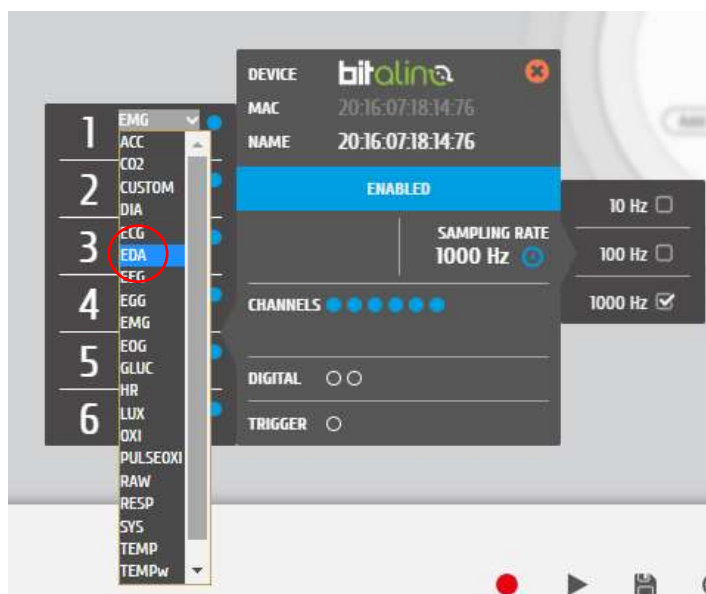


Figura VI.4 - Menu da interface OpenSignal.

As demais configurações podem ser mantidas, e por fim click em Start para iniciar a aquisição.

Obs: Para salvar o sinal obtido, é necessário tirar um “print screen” da aquisição.

VI.3.2 ATIVIDADES

- a. com base na Figura VI.6 posicionar os eletrodos e configurar o software OpenSignal para a aquisição do sinal. Plotar o gráfico;



Figura VI.6 - Exemplo do posicionamento dos eletrodos [VI.5].

- b. refazer a aquisição seguindo o posicionamento exemplificado na Figura VI.7 Plotar o gráfico;



VI.7 - Exemplo do posicionamento dos eletrodos [VI.5].

- c. posicionar os eletrodos no meio da palma da mão. Plotar o gráfico.
 d. comparar os itens a, b e c;
 e. refazer os itens a, b e c em outro aluno do grupo. Plotar os gráficos;
 f. comparar os resultados obtidos no item e com as aquisições anteriores;
 g. simulando um detector de mentiras:
- a. posicione os eletrodos no meio da palma da mão;
 - b. utilizar as seguintes perguntas para plotar o sinal que será utilizado como base de comparação;
 1. Seu nome é ...?
 2. Você tem ... anos?
 3. Você estuda na faculdade ...?
 4. Está cursando ...?
 5. Está no ... semestre?
 6. Está usando roupa ...?

Obs: No lugar dos ... substituir pelas características do aluno “interrogado” .

- c. elaborar 06 perguntas e plotar o sinal obtido;
- d. comparar os gráficos dos itens a e b, e determinar se o aluno mentiu ou não nas respostas;
- e. realize este processo com pelo menos dois alunos do grupo e comente as diferenças;

Obs: As perguntas devem ser respondidas de forma séria, pois a mudança de humor, como por exemplo rir, causa alteração na aquisição, atrapalhando a interpretação dos resultados.

VI.4 CONCLUSÃO

REFERÊNCIAS

- [VI.1] CARUELLE, D.; GUSTAFSSON, A.; SHAMS, P.; LERVIK – OLSEN, L., “The use of electrodermal activity (EDA) measurement to understand consumer emotions - A literature review and a call for action”. Journal of Business Research, 2019;
- [VI.2] POP-JORDANOVA, N.; POP-JORDANOVA, J., “Electrodermal Activity and Stress Assessment”. Macedonian Academy of Sciences and Arts, Skopje, R.N. Macedonia, 2020;
- [VI.3] AFFANNI, Antonio. Dual-channel electrodermal activity and an ECG wearable sensor for measuring mental stress from the hands. Polytechnic Department of Engineering and Architecture, University of Udine, Italy, 2019;
- [VI.4] BHOJA, R.; GUTTMAN, O.; FOX, A.; MELIKMAN, E.; KOSEMUND, M.; GRINGRICH, K. J., “Psychophysiological Stress Indicators of Heart Rate Variability and Electrodermal Activity with Application in Healthcare Simulation Research”. Sim Healthcare, 2020);
- [VI.5] BITALINO. Electrodermal Activity (EDA) Sensor User Manual.