



República Federativa do Brasil  
Ministério da Economia  
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) BR 102021003845-4 A2



(22) Data do Depósito: 27/02/2021

(43) Data da Publicação Nacional: 06/09/2022

(54) **Título:** DISPOSITIVO DE MONITORAMENTO ELETROMIOGRÁFICO E DE PARÂMETROS HEMODINÂMICOS PARA O AMBIENTE AQUÁTICO

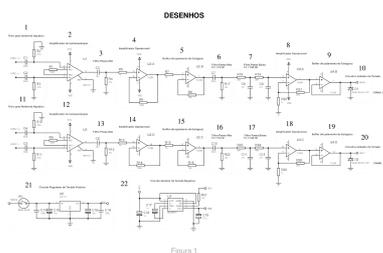
(51) **Int. Cl.:** A61B 5/00; A61B 5/05; A61B 5/11; A61B 5/389; H04B 1/3827; (...).

(52) **CPC:** A61B 5/0024; A61B 5/05; A61B 5/1118; A61B 5/389; A61B 5/6801; (...).

(71) **Depositante(es):** UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO.

(72) **Inventor(es):** KÉTURA RHAMMÁ CAVALCANTE FERREIRA; MARCO AURÉLIO BENEDETTI RODRIGUES; RAFAEL JOSÉ RODRIGUES SILVA LUCENA; ANA VITÓRIA DE MORAIS INOCÊNCIO; ÉRICO LEITE CAVALCANTE.

(57) **Resumo:** DISPOSITIVO DE MONITORAMENTO ELETROMIOGRÁFICO E DE PARÂMETROS HEMODINÂMICOS PARA O AMBIENTE AQUÁTICO. A presente invenção trata de um dispositivo para monitoramento eletromiográfico e de parâmetros hemodinâmicos para o ambiente aquático, dotado de um eletromiógrafo subaquático, canais de aquisição eletromiográfica, sensor para captação de oximetria e frequência cardíaca, display para visualização dos parâmetros, microcontrolador e módulo Bluetooth. Os dados coletados são enviados para um software para posterior análise. Por apresentar dimensões compactas, alimentação por baterias, e envio dos dados via protocolo Bluetooth permite a portabilidade do dispositivo.



## **DISPOSITIVO DE MONITORAMENTO ELETROMIOGRÁFICO E DE PARÂMETROS HEMODINÂMICOS PARA O AMBIENTE AQUÁTICO**

### **Campo da invenção**

[001] O presente pedido de patente de invenção descreve um dispositivo de monitoramento eletromiográfico e de parâmetros hemodinâmicos para o ambiente aquático. O dispositivo é composto por um dispositivo microcontrolado que adquire os sinais de oximetria, frequência cardíaca e de eletromiografia (EMG). A visualização de informações e dos parâmetros são apresentados em um display gráfico. Os dados ainda são enviados para um computador através do microcontrolador, via comunicação Bluetooth. Este dispositivo pode ser utilizado na determinação da frequência cardíaca, saturação de oxigênio e tônus muscular durante a atividade no ambiente aquático.

### **Fundamentos da invenção**

[002] As atividades executadas em ambiente aquático são utilizadas como estratégia para a recuperação de indivíduos com diversas afecções neuromusculoesqueléticas, através dos efeitos físicos e fisiológicos da imersão, objetivando a prevenção e promoção da saúde (SILVA et al., 2013). Promovendo a diminuição das sobrecargas nas articulações e do quadro algico, ganho de força muscular, adequação de tônus muscular, o favorecimento ao retorno venolinfático e manutenção da amplitude de movimento (GOSLING, 2013). Assim, auxiliando na funcionalidade do paciente e proporcionando maior mobilidade e flexibilidade para esses indivíduos (CAROMANO, THEMUDO FILHO e CANDELORO, 2003; FERREIRA, 2010; MARINHO-BUZELLI et al., 2019).

[003] Na prática de atividade física, podem ocorrer alterações na capacidade funcional, cardiovascular e respiratória dos indivíduos. Alterações como ativação da circulação sanguínea, melhora no retorno venoso e na capacidade ventilatória, aumento da demanda metabólica, como consumo de oxigênio, débito cardíaco e volume de ejeção, que são esperadas. No entanto, algumas alterações não fisiológicas e até patológicas

podem ser demonstradas a partir de alterações na frequência cardíaca (FC) e saturação de oxigênio (SaO<sub>2</sub>) durante a atividade física. Por meio dos valores de referência, o monitoramento desses parâmetros serve como critério para continuidade ou interrupção da atividade (POWERS SK e HOWLEY, et al., 2005; GRAEF e KRUEL, 2006; RODRIGUES, 2013).

[004] A patente depositada CA2614379 inclui em um equipamento a aferição da saturação de oxigênio e frequência cardíaca através de um sensor localizado no polegar do indivíduo para posteriormente serem enviados via protocolo Bluetooth a uma unidade base de comunicação. Entretanto, essa não é uma alternativa viável para o ambiente aquático, pelo posicionamento do sensor.

[005] Apesar da patente CN209529110, tratar de um dispositivo vestível e é alimentado por bateria que faz a aferição da oximetria, frequência cardíaca e pressão arterial, e da similaridade no uso de um display para exibição dos parâmetros do indivíduo e módulo para transmissão desses dados via radiofrequência, difere da referida solicitação pelo posicionamento do sensor e de não poder trabalhar em ambiente aquático.

[006] Semelhante às patentes supracitadas e a patente em questão, a patente US10136857B2 apresenta um sistema vestível para medição de dados fisiológicos e visualização dos dados em display. Observa-se neste sistema apenas uma similaridade na aquisição dos dados e monitoramento das variáveis hemodinâmicas, mas não em relação ao ambiente aquático.

[007] Algumas desordens musculoesqueléticas, podem acarretar no aumento do tônus muscular em indivíduos, favorecendo as algias, deformidades e contraturas, gerando impacto negativo na qualidade de vida desse indivíduo. Em decorrência dos efeitos proporcionados pela imersão e aquecimento da água, estudos apontam que as atividades em meio aquático favorecem a adequação de tônus muscular (CARREGARO e TOLEDO, 2008; FERREIRA, 2010; MARSURA *et al.*, 2012; SHUMWAY-COOK e WOOLLACOTT, 2010). Sendo imprescindível a análise do tônus para determinação da conduta terapêutica, o que pode ser realizado através da eletromiografia, favorecendo na avaliação do indivíduo e em seu processo de reabilitação (ORTOLAN, 2002).

[008] A patente US10327670B2 trata de um sistema vestível capaz de monitorar segmento de condicionamento físico, similar a patente US9782104B2 apresenta um dispositivo vestível para aquisição de sinais elétricos da superfície da pele, podendo incluir módulo de aquisição eletromiográfica. Esta última patente, o dispositivo possui uma caixa à prova d'água para evitar o mau funcionamento dos componentes eletrônicos, assimilando-se ao pedido em questão, porém os seus eletrodos do EMG devem ser isolados para a não entrada da água.

[009] A patente US10292652B2 compreende um sistema vestível para monitorar sinais biométricos, a qual consta de sensores acoplados à vestimenta e configurados para comunicação com uma matriz para recepção e transmissão dos sinais indicativos da atividade muscular. Tal dispositivo é resistente à água, tendo como finalidade evitar fluidos. Entretanto, não deixa claro sobre a imersão em ambiente aquático.

[0010] Várias patentes já foram depositadas e publicadas ao que refere o monitoramento dos parâmetros hemodinâmicos e aquisição eletromiográfica, entretanto não tendo sido encontrado no estado da técnica sistemas ou equipamentos capazes de combinar sensores de oxigenação, com batimentos cardíacos e sinais eletromiográficos, e ainda que sejam capazes de permanecer em imersão em ambiente aquático. Além dessas características não foi identificado um equipamento para aquisição de eletromiografia através de sensores em ambiente aquático, sem que sejam totalmente isolados. Desta forma faz-se necessária a criação de uma nova técnica como demonstrada a seguir.

### **Breve descrição dos desenhos**

[0011] O dispositivo revelado na presente invenção compreende de um eletromiógrafo subaquático e de um equipamento de oximetria, para aquisição de parâmetros hemodinâmicos em tempo real, os quais estão conectados a placa de desenvolvimento e um display, que confere a visualização da frequência cardíaca e saturação de oxigênio. O envio dos dados de EMG adquiridos são enviados através da comunicação Bluetooth para um computador, no qual é feito o armazenamento por meio de um software.

[0012] A presente invenção propõe um dispositivo para monitoramento de parâmetros eletromiográficos e hemodinâmicos mediante a imersão em ambiente aquático. O

dispositivo consta de um filtro específico para a aquisição do sinal de EMG no meio aquático, sem a isolação dos eletrodos. A caixa do dispositivo recebe um processo de impermeabilização e vedação para todo o sistema embarcado. Além disso, por ser portátil, de fácil operacionalização, poderá ser utilizado pelos profissionais de saúde durante o atendimento ao paciente em todos os ambientes aquáticos.

[0013] A invenção poderá ser entendida pela descrição acompanhada das figuras anexadas, sendo:

[0014] A figura 1 representa o diagrama do circuito para aquisição eletromiográfica em ambiente aquático. O qual consta de dois canais para captação eletromiográfica, filtros (1) (3) (6) (7) (11) (13) (16) (17), amplificadores (2) (4) (8) (12) (14) (18), buffers (5) (9) (15) (19), limitadores de tensão (10) (20) e reguladores de tensão (21) (22).

[0015] A figura 2 representa a comunicação entre o sensor de oximetria (23), a placa de desenvolvimento (24), o display para visualização dos parâmetros (25) e o módulo Bluetooth para transmissão dos dados (26).

[0016] A figura 3 apresenta o fluxograma do *firmware* de aquisição dos sinais e do funcionamento do display LCD.

[0017] A figura 4 demonstra o dispositivo para monitoramento eletromiográfico e de parâmetros hemodinâmicos inserido na caixa de proteção (47), o qual consta de canais para aquisição eletromiográfica (48), display para visualização dos parâmetros hemodinâmicos (49), sensor de oximetria (50) e chave magnética para ligar e desligar o dispositivo (51).

[0018] A figura 5 ilustra o esquema para a captação (52), processamento (53) e transmissão dos dados (54).

[0019] A figura 6 ilustra a caixa de proteção e armazenamento do circuito embarcado, a qual foi elaborada através de impressão 3D com filamento de ácido polilático – PLA.

[0020] A figura 7 ilustra a caixa de proteção do sensor de oximetria.

[0021] A figura 8 ilustra a tampa da caixa de proteção.

[0022] A figura 9 ilustra parte da tampa da caixa de proteção.

[0023] A figura 10 ilustra a chave para colocação dos ímãs, e assim ligar e desligar o dispositivo.

### **Descrição da invenção**

[0024] A presente invenção trata de um dispositivo microcontrolado para monitoramento de parâmetros eletromiográficos e hemodinâmicos para o ambiente aquático. O dispositivo é composto de um eletromiógrafo subaquático, de dois canais de aquisição, sensor para captação de oximetria e frequência cardíaca, display para visualização dos parâmetros hemodinâmicos em tempo real, módulo Bluetooth para envio dos dados coletados no formato .txt para posteriores análises. Por apresentar dimensões compactas e alimentação por baterias, permite a portabilidade do dispositivo.

[0025] O sistema eletrônico é formado pelo sistema microprocessado, pelos sistemas de aquisição de EMG aquático (EMGa), sensor de batimentos cardíacos com oxímetro, display, sistema de comunicação sem fio, microcontrolador e baterias.

[0026] O circuito analógico de captação do sinal de EMGa desenvolvido é composto pela seguinte sequência de estágios: um estágio de filtragem passiva do tipo passa alta, para diminuir a saturação do sinal de entrada; um estágio de amplificação do sinal, por um amplificador de instrumentação capaz de atenuar ruídos de modo comum; segundo estágio de filtragem passiva do tipo passa alta agora com ganho ajustável, aplicado para abrandar resquícios de sinais de baixa frequência aumentados pelo amplificador do estágio anterior; e estágio de filtragem passa banda com ganho, para corrigir a amplitude da banda passante e evitar ruídos de alta frequência. O sinal tratado analogicamente por esse grupo de estágios é enviado para o microcontrolador.

[0027] O qual consta para o canal 0 de: filtro para ambiente aquático (1); amplificador de instrumentação (2); filtro passa alta (3); amplificador operacional (4); *buffer* (5); filtro passa alta com frequência de corte de 15 Hz (6); filtro passa baixa com frequência de

corte de 150 Hz (7); amplificador operacional (8); *buffer* (9); circuito limitador de tensão (10) e para o canal 1: filtro para ambiente aquático (11); amplificador de instrumentação (12); filtro passa alta (13); amplificador operacional (14); *buffer* (15); filtro passa alta com frequência de corte de 15 Hz (16); filtro passa baixa com frequência de corte de 120 Hz (17); amplificador operacional (18); *buffer* (19); circuito limitador de tensão (20). Além de circuito regulador de tensão positiva (21) e circuito regulador de tensão negativa (22).

[0028] O sensor de batimentos cardíacos e oxímetro utiliza um módulo existente no mercado, que mensura através da reflexão de luz os níveis de absorbância do sangue oxigenado e desoxigenado, calculando a saturação de oxigênio no sangue (oximetria). A partir das medições entre o tempo necessário para se encontrar dois pontos de máxima concentração de oxigênio no sangue, com o menor intervalo de tempo, é possível verificar a frequência dos batimentos cardíacos. Este módulo envia os dados pré-processados para o microcontrolador.

[0029] O display utilizado gera informações gráficas para o usuário sobre os parâmetros captados pelos sensores e processados pelo microcontrolador. Desta forma, é possível obter informações como: sistema ligado ou desligado, o tempo de utilização do sistema, frequência cardíaca e oximetria.

[0030] Para o funcionamento, é necessário aplicar o código do *firmware* do dispositivo. O qual consta de: bibliotecas instanciadas para o funcionamento do *firmware*; definições das portas usadas na comunicação entre o display e o microcontrolador; definição dos escopos das funções criadas para o desenvolvimento do código; definição dos objetos a serem utilizados na captura dos dados e na contagem dos tempos *Timer 1* e *Timer*, declaração das variáveis globais a serem utilizadas pelo *firmware* e a função *onBeatDetected* a ser executada após a detecção de batimento cardíaco pelo sensor de oximetria.

[0031] Para iniciar o *firmware* de aquisição dos sinais e do funcionamento do display LCD, as bibliotecas são instanciadas (27), são definidas as portas do microcontrolador a serem utilizadas, a comunicação entre o microcontrolador e o display (28) e a comunicação entre o microcontrolador e o sensor de oximetria são estabelecidas (29). As variáveis são definidas (30), os escopos das funções desenvolvidas são definidos

(31), o display e a comunicação Bluetooth são configurados (32), os objetos *Timer 2* (33) e *Timer 1* (34) são inicializados, sendo o *Timer 1* utilizado para controlar a leitura dos dados do sensor de oximetria, e o *Timer 2* utilizado para exibir o tempo no display. Após as configurações de comunicação e as definições das variáveis, o sistema passa a captar o sinal de EMG (35), calcular a envoltória (36) e enviar os dados de EMG apenas via protocolo Bluetooth (37), que começam a serem recebidos, plotados e armazenados pelo software de computador (38). As atividades são repetidas enquanto o *Timer 1* for menor que 1000ms (39). A partir do momento que o *Timer 1* for igual a 1000ms, é feita a leitura da oximetria e da frequência cardíaca por meio do sensor (40) e, em seguida, ocorre o envio dos dados também por meio do protocolo Bluetooth (41) que também passam a serem recebidos, plotados e armazenados pelo *software* (42). Posteriormente, enquanto a quantidade de amostras obtidas pela leitura dos dados do sensor de oximetria for menor que 5 (43), o sistema repete os passos a partir da reinicialização do *Timer 1* (34). A partir do momento que a quantidade de amostras de oximetria e de frequência cardíaca for igual a 5 é realizada a média destes valores (44), que são exibidos no display (45), após isso as variáveis de armazenamento destes dados são zeradas (46) e o sistema retorna a repetir os passos a partir da reinicialização do *Timer 1* (34).

[0032] Sendo a função *main* (principal) responsável pelo controle do *firmware*: inicialização das variáveis de exibição do display exibidos; configuração do display para exibição dos dados de frequência cardíaca e de SpO<sub>2</sub> e configuração da comunicação Bluetooth (32). Após configurados os elementos de exibição dos dados é realizada a inicialização e verificação da comunicação com o sensor de oximetria. Os *Timers* (33) (34) são inicializados, pois são utilizados na condição de entrada das leituras e na contagem de tempo para o display e, em seguida, o programa entra em uma estrutura de repetição infinita que chama a função *updateMAX30100*.

[0033] A função *updateMAX30100* aborda: índice do pacote de envio para controle de perdas cujo valor vai de 1 a 250; e aquisição dos sinais de EMG dos dois canais via conversão AD de 12 bits e o tratamento do sinal para aquisição do tônus muscular. Há a reinicialização de variáveis que receberão os valores de SpO<sub>2</sub> e frequência cardíaca. O envio dos dados via Bluetooth para o *software*, que ao receber os dados ilustra em forma de gráfico e os grava em formato \*.csv.

[0034] Na última parte da função, os sinais de oximetria e de frequência cardíaca através da comunicação com o sensor, após esta aquisição, os dados são verificados a cada 1000 ms e enviados para o *software* desenvolvido para computador pessoal através de comunicação Bluetooth. Após o envio dos dados é verificado se os *buffers* de cálculo de média dos valores de SpO<sub>2</sub> e frequência cardíaca estão preenchidos, caso sim é realizada a chamada da função *atuliza\_tft* e por fim é reiniciado o *Timer 1*. A função *atuliza\_tft* é responsável por executar o cálculo das médias dos valores de SpO<sub>2</sub> e frequência cardíaca, apresentar os dados no display e zerar as variáveis para novo processo de aquisição.

[0035] O microcontrolador é responsável por receber os dados que chegam dos circuitos de EMG, do módulo de oximetria, processar e enviar as informações necessárias para o display e para o sistema de comunicação sem fio.

[0036] O módulo que realiza a comunicação sem fio é um dispositivo já existente no mercado, sendo necessário realizar a configuração prévia para a instalação no restante do circuito. Para que o sistema identifique o equipamento, viabilizando o acesso do *software* aos dados enviados por este é necessário a realização do pareamento do módulo Bluetooth ao sistema do computador. Uma vez realizado o pareamento o equipamento é identificado pelo *software* de forma que este realize a leitura dos dados enviados pelo equipamento. O *software* acessa os dados enviados pelo equipamento através de uma porta serial. A partir deste acesso o *software* passa a ler, plotar e armazenar as informações dos sensores sem a necessidade de conexões físicas.

[0037] A comunicação realizada entre o sensor de oximetria e o microcontrolador é mediante o protocolo Inter Integrated Circuit (I2C), a comunicação do display e o microcontrolador é dada através de comunicação Serial Peripheral Interface (SPI). Já a comunicação entre o microcontrolador e módulo Bluetooth foi dada pela Universal Asynchronous Receiver Transmitter (UART) e a comunicação entre o módulo Bluetooth e o computador, é feita via protocolo Bluetooth.

[0038] Para proteção do dispositivo de monitoramento em ambiente aquático, fez-se necessário o desenvolvimento de uma caixa de proteção e armazenamento. A caixa foi elaborada mediante impressão 3D com filamento de ácido polilático (PLA). Além disso,

para minimizar o risco de entrada da água na parte interna da caixa usa-se uma chave magnética (51) com a finalidade de ligar e desligar o equipamento.

[0039] A caixa para condicionamento do dispositivo, consta de saídas para os cabos dos canais de eletromiografia (48) e do sensor de oximetria (50). Com isso é necessário um processo efetivo de impermeabilização para que, ao adentrar a caixa em ambiente aquático, não haja danos no sistema embarcado. Foi realizado um processo de impermeabilização e vedação da parte interna e externa da caixa. A parte interna foi impermeabilizada com selante adesivo monocomponente de alta tecnologia, a parte externa foi selada com adesivo plástico para tubos composto de solventes orgânicos e resina de policloreto de polivinila (PVC). Para a passagem dos fios usou-se um prensa cabo, e no local da passagem do fio aplicou-se uma fita isolante líquida. Além disso, a saída dos cabos dos canais de EMG, foi impermeabilizada com selante adesivo e cola epóxi.

[0040] A tampa da caixa de proteção dispõe de acrílico que permite a visualização do display. Foi utilizado selante de alta tecnologia e cola epóxi para junção da placa de acrílico e assim assegurar a visualização do display (49).

[0041] Ao fechar a caixa de proteção e armazenamento do dispositivo, se faz necessária a vedação com adesivo monocomponente de alta tecnologia. Pois o mesmo possui fácil aplicação e retirada, permitindo assim a troca da bateria quando preciso.

[0042] Por tratar-se de ambiente aquático, para minimizar o risco de entrada da água na parte interna da caixa optou-se por usar uma chave magnética com a finalidade de ligar e desligar o equipamento.

[0043] Toda a alimentação elétrica do sistema é proveniente de baterias comerciais, o que permite uma fácil substituição e devido às características de construção dos circuitos, que levam em consideração o peso de 1.200g, o consumo de energia de 80 mAh e o tamanho do dispositivo: comprimento de 12,7cm; largura 7,7 cm e altura de 7,7 cm, permite também a portabilidade.

[0044] O dispositivo com o display para visualização dos parâmetros deve ser alocado no tórax do indivíduo, anteriormente. O dispositivo é condicionado em uma bolsa de

faixas elásticas. Já o sensor de oximetria é posicionado na testa, com auxílio de faixa elástica. Os eletrodos para aquisição do sinal eletromiográfico deve ser alocado no ventre muscular.

### **Exemplos de concretização da invenção**

[0045] A presente invenção foi utilizada para monitoramento em ambiente aquático através de um estudo transversal. Os protocolos utilizados neste teste foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa, parecer: 3.207.182. Foram selecionados 5 voluntários e o estudo foi realizado em piscina térmica, 32 °C, de clínica especializada. O dispositivo desenvolvido se mostrou adequado para a determinação da frequência cardíaca, saturação de oximetria e parâmetros eletromiográficos em tempo real.

[0046] Com o desenvolvimento de dispositivo resistente a água para a aferição, visualização e monitoramento de parâmetros hemodinâmicos e tônus muscular integrado, torna-se possível a aquisição e monitoramento em tempo real em ambiente aquático. O que poderá subsidiar o profissional de saúde quanto a tomada de decisão clínica e a continuidade ou não da intervenção em meio aquático. Além de possibilitar a comparação de atividades realizadas em ambiente terrestre e ambiente aquático, sendo uma ferramenta útil para transmitir as informações em tempo real.

## REIVINDICAÇÕES

1. “DISPOSITIVO DE MONITORAMENTO ELETROMIOGRÁFICO E DE PARÂMETROS HEMODINÂMICOS PARA O AMBIENTE AQUÁTICO” **caracterizado por** compreender um eletromiógrafo subaquático com dois canais para aquisição eletromiográfica (48), sensor para captação da oximetria e frequência cardíaca (50), chave magnética (51) para ligar e desligar o equipamento em ambiente aquático, microcontrolador (24) para comunicação entre os dispositivos, módulo Bluetooth (26) para comunicação com um software e assim favorecer a análise dos dados posteriormente, alimentação por bateria de 9 volts, e caixa de armazenamento e proteção do sistema embarcado (47).
2. “DISPOSITIVO DE MONITORAMENTO ELETROMIOGRÁFICO E DE PARÂMETROS HEMODINÂMICOS PARA O AMBIENTE AQUÁTICO” de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado por** um sensor de oximetria que permite o monitoramento em tempo real da saturação de oxigênio e frequência cardíaca com comunicação para o microcontrolador e para o display, e assim visualização dos dados.
3. “DISPOSITIVO DE MONITORAMENTO ELETROMIOGRÁFICO E DE PARÂMETROS HEMODINÂMICOS PARA O AMBIENTE AQUÁTICO” de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado por** circuito contendo filtros, capacitores e resistores que permitem a aquisição de parâmetros eletromiográficos no ambiente aquático, com comunicação para um software.
4. “DISPOSITIVO DE MONITORAMENTO ELETROMIOGRÁFICO E DE PARÂMETROS HEMODINÂMICOS PARA O AMBIENTE AQUÁTICO” de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado por** um sistema embarcado armazenado em uma caixa protetora que permite a visualização do display e alocado em uma bolsa de faixas elásticas que se adequam a ergonomia da caixa.

DESENHOS

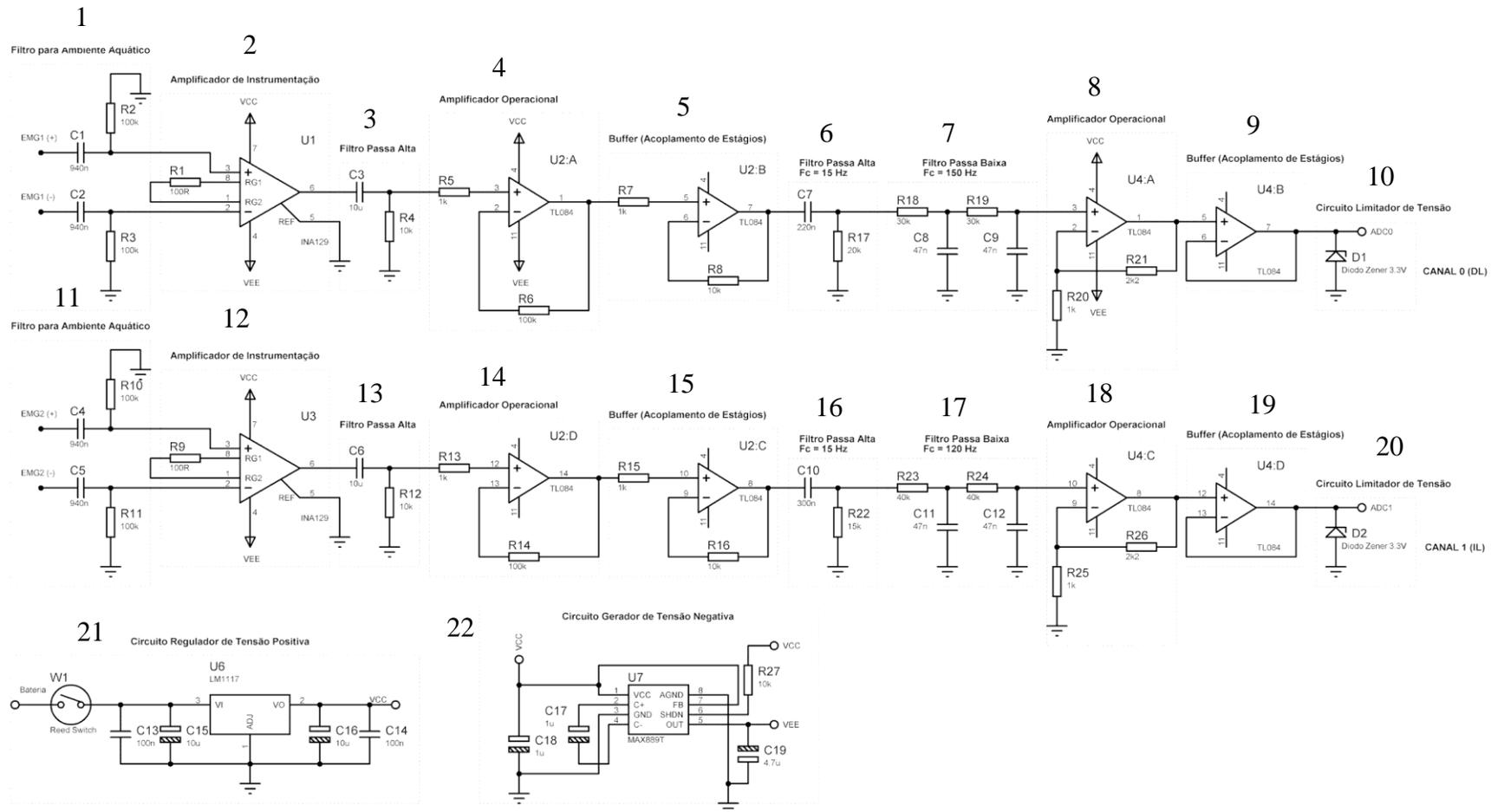


Figura 1

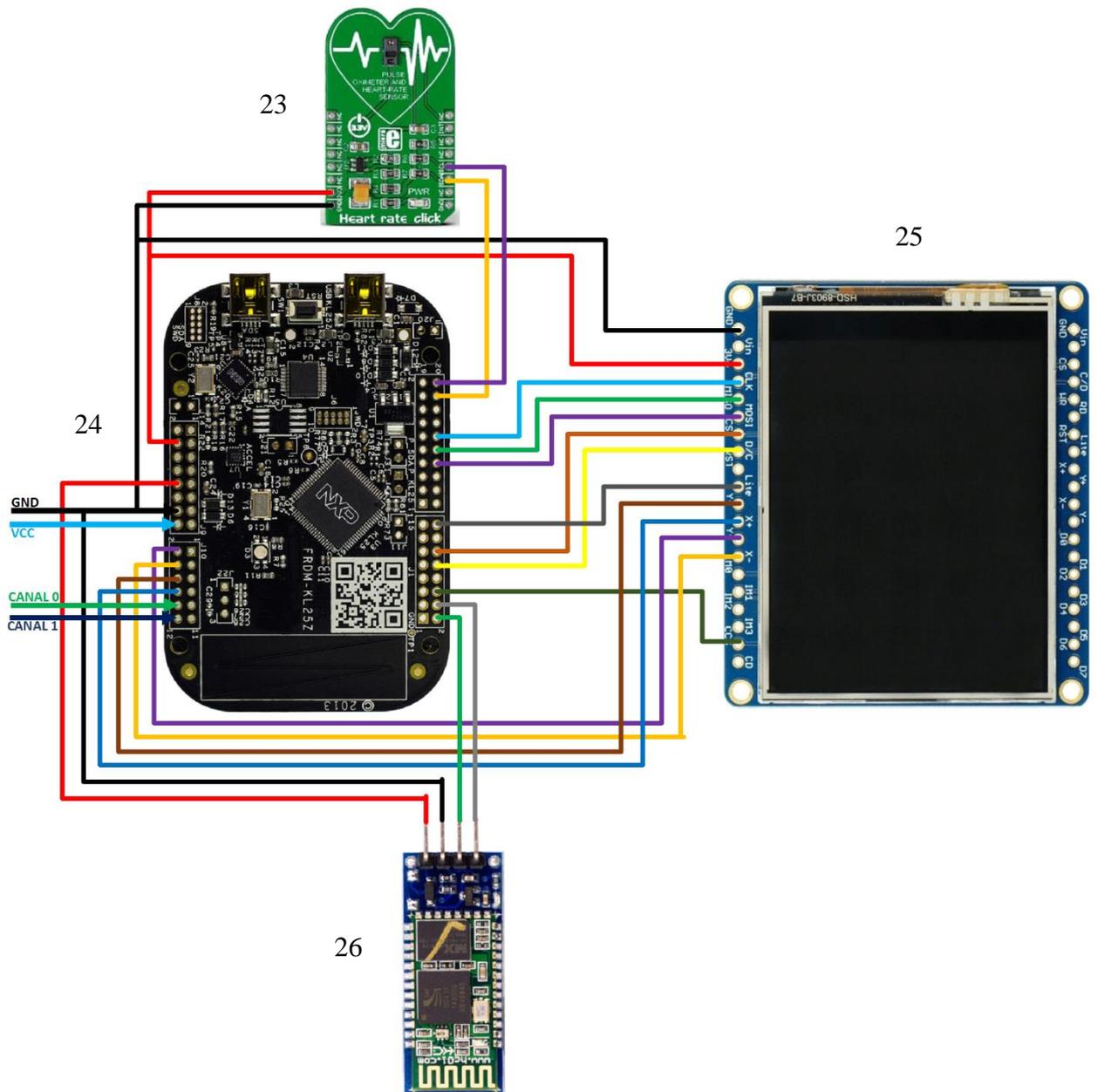


Figura 2

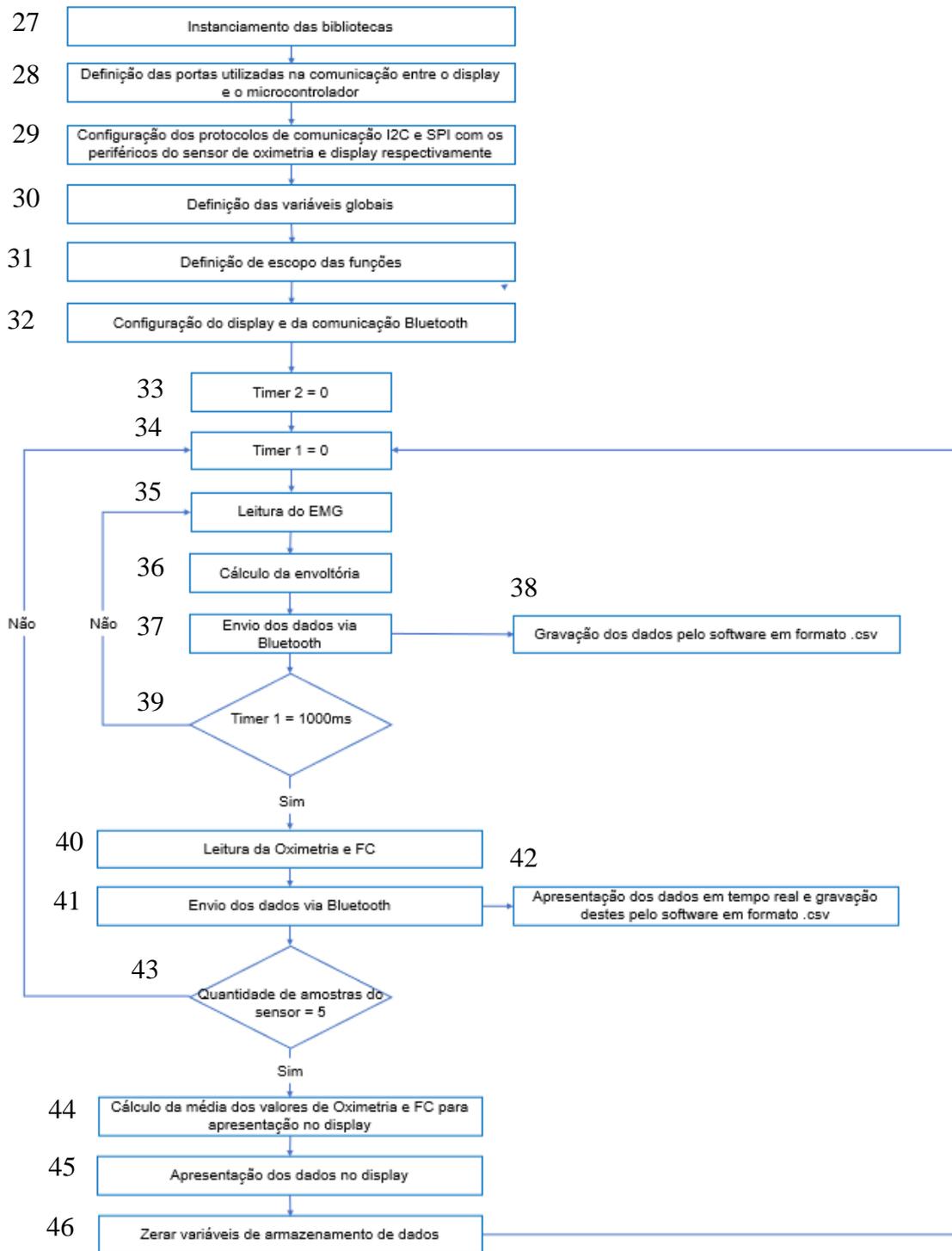


Figura 3

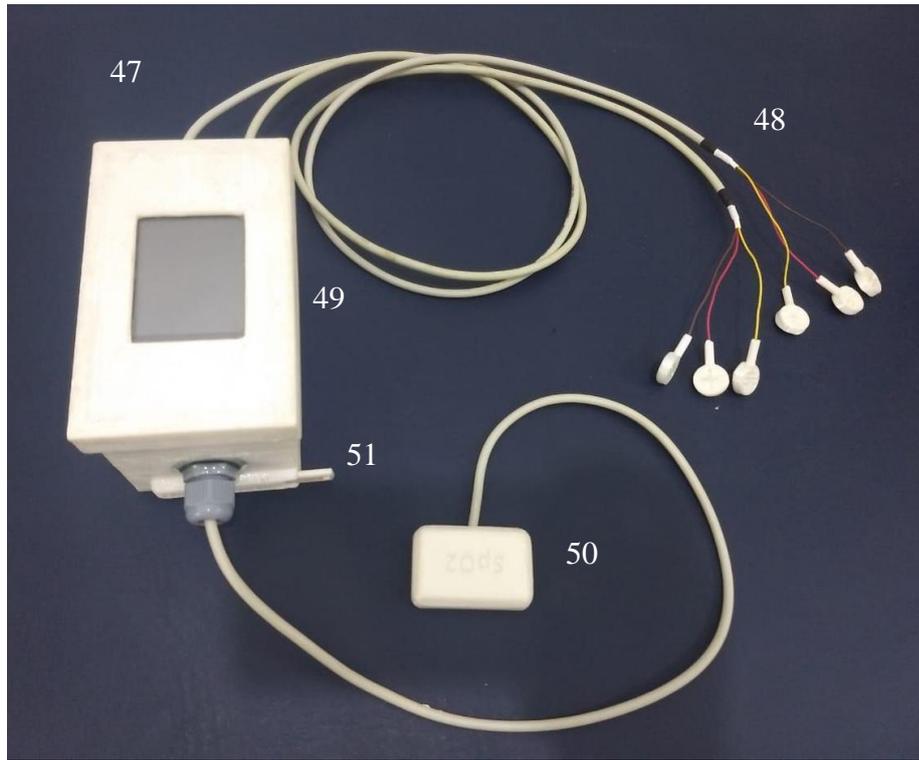


Figura 4

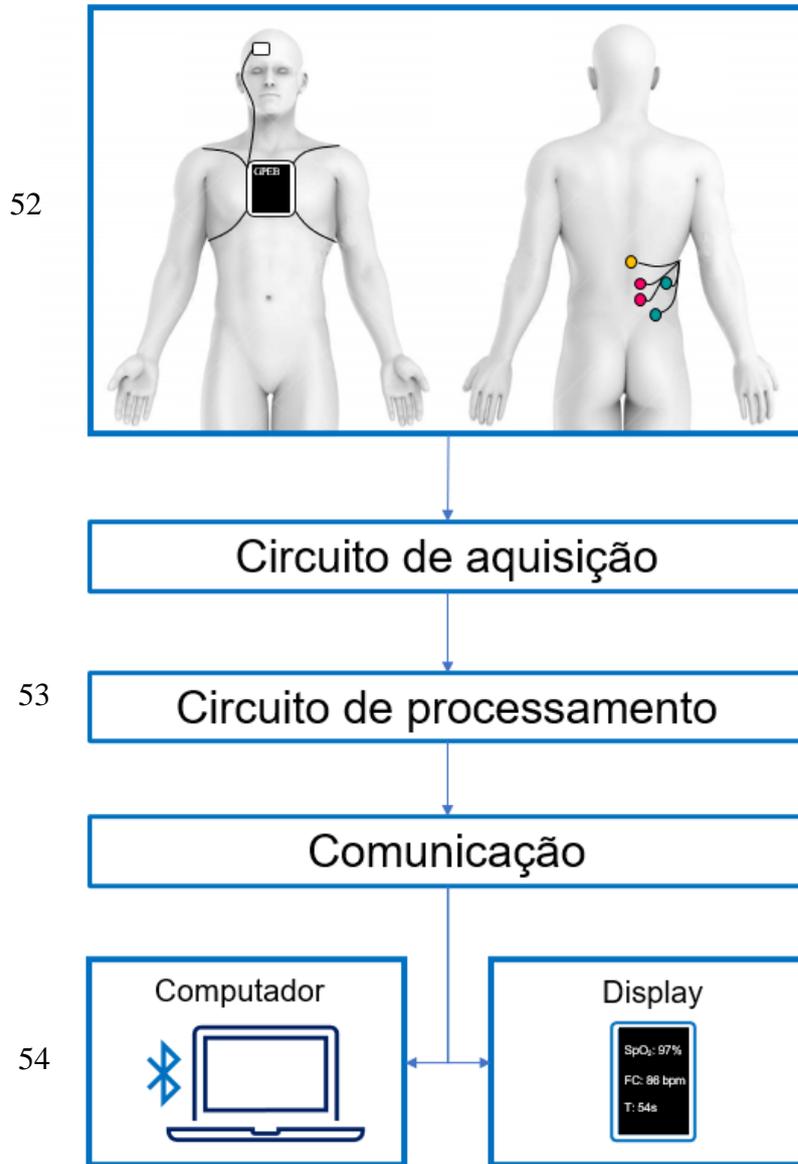


Figura 5

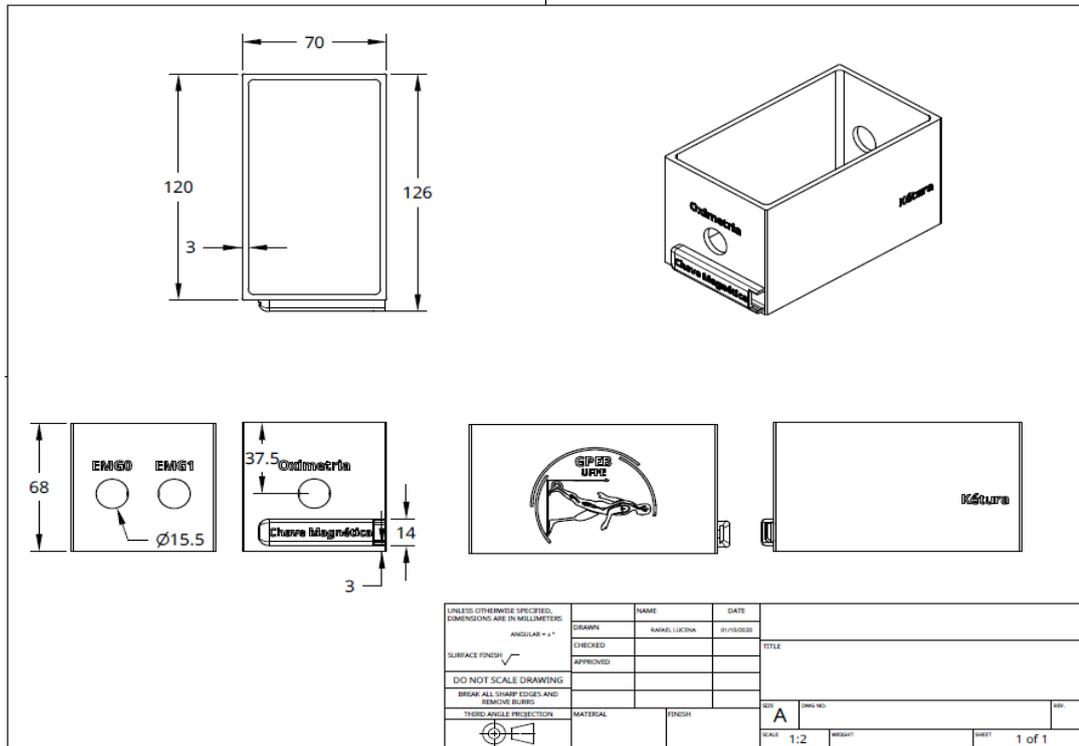


Figura 6

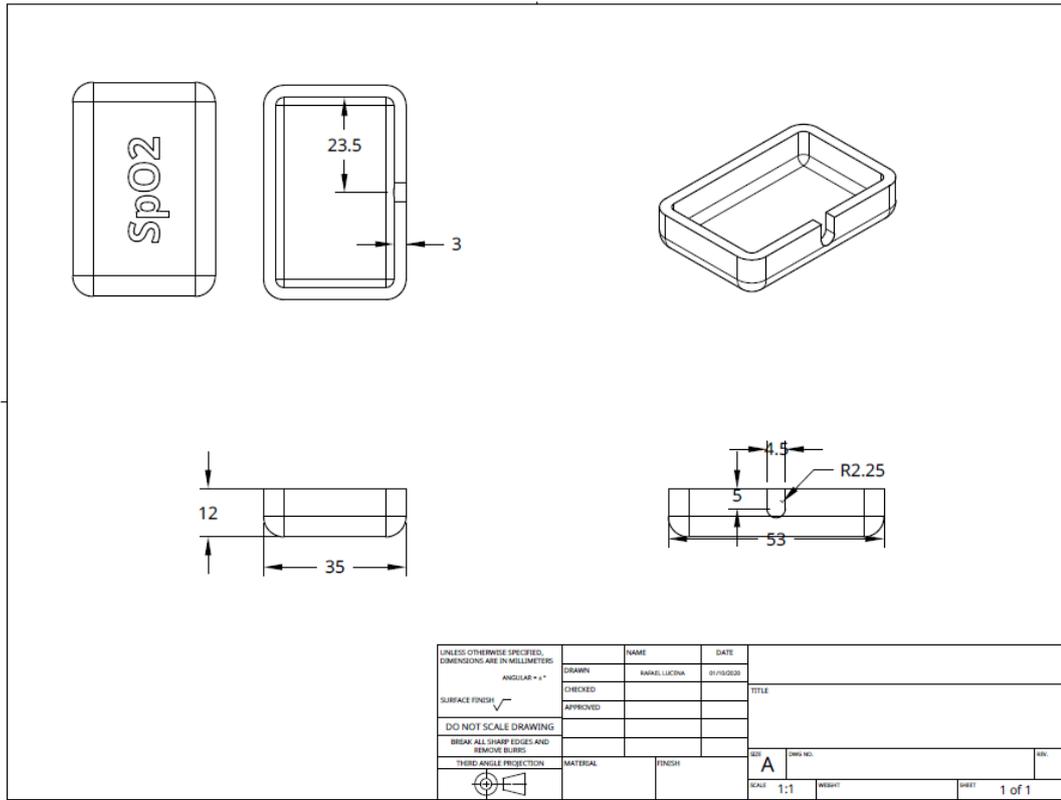


Figura 7

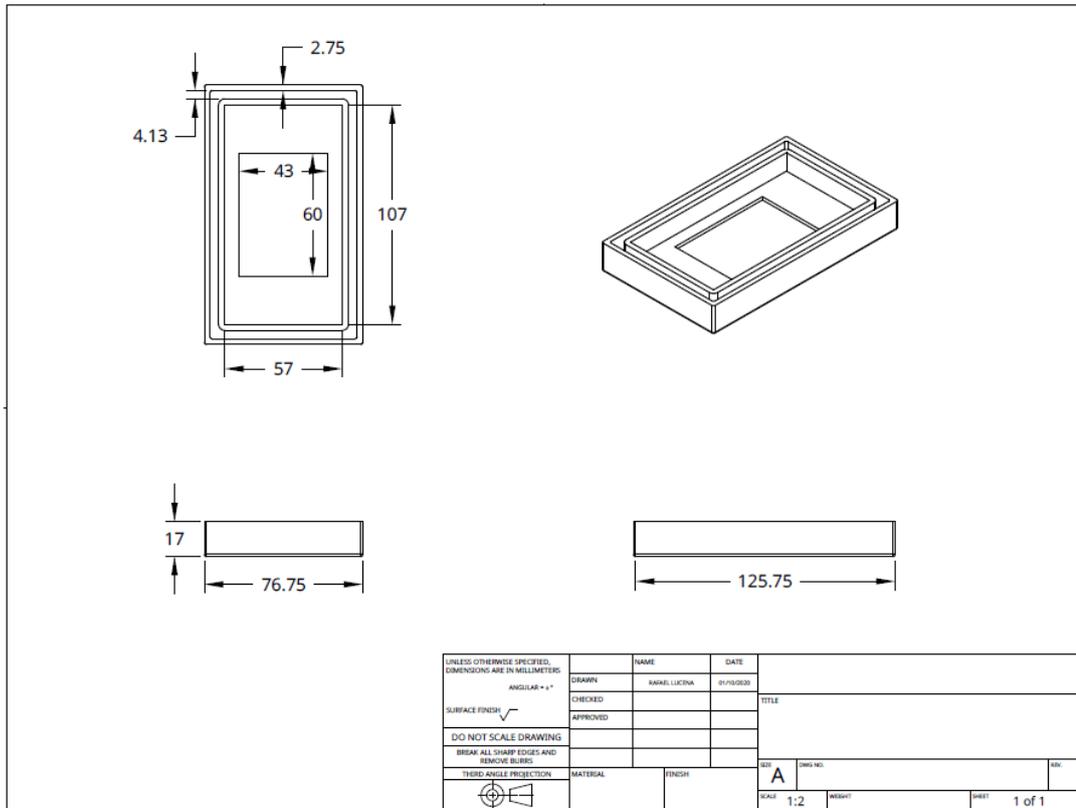


Figura 8

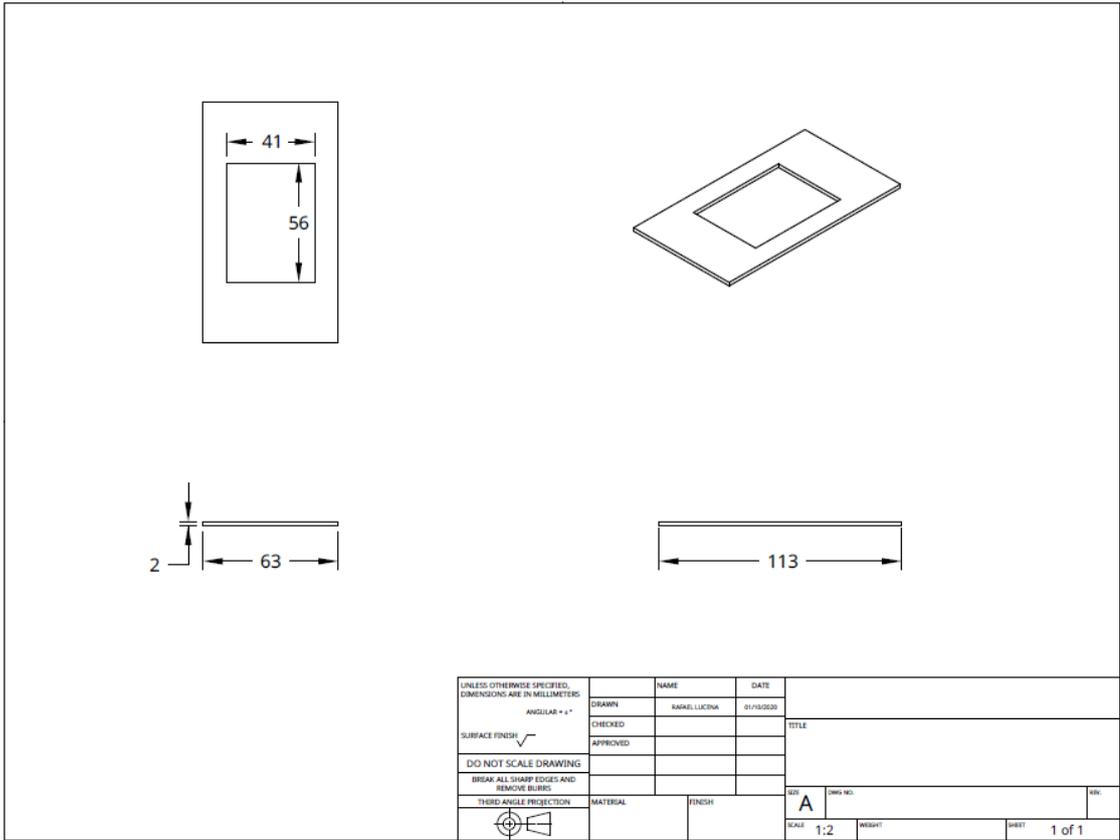


Figura 9

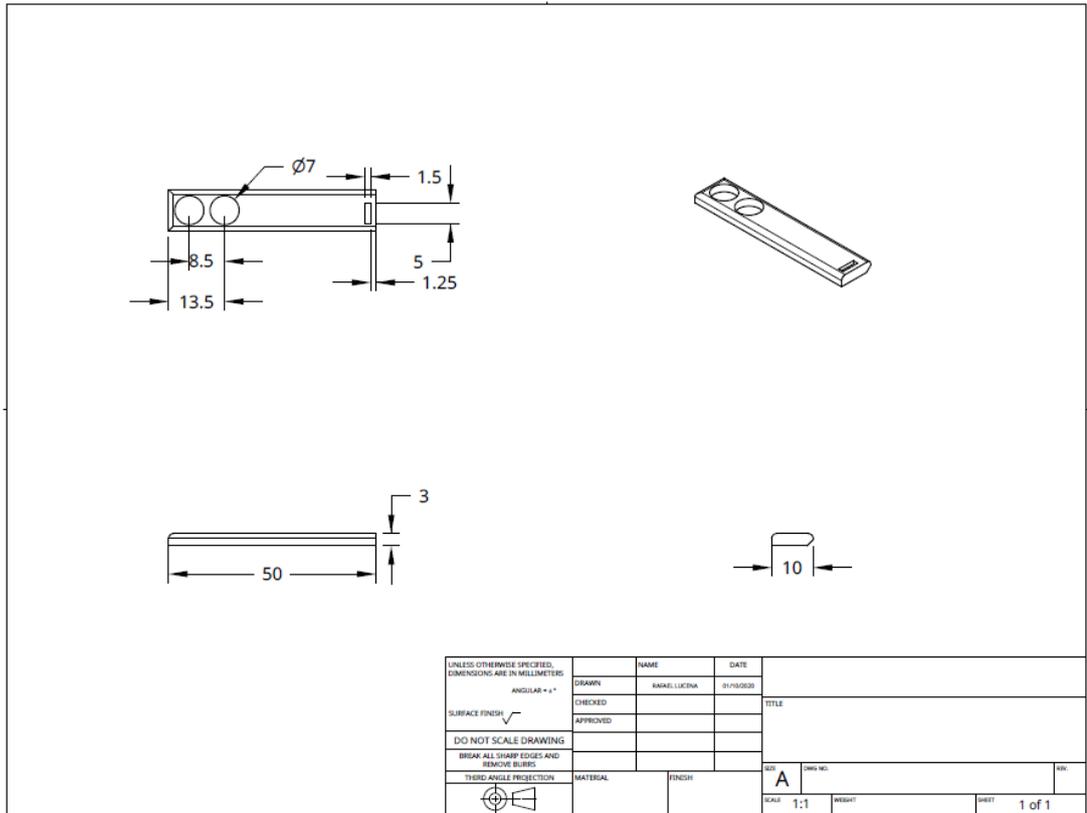


Figura 10

**RESUMO****DISPOSITIVO DE MONITORAMENTO ELETROMIOGRÁFICO E DE PARÂMETROS HEMODINÂMICOS PARA O AMBIENTE AQUÁTICO**

A presente invenção trata de um dispositivo para monitoramento eletromiográfico e de parâmetros hemodinâmicos para o ambiente aquático, dotado de um eletromiógrafo subaquático, canais de aquisição eletromiográfica, sensor para captação de oximetria e frequência cardíaca, display para visualização dos parâmetros, microcontrolador e módulo Bluetooth. Os dados coletados são enviados para um software para posterior análise. Por apresentar dimensões compactas, alimentação por baterias, e envio dos dados via protocolo Bluetooth permite a portabilidade do dispositivo.