

Monitoramento de Frequência Cardíaca

Daniel Rath

Programa de Engenharia Eletrônica
Faculdade Gama - Universidade de Brasília, FGA UnB
Gama - DF
daniel7rath@gmail.com

Rodrigo Sousa Santos

Programa de Engenharia Eletrônica
Faculdade Gama - Universidade de Brasília, FGA UnB
Gama - DF
rodrigo.sousa2711@gmail.com

1. JUSTIFICATIVA

A obesidade no Brasil cresce cada vez mais ao decorrer do tempo. Nos últimos dez anos, houve um aumento de 60% no número de pessoas acima do peso, sendo 1 (uma) cada 5 (cinco) pessoas [1].

Muitas pessoas acreditam que suar é sinônimo de queimar calorias, porém, a realidade é que um exercício menos intenso e duradouro pode ser tão eficiente e quanto uma série de exercícios curtos e bastante intensos[2]. Para se obter esta eficiência, a variável mais importante é a frequência cardíaca.

A frequência cardíaca ideal para queimar gordura e emagrecer durante o treino é de 60 a 75% da frequência cardíaca (FC) máxima, que varia de acordo com a idade e sexo. O treino nesta intensidade melhora o condicionamento físico, utilizando mais gordura como fonte de energia, contribuindo para perda de peso [3].

Para se conhecer a faixa de frequência cardíaca ideal, deve – se aplicar a seguinte fórmula:

Homens: $220 - (\text{idade}) * 0,60$ e $220 - (\text{idade}) * 0,75$
Mulheres: $226 - (\text{idade}) * 0,60$ e $226 - (\text{idade}) * 0,75$ [3]

A tabela abaixo apresenta a frequência cardíaca ideal para o emagrecimento e a perda de gordura, de indivíduos de idades: entre 20 e 40 anos [3].

Idade	FC ideal para homens	FC ideal para mulheres
20	120 - 150	123 - 154
25	117 - 146	120 - 150
30	114 - 142	117 - 147
35	111 - 138	114 - 143
40	108 - 135	111 - 139

Tabela 1 – Frequência Cardíaca ideal [3].

Dessa maneira, a utilização de aparelhos para a medição de frequência cardíaca tem sido cada vez mais

difundida, tendo em vista a magnitude do resultado proveniente dos tais.

2. OBJETIVOS

Montar uma pulseira capaz de monitorar a frequência cardíaca durante a prática de exercício físico, mostrando e atualizando esta faixa de frequência em que se encontra de acordo com os batimentos cardíacos, podendo ser visualizada pelo celular.

3. REQUISITOS

Consistem nos requisitos desse projeto, a utilização de um sensor de frequência cardíaca, um módulo de display (*smartphone* - conexão via *Bluetooth*), microcontrolador, além de um módulo de energia.

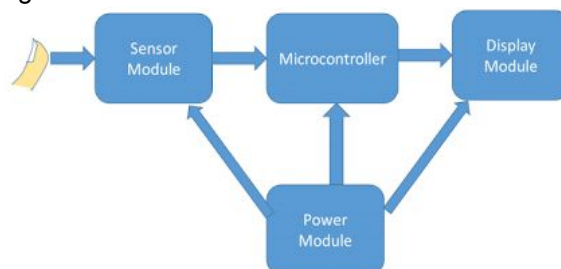


Figura 1 – Requisitos do projeto [4].

Tradução das palavras em língua inglesa - *Sensor module*: módulo do sensor; *microcontroller*: microcontrolador; *display module*: módulo de exibição (tela); *power module*: módulo de energia

4. BENEFÍCIOS

Atualmente, tem sido até motivo de propaganda o fato de muitos *smartphones* (Android e iPhone), e inclusive tablets, apresentarem aplicativos de saúde e fitness, com a funcionalidades de medir os níveis de frequência cardíaca e de oxigênio no sangue. Esses aparelhos utilizam a câmera e o *flash* do aparelho para realizar tais medições[5]. Entretanto, apesar do uso crescente desses aplicativos, não se fala que os tais são

recomendados ou sequer aprovados por especialistas da área.

Médicos afirmam que o uso desses aplicativos pode ser até danoso à saúde. Devido aos seus métodos de medição, eles não substituem os instrumentos de precisão, não sendo, assim, recomendados [6].

Tendo em vista a importância de medições como as tais à prática de atividades físicas, bem como a necessidade de instrumentos de precisão, propõe-se a construção de um aparelho, utilizando sensores de pulso infravermelho (IR - *infrared*).

Esse sensor apresenta, em si, mais parâmetros de regulação - em relação aos métodos de medição utilizando celulares, por exemplo -, portanto, pode apresentar uma precisão de resposta muito maior [7].

Sendo a confiabilidade dos dados apresentados um fator determinante e fundamental em um sensor de pulso, identifica-se, claramente, as vantagens desse projeto a ser desenvolvido.

5. ASPECTOS DE HARDWARE

Segue abaixo uma tabela, que apresenta os materiais utilizados na implementação do projeto, as quantidades utilizadas de cada e uma breve descrição dos tais.

Material	Qtd	Descrição/ Utilização
MSP-430G2553	1	Microcontrolador
HC-05	1	Módulo Bluetooth
Sensor de Pulso	1	Sinal do batimento cardíaco
Smartphone Android	1	Para receber e enviar dados ao módulo Bluetooth

Tabela 2 – Materiais utilizados na implementação do projeto.

• Módulo Bluetooth - HC-05

O periférico HC-05 consiste em um módulo Bluetooth SSP (*Serial Port Protocol* - Protocolo de Porta Serial). A tecnologia Bluetooth é muito utilizada para a comunicação sem fio entre dispositivos. No nosso caso, ela foi escolhida pela praticidade: deseja-se exibir os resultados do sensor na tela do *smartphone*; usando esse módulo Bluetooth, toda a transmissão serial de dados seria independente da conexão *wifi* do aparelho [8].

A imagem abaixo apresenta um esquemático da forma como devem ser feitas as conexões entre o módulo hc-05 e o MSP430.

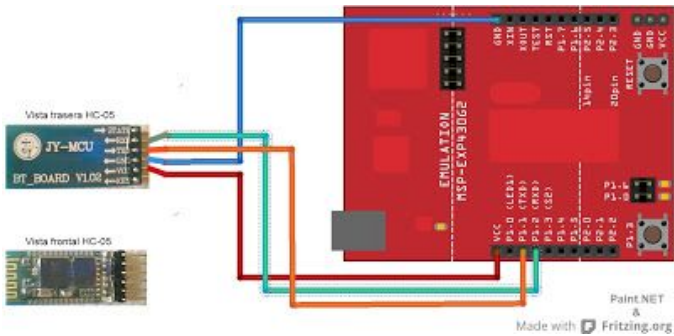


Figura 2 – Conexões hc-05e MSP430 [9].

Tradução das palavras em língua espanhola - *vista traseira*: vista traseira,

A tabela abaixo apresenta a relação das conexões entre as portas do microcontrolador e do módulo *Bluetooth* [9].

MSP430	HC-05
VCC	VCC
P1.1	TX
P1.2	RX
GND	GND

Tabela 3 – Conexões entre o microcontrolador e o módulo hc-05

• Sensor de Pulso

Este módulo possui um sensor óptico com amplificador, que utiliza luz infravermelha, e que envia o sinal analógico para o microcontrolador. Além disso, seu tamanho é bem reduzido (16 x 2,7mm), possui baixo consumo de energia (cerca de 4mA) e sua tensão de operação é de 3 a 5V. O sinal S fornece um valor analógico [10].



Figura 3 – Sensor de pulso.

O sensor possui 3 pinos, VCC, GND e S (sinal). Abaixo podemos ver a tabela e imagem mostrando as conexões entre o módulo sensor e o MSP430.

MSP430	Sensor de Pulso
VCC	+
P1.3 (A3)	S
GND	-

Tabela 4 – Conexões entre o microcontrolador e o sensor de pulso.

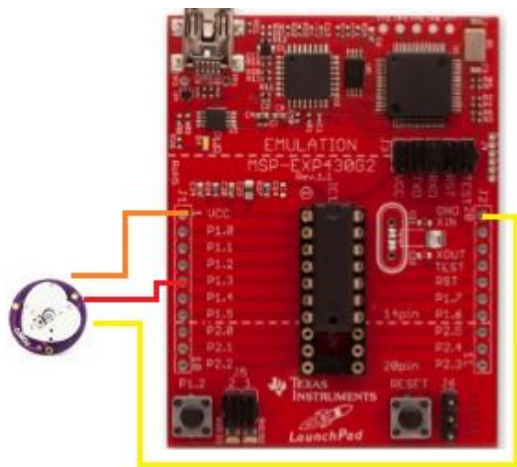


Figura 4 – Conexões Sensor de Pulso e MSP430.

6. ASPECTOS DE SOFTWARE

• Módulo Bluetooth - HC-05

Para esse protótipo funcional correspondente ao ponto de controle 2, foram testadas as funcionalidades de transmissão e recebimento de dados, bem como o processamento de comandos desse módulo.

Para isso, foi utilizado um código, produzido por terceiros, desenvolvido para o controle dos *Led's* da *Launchpad* à distância, utilizando-se um *smartphone*, por *Bluetooth*. Apesar de tal funcionalidade ser bem diferente da pretendida com esse projeto, tal código utilizado unicamente para o teste de funcionalidades utilizando o módulo *Bluetooth*.

A imagem abaixo ilustra parte dos nossos objetivos com a transmissão de dados para o *smartphone*. A diferença do código utilizado para teste, com o da imagem a seguir é apenas o processamento das informações.

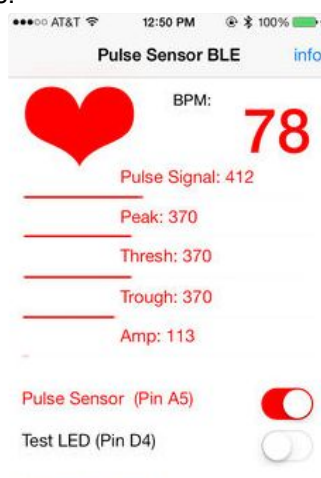


Figura 5 - Exemplo de exibição dos dados em um *Smartphone* [12]

Como foi compreendida a forma que a comunicação por meio desse módulo é utilizada e verificado o pleno funcionamento, os passos a seguir são: a realização do processamento dos nossos dados, a transmissão dos tais, conforme o exemplo exibido.

• Módulo Sensor de Pulso

Para este módulo, foi utilizado uma porta com conversor analógico digital, dada no pino P1.3 (A3). Foi utilizado uma entrada serial, sendo necessário colocar os jumpers RXD e TXD na horizontal, presentes na placa na área J3.

7. ANEXOS

- Código utilizado para testar o módulo Bluetooth hc-05.[9]

```
char valor=0;
```

```
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  pinMode(RED_LED, OUTPUT);
  pinMode(GREEN_LED, OUTPUT);
  digitalWrite(RED_LED, LOW); //Inicialmente se apagam os LEDs.
  digitalWrite(GREEN_LED, LOW);
}
```

```
void loop() //Loop infinito
{
  if (Serial.available()) //Se há um caracter na porta serial (Bluetooth), o programa entra nas seguintes condicionais
  {
    valor = Serial.read(); //Se lê um valor na porta serial (Bluetooth)
    if (valor == '1') //Se o valor é 1
    {
      digitalWrite(RED_LED, HIGH); //Acende-se o LED vermelho
      Serial.print("Led rojo encendido\r\n"); //A seguinte mensagem, traduzida, é exibida: "Led vermelho aceso"
    }
    else if (valor == '2')
    {
      digitalWrite(RED_LED, LOW); //O Led vermelho pe apagado
      Serial.print("Led rojo apagado\r\n"); //A seguinte mensagem, traduzida, é exibida: "Led vermelho apagado"
    }
    else if (valor == '3')
    {
      digitalWrite(GREEN_LED, HIGH); //A seguinte mensagem, traduzida, é exibida: "Led verde aceso"
      Serial.print("Led verde encendido\r\n");
    }
  }
}
```

```

}

else if (valor == '4')
{
    digitalWrite(GREEN_LED, LOW); //A seguinte
mensagem, traduzida, é exibida: "Led verde apagado"
Serial.print("Led verde apagado\r\n");
}

else//Caso seja enviado um caracteres distinto de 1-4 é
enviado, todos os Led's são apagados {
    digitalWrite(RED_LED, LOW); //O Led vermelho é
apagado
    digitalWrite(GREEN_LED, LOW);//O Led verde apagado

    Serial.print("Ambos leds apagados\r\n");
}
}
}
}

```

- Código utilizado para testar o sensor de pulso

```

void setup() {
    // Inicialização da Comunicação Serial
    Serial.begin(9600);
}

void loop() {

    // Declaração e leitura do pino P1.3 (A3)
    int sensorValue = analogRead(A3);
    //Printar o valor lido no Pino analógico.
    Serial.println(sensorValue);
    delay(20); // delay entre a leitura para estabilidade.
}

```

A figura abaixo mostra a forma de onda da entrada do pino analógico A3, onde foi conectado o sensor de pulso. Os picos correspondem aos batimentos cardíacos vistos pelo infravermelho através do fluxo sanguíneo.

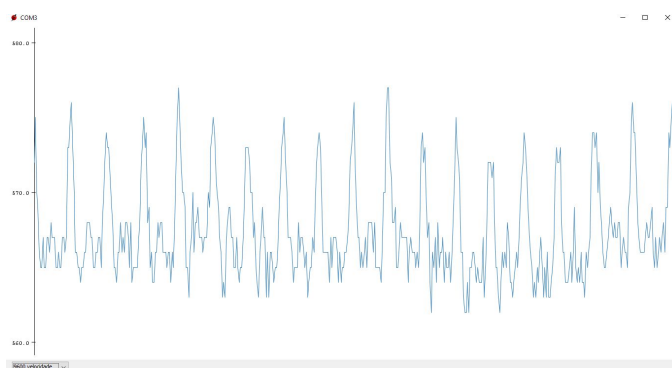


Figura 5 – Plotter Serial: entrada do sensor

8. REFERÊNCIAS

- [1] - PORTAL BRASIL. **Obesidade cresce 60% em dez anos no Brasil.** <<http://www.brasil.gov.br/saude/2017/04/obesidade-cresce-60-em-dez-anos-no-brasil>>
- [2] CUNACIA, Pedro. **Descubra qual a frequência cardíaca ideal para emagrecer.** Disponível em: <<https://www.ativo.com/corrida-de-rua/iniciantes/fc-ideal-para-perder-peso/>>. Acesso em: 01 de Abril 2018 às 20:30
- [3] BRUCE, Carlos. **Saiba qual é a melhor frequência cardíaca no treino para emagrecer.** Disponível em: <<https://www.tuasaude.com/frequencia-cardiaca-para-emagrecer/>>. Acesso em: 01 de Abril 2018 às 21:00
- [4] COURSE WEBSITES: Pulse Sensor. Disponível em: <<https://courses.engr.illinois.edu/ece445/getfile.asp?id=6879>> Acesso em: 4/4/2018
- [5] OLHAR DIGITAL. **App do iPhone utiliza flash e câmera para medir frequência cardíaca.** Disponível em: <<https://olhardigital.com.br/noticia/app-do-iphone-utiliza-flash-e-camera-para-medir-frequencia-cardiaca/14877>>. Acesso em: 02 de Abril 2018 às 16:52
- [6] MAP OF SPORTS **Questioning the Value of Health Apps.** Disponível em: <https://well.blogs.nytimes.com/2015/03/16/health-apps-provide-pictures-if-not-proof-of-health/?ref=health&_r=0>. Acesso em: 02 de Abril 2018 às 16:33
- [7] MAKEZINE. **Infrared Pulse Sensor.** Disponível em: <<https://makezine.com/projects/ir-pulse-sensor>>. Acesso em: 02 de Abril 2018 às 15:47
- [8] Módulos Bluetooth HC05 e HC06 para comunicação com dispositivos móveis com Arduino. Disponível em: <<http://blog.eletragate.com/modulos-bluetooth-hc05-e-hc06-para-comunicacao-com-dispositivos-moveis-com-arduino>>. Acesso em: 02 de Maio 2018.
- [9] GALFAMA. Launchpad Bluetooth Android. Disponível em: <<https://galfama.blogspot.com.br/2013/02/control-de-leds-del-msp430-launchpad.html>> Acesso em: 02 de Maio 2018.
- [10] BAÚ da Eletrônica. Sensor de Frequência Cardíaca. Disponível em: <<https://www.filipeflop.com/produto/sensor-de-frequencia-cardiaca/#tab-description>>
- [11] ENGINEERING AT ILLINOIS. **Pulse Sensor.** <<https://courses.engr.illinois.edu/ece445/getfile.asp?id=6879>>. Acesso em: 04 de Abril 2018.

[12] APP STORE. **Pulse Sensor**.
<<https://itunes.apple.com/al/app/pulse-sensor/id761094899?mt=8>>. Acesso em: 02 de Maio 2018.