

RELATÓRIO TÉCNICO-CIENTÍFICO PARA BOLSAS PIBIC E PIBITI

Identificação

Nome completo do aluno: Saulo de Társo Silva Sousa

Campus (do aluno): Cabo Frio

Modalidade da bolsa: PIBITI

Núcleo de Pesquisa: Núcleo de Instrumentação Científica e Inovação Tecnológica (NICITec)

Área/Linha de Pesquisa: Aquisição e transmissão de dados com microcontroladores

Nome do orientador: Alexandre Peixoto do Carmo

Campus (do orientador): Cabo Frio

Título

Protótipo de baixo custo para determinar o índice de radiação ultravioleta utilizando microcontroladores.

Resumo

A radiação ultravioleta (radiação UV) é um processo físico que descreve a emissão de energia por qualquer fonte de energia, como o Sol. Ela é muito importante para o ser humano, uma vez que estimula a produção de vitamina D3. Ela também pode ser prejudicial à saúde, na medida que ficar exposto a ela por um grande período de tempo e sem a proteção adequada pode causar severas consequências à saúde. Com o objetivo de alertar sobre os perigos apresentados pela radiação UV, a Organização Mundial da Saúde (OMS), juntamente com a Organização Mundial de Meteorologia, aprovaram um documento que funciona como uma espécie de guia e nele são apresentados as definições e características da radiação UV. O documento contém as formas de medir a radiação UV e as medidas de proteções mais adequadas a fim de evitar os danos causados por ela. O índice de radiação ultravioleta (índice UV) é um valor inteiro, que está entre 0 e 11, e é o parâmetro que é utilizado para indicar a intensidade da radiação UV. O protótipo implementado é composto por um microcontrolador, que processa as informações coletadas, e um sensor capaz de medir o índice de radiação UV. O protótipo também conta com um sensor de temperatura e um dispositivo capaz de marcar a hora. As informações capturadas dos sensores e módulo, que são as entradas do sistema, são exibidas em um *display*, que é a parte de saída do sistema.

Palavras-Chave: radiação UV, índice UV, sensores, microcontroladores.

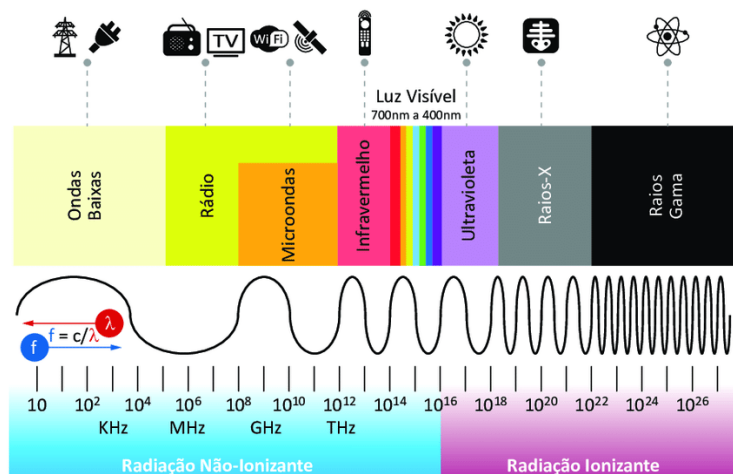
Introdução

Toda fonte de energia emite radiação, que é energia transportada por ondas eletromagnéticas ou partículas. Sendo uma onda eletromagnética, a radiação UV é uma entidade que faz parte do espectro eletromagnético e que, em questões de comprimento de onda e frequência, está entre a luz visível e os

RELATÓRIO TÉCNICO-CIENTÍFICO PARA BOLSAS PIBIC E PIBITI

raios-X, como pode ser observado na Figura 1.

Figura 1: O espectro eletromagnético e a radiação ultravioleta



Fonte: LABCISCO, 2013

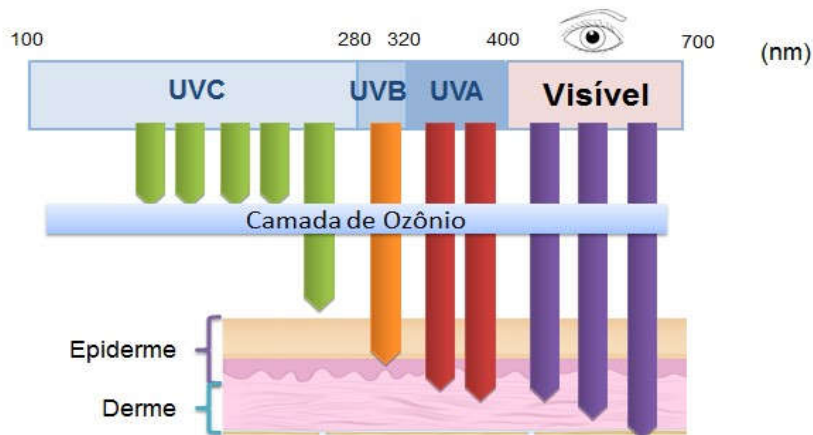
A radiação UV é muito importante para o ser humano, pois ela estimula a produção de vitamina D3. Essa vitamina possui influência direta no desenvolvimento atlético e na composição corporal de um indivíduo. A radiação ultravioleta também pode ser utilizada no tratamento de algumas doenças por meio de um processo chamado fototerapia. Esse processo consiste em utilizar a radiação UV na forma de lasers, lâmpadas ou a combinação destes dispositivos, juntamente a medicamentos que aumentam a sensibilidade UV. O procedimento é feito por um profissional sempre com a supervisão de um dermatologista (U.S. Food and Drug Administration, 2019).

A radiação ultravioleta é dividida em três tipos: UVA, UVB e UVC. A radiação UVC não chega a atingir o ser humano, pois é filtrada pela camada de ozônio. A radiação UVA é a responsável pela pigmentação direta (bronzamento), fotoenvelhecimento, fotocarcinogênese (câncer de pele), pigmentação imediata, tem pouco poder eritematígeno (vermelhidão) e causa imunossupressão (diminuição da resposta imunológica). A radiação UVB tem um grau de penetração médio, atingindo principalmente a epiderme. Promove eritema, fotoenvelhecimento, fotocarcinogênese, pigmentação tardia e imunossupressão (ISIC, S/ ANO). A Figura 2 mostra os tipos de radiação UVA, UVB e UVC e como interagem com a pele.

É visto que a radiação UV pode ser muito prejudicial à saúde humana. Um ser humano exposto a ela por um bom período de tempo e sem a proteção adequada pode apresentar queimaduras leves na pele ou até mesmo desenvolver câncer de pele. Mediante a tal perigo, viu-se necessário alertar as pessoas sobre esses perigos e as devidas medidas de segurança para evitar os danos causados pela radiação UV. Entra então em cena um importante documento aprovado e recomendado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) e pela Organização Mundial de Meteorologia. Esse documento tem objetivo de ser uma guia para pessoas, fornecendo informações detalhadas sobre a radiação UV, a forma de mensurá-la e também apresentar as medidas de proteções mais adequadas para evitar seus danos.

RELATÓRIO TÉCNICO-CIENTÍFICO PARA BOLSAS PIBIC E PIBITI

Figura 2: UVA, UVB e UVC



Fonte: (ISIC, S/ANO)

O parâmetro utilizado para medida da intensidade da radiação UV é o índice de radiação UV. Ele descreve a intensidade da radiação UV na superfície da Terra. Esse parâmetro é um valor inteiro, que varia de 0 a 11, e os valores são associados a níveis de radiação UV e também as medidas de proteções que as pessoas devem adotar a fim de evitar os danos que ela pode causar. A tabela abaixo foi feita com base nas informações apresentadas no documento sugerido pela OMS e nela contém informações intuitivas sobre a intensidade da radiação UV e as proteções que devem ser adotadas pelas pessoas para os índices de radiação UV medidos.

Figura 3: Faixas dos índices UV, cores e medidas de precaução



Fonte: (IPMA, 2013)

Com as relações das informações de cores, faixas de índice UV e recomendações de proteções adequadas apresentadas no documento, torna-se motivador o desenvolvimento de ferramentas e aplicações para deixar ainda mais visível às pessoas sobre a intensidade da radiação UV e as formas

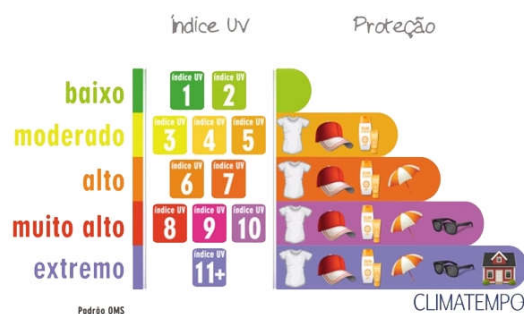
RELATÓRIO TÉCNICO-CIENTÍFICO PARA BOLSAS PIBIC E PIBITI

mais adequadas de proteção. As figuras abaixo mostram diagramas interessantes que cumprem muito bem o objetivo de guia sobre a radiação UV e as medidas de proteções. Esses diagramas foram implementados utilizando as informações que estão no documento guia aprovado e sugerido pela OMS.

Figura 4: Exemplos de diagramas para divulgação da intensidade do índice UV e medidas de segurança



Fonte: HCLOE, 2019



Fonte: FILIPEFLOP, 2015

O protótipo visado é composto por um sensor que é capaz de medir o índice UV, um sensor de temperatura e um módulo capaz de marcar hora. As informações adquiridas são encaminhadas para o microcontrolador, onde serão processadas e tratadas para serem exibidas em um *display*, sendo a parte de saída do sistema.

Objetivos

-Geral:

Desenvolver um protótipo de um medidor de índice de radiação ultravioleta e apresentar o índice medido ao usuário. Além disso, o protótipo deve informar a temperatura ambiente atual e hora. No momento, as informações são exibidas em um *display LCD 16x2*.

-Específico(s):

- Estudar a documentação sugerida pela OMS e ver a definição do índice UV, faixas de índice UV, níveis de radiação, cores utilizadas e mensagens sugeridas na documentação;
- Verificar o funcionamento dos sensores de radiação UV, sensor de temperatura e do módulo de tempo real que marca a hora utilizados no protótipo;
- Conectar os sensores e módulo ao microcontrolador, realizar o processo de medida e exibir as informações no *display* utilizado;

RELATÓRIO TÉCNICO-CIENTÍFICO PARA BOLSAS PIBIC E PIBITI

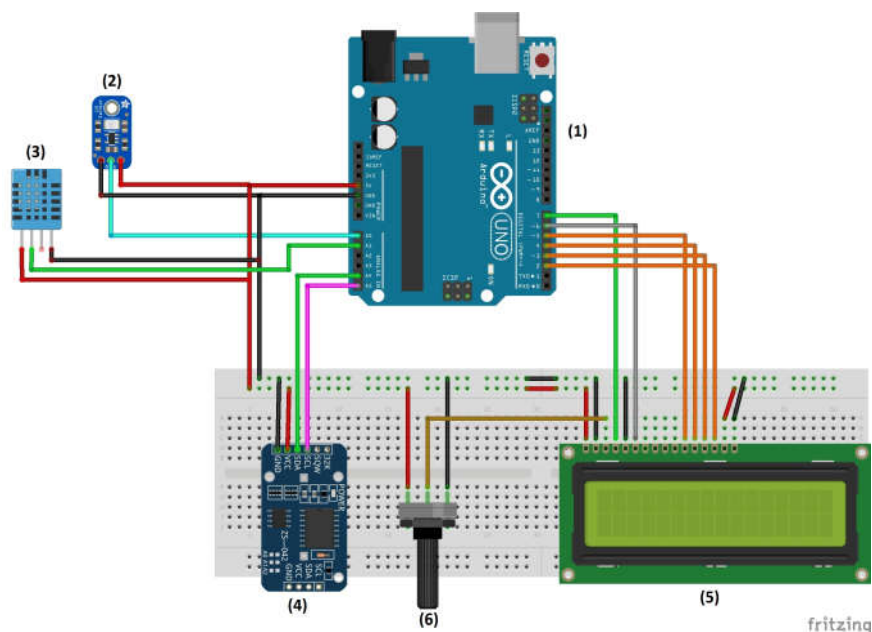
METODOLOGIA

O protótipo construído é composto por:

- Placa Arduino que contém o microcontrolador ATMEGA328P;
- sensor de radiação ultravioleta UVM30A;
- sensor de temperatura e umidade DHT11;
- um módulo de tempo real RTC DS3231;
- um *display LCD 16x2*.

A figura abaixo mostra como esses componentes foram conectados para assim atingir o objetivo especificado neste trabalho.

Figura 5: Topologia do protótipo visado no trabalho



Fonte: O autor

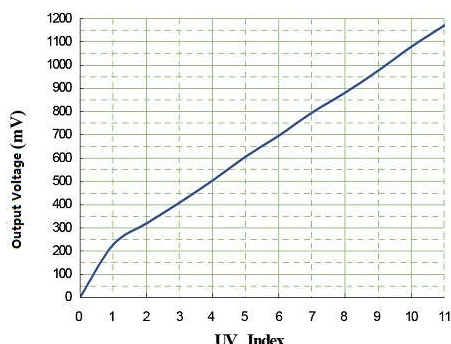
Para compor a parte do microcontrolador, uma placa Arduino Uno foi utilizada. Ela é marcada em (1) na Figura 5. A placa Arduino Uno apresenta o microcontrolador ATMEGA328P e que a ideia de utilizá-la maximizou o processo de desenvolvimento do protótipo, tanto na questão de facilitar as conexões feitas, pois soldas não precisaram ser realizadas e a especificação dos pinos é exibida na própria e é bem intuitiva, e também na questão do desenvolvimento e carregamento de códigos fontes ao microcontrolador ATMEGA328P. A Arduino oferece uma ferramenta de desenvolvimento, a Arduino Software, que gerencia e abriga uma coleção de bibliotecas que auxiliaram o desenvolvimento do protótipo e que abstrai do usuário/programador a necessidade de conhecer técnicas baixo de nível para carregar o código fonte ao microcontrolador.

Em (2), está o sensor de radiação ultravioleta. O sensor utilizado foi o UVM30A. Esse sensor apresenta três pinos. Os pinos são: a alimentação do sensor, 5V e GND, e o pino de dados, que conterá o valor da radiação ultravioleta medido, onde será conectado a um pino com função analógica do

RELATÓRIO TÉCNICO-CIENTÍFICO PARA BOLSAS PIBIC E PIBITI

microcontrolador. O valor lido na porta analógica varia entre 0 e 1200 mV. As informações abaixo mostram o comportamento do sensor e referencia o valor obtido a um determinado índice UV. Mediante às informações apresentadas nas imagens abaixo, o índice UV é calculado com base em testar em qual intervalo de tensão está o valor medido no pino de saída do sensor e retornar o índice UV referente ao intervalo.

Figura 6: Níveis de tensões no pino de saída do sensor UVM30A e os índices UV



| | | | | | | |
|----------|-----|-----|-----|-----|------|-------|
| UV Index | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Vout(mV) | <50 | 227 | 318 | 408 | 503 | 606 |
| UV Index | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11+ |
| Vout(mV) | 696 | 795 | 881 | 976 | 1079 | 1170+ |

Fonte: WILTRONICS, S/ ANO

Fonte: FILIPEFLOP, 2015

Em (3) está o sensor DHT11. Esse sensor apresenta 4 pinos: os de alimentação, 5V e GND, o pino com função N.C e o pino de dados, que foi conectado a uma das portas analógicas do Arduino. O pino com função N.C não foi utilizado, logo, essa função não foi necessária para o funcionamento do protótipo. O DHT11 possui um controlador de 8 bits que converte o sinal de temperatura obtido em um sinal serial e envia os dados ao Arduino através do pino de dados. A biblioteca *DHT.h* foi devidamente instalada à plataforma de desenvolvimento e utilizada para obtenção da temperatura. Essa biblioteca apresenta uma função que é responsável por interpretar o sinal recebido no pino de dados do sensor e gerar o valor final de temperatura que será exibido para o usuário. Essa função é a *readTemperature()*. O retorno da função é um valor real que pode ser tratado e utilizado de acordo com as necessidades do programador. É recomendado a utilização de resistores *pullup* de 4,7kΩ a 10kΩ ligando o pino de saída de dados do sensor ao pino de alimentação de 5V.

Em (4) está o módulo RTC DS3231. O RTC DS3231 é um módulo capaz de medir e manter as informações de data e hora de determinado processo. A bateria conectada ao corpo do módulo mantém a energia necessária para que a data e hora não sejam perdidas em caso de falha do módulo ou se a energia de alimentação for cessada. O pinos do módulo utilizados foram: VCC, alimentação positiva com mínimo de 2.3V e máximo de 5.5V; GND, pino terra do sistema; SDA (*Serial Data*), conectado ao pino com função SDA do Arduino Uno (A4); SCL (*Serial Clock Line*), sinal de *clock* que gera o sincronismo de comunicação entre o Arduino e módulo e foi conectado ao pino com função SCL do Arduino Uno (A5). Para a captura de hora, foi utilizada uma biblioteca: a *RTClib*. Ela foi devidamente instalada à plataforma de desenvolvimento Arduino e as funções para adquirir a hora e minuto atuais foram utilizadas. Elas são: *hour()* e *minute()*. Essas funções retornam valores inteiros que foram concatenados pra forma um texto com a seguinte formatação: HH:mm. O texto formado, que é a hora atual, é enviada ao *display*, onde poderá ser vista pelo usuário.

Em (5) está o *display LDC 16x2*. Esse dispositivo tem um conjunto de 16 pinos e só alguns deles

RELATÓRIO TÉCNICO-CIENTÍFICO PARA BOLSAS PIBIC E PIBITI

são necessários para o seu funcionamento. Para operar com o *display*, foi utilizado a biblioteca *LiquidCrystal.h*. Essa biblioteca exige que alguns dos pinos do *display* seja utilizado. Fazendo a análise da esquerda para a direita, os dois primeiros pinos correspondem à alimentação do *display*, 5V e GND. O terceiro pino corresponde ao contraste do texto no *display*. Esse pino é conectado à saída de um potenciômetro, em (6), o qual pode-se alterar o contraste do texto ao operá-lo. O quarto pino se refere a habilitação e desabilitação do seletor de registrador. Ele é o primeiro pino que deve ser informado para a biblioteca *LiquidCrystal.h* e ele foi conectado à porta digital 7 do Arduino. O quinto pino foi conectado ao GND do sistema. O sexto pino do *display* é o segundo pino que deve ser informado à biblioteca *LiquidCrystal.h*. Esse pino foi conectado à porta digital 6 do Arduino. As informações que serão exibidas são transmitidas pelos pinos 11 a 14 do *display*. Esses pinos foram conectados às portas digitais 5 a 2 do Arduino, em ordem. Esses 4 pinos, em ordem, também devem ser fornecidos à biblioteca *LiquidCrystal*. Os pinos 15 e 16 correspondem à alimentação do *led* externo do *display*. Eles foram conectados a 5V e GND.

Resultados e Discussão

O protótipo foi testado e todos os dados retornados pelos sensores e módulo utilizados foram observados no *display* usado. Os testes consistiram em verificar o modo de funcionamento das partes utilizadas e analisar se as informações providas delas eram consistentes. Os testes ocorreram em dias ensolarados e dias parcialmente nublado.

A resposta do sensor UVM30A foi satisfatória, pois em um dia ensolarado o sensor foi exposto à radiação solar e os índices retornados foram 7 e 8, o que determina um nível de radiação alto e muito alto, característico de um dia ensolarado. No dia parcialmente nublado, a radiação UV não era tão intensa e os índices retornados pelo sensor foram 1 e 2, o que representa um nível baixo de radiação. O sensor também retorna índices de radiação com intensidade baixa quando está em ambientes fechados ou quando ele é coberto.

O sensor de temperatura e umidade DHT11 também se mostrou eficaz, uma vez que retornava temperaturas condizentes e bem similares às apresentadas em sites com informações meteorológicas. O interessante é que foram feitas análises de várias temperaturas em vários sites de cunho meteorológicos e o sensor apresentou temperaturas bem similares às temperaturas médias e também pode ser observado a incerteza do sensor, o qual condiz em sua documentação.

O módulo de tempo real foi capaz de medir e retornar a hora atual com acurácia. Os testes de desligar o sistema e verificar a consistência da hora foi feita e a informação se manteve consistente. Isso comprova o bom funcionamento do módulo e que ele é uma boa alternativa para marcar hora e data em projetos que necessitem dessas informações.

As informações dos sensores foram coletadas e processadas pelo microcontrolador utilizado. Após a realização do processamento, as informações foram exibidas no *display LCD 16x2* com sucesso.

RELATÓRIO TÉCNICO-CIENTÍFICO PARA BOLSAS PIBIC E PIBITI

Conclusões

Foi visto que o protótipo pode ser dividido em três partes principais: um conjunto de entradas, formadas pelo sensor de temperatura, sensor de radiação ultravioleta e módulo de tempo real; uma parte que interpreta e processa os sinais das entradas, formada pelo microcontrolador utilizado e uma parte de saída, formada pelo *display LCD 16x2*.

Mediante aos testes os quais foram submetidos, todas as partes do protótipo se comportaram da forma esperada e trouxe a certeza da utilização destes em um produto final que visa informar o índice UV para as pessoas.

Como o índice UV é apenas um valor inteiro e não é rico em informações, opta-se por informá-lo juntamente às informações as quais esse índice está relacionado de acordo com o documento aprovado pela OMS. Nesse caso, as cores e as mensagens adequadas de proteção em relação à radiação UV seriam utilizada. Pensando na abordagem de cores e mensagens, a abordagem de saída do protótipo deveria ser modificada, pois o *display LCD 16x2* teria limitação de não apresentar cores.

A solução seria fazer uma placa que conteria as informações impressas das faixas de índices de radiação UV, cores e mensagens. Um marcador, que poderia ser um *led*, sinalizaria, na própria placa, a informação medida pelo sensor de radiação UV. Como a placa aumentaria as proporções do protótipo, não seria viável a utilização do *display LCD 16x2*. Logo, surge a necessidade da implementação de uma matriz de *led* em proporções adequadas para assim exibir as informações de temperatura e hora.

Então, o protótipo implementado serviu para definir uma topologia mais adequada para apresentação do índice de radiação UV para o público em geral e também verificar a consistência dos dados provindos dos dispositivos utilizados.

Referências Bibliográficas

ANSTO. **What is radiation?**. Disponível em <<https://www.ansto.gov.au/education/nuclear-facts/what-is-radiation>>. Acessado em: 10 de Janeiro de 2020.

FILIFELOP. **Medidor de índice UV com Arduino**. São Paulo: 13 de Outubro de 2015. Disponível em: <<https://www.filifelep.com/blog/medidor-de-indice-uv-com-arduino/>>. Acessado em: 10 de Janeiro de 2020.

HCLOE. **Raios UVs causam riscos à saúde dos olhos veja os cuidados**. São Paulo: 13 de Junho de 2019. Disponível em: <<https://www.hcloe.com.br/raios-uvs-causam-riscos-a-saude-dos-olhos-veja-os-cuidados>>. Acesso em 10 de Janeiro de 2020.

IPMA. **ÍNDICE ULTRAVIOLETO: VALORES ELEVADOS NOS PRÓXIMOS DIAS**. Portugal: 23 de Abril de 2013. Disponível em: <<https://www.ipma.pt/pt/media/noticias/news.detail.jsp?f=/pt/media/noticias/arquivo/2013/iuv.elevado.23-26.04.html>>. Acesso em: 10 de Janeiro de 2020.

ISIC. **Proteção Solar**. Disponível em: <<http://isic.net.br/artigo-32>>. Acessado em: 10 de Janeiro de 2020.

RELATÓRIO TÉCNICO-CIENTÍFICO PARA BOLSAS PIBIC E PIBITI

LABCISCO. **O espectro eletromagnético na Natureza**. São Paulo: 05 de Março de 2013. Disponível em: <<http://labcisico.blogspot.com/2013/03/o-espectro-eletromagnetico-na-natureza.html>>. Acessado em: 10 de Janeiro de 2020.

U.S. FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. **Ultraviolet (UV) Radiation**. United States: 26 de Abril de 2019. Disponível em: <<https://www.fda.gov/radiation-emitting-products/tanning/ultraviolet-uv-radiation>>. Acessado em: 10 de Janeiro de 2020.

WILTRONICS. **UV Detection Sensor**. Disponível em: <<https://www.wiltronics.com.au/wp-content/uploads/datasheets/ARD2-2062.pdf>>. Acessado em: 10 de Janeiro de 2020.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Global Solar UV Index: A practical Guide**. Disponível em: <<https://www.who.int/uv/publications/en/UVIGuide.pdf>>. Acessado em: 5 de Dezembro de 2019.

Atividades Complementares

Participação no evento Caravana da Ciência 2019 com o projeto “Utilização de microcontroladores na instrumentação científica”.

Agradecimentos

Em primeiro lugar, agradecer ao CNPQ e IFF pelo apoio financeiro, o qual ajuda bastante no desenvolvimento do projeto. Agradecer também ao professor Alexandre Peixoto pela orientação e ao time do Laboratório de Instrumentação Científica (Labinc) pela troca de conhecimentos e experiências, o que também maximiza o desenvolvimento do projeto.

Considerações Finais

O protótipo implementado nesta etapa do projeto serviu como ponto de partida para elaboração de um produto que visa informar o índice de radiação UV, temperatura e hora para a população em geral. O protótipo é constituído por um conjunto de entradas, os sensores e módulo de tempo real; uma unidade que interpreta e processa os sinais vindos das entradas, o microcontrolador e uma saída, que no protótipo utilizado foi um simples *display LCD 16x2*.

O *display LCD 16x2* tem limitações quando o contexto muda para o produto final. Esse produto na verdade trata-se de um *totem* que é formado por uma caixa retangular e na parte considerada a frontal existe um *display* formado por matrizes de *leds* e informações referentes ao índice de radiação UV. A Figura 7 mostra um esboço do *totem* a ser construído.

Pelas dimensões reais que o *totem* deve apresentar a fim de ter uma boa usabilidade, a utilização do *display LCD 16x2* torna-se inviável. Então existe a necessidade da construção de um *display* formado por

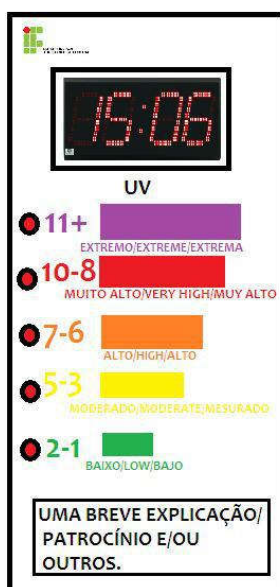
RELATÓRIO TÉCNICO-CIENTÍFICO PARA BOLSAS PIBIC E PIBITI

matrizes de *leds* e elas são responsáveis por exibir a hora e temperatura ao usuário. O índice UV é informado por *leds* indicativos que serão ativados de acordo com o nível de radiação medido pelo sensor de radiação UV.

Logo, o próximo passo do projeto é a construção desse *display* com matrizes de *leds* e informar o índice de radiação UV relacionando com as cores e mensagens de proteção apropriadas, melhorando propagação da informação ao público alvo, de acordo com o rascunho apresentado na Figura 7.

Figura 7: Rascunho do totem que deve ser implementado

RASCUNHO



DENTRO DE CADA
QUADRADINHO O QUE
TEM QUE USAR E UM
EMOJI DEFININDO

Fonte: O autor

Cabo Frio, RJ
Local

14 de Fevereiro de 2020
Data

Orientador(a) do Projeto

Saulo de Tássio Silva Sousa
Estudante