

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ARQUITETURA, ARTES E COMUNICAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MÍDIA E TECNOLOGIA**

IVAN LEAL MORALES

**DESENVOLVIMENTO, VALIDAÇÃO E USO DE UM DISPOSITIVO DE MEDIÇÃO
DOS RAIOS ULTRAVIOLETA NA CIDADE DE BAURU – SP**

Bauru – SP

2019

IVAN LEAL MORALES

**DESENVOLVIMENTO, VALIDAÇÃO E USO DE UM DISPOSITIVO DE MEDIÇÃO
DOS RAIOS ULTRAVIOLETA NA CIDADE DE BAURU – SP**

Trabalho de Conclusão de Mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Mídia e Tecnologia, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, para obtenção do título de Mestre em Mídia e Tecnologia sob a orientação do Prof. Adj. João Pedro Albino.

Bauru – SP

2019

Morales, Ivan Leal.

Desenvolvimento, validação e uso de um dispositivo de medição dos raios ultravioleta na cidade de Bauru - SP.

114 f.

Orientador: João Pedro Albino

Dissertação (Mestrado)-Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Bauru, 2019

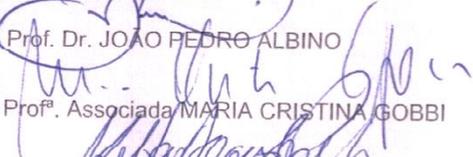
1. Arduino. 2. Internet das Coisas. 3. Sensores. 4. Ultravioleta. 5. Tecnologia. I. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação. II. Título.

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE IVAN LEAL MORALES, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MÍDIA E TECNOLOGIA, DA FACULDADE DE ARQUITETURA, ARTES E COMUNICAÇÃO - CÂMPUS DE BAURU.

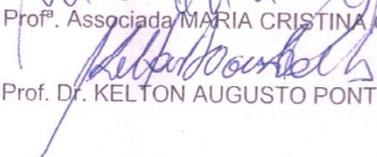
Aos 22 dias do mês de fevereiro do ano de 2019, às 14:00 horas, no(a) Auditório da Secretaria de Pós-Graduação da FAAC, reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: Prof. Dr. JOÃO PEDRO ALBINO - Orientador(a) do(a) Departamento de Computação / UNESP- Câmpus de Bauru, Prof^a. Associada MARIA CRISTINA GOBBI do(a) Departamento de Comunicação Social / Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação - FAAC - UNESP - Bauru/SP, Prof. Dr. KELTON AUGUSTO PONTARA DA COSTA do(a) Departamento de Computação / Faculdade de Tecnologia de Bauru, sob a presidência do primeiro, a fim de proceder a arguição pública da DISSERTAÇÃO DE MESTRADO de IVAN LEAL MORALES, intitulada **DESENVOLVIMENTO, VALIDAÇÃO E USO DE UM DISPOSITIVO DE MEDIÇÃO DOS RAIOS ULTRAVIOLETA NSA CIDADE DE BAURU - SP**. Após a exposição, o discente foi arguido oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo recebido o conceito final: APROVADO. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.



Prof. Dr. JOÃO PEDRO ALBINO



Prof^a. Associada MARIA CRISTINA GOBBI



Prof. Dr. KELTON AUGUSTO PONTARA DA COSTA

Dedico a conclusão desta etapa de minha vida acadêmica em primeiro lugar a Deus, pois sem ele não há sentido na vida. A minha esposa Marisol, minha mentora, que incentivou para realizar o Mestrado e com quem compartilho os momentos de vitória e dificuldades. Aos meus filhos Luiz Guilherme, Laynara Giulia e Lyan Gabriel, pela compreensão nas ausências necessárias para condução deste trabalho. São nossas fontes de felicidade e alegria. Aos meus pais, Antônio e Lídia (in memoriam), que não estão mais presentes e ficariam felizes em saber que a educação, dada por eles, me levou a caminhos que jamais havia imaginado.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus. A Jesus Cristo, autor e consumidor de nossa fé.

Ao meu orientador Prof. Adj. João Pedro Albino pelo incentivo e confiança que o trabalho seria possível realizar mesmo com todas as dificuldades que se apresentaram durante o caminho.

A todos os professores do Programa de Mídia e Tecnologia, pelo apoio durante as disciplinas e demais eventos que tanto contribuíram para o aprimoramento de minha pesquisa.

A Prof.^a Adj. Maria Cristina Gobbi pelas contribuições, correções e sugestões dadas em sala de aula.

A todos integrantes da secretaria da FAAC pelas informações, orientações e auxílio nas dúvidas durante nossa passagem acadêmica.

A Marco Aurélio Migliorini Antunes e Maria Lucia Azevedo, pelo incentivo e condução nos primeiros passos do Mestrado.

Aos colegas mestrados do PPGMIT e em especial Alessandro, Brenda, Mira, Marcelo e Nicolas, pelos trabalhos realizados, conversas, troca de informações e apoio mútuo constante.

As Faculdades Integradas de Bauru que abriu as portas para que eu pudesse iniciar minha carreira como docente no Ensino Superior.

“Ó profundidade das riquezas, tanto da sabedoria, como da ciência de Deus! Quão insondáveis são os seus juízos, e quão inescrutáveis os seus caminhos! Por que quem compreendeu a mente do Senhor? Ou quem foi seu conselheiro? Ou quem lhe deu primeiro a ele, para que lhe seja recompensado? Porque dele e por ele, e para ele, são todas as coisas; glória, pois, a ele eternamente. Amém. ”
Romanos 11:33-36

MORALES, I.L. Desenvolvimento e validação de um dispositivo de medição dos raios ultravioleta e uso na cidade de Bauru – SP -Trabalho de conclusão (Mestrado em Mídia e Tecnologia) – FAAC – UNESP, sob orientação do Prof. Adj. João Pedro Albino, Bauru, 2018.

RESUMO

Diariamente, somos expostos a radiação ultravioleta e sem que percebamos, podemos estar aptos a enfrentar problemas posteriores por causa das ações maléficas da ultravioleta sobre nossa pele, podendo desenvolver um câncer no futuro. Ações de prevenção são necessárias inclusive alertas visuais ou fontes de consultas. A Internet das Coisas é uma tecnologia em crescimento que permite que sensores sejam utilizados e que seus dados sejam coletados e armazenados. A integração com a Internet permite que as informações sejam disponibilizadas para consulta pública. Este relatório técnico apresentou o processo de elaboração de um dispositivo na plataforma Arduino e sua aplicação, a fim de apresentar os dados para análise de Raios Ultravioleta coletados *online*, disponibilizando-os para a comunidade, de forma a colaborar na divulgação de informações dos Índices de Radiação Ultravioleta para que as pessoas pudessem se prevenir contra os efeitos negativos advindo da exposição à tal radiação.

Palavras-Chave: Arduino; Internet das Coisas; Sensores; Ultravioleta; Tecnologia

MORALES, I.L. Development and validation of a device for measuring ultraviolet rays and use in the city of Bauru - SP – Conclusion Paper (MSc in Media and Technology) - FAAC - UNESP, under the guidance of Prof. Adj. João Pedro Albino, Bauru, 2018.

SUMMARY

Every day, we are exposed to ultraviolet radiation and without realizing it, we may be able to face later problems because of the harmful actions of ultraviolet on our skin and may develop a cancer in the future. Prevention actions are required including visual alerts or sources of queries. The Internet of Things is a growing technology that allows sensors to be used and their data to be collected and stored. Integration with the Internet allows information to be made available for public consultation. This technical report presented the process of elaboration of a device in the Arduino platform and its application, in order to present the data for analysis of Ultraviolet Rays collected online, making them available to the community, in order to collaborate in the dissemination of information of the Indices of Ultraviolet radiation so that people could be warned against the negative effects of exposure to such radiation.

Keywords: Arduino; Internet of Things; Sensors; Ultra Violet; Technology

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Espectro UVA	25
Figura 2 – Efeitos RUV sobre O ₂ e O ₃	26
Figura 3 - Buraco da Camada de Ozônio	27
Figura 4 - Esquema didático de como a molécula de ozônio é destruída	28
Figura 5 – Dispositivos conectados.....	31
Figura 6 – Aplicações e perfis do Bluetooth Low Energy (BLE).....	36
Figura 7 – Internet das Coisas.....	37
Figura 8 – Conexão Smartphone – Cafeteira por meio Bluetooth	39
Figura 9 – Nuvem e Aplicação Web	40
Figura 10 - Smartphone como gateway de Internet.....	41
Figura 11 - Arquitetura três camadas (modelo didático)	42
Figura 12 - Camada de Percepção com Dispositivos Físicos	43
Figura 13: - Comunicação entre Dispositivos	43
Figura 14 – Arquitetura Cinco camadas IoT.....	44
Figura 15 – Cenário de aplicação com compartilhamento de dados.....	45
Figura 16 - Ambiente <i>ThingSpeak</i>	46
Figura 17 – Introdução ao Blynk App.....	47
Figura 18 – Arduino Uno	51
Figura 19 – Arquitetura externa de um processador	54
Figura 20 – Modelo de subdivisão de um sistema embarcado.....	55
Figura 21 – Automação Residencial	58
Figura 22 – NodeMcu Esp8266	61
Figura 23 – Estrutura de coleta e transmissão dos índices de RUV para web	63
Figura 24 – Foto Diodo Sensitivo AG38S-SMD.....	65
Figura 25 – Arduino e Shield Ethernet	66
Figura 26 – Montagem Shield Ethernet no Arduino Nano	66
Figura 27 – Índice Oficial Radiação Ultravioleta	67

Figura 28 – Correspondência milivolt com IRUV	68
Figura 29 – Correspondência milivolt x IRUV e sinal analógico	69
Figura 30 – Alimentação placa Arduino Uno	71
Figura 31 – Protótipo com ligações sensores temperatura e ultravioleta.....	71
Figura 32 – Arduino Uno com Shield Ethernet na caixa de proteção	72
Figura 33 – Sensor UVM 30 A	73
Figura 34 – Sensor DHT 11	73
Figura 35 – Movimento aparente do Sol	74
Figura 36 – Índice Ultravioleta	74
Figura 37 – Gráfico índice UV e Horário do dia	75
Figura 38 - Índices Ultravioleta para Cidade de Bauru site <i>Weatheronline</i>	76
Figura 39 - Índices Ultravioleta para Cidade de Bauru site Climatempo.....	77
Figura 40 - Índices Ultravioleta para Cidade de Bauru site INPE (02/10/2018)	77
Figura 41 - Índices Ultravioleta para Cidade de Bauru site IPMET	78
Figura 42 - NodeMcu ESP 12E com Sensores de UV e Temperatura e Humidade.	79
Figura 43 – Placa Base para Esp8266 NodeMcu Esp 12E	79
Figura 44 - NodeMcu ESP 12E com placa base e bateria de alimentação	80
Figura 45 - Tela do APP Blynk no Smartphone	80

LISTAS DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CoAP	Constrained Application Protocol
CFC	Clorofluorcarbono
CL	Cloro
CO2	Dióxido de Carbono
DNA	Ácido Desoxirribonucleico
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
HTTPS	Hyper Text Transfer Protocol Secure
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IETF	Internet Engineering Task Force
INPE	Instituto Nacional de Ciências Espaciais
IoT	Internet das Coisas ou Internet of Things
IRUV	Índice dos raios ultravioleta
LTE	Long Term Evolution
O3	Ozônio
OSHW	Open Source Hardware
RFC	Request for Comment
RUV	Raios ultravioleta
PoC	Proof of Concept
WIFI	Wireless Fidelity

APÊNDICES

Apêndice 1 – Esquema de desenvolvimento da placa Arduino Uno

Apêndice 2 - Programação Arduino Uno com Sensor UVM 30 A

Apêndice 3 - Série Arduino Uno

Apêndice 4 - UV-A Sensor GUVA-S12SD

Apêndice 5 - Instalação do protótipo na residência do pesquisador

Apêndice 6 - Leituras dos Índices de raios ultravioleta

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1

1	INTRODUÇÃO	16
---	------------------	----

CAPÍTULO 2

2	RELATÓRIO TÉCNICO CIENTÍFICO.....	21
---	-----------------------------------	----

CAPÍTULO 3

3	REFERÊNCIA TEÓRICO.....	23
3.1	RAIOS ULTRA VIOLETA	23
3.2	A CAMADA DE OZÔNIO	26
3.3	CÂNCER DE PELE.....	29
3.4	INTERNET - SUA IMPORTÂNCIA NA ATUALIDADE	30

CAPÍTULO 4

4	INTERNET DAS COISAS	
4.1	A NOVA TECNOLOGIA QUE MUDARÁ NOSSO COTIDIANO	34
4.2	MODELOS DE COMUNICAÇÃO	38
4.2.1	DISPOSITIVO PARA DISPOSITIVO (<i>DEVICE-TO-DEVICE</i>)	38
4.2.2	DISPOSITIVO PARA NUVEM (<i>DEVICE-TO-CLOUD</i>)	39
4.2.3	DISPOSITIVO PARA GATEWAY (<i>DEVICE-TO-GATEWAY</i>) ...	40
4.2.4	COMPARTILHAMENTO DE DADOS (<i>BACK-END DATA SHARING</i>).....	41
4.3	<i>THINGSPEAK</i>	46
4.4	<i>BLYNK</i>	47

CAPÍTULO 5

5	HARDWARES PARA SUPORTE DA IOT	49
5.1	OSHW	49
5.2	ARDUINO	50
5.3	ARQUITETURA DE OPERAÇÃO	53
5.3.1	MICROPROCESSADOR	53
5.3.2	MICROCONTROLADOR	54
5.4	SÉRIE ARDUINO	56
5.5	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO ARDUINO UNO	58
5.6	MÓDULO WIFI ESP8266 NODEMCU ESP-12.....	60

CAPÍTULO 6

6	MATERIAL E MÉTODOS	62
6.1	ETAPAS REALIZADAS.....	64
6.2	PROTÓTIPO ARDUINO UNO.....	65
6.3	SITES DE COLETA DOS IRUV.....	75
6.4	PROTÓTIPO NODEMCU ESP12E SENSOR GUV-S12SLD.....	78
6.5	ANÁLISES DOS RESULTADOS	81
6.5.1	PRIMEIRA FASE DE COLETA.....	82
6.5.2	SEGUNDA FASE DE COLETA.....	83
6.6	TESTES COM PROTÓTIPO NODEMCU ESP12E	84

CAPÍTULO 7

7	RESULTADOS OBTIDOS.....	85
---	-------------------------	----

CAPITULO 8

8	OUTROS RESULTADOS OBTIDOS	
	8.1 PUBLICAÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS	86
	8.2 PRODUÇÃO TECNOLÓGICA.....	87
	8.3 SERVIÇOS.....	87
	8.4 CAPACITAÇÃO RECURSOS HUMANOS.....	87
	8.5 DIFUSÃO.....	87
	8.6 IMPACTOS.....	88
	8.7 DIFICULDADES.....	88
	8.8 COMENTÁRIOS GERAIS E PERSPECTIVAS	89
	BIBLIOGRAFIA	91
	APÊNDICES.....	99

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO

A industrialização mundial tem gerado poluição crescente fazendo com que, determinados produtos químicos liberados na atmosfera, impactem diretamente na redução da camada de Ozônio (MMA, 2018, web).

A camada de Ozônio é o único gás que filtra a radiação ultravioleta e a sua redução traz como consequência a exposição excessiva dos seres humanos à radiação, o que pode levar os indivíduos a riscos tais como: perda da visão, envelhecimento precoce, redução da atividade do sistema imunológico e desenvolvimento do câncer de pele (MMA, 2018, web).

O problema causado pela ação dos raios ultravioletas constitui-se uma grande preocupação da comunidade científica mundial e observa-se que diferentes ações são realizadas buscando-se diminuir os gases nocivos no meio ambiente (BRASIL, 2017, web). Apesar das iniciativas existentes, ações preventivas devem ser realizadas utilizando-se as tecnologias da Internet e Internet das Coisas à favor da sociedade.

Com base nestas primícias, foi proposto relatório técnico para Desenvolvimento, validação e uso de um dispositivo de medição dos raios ultravioleta na cidade de Bauru, interior do Estado de São Paulo.

Bauru é conhecida como *cidade sem limites* por estar situada no centro do Estado de São Paulo e ser cortada por inúmeras rodovias. Bauru encontra-se localizada a noroeste da capital do Estado e foi fundada em 1896. Sua população é estimada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (JCNET, 2018, web) em 371.690 habitantes. Situa-se a 530 m acima do nível do mar, com Latitude 22°18.8832' S e Longitude 49°3.6336' (DATEANDTIME, 2018, web).

A questão ambiental é um ponto importante tratado na cidade. Bauru possui três APAS (Áreas de Proteção Ambiental) que regimentam a proteção das bacias hidrográficas para garantir a quantidade e qualidade do abastecimento d'água (BAURU, 2018, web).

Possui, também, o Plano Municipal de Mata Atlântica e do Cerrado, que tem por objetivo a conservação e recuperação da Mata Atlântica bem como do Cerrado (BAURU, 2018, web).

Apesar destes planos, que promovem o aumento da qualidade de vida dos moradores da cidade e proteção do eco sistema, a exposição aos raios ultravioleta não é estudada e diariamente afeta a todos os moradores da cidade (G1, 2014, web).

Para que este estudo pudesse ser realizado, foram pesquisados diversos hardwares, que são utilizados nos projetos de Internet das Coisas, sendo escolhido o modelo Arduino com sensor de raios ultravioleta, que será abordado com mais propriedade neste trabalho.

O projeto teve como foco a incidência dos raios ultravioletas na cidade de Bauru, em ambiente aberto, onde a exposição do protótipo de coleta de informação recebeu a luz solar durante todo o período da pesquisa, sem interferências de árvores ou sombras que pudessem distorcer os resultados coletados.

Neste relatório técnico procurou-se investigar se a informação coletada por um *protótipo* poderia ser utilizada como fonte segura para a notificação de alertas locais de ação de radiação ultravioleta (RUV) e envio destes dados por meio da Internet, oferecendo consulta aberta, online sobre o índice de radiação ultravioleta (IRUV) a qualquer momento do dia, para todos os usuários.

Para isto foi necessário estudar, pesquisar e comparar:

1. Diferentes tipos de plataformas e sensores no processo de coleta dos RUV;
2. Estudar o método de armazenamento em sites de publicação e acesso gratuitos;
3. Analisar o resultado coletado, comparando com publicações de órgão oficiais e não oficiais.
4. Considerar a possibilidade do uso do dispositivo como fonte de consulta para medidas preventivas.

A escolha do estudo para validação de dispositivo de medição dos raios ultravioleta e seu uso na cidade de Bauru surgiu do interesse do pesquisador com informações divulgadas por dermatologistas com relação ao aparecimento esporádico de manchas na pele e que poderiam ser uma anomalia ou uma mancha natural produzida pela pele.

De acordo com pesquisas realizadas por médicos dermatologistas (Oliveira, 2014, web; INCA, 2018, web), a exposição aos RUV frequentemente não é tratada com medidas eficazes, tais como aplicação de protetor solar na pele ou ser alertado

sobre a alta incidência de RUV e, por meio de campanhas públicas esclarecedoras, por exemplo, realizar medidas preventivas.

Notícias publicadas pela imprensa, apontam que para o final do ano de 2018 até meados de 2022, as temperaturas devem estar mais elevadas que nos últimos anos (UOL, 2018, web).

Em um ambiente com maior calor é natural que se utilize roupas mais leves e claras. E, logicamente, descuida-se de proteções obrigatórias, principalmente por aqueles que já possuem uma pré-disposição com as doenças de pele.

O potencial vindo dos estudos sobre a Internet das coisas (IoT - *Internet of Things*) remete a novos dispositivos que devem surgir, ou serem construídos, a fim de facilitar o monitoramento de diversas atividades que antes só era possível mediante a consulta off-line (JAVED, 2017).

Segundo Manovich (2013, web) o software substituiu uma diversidade de tecnologias físicas, mecânicas e eletrônicas usadas antes do século 21 para criar, armazenar, distribuir e interagir com artefatos culturais.

Além do software, a infraestrutura das redes de computadores proporciona uma melhoria no trânsito das informações entre origem e destino, entre os dispositivos que coletam os dados e os destinatários da comunicação (KUROSE, 2010).

Neste trabalho, o software em conjunto com o hardware foram elementos fundamentais para que os dispositivos pudessem coletar, armazenar e publicar informações por meio da integração entre o protótipo e a internet. Para Albino (2017, web), todos os recentes desenvolvimentos nas tecnologias de redes e de telecomunicações oferecem a oportunidade de melhorar a comunicação.

Logo, a proposta deste trabalho foi um dispositivo que pudesse coletar informações dos raios ultravioleta, utilizando as atuais tecnologias existentes, a fim de prover uma informação que pudesse ser utilizada por pessoas portadoras ou com possibilidade de ter doenças de pele. A Internet das Coisas pode colaborar, provendo informação em tempo real a fim de que decisões sejam tomadas de forma instantânea.

A apresentação dos dados online facilita as análises e tomadas de decisão, pois atuar pontualmente pode trazer benefícios: trabalha-se de forma preventiva ao invés de trabalhar com dados que já ocorreram, o que em muitos casos pode não trazer os benefícios esperados de um sistema tecnológico.

A Internet das Coisas fornece resultados positivos na melhora da qualidade de vida quando utilizada para monitorar e identificar possíveis problemas com base no acompanhamento de sensores em dispositivos (MORALES, ALBINO;2017; Web).

Desta forma, a elaboração de um dispositivo que possa apresentar os dados online e ser disponibilizado para a comunidade, pode ser um elemento útil em colaborar com a informação para que as pessoas possam se prevenir com os efeitos negativos vindo dos RUV, analisando ao IRUV que estão expostos.

Para este projeto utilizou-se de literaturas de pesquisadores como Ara (*Internet of Things Architecture and Applications: A Survey*, 2018, web), Evans (*How the Next Evolution of the Internet Is Changing Everything*, 2011, web), Lacerda (Da necessidade de princípios de arquitetura da Informação para a Internet das Coisas. *Perspectivas em Ciência da Informação*, 2018, web) , Lima-Marques (Estudos de caso e sua aplicação: proposta de um esquema teórico para pesquisas no campo da contabilidade, 2012, web) , Monk (*Programação com Arduino – Começando com Sketches*, 2013) que vislumbraram o potencial da Internet das Coisas chamando atenção sobre as arquiteturas a serem utilizadas e os modelos de comunicação

Para o desenvolvimento deste trabalho, adotou-se as metodologias:

- 1) pesquisa descritiva ou experimental: desenvolvimento de um protótipo na plataforma *Open Source Hardware (OSHW)* utilizando-se a metodologia de Prova de Conceitos, que será abordada no capítulo Materiais e Métodos.
- 2) Pesquisas exploratórias em livros impressos, revistas, artigos e dissertações disponíveis na Web. Para Cervo; Bervian (2002) a pesquisa bibliográfica tem por objetivo explicar um problema com base nas referências já publicadas por outros autores que já realizaram pesquisas e estudos sobre o tema. Lima; *et al.* (2012, web, p.129) comenta que “Para se construir um novo conhecimento, o pesquisador deve se colocar em atitude de aprendizagem, de querer descobrir o novo, de procurar encontrar fundamentos para esclarecer dúvidas inerentes aos fatos, pessoas, objetos e fenômenos da natureza.”

Para Gil (2009, p.27) a pesquisa exploratória tem por objetivo “desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, tendo em vista a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores”

O trabalho foi estruturado da seguinte maneira: Capítulo1 – Introdução. O relatório técnico científico encontra-se no Capítulo 2. Realizou-se os estudos dos referências teóricos na abordagem do Capítulo 3. O Capítulo 4 trata sobre a Internet das Coisas, tendo o capítulo 5 uma discussão sobre os hardwares para suporte aos projetos de Internet das Coisas. No Capítulo 6 realizou-se a abordagem sobre material e métodos e o Capítulo 7 discorreu-se sobre os resultados. E, finalizando o trabalho, outros resultados obtidos foram apresentados no Capítulo 8.

CAPITULO 2**2. Relatório Técnico-Científico**

Nome do Produto: BRURUV (Protótipo com Hardware Open Arduino Nano e Sensor Raios Ultravioleta)

Período de Execução: 8 meses

Valor do Projeto: R\$ 4.992,00, detalhado no quadro 1.

Bolsas - Financiamentos – Convênios e Parcerias: (Não houve)

Instituições participantes:

O projeto foi desenvolvido na residência do mestrando, morador da Cidade de Bauru, SP. O local escolhido deve-se ao fato da facilidade da observação do experimento, atuar rapidamente em eventuais erros, travamento, queima ou queda de tensão. O projeto não teve apoio financeiro, sendo os recursos necessários custeados pelo mestrando, sendo realizado sob a orientação do Prof. Adj. João Pedro Albino.

Caracterização da Pesquisa: Pesquisa Técnico Científica de Base Tecnológica

Caracterização da pesquisa com uma breve justificativa para o enquadramento:

O Prof. Adj. João Pedro Albino possui Graduação e Mestrado em Ciência da Computação e doutorado em Administração, tendo orientado o Projeto do Mestrando Ivan Leal Morales, com formação de Técnico em Eletrônica, Graduação em Administração de Empresas e Gestão de Sistemas e Informação, com Especialização em Docência do Ensino Superior e Criptografia e Segurança de Redes de Computadores.

Quadro 1 - Equipamentos e Materiais adquiridos:

Item	Quantidade	Descrição	Valor	Total
1	3	Arduino Uno R3 Rev3 Atmega328 + Cabo Usb	R\$ 60,00	R\$ 180,00
2	2	Placa Arduino Nano V3 Atmega328 + Cabo Usb	R\$ 40,00	R\$ 80,00
3	2	NodeMcu Esp8266 12E	R\$ 40,00	R\$ 80,00
4	2	Base Modulo Node Mcu Esp8266 V3 - Nodemcu e Fonte 9v	R\$ 36,00	R\$ 72,00
5	2	Sensor Ultravioleta GUV-S12SDL	R\$ 25,00	R\$ 50,00
6	1	Sensor Ultravioleta UVM 30A	R\$ 85,00	R\$ 85,00
7	1	Caixa Hermética	R\$ 2,00	R\$ 15,00
8	1	Roteador Wireless LinkSys	R\$ 80,00	R\$ 80,00
9	1	Tubulação externa para rede de dados	R\$ 10,00	R\$ 10,00
10	8	Energia	R\$ 10,00	R\$ 80,00
11	2	Caixas transparente	R\$ 5,00	R\$ 10,00
12	1	Livros de Arduino, Sensores, Comunicação	R\$ 250,00	R\$ 250,00
13	80	Estimativa de custos de Programação considerando 80hs de desenvolvimento a R\$ 50,00/h	R\$ 50,00	R\$ 4.000,00
			Total	R\$ 4.992,00

Fonte: autoria própria (2018)

CAPÍTULO 3

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Raios Ultravioleta

O Brasil é um país privilegiado. Na maior parte do ano recebe incidência da luz solar por causa da sua posição no globo terrestre. Este fato faz com que todos estejam expostos a receber radiação solar durante todo o ano, aumentando consideravelmente quando entramos no verão (OLIVEIRA, 2014, web).

O Sol é nossa fonte de calor e energia. O processo mais importante responsável pela transferência de energia vinda do Sol na atmosfera é a radiação eletromagnética, que viaja em forma de ondas na velocidade da Luz (LIOU, 2002, web).

Para Oliveira (2014 p.1, web), “tomando-se por base o senso comum, o efeito direto da ação da luz solar sobre a pele humana - o bronzeamento – significa aparência saudável. Todavia do ponto de vista científico, a exposição humana aos raios solares é tema de consideráveis debates e preocupações”. O espectro de radiação solar pode ser classificado por meio de intervalos de onda λ que compreende raios-x e gama, ultravioleta, visível, infravermelho e micro-ondas. (JESUS, 2015).

A radiação ultravioleta (RUV) corresponde 5% de toda radiação emitida pelo Sol que atinge o topo da atmosfera (BOLOGH, 2011, web). É uma radiação que, quando atinge altos índices, causa impactos em todos os seres vivos. Corrêa (2005, web) comenta:

Dentre esses efeitos podem ser destacados: a atenuação do crescimento de lavouras e frutos (CALDWELL et al., 2003), a diminuição da produção de fitoplâncton (Häder et al., 2003), os cânceres e mutações genéticas em peixes e anfíbios (TIEGTE et al., 2001), o desgaste e deterioração de tintas e polímeros (ANDRADY et al., 2003), dentre outros. Em especial, sobre os seres humanos a radiação ultravioleta exerce uma série de efeitos nocivos, tais como: queimaduras, envelhecimento precoce, depleção do sistema imunológico, catarata e diversos tipos de cânceres de pele.

De acordo com Oliveira (2014, web) ao atingir nossa pele a RUV penetra profundamente e desencadeia reações imediatas, como, por exemplo, *queimaduras solares*. A RUV é representada pela faixa de espectro eletromagnético que tem como

comprimentos de onda de 100 e 400nm¹ (1nm = 10⁻⁹m). O efeito do acúmulo de RUV durante toda a vida pode provocar o envelhecimento da pele e alterações genéticas, o que pode predispor uma pessoa ao câncer de pele.

Nota-se que a RUV está presente diariamente no cotidiano e grande é o seu potencial de causar anomalias. Grande parte da população não se dá conta dos efeitos negativos da RUV e os métodos de proteção que deveria ser implementado e não temos um sistema de alertas eficiente, seja de órgãos institucionais ou empresas privadas no sentido de alertar a população sobre os problemas da exposição excessiva a RUV e os efeitos nocivos (JESUS, 2015). O problema da degradação ambiental tem como fator a interferência do homem que, apesar dos alertas e dos acordos mundiais, não vem surtindo efeitos quando se pensa na questão da alta concentração da RUV e seus efeitos maléficos para a raça humana (Corrêa,2010, web).

Para Santos (2010 p.4, web) “[...] o meio ambiente está em constante alteração, na maioria das vezes, devido a causas naturais e a modificações humanas destinadas à produção de alimentos, à criação de assentamentos e infraestrutura e a produção e comercialização de produtos”.

Quando é excedido os limites de segurança do organismo, ou o que ele pode suportar de carga da onda da RUV, causa efeitos danosos à saúde humana. A pele, os olhos e o sistema imunológico são os órgãos mais lesados (SANTOS, 2010, web).

A RUV pode ser dividida em três intervalos de comprimento de onda: RUV tipo A² (UVA) entre 315 e 400nm, RUV tipo B (UVB) entre 280 e 315 nm e RUV tipo C (UVC) entre 100 e 280nm.

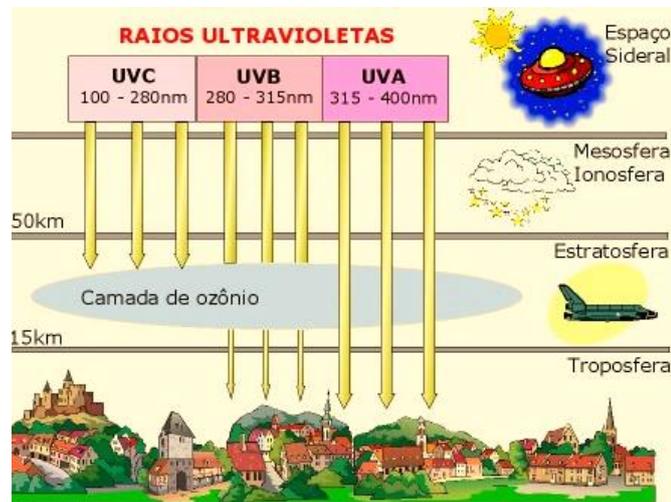
A RUV do tipo C não oferece nenhum perigo para os seres vivos pois é totalmente absorvida pelo oxigênio e ozônio que estão presentes nas camadas

¹ Nanômetro (nm) 1nm equivale a um bilionésimo do metro. Ela é uma unidade de medida utilizada para expressar um comprimento de onda (RAIOS-ULTRAVIOLETA, 2018, web).

² Radiação UVA (faixa de comprimento de onda entre 320 e 400 nm: As radiações UVA, de maior comprimento de onda, são menos energéticas e 600-1000 vezes menos eritematógenas (vermelhidão) que os UVB. Dependendo da pele e da intensidade da radiação recebida, o eritema causado é mínimo. Quando comparada à radiação UVB, sua capacidade em induzir eritema na pele humana é aproximadamente mil vezes menor, porém penetra mais profundamente na derme. Induz pigmentação da pele promovendo o bronzeamento por meio do escurecimento da melanina pela foto oxidação (é a degradação de uma superfície de polímero, na presença de oxigênio ou ozônio) da leucomelanina, localizada nas células das camadas externas da epiderme. É mais abundante que a radiação UVB na superfície terrestre (UVA 95%, UVB 5%). Histologicamente causa danos ao sistema vascular periférico e induz o câncer de pele, dependendo do tipo de pele e do tempo, frequência e intensidade de exposição (EBAH, 2009, web).

superiores da atmosfera. A RUV tipo B é muito absorvida pelo ozônio presente na estratosfera e o que não é absorvido, atinge a superfície terrestre em pequenas quantidades, mas pode ser o suficiente para causar efeitos nocivos como queimaduras, envelhecimento precoce, queda do sistema imunológico, catarata e diversos tipos de cânceres de pele (OLIVEIRA, 2014, web). A RUV tipo A é pouco absorvida pelos gases presentes na atmosfera e atinge a superfície terrestre em grandes quantidades. Na Figura 1 temos a representação dos efeitos dos tipos de RUV.

Figura 1 - Espectro UVA



Fonte: ebah (2009)

Para Bologh (2011, web) o DNA é um dos principais alvos da radiação UV. A epiderme e a derme sofrem alterações químicas após exposição excessiva. Isto pode favorecer lesões que podem pré-malignas ou malignas. Orazio (2013, p.1) comenta:

A radiação UV (UV) é classificada como um “carcinógeno completo”, pois é tanto um agente mutagênico, quanto inespecífico e tem propriedades tanto de um iniciador tumoral quanto de um promotor tumoral. Em abundância ambiental, a radiação ultravioleta é o fator de risco modificável mais importante para o câncer de pele e muitos outros distúrbios cutâneos influenciados pelo ambiente. No entanto, a radiação ultravioleta também beneficia a saúde humana ao mediar a síntese natural de vitamina D e endorfinas na pele, portanto a UV tem efeitos complexos e mistos na saúde humana. No entanto, a exposição excessiva à radiação UV acarreta riscos profundos para a saúde, incluindo atrofia, alterações pigmentares, enrugamento e malignidade.(Tradução livre)

3.2 A Camada de Ozônio

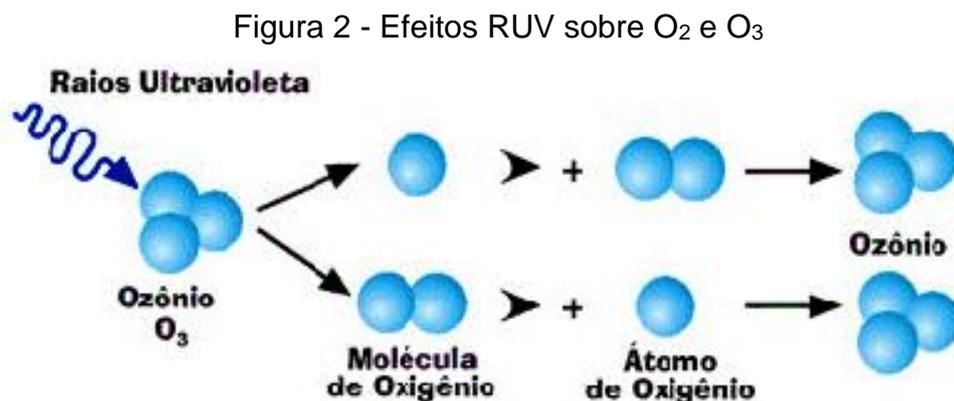
O que tem protegido os seres vivos dos efeitos negativos da RUV é a camada de O_3 . Localiza-se entre 10 a 50 mil metros de altitude, na região da atmosfera terrestre. A concentração de O_3 nesta região é de 85% a 90% e é onde ocorre toda absorção RUV (COARITI, 2017, web).

Para a WWF.org (2015, web) a O_3 é uma região da atmosfera terrestre que constitui um “escudo solar natural”, uma vez que filtra os RUV nocivos provenientes do sol antes que possam atingir a superfície do planeta e causar danos aos seres humanos e a outras formas de vida.

MMA.gov (2018, web) comenta que ozônio tem funções diferentes dependendo da altitude que se encontra: na estratosfera, O_3 é criado quando a RUV interage com a molécula de oxigênio e quebra em dois átomos. O átomo de oxigênio liberado une-se a uma molécula de O_2 , formando assim o O_3 .

O O_3 é destruído de forma natural na estratosfera devido à absorção da RUV. Quando destruída a O_3 libera um átomo de O_2 e uma molécula de O_2 que com uma nova combinação formam novamente o O_3 .

Pela Figura 2, pode-se observar que as reações químicas feitas pelas formas naturais se destroem e se recompõem novamente, gerando O_3 .



Fonte: mma.org.br (2017)

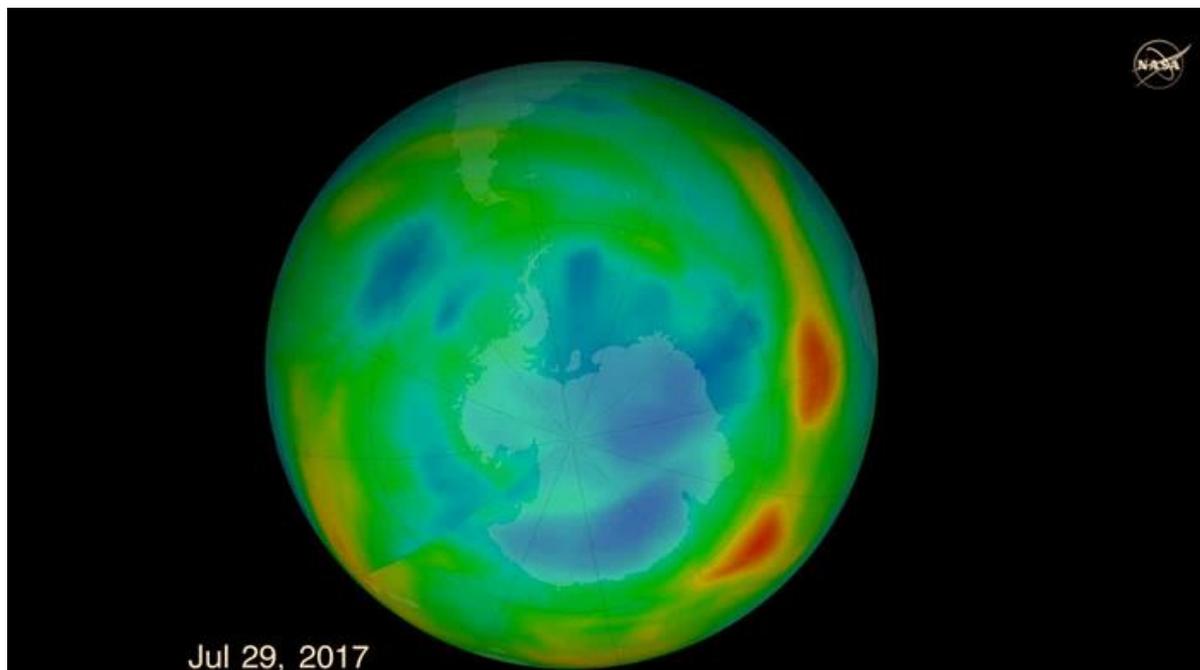
De acordo com COARITI (2017, web) determinados produtos químicos produzidos nas indústrias do mundo ou de forma natural, como dos ventos no solo causando erosão causaram e têm causado a destruição do O_3 .

MMA (2018, web) comenta:

“Apesar da sua relevância, a camada de ozônio começou a sofrer com os efeitos da poluição crescente provocada pela industrialização mundial. Seus principais inimigos são produtos químicos como Halon, Tetracloreto de Carbono (CTC), Hidroclorofluorcarbono (HCFC), Clorofluorcarbono (CFC) e Brometo de Metila, substâncias controladas pelo Protocolo de Montreal e que são denominadas Substâncias Destruidoras da Camada de Ozônio - SDOs. Quando liberadas no meio ambiente, deslocam-se atmosfera acima, degradando a camada de ozônio”.

As substâncias criadas pelo homem têm destruído a camada de O₃. Cientistas Britânicos, em estudos realizados em 1977 detectaram a existência de um buraco na camada de O₃ conforme Figura 3. Outros estudos revelaram que várias regiões do globo terrestre têm problemas com perda de O₃ (WWF, 2017, web).

Figura 3 - Buraco da Camada de Ozônio



Fonte: wpr (2014)

Liou (2002, web) comenta que as concentrações de O₃ diminuíram em grande parte no globo terrestre a uma taxa de 4-5% por década em latitudes médias em ambos os hemisférios, de acordo com observações terrestres e por satélite.

Dentro todos os produtos químicos, o principal agente destruidor de O₃ é o CFC. O CFC que tem seu uso em equipamentos de refrigeração e na produção de plásticos.

Segundo Coariti (2017, p.9) “[...] os CFC foram muito usados na indústria e na fabricação de geladeiras e condicionadores de ar e aerossóis propiciando uma destruição maior de Ozônio em período fora do normal”.

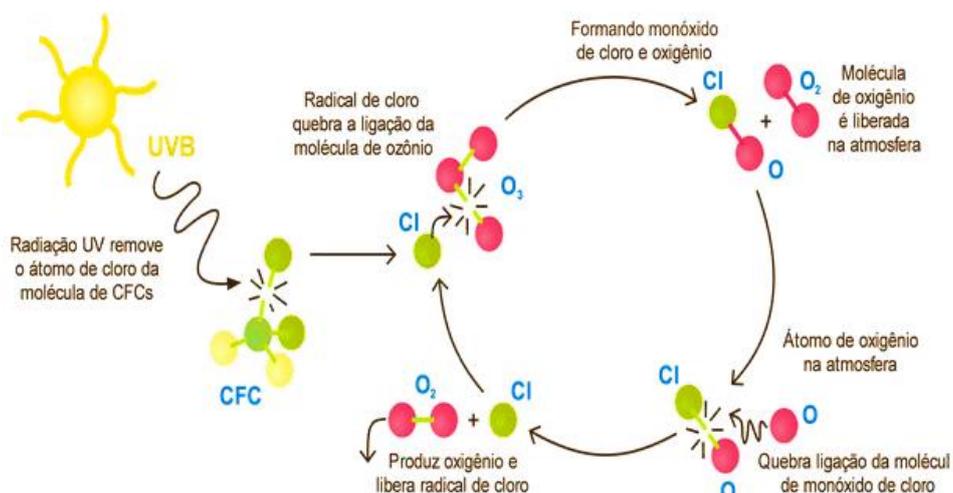
Ao chegar à estratosfera, depois de liberados na natureza, é destruído pela RUV liberando CL. O CL reage com O_3 e transforma-se em O_2 . O O_2 não tem propriedades de absorção da RUV. Logo não tem nenhuma capacidade de realizar a proteção que o O_3 realiza.

WWF (2017, web) comenta:

A quebra dos gases CFCs é danosa ao processo natural de formação do ozônio. Quando um desses gases ($CFCI_3$) se fragmenta, um átomo de cloro é liberado e reage com o ozônio. O resultado é a formação de uma molécula de oxigênio e de uma molécula de monóxido de cloro. Mais tarde, depois de uma série de reações, outro átomo de cloro será liberado e voltará a novamente desencadear a destruição do ozônio.

Como pode ser observado no esquema da Figura 4, a formação do monóxido de CL traz grandes prejuízos ao meio ambiente. A RUV que não é mais absorvida pela quebra da molécula de O_3 , chegando à superfície da Terra. A RUV em excesso atingindo os seres vivos sem as devidas proteções causa impactos nas pessoas, que podem desenvolver câncer de pele, na vida marinha afetando os plânctons, que vivem na superfície do mar e colaboram para o equilíbrio do meio ambiente, pois absorvem grande parte do CO_2 do planeta.

Figura 4 - Esquema didático de como a molécula de ozônio é destruída



Fonte: mma (2018)

3.3 Câncer de pele

Segundo INCA (2018, web), câncer é o nome dado a um conjunto de mais de cem doenças que têm em comum o crescimento desordenado (maligno) de células que invadem os tecidos e órgãos, podendo espalhar-se para outras regiões do corpo.

Os diferentes tipos de câncer recebem nomes específicos: se tem início nos tecidos epiteliais como pele ou mucosas, recebe o nome de carcinoma; se tem seu início nos ossos, músculos ou cartilagem recebe o nome de sarcoma. A velocidade de expansão das células doentes recebe o nome de metástases.

A ação dos RUV tem efeito direto sobre o envelhecimento da pele devido à exposição de forma descontrolada. Para Bologh (2011, web) os raios ultravioletas são os maiores causadores de câncer de pele, envelhecimento precoce e aparecimento das queratoses³ solares. A exposição solar tem efeito cumulativo, podendo o câncer de pele surgir muitos anos mais tarde.

Coariti (2017, web) comenta que o câncer de pele é o tipo mais comum de câncer em pele clara nas populações em todo o mundo. Oliveira (2014, web) menciona que a exposição solar tem efeito acumulativo podendo a doença surgir anos mais tarde.

Margotto (2016, web) cita:

As neoplasias malignas de pele [...] são amplamente reconhecidas por sua associação com a exposição à radiação solar e por sua maior incidência em populações de pele clara. A radiação ultravioleta é o carcinógeno físico mais importante na natureza, causando danos à estrutura genética celular. Esta ação acarreta uma alta incidência de câncer de pele nos Estados Unidos e na Austrália por conta dos hábitos populacionais de exposição solar nas regiões subtropicais por indivíduos de pele clara. Sendo assim, a exposição a raios ultravioleta é considerada o fator de risco mais importante para o desenvolvimento de câncer de pele, tanto no âmbito de hábitos de exposição e proteção quanto no que diz respeito ao fenótipo claro de pele, olhos claros, cabelos claros e ruivos, presença de sardas na infância, idade avançada, descendência do norte europeu e história pregressa de queimaduras solares.

³ Ceratoses ou queratoses actínicas são neoplasias benignas da pele com potencial de transformação para um tipo de câncer de pele (carcinoma de células escamosas ou carcinoma espinocelular). [...] Como os efeitos da radiação UV são cumulativos, pessoas mais velhas são as mais suscetíveis a desenvolver ceratoses actínicas. Porém, em raros casos, podem acometer pessoas mais jovens que têm propensão a desenvolver ceratoses, como aquelas com um sistema imunológico enfraquecido por quimioterapia, AIDS, transplantes ou, ainda, exposição excessiva à radiação. Deste modo, acomete principalmente indivíduos adultos e idosos de pele mais clara, representando o quarto diagnóstico dermatológico mais comum no Brasil. [...] entre 40% e 60% dos carcinomas começam por causa de ceratoses não tratadas. A presença de múltiplas ceratoses indica dano solar intenso, sendo mais provável evoluir para câncer da pele. (SBD, 2017, web)

Nota-se que não existe por parte das pessoas nem por parte do Governo um instrumento que possa alertar as pessoas, em tempo real, sobre os perigos a que todos estamos expostos.

A exposição diária aos raios ultravioleta pode levar ao câncer de pele, que será descoberta anos mais tarde. Mesmo que algumas ações sejam realizadas, como por exemplo, proteger-se na sombra ou usar guarda-sol na praia, estas não são suficientes para minimizar os efeitos do RUV na pele. O uso do guarda-sol pode reduzir em torno de 40 a 50%, entretanto a areia da praia reflete 15% da RUV (GREINERT, 2015, WEB).

Greinert (2015, web) ainda comenta proteções como cobrir a pele, uso de chapéu com abas largas, uso de roupas com mangas apertadas e próximas a pele, uso de óculos de sol são fatores que minimizam os efeitos do RUV. Aplicação de protetores solares são indicados, porém, pode motivar as pessoas a permanecer a ficar mais tempo ao sol, aumentando os riscos na exposição. O departamento de administração dos EUA (FDA) recomenda aplicação de protetor solar, na ordem de 2mg/cm². Entretanto, o FDA cita que na prática a espessura de aplicação varia de 0,5-1,0 mg/cm², uma cobertura bem menor que recomendada.

Nas pesquisas realizadas, não foram encontrados dispositivos que de forma online e contínua oferecesse apoio e alerta para informar às pessoas quando da exposição excessiva ao sol. Pressupõe-se que a infraestrutura da Internet pode colaborar com tecnologias que possam enviar os alertas por este meio.

3.4 Internet: sua importância na atualidade

A Internet é um meio consolidado pelo qual as informações são trocadas ao redor do globo terrestre. É constituída por uma extensa infraestrutura, construída ao longo do tempo e colabora para a formação de uma grande rede de comunicação, agilizando as tarefas, reduzindo processos, custos, prazos de entrega, integrando a sociedade. A Internet tem a capacidade de interligar qualquer dispositivo computacional, espalhado em qualquer ponto desta rede e que estão dentro de uma rede de computadores. Jogos eletrônicos, consoles de games como Xbox,

Playstation, transmissão ao vivo de eventos de qualquer natureza, ou seja, uma infinidade de atividades que mudaram a cotidiano das pessoas e das empresas⁴.

Para Comer (2006, p.1) [...] “a tecnologia forma a base da Internet, acomodando várias tecnologias de hardwares básicas, oferecendo um modo de interconectar as redes e definindo um conjunto de convenções de comunicação que as redes utilizam para interoperar”.

Para Kurose (2010, p.2) [...] “a Internet é uma rede de computadores mundial, que interconecta milhares de dispositivos computacionais ao redor do mundo, conforme mostrado na Figura 5.

Figura 5 - Dispositivos conectados



Fonte: minhaconexao (2017)

Tanenbaum (2003) comenta que o objetivo maior de uma rede de computadores deve ser o compartilhamento de recursos que independe da localização física dos usuários.

⁴ Os textos compilados neste capítulo referem-se a artigos publicados no I Seminário Nacional GEMS 2017 – UNESP – CAMPUS DE BAURU – SP: Internet das Coisas – Estudo de caso: Arquitetura e Aplicativos para IOT e Internet das Coisas: Tecnologias vestíveis – *Wearables*. Bauru: UNESP, 2017; 6º Encontro SENAC de Conhecimento Integrado: Protocolos de Comunicação para Operação da Internet das Coisas. Bauru: SENAC, 2017 e Automação Residencial com Arduino e Sensores de Comunicação; Integrando Tablet e Arduino para Monitoramento de Raios Ultra Violeta – XI Jornada Científica – FIB – Bauru. Textos revisados e atualizados.

Publica-se mensagens eletrônicas, fotos, filmes, notícias integrando as pessoas e seu cotidiano. Supera-se as barreiras físicas e temporais. Perde-se a percepção do tempo e espaço, tornando-se parte do cotidiano: tornou-se ubíqua.

Weiser (1991, p.1, web) em seu artigo “O computador do século XXI” refere-se à computação ubíqua como aquela que se torna tão transparente para o ser humano que perde-se a percepção que está ao nosso redor.

Nota-se que, diariamente, a sociedade tem sido beneficiada desde que a Internet surgiu com a consolidação das redes de computadores. A Internet é um modelo de tecnologia concebido para ser um instrumento de conectividade, uma infraestrutura capaz de prover informações colaborativas aos sistemas que usam seus protocolos para se comunicar.

Protocolos de comunicação são os meios, pelos quais, equipamentos computacionais trocam informações entre si, por meio de regras, provendo segurança, controle, velocidade na informação (KUROSE, 2010).

Kurose (2010, p.6) comenta:

Um protocolo de rede é semelhante a um protocolo humano; a única diferença é que as entidades que trocam mensagens e realizam ações são componentes de hardware ou software de algum equipamento. [...] Todas as atividades da Internet que envolvem duas ou mais entidades remotas comunicantes, são governadas por um protocolo.

Por meio deste protocolo é que qualquer equipamento da rede tem a possibilidade de enviar e receber informação em uma rede de computadores. Não haveria sentido existir uma malha de comunicação tão complexa sem que trouxesse benefícios da disponibilidade das informações a todos, em qualquer instante.

Weiser (1991, web) comenta que a informação é uma matéria-prima: as tecnologias se desenvolvem fornecendo informação para que o homem atue sobre ela. No passado era utilizada para agir sobre as tecnologias, criando artefatos ou adaptando aqueles já existentes.

Nota-se que a informação é um ativo valioso pois carrega valor que pode ser utilizado para aqueles que a possuem ou repassam para terceiros. Fornece inúmeras possibilidades de pesquisas e geram oportunidades de aprendizado, negócios, mudam o modo de ver e analisar situações. A informação permite que se altere os fatos que estão ocorrendo no momento, pois a integração da tecnologia assim permite.

Quando os sistemas não eram integrados por causa da falta de conectividade que permitisse que tudo fosse analisado de forma online, uma empresa consolidava seus resultados muitos dias após o fechamento mensal de seus resultados. Atualmente, consegue avaliar seus resultados na medida que os fatos ocorrerem. A conectividade trazida pela Tecnologia mudou o modo do comportamento das empresas.

CAPÍTULO 4

4 Internet das Coisas

4.1 A nova tecnologia que mudará nosso cotidiano

O advento da Internet trouxe um enorme potencial no campo de novas ideias e inovações que podem gerar novos produtos ou serviços, fornecendo benefícios a nossa sociedade que poderá mudar o modo como realizamos nossas atividades, podendo interferir no dia a dia, gerando um benefício comum. Alguns autores descrevem a Internet como um elemento que faz parte de nossas vidas (Comer, 2006; Kurose, 2010). Fazendo um paralelo com a computação ubíqua Weiser (1991, web) a Internet se tornou transparente sem que perceba se que encontra ao nosso redor.

Assim, tecnologias como *smarthphone* que surgiram e causaram impactos na sociedade (MANTOVANI, 2017, web), aproveitando a infraestrutura de comunicação existente, a Internet das Coisas surge como uma expansão da própria Internet.

Para Ara (2016, p.1, web) [...] “todos os objetos físicos, como eletrodomésticos, os veículos, os sensores, os atuadores, os telefones móveis etc. são igualmente capazes de adquirir, sentir e comunicar-se um com o outro, sem qualquer envolvimento humano”.

Em 1990, John Romkey foi desafiado a ligar a torradeira pela Internet. Realizou-se este desafio conectando-a à uma rede de computadores por meio de protocolos de comunicação nativos da Internet. Modificou-se o processo de inserir o pão, que era manual, montando um robô provido de braço mecânico controlado pela Internet, que introduzi o pão na torradeira, automatizando assim o processo (MANCINI, 2017, WEB). Foi chamado de primeiro protótipo da *IoT*.

Alguns anos depois, em 1999, Kevin Ashton, cofundador e diretor executivo do Auto-ID Center apresentou uma nova visão sobre RSSF para a rastreabilidade dos produtos na cadeia de distribuição do sistema logístico. Surge o termo *Internet of Things (IoT)*, que foi utilizado para que os executivos tivessem atenção sobre a nova proposta apresentada (ASHTON, 2009, WEB).

Alguns autores (SANTUCCI, 2012, WEB; LACERDA;LIMA-MARQUES, 2015, WEB) afirmam que, quando os objetos podem sentir o ambiente e se comunicar, tornam-se ferramentas poderosas, respondendo aos sistemas com eficiência.

Conectar objetos para extrair informações e usar para benefício da sociedade é algo que já vem sendo estudado mais de 20 anos. É uma inovação tecnológica,

baseada em artefatos já consolidados como Internet e objetos inteligentes. Protocolos de comunicação são inseridos em dispositivos cada vez menores, oferecendo uma alta capacidade de processamento, obtendo informações instantâneas dos dados enviados pelos sensores (IETF, 2015, web). A *IoT* é uma nova tecnologia que mudará os conceitos tecnológicos da sociedade que vivemos. Mudará os modelos de negócios pois os objetos. A linha que divide o mundo real do virtual será muito estreita (LACERDA; LIMA-MARQUES, 2015, web).

A conexão dos objetos cria um mundo mais inteligente (ASHTON, 2009, web): se estes possuem uma informação, onde é possível extrair, estudar, compartilhar, gerando benefícios para a sociedade (LACERDA; LIMA-MARQUES, 2015, web).

A conexão dos objetos cria um mundo mais inteligente pois: se os objetos possuem uma informação, é possível sua extração, estudo, compartilhamento gerando benefícios para a sociedade (LACERDA; LIMA-MARQUES, 2015,web). Para Kranenburg (2012,web) a *IoT* é como o vento: Você vê as coisas se movendo, sabe que algo está se movendo, mas não sabe exatamente o que está acontecendo. Temos a computação pervasiva.

Para Weiser (1991, web) a computação pervasiva é aquela que está distribuída no ambiente. Dotada de sensores um computador teria a capacidade de sentir as variações do ambiente ao seu redor e gerar novos modelos computacionais, se ajustando aos usuários. Haveria uma capacidade de interação automática entre usuários e dispositivos, criando um contexto inteligente.

Nota-se que a infraestrutura da Internet permite a existência da *IoT*, por meio dos mesmos protocolos de comunicação utilizados na Internet, os objetos enviam as informações a sensores, que conectados a dispositivos de processamento OSHW, processam e distribuem a informação para os clientes na Internet. Ao nosso redor temos uma infinidade de objetos onde existem informações, que podem ser extraídas e utilizadas como: consumo de energia, água, temperatura, umidade, direção do vento, pressão, rotação ou seja, os mais variados tipos de objetos tangíveis ou intangíveis que pode ter uma informação. Quando temos dispositivos em pequena escala e com processamento, pode-se agregar sensores, permitindo a coleta e envio da informação a um dispositivo móvel, como smartphone, que pode se comunicar com

o dispositivo de processamento por meio do Bluetooth⁵, conforme mostrado na Figura 6.

Figura 6 - Aplicações e perfis do Bluetooth Low Energy (BLE)



Fonte: embarcados (2016)

O que se percebe é que a *IoT*, dotada de sensores ligados a OSHW pode ser configurada para interagir com o ambiente mediante a uma análise de uma situação. Seria um ambiente interativo, reafirmando o que Kranenburg (2012, web) comenta: o ambiente em constante movimento, sendo monitorado, ajustado, adaptado para a situação em que se encontra.

A *IoT* envolve sensores identificados com RFID. Conecta objetos a outros objetos ou a OSHW. Nanochips podem ser implantados em seres vivos e identificados nas redes de comunicação pois ocorre a troca de informações por ondas de rádio. Um carro dotado de inúmeros sensores pode trocar informações, por meio do GSM/GPRS⁶, quando alguma anomalia estiver ocorrendo, informando ao condutor qual destino mais próximo para execução de um reparo no veículo. Sensores espalhados pelas galerias pluviais da cidade poderiam alertar os motoristas quando um excesso

⁵ Bluetooth é um protocolo sem fio para trocar dados em pequenas distâncias a partir de dispositivos fixos e móveis. A tecnologia Bluetooth permite que telefones celulares, computadores, PDAs, impressoras e alto-falantes sejam conectados com facilidade através dessa conexão sem fio de curto alcance. [...] A tecnologia Bluetooth pode manipular transmissões de dados e de voz ao mesmo tempo (MOTOROLA, 2018, web).

⁶ As siglas, traduzidas do inglês, significam respectivamente “Serviços Gerais de Pacote por Rádio” e “Sistema Global de Comunicação Móvel”. Os sistemas GSM/GPRS são responsáveis por transmitir as informações recebidas pelo módulo GPS (satélite) para um servidor, que por sua vez fará uma interpretação dos dados através de um software. [...] através desses dois componentes (receptor GPS e transmissores GPRS/GSM), torna-se possível o serviço de rastreamento. [...] além disso, no caso de caminhões, carros e outros veículos, ainda é possível extrair uma infinidade de informações, como o tempo em que o motor está ligado, se está chovendo, a velocidade média de direção, entre diversas outras possibilidades (SIMPLESGPS, 2017, web).

4.2 Modelos de comunicação

A partir do momento que tem-se informações de objetos enviadas aos dispositivos móveis e/ou web pois estão conectadas a uma rede de comunicação online, abre-se inúmeras possibilidades de serviços utilizando-se as informações. Com a IoT imagina-se aplicações nas inúmeras áreas da atuação humana. Lógico que deve-se considerar o ambiente e o processo que o objeto está inserido, a fim de gerar informações úteis e que possam ser utilizadas a fim de gerar valor. Projetos de IoT necessitam levar em consideração a arquitetura existente no qual a IoT será inserida.

Quando se analisa o ambiente a ser monitorado, diferentes perspectivas se abrem, pois é preciso pensar na estrutura dinâmica onde as informações coletadas irão fluir pelo ambiente para utilização local ou em qualquer ponto da rede de computadores e da Internet (WEISER, 1991, WEB; KRANBERG, 2012, WEB).

Nota-se que a IoT tem estado em desenvolvimento constante pois a comunidade composta por estudantes, pesquisadores, empresas tem buscado soluções para os mais variados tipos de problemas. A IoT pode prover aplicações com inúmeras funções: basta que um objeto possa ser monitorado e uma informação extraída e compartilhada, para criar valor e velocidade.

O IETF(2018, web) por meio das RFC's⁷ busca orientar e padronizar todos os aspectos das redes de computadores, protocolos de comunicação, procedimentos, programas e conceitos para que seja seguido pelos desenvolvedores e fabricantes de hardwares e softwares.

Para padronizar o desenvolvimento específico da IoT foi publicada em março de 2015 a RFC 7452 denominada *Architectural Considerations in Smart Object Networking* e define quatro modelos de comunicação para IoT, a fim coletar informações (ARA, 2016; IETF, 2018, web; SKOURLETOPOULOS, 2018, web) que serão discutidos em seguida.

4.2.1 Dispositivo para dispositivo (*Device-to-device*)

É a comunicação entre dois dispositivos, de forma direta, onde estão envolvidos dispositivos diferentes fornecedores executando diferentes funções. É preciso levar em consideração os protocolos de comunicação para a efetiva comunicação (ARA,

⁷ RFC (*Request for Comment*): “são documentos técnicos desenvolvidos e mantidos pelo IETF (Internet Engineering Task Force), instituição que especifica os padrões que serão implementados e utilizados em toda a internet” (CANALTECH, s/n).

2016; SKOURLETOPOULOS, 2018, web). As informações sobre protocolos, design de construção, armazenamento e transmissão de dados, endereçamento IP, WIFI, Bluetooth devem ser claras a fim de garantir a interoperabilidade. Na Figura 8 encontramos dois elementos diferentes: um *smartphone* e uma cafeteira, que se comunicam por meio do Bluetooth.

Nota-se que qualquer *smartphone* deve acessar a cafeteira, conectando-se com sucesso, bastando para isto que as regras de acesso e segurança sejam estabelecidas. O fabricante da cafeteira precisa se responsabilizar pelo aplicativo e garantir que os protocolos de comunicação fechem conexão. Eventuais problemas com versões diferentes de sistemas operacionais devem ser evitados ou divulgados pelo fabricante do software.

Figura 8 - Conexão Smartphone – Cafeteira por meio Bluetooth



Fonte: embarcados (2016)

4.2.2 Dispositivo para nuvem (*Device-to-cloud*)

Neste método de comunicação, o dispositivo de comunicação e o serviço de nuvem podem ser de um mesmo fornecedor, sendo que este controla fluxo de envio dos dados. O problema de interoperabilidade não é considerado neste modelo já que toda a tecnologia pertence a somente um fornecedor. O cliente que adquire este tipo de serviço, fica restrito a comunicação já que toda a parte lógica de comunicação fica sob responsabilidade do fornecedor.

Para Ara (2016, web) uma mudança no modelo de negócio pode tornar os dispositivos inutilizáveis. As tecnologias existentes como protocolos de rede e hipertexto são utilizadas para validar os acessos.

Na Figura 9 temos exemplo de uma pessoa utilizando um dispositivo de monitoramento cardíaco onde seus dados são enviados para o aplicativo que está nas nuvens. Este dispositivo contém os serviços de GPS e GSM/GPRS. O GPS é um serviço disponível por um conjunto de satélites, que enviam sinais e são captados por

qualquer dispositivo que contenham um modulo de recepção. O GSM/GPRS são sistemas responsáveis pela transmissão dos sinais. Logo, os dois serviços permitem simultaneamente verificar qual a posição geográfica que a pessoa está localizada ao mesmo tempo que envia os sinais monitorados para um sistema nas nuvens e para aplicativos instalados nos *smartphones*.

Figura 9 - Nuvem e Aplicação Web



Fonte: bluebridgetechnologies (2018)

4.2.3 Dispositivo para gateway (*Device-to-gateway*)

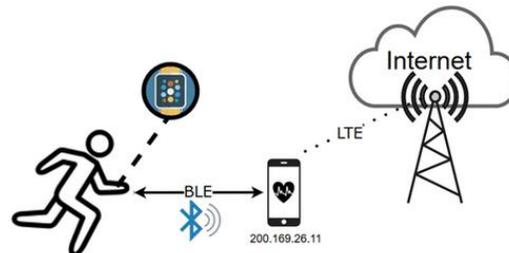
O dispositivo se conecta a um *gateway* (porta, saída) para que possa ter acesso à Internet, sendo considerada um método de segurança para a conexão do dispositivo nas nuvens.

Para Ara (2018, web) um dispositivo móvel, como *smartphone*, opera como um *gateway*⁸ local, pois irá conter um aplicativo que fará a comunicação entre o dispositivo que contém um dado e deseja transmitir para o serviço que está nas nuvens. Neste modelo os aspectos de segurança são considerados como criptografia de dados, dispositivo que está conectado, número do celular. Na Figura 10 temos um dispositivo que monitora batimento cardíaco de um corredor e por meio da conexão do Bluetooth, a informação é enviada ao aplicativo contido no *smartphone*, que se comporta como o gateway enviando as informações para as nuvens. O envio desta informação é realizado pela tecnologia de transmissão LTE, que prioriza a transmissão de dados

⁸ Em uma tradução livre do inglês, um gateway poderia ser classificado como “portal” ou “portão”. Em resumo, uma passagem entre dois ambientes distintos[...] Grosso modo, o funcionamento do dispositivo é bastante simples. Ele faz o papel de ponte entre as redes, analisando e tratando as informações de acordo com as definições preestabelecidas e o tipo de função a que se destina[...] Outra atribuição dos gateways é “traduzir” as informações entre redes heterogêneas. Isto é, permitir a comunicação entre diferentes ambientes e arquiteturas. Assim, a ferramenta é capaz de converter os dados entre sistemas diferentes, de modo que cada lado seja capaz de “entender” o outro (FRENET, 2016)

ao invés da transmissão de voz, podendo chegar a uma velocidade de *downlink* de 50Mbps e *uplink* 100Mbps.

Figura 10 - Smartphone como gateway de Internet



Fonte: embarcados (2016)

4.2.4 Compartilhamento de dados (*Back-end data sharing*)

Este modelo é uma extensão do dispositivo para nuvem (SKOURLETOPOULOS, 2018). Permite envio e combinação de informações monitoradas como clima, trânsito, umidade do solo, velocidade do vento, ciclistas, veículos, irrigação do solo, ou seja, uma série de informações das mais variadas áreas do cotidiano da sociedade que pode ser trabalhada, gerando recomendações, alertas, sugestões ou mesmo uma forma de antecipar determinadas ocorrências, como uma inundação que pode ocorrer se diversos sensores espalhados pelos solos e pelas vias públicas informarem que, de forma coletiva, um índice de segurança foi atingido.

RFC 7452 (2015) comenta:

O padrão de comunicação dispositivo para nuvem geralmente leva depósitos de dados; Uploads são realizados para apenas um único provedor de serviços de aplicativo. No entanto, os usuários desejam exportar seus dados e analisar de forma conjunta, com outras fontes de informação. Assim, surge a necessidade de conceder acesso a terceiros (tradução livre).

Para Ara (2016, web) quando se trabalha com uma infinidade de informações vinda dos mais variados tipos de sensores é necessária uma arquitetura que possa suportar a quantidade de dados enviados e que seja organizado e analisado. É preciso expandir o modelo de comunicação, sendo o modelo de comunicação visto por meio de uma arquitetura de 3 (três) camadas de comunicação: camada de percepção (*Perception Layer*), camada de rede (*Network Layer*) e camada de aplicação (*Application Layer*), conforme mostrado na Figura 11.

Figura 11 - Arquitetura de três camadas (modelo didático)



Fonte: Autoria própria (2018)

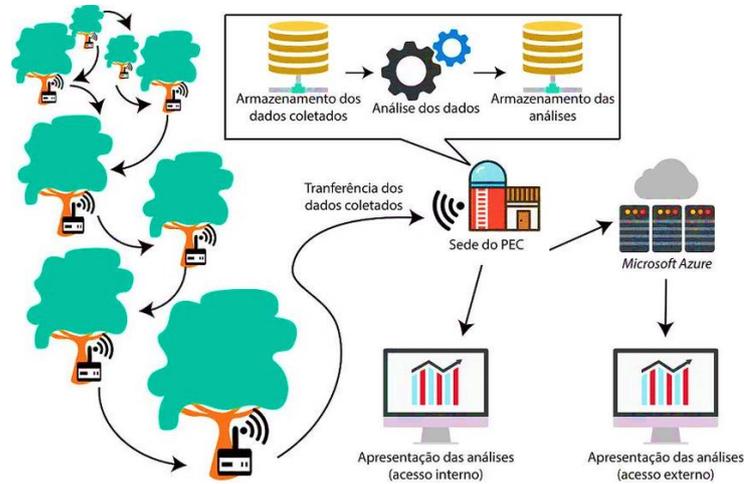
Researchgate (2016, web) define assim as camadas:

- Camada de percepção: é a mais baixa da arquitetura de Internet das Coisas. Sua função é perceber as informações que estão fluindo no ambiente. Toda parte de coleta é realizada na camada. Encontra-se nesta camada Sensores, etiquetas de código de barras, etiquetas de RFID, GPS, Câmeras;
- A camada de rede: sua função é coletar os dados da camada de percepção e enviar para a Internet. A camada de rede deve conter um gateway, com uma interface conectada à rede de sensores e outra à Internet por meio WIFI, Rede cabeada ou GPRS. Em alguns cenários, pode incluir o centro de gerenciamento de rede ou o centro de processamento de informações.
- Camada de aplicação: A camada de aplicação recebe informações da camada de rede apresentando as informações coletadas. Dependendo do tipo de dispositivos e finalidade na camada de percepção, a informação pode ser mostrada em tabelas, gráficos, valores numéricos, informação ao usuário. Na camada de aplicação os registros são armazenados em um banco de dados, onde podem ser analisadas para melhor entendimento do comportamento do sistema.

Percebe-se que a arquitetura de três camadas aborda o conceito mais técnico da troca de informações, desde a coleta da informação até o envio da informação. Na

Figura 12 temos a expansão do modelo, desde a camada de percepção até os dispositivos físicos.

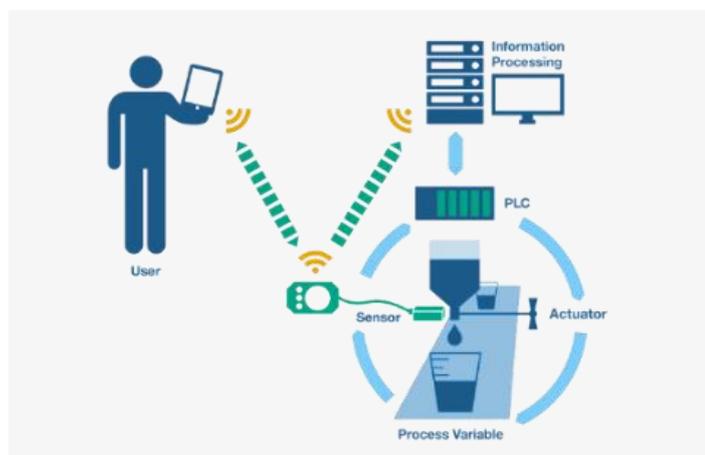
Figura 12 - Camada de Percepção com Dispositivos Físicos



Fonte: researchgate (2018)

Na Figura 13, tem-se um exemplo prático em um sistema de produção: nota-se que informação opera em duas vias: é encaminhada à pessoa, que pode atuar no sistema por meio do aplicativo no dispositivo móvel e a mesma informação é encaminhada para outro aplicativo, que pode estar em um servidor local ou na web, alertando sobre desvios ou que o processo está de acordo com os parâmetros estabelecidos.

Figura 13 - Comunicação entre Dispositivos

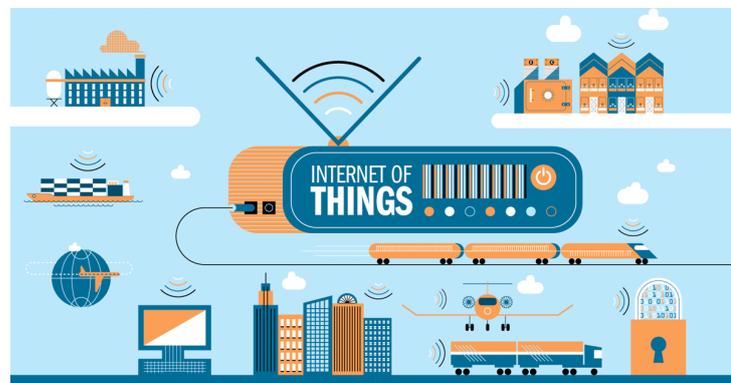


Fonte: researchgate (2017)

Quando se pensa em *IoT* como um negócio, o modelo de três camadas deve ser expandido para um modelo de cinco camadas, conforme referência da arquitetura da *Telecommunications Management Network* (TMN⁹). Esta estrutura proposta engloba as duas arquiteturas básicas – Internet e TMN – e tenta explicar melhor a estrutura da *IoT* para *business*. As cinco camadas são: percepção, transporte, processamento, aplicação e negócio

Para Zem (2016, web) a arquitetura de cinco camadas expande a visão estrutural da *IoT*, passando a análise com foco no negócio, conforme Figura 14.

Figura 14 - Arquitetura Cinco camadas IoT



Fonte: devmedia (2018)

- Camada de percepção: mesma função da arquitetura 3 camadas.
- Camada de Rede: mesma função da arquitetura 3 camadas;
- Camada de *middleware*¹⁰: A camada de middleware recebe dados da camada de rede. Sua finalidade é o gerenciamento de serviços e armazenamento de dados. Também realiza processamento de informações e toma decisões automaticamente com base nos resultados

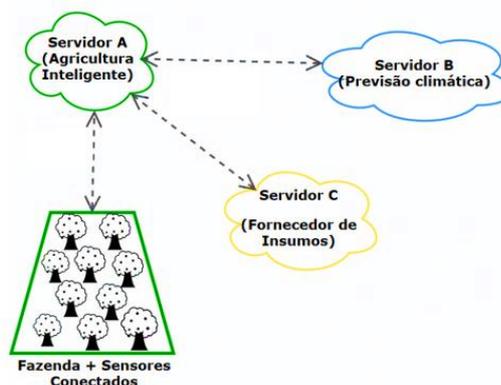
⁹ TMN é uma arquitetura de rede que serve como um modelo genérico de rede de gerenciamento de telecomunicações e que permite o gerenciamento dos diversos equipamento das redes de telecomunicações (UFRGS, 2015, web)

¹⁰ O middleware é o software que se encontra entre o sistema operacional e os aplicativos nele executados. [...] O uso do middleware permite que os usuários executem solicitações como enviar formulários em um navegador da Web ou permitir que o servidor Web apresente páginas dinâmicas da web com base no perfil de um usuário. Exemplos comuns de middleware incluem middleware de banco de dados, middleware de servidor de aplicativos, middleware orientado a mensagens, middleware de web e monitores de processamento de transações. [...] (MICROSOFT, 2017, web)

- Camada de aplicação: recebe informações da camada de middleware e gerencia o aplicativo que irá utilizar as informações vindas da camada de *middleware*. Dependendo do tipo de dispositivos e sua finalidade na camada de percepção, na forma como foram processados pela camada de *middleware*, de acordo com as necessidades do usuário, a camada de aplicativo apresenta os dados na forma de: cidade inteligente, casa inteligente, inteligente transporte, rastreamento de veículos, agricultura inteligente, saúde inteligente e outros tipos de aplicações
- Camada de negócio: é tudo sobre como ganhar dinheiro com o serviço prestado. Os dados recebidos na camada de aplicativo são moldados em um serviço significativo e, em seguida, outros serviços são criados a partir desses serviços existentes. Além disso, a informação é processada para torná-la mais eficiente e o uso de meios de uso mais eficientes, o que pode gerar uma boa quantia para o provedor de serviços.

Na Figura 15 temos exemplo para arquitetura de cinco camadas: sensores medindo características do solo e enviando para um servidor local onde a uma aplicação está sendo executada. Neste servidor os dados são trabalhados gerando uma série de indicadores. Para análises com mais detalhes, o servidor comunica-se com outros servidores buscando dados meteorológicos e características de plantio. Análises são feitas estabelecendo-se qual é o melhor momento para uma colheita ou ações que devem ser realizadas a fim de buscar um aumento de produção. Parceiros comerciais são envolvidos a fim de garantir a produtividade da fazenda. (Embarcados, 2017, web).

Figura 15 - Cenário de aplicação com compartilhamento de dados



Fonte: Embarcados (2016)

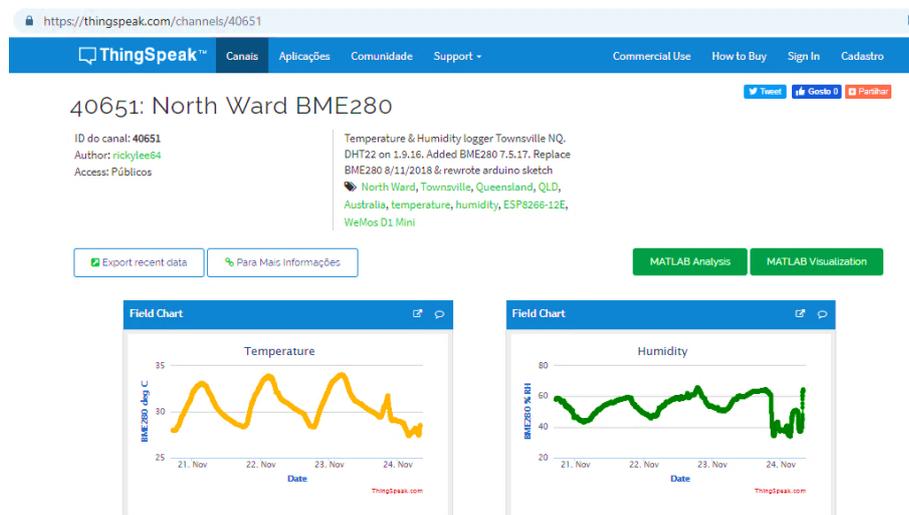
Nota-se que tem-se quatro modelos de arquitetura que devem ser estudadas e adaptadas para o projeto que se deseja realizar.

Projetos de *IoT* necessitam de plataformas para publicação de seus resultados. Novamente, observa-se o movimento da comunidade em criar sites públicos para que a informação seja disponibiliza a comunidade.

4.3 Thingspeak

Thingspeak é uma plataforma gratuita que disponibiliza um ambiente para que projetos de *IoT* enviem seus dados e publicação na web. Sua versão livre é disponibilizada para pequenos projetos não comerciais e que estejam dentro do número de eventos que podem ser enviados, que são na ordem de 3 milhões de eventos por ano ou 8.200 eventos por dia, a uma taxa de atualização de 15 segundos e limitada a 3 canais de divulgação dos monitoramentos de ambientes *IoT* (THINGSPEAK, 2018, web). *Thingspeak* é considerado um *middleware* pois armazena os dados enviados por dispositivos *IoT*, passando para a camada de aplicação, que disponibiliza por meio de gráficos. O upload de dados dá-se por meio de requisições HTTP/HTTPS: o endereço de envio das informações, chave de autenticação e canais onde as informações serão divulgadas (LEMOS, 2016, web; THINGSPEAK,2018, web), utilizando o método *post*. Este método permite o envio dos dados incluso nos comandos de envio das informações. Muitos projetos e iniciativas de *IoT* tem utilizado este site, conforme pode ser visto na Figura 16.

Figura 16 - Ambiente *ThingSpeak*



Fonte: thingspeak (2018)

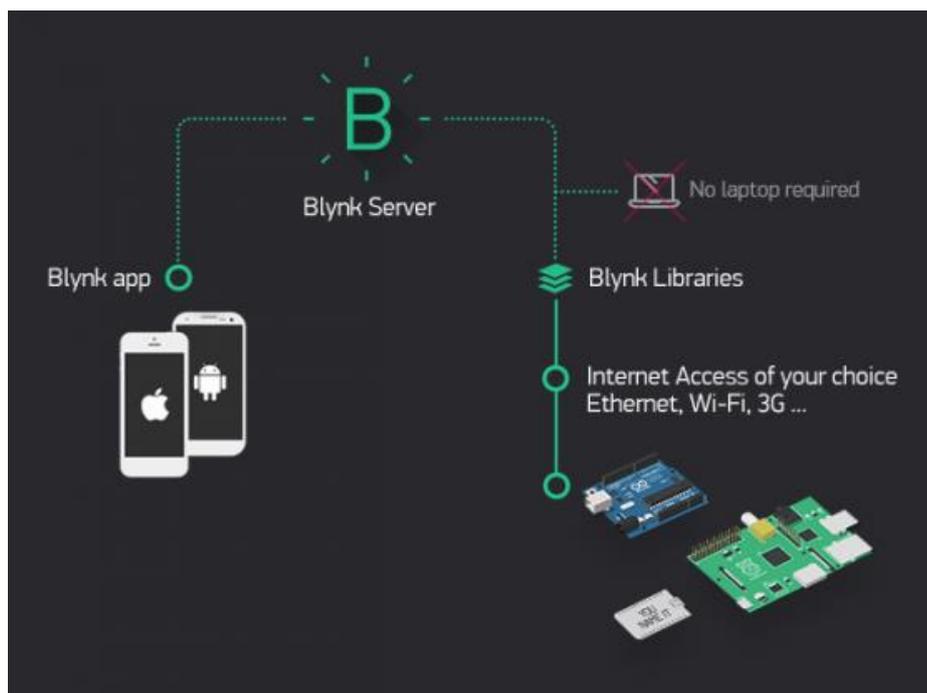
4.4 Blynk

Blynk é plataforma gratuita para publicação dos eventos em somente um smartphone. Para acrescentar outros dispositivos, o site oferece a modalidade paga.

Os smartphones, por meio de um aplicativo, recebem as informações que são enviadas por um dispositivo que esteja monitorando algum objeto por meio de sensores. No dispositivo deve ser instalado uma biblioteca do Blynk (GITHUB, 2018).

Códigos específicos para cada funcionalidade são disponibilizados e podem ser adaptados a necessidade do projetista. Ao conectar-se à Internet, as informações coletadas são enviadas ao site Blynk, que processa e retransmite para o Aplicativo instalado no smartphone (EMBARCADOS, 2018, web; PEDROMINATEL, 2016, web), conforme Figura 17.

Figura 17 - Introdução ao Blynk App



Fonte: Embarcados (2018)

Para Evans (2011) embora haja muitos progressos na área de normas técnicas, ainda não é o suficiente, especialmente nas áreas de segurança, privacidade, arquitetura e comunicações. A IEEE é uma organização que trabalha para solucionar esses desafios.

A *IoT* deve promover uma sensível melhora nas diversas atividades da sociedade. O padrão de construção de arquiteturas deve suportar a heterogeneidade

dos dispositivos. Por isso, faz-se necessário estudos e propostas de padronização pois fornecedores estão seguindo por diferentes tecnologias. Novamente cita-se os estudos e recomendações feitas por Ara (2016, web) e RFC 7452 (2015, web) para que insegurança de incompatibilidades não causem sejam obstáculos para a esta tecnologia.

CAPÍTULO 5

5 Hardwares para Suporte da IoT

5.1 OSHW

Para suportar as demandas vindas dos projetos de IoT, tem-se observado o crescimento dos *Open Source Hardwares* (OSHW).

Segundo Embarcados (2018, web), o termo OSHW refere-se a dispositivos tangíveis (objetos físicos) que após serem projetados, tornam-se disponíveis ao público em geral, para que outras pessoas e/ou comunidade técnica possa utilizar, modificar e distribuir tais dispositivos.

IBM (2010, web) comenta que um produto físico é simplesmente a implementação de um design (projeto) de hardware, juntamente com a permissão para criar um produto físico a partir desse design. O produto deste processo pode ser oferecido gratuitamente como uma licença aberta, com copyright (direitos autorais) ou patenteada. O licenciamento fica por conta do proprietário.

Observa-se um pré-requisito para um dispositivo ser considerado OSHW, pois é necessário que toda a documentação do projeto seja colocada à disposição da comunidade, a fim de que novos desenvolvimentos possam ser realizados e distribuídos. Esta distribuição pode ser feita no formato com ou sem cobranças, dependendo do propósito do projeto.

Para Limor Fried, (2012, web) fundadora da Adafruit o fato de uma empresa comercializar produtos no conceito OSHW, gera um crescimento do mercado, mesmo que empresas copiem projetos de outras empresas. Limor afirma que:

No que diz respeito à construção de uma empresa em código aberto, sempre foi difícil convencer as pessoas de que isso pode ser um ótimo modelo de negócios. Dou de graça o que geralmente é considerado o mais valioso (propriedade intelectual) de graça [...] O hardware geralmente não é protegido por direitos autorais, e todos nós vemos empresas copiando umas das outras, mesmo que tenham patentes e equipes de advogados. Então decidimos trabalhar em um ótimo hardware que beneficia nossa comunidade. (CNET, 2012, web)

Percebe-se um movimento de criar recursos de hardwares para alimentar projetos destinados aos projetos da IoT. Existe um incentivo, talvez não formalizado, para que muitos colaborem para que dispositivos projetados sejam melhorados e difundidos à comunidade. Este movimento parece prejudicar economicamente o

desenvolvedor de um determinado dispositivo. O que se observa é que uma comunidade pode melhorar os dispositivos, com alterações, distribuindo e comercializando, criando um movimento saudável como observado em relação ao software livre. O único ponto que se deve ser chamada a atenção são os possíveis problemas de compatibilidade conforme citam Ara (2016, web) e IETF/RFC 7452 (2015, web).

5.2 Arduino

O Arduino é considerado um OSHW pois segue o conceito de projetos abertos, conforme citado em IBM (2010, web):

O Arduino é um microcontrolador projetado tendo em mente o usuário final, com um modelo de programação fácil de aprender [...] Tem sido amplamente adotado pelo crescente movimento "Maker" de praticantes de hobby e especialistas adeptos do "faça você mesmo" [...] — entusiastas do hardware que querem incluir recursos eletrônicos flexíveis aos seus projetos, desde diodos emissores de luz (LEDs) piscantes até sistemas sofisticados para orientação de aeronaves.

Foi projetado para adquirir informações pelos seus pinos de entrada ou atuar em sistemas enviando comandos. Uma grande variedade de sensores fornece inúmeras possibilidades de projetos, automatizando funções.

Ukessays (2017, web) observa que o microcontrolador Arduino foi criado como uma plataforma educacional para um projeto de classe no *Interaction Design Institute - Ivrea1* em Milão (Itália) em 2005. Tinha como objetivo atrair a comunidade de design. Ocorreu uma rápida aceitação pela comunidade de desenvolvedores tornando-se um hardware largamente utilizado por aqueles que projetem algum tipo de solução que envolvam software e/ou hardware, mesmo que ainda possuam pouca experiência em programação e eletrônica.

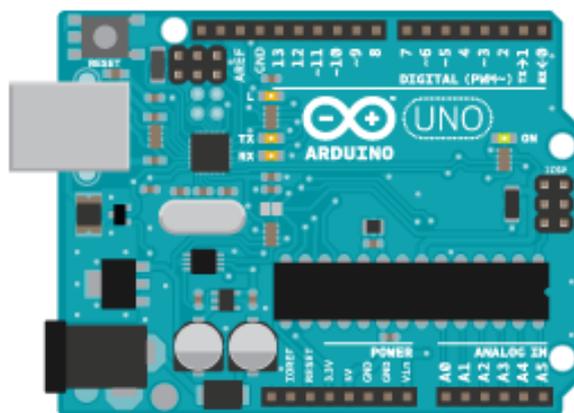
Para alguns autores (Burgos, 2015, web; Evans, 2011; Gertz, 2012, web) o Arduino é um hardware cujo principal componente é o micro controlador da família Atmel, sendo que sua filosofia de construção é baseada no conceito do OSHW, podendo utilizar os mais variados tipos de sensores de temperatura, fumaça, fotômetros etc. O hardware livre busca a colaboração para compor um resultado.

Representa um modelo de desenvolvimento colaborativo entre os desenvolvedores de hardware e outros contribuintes ao redor do mundo.

Estes dispositivos são capazes de ler entradas por meio de luz em um sensor, um toque de dedo em um botão ou uma mensagem no *Twitter*, - e transformá-lo em uma saída - ativando um motor, ligando um LED, publicando algo online.

Nota-se que por meio de instruções que são passadas por meio do software de programação (IDE), inúmeros projetos podem ser realizados: robôs, automação residencial ou industrial, dispositivos que “sentem” o ambiente. Projetos de irrigação, controles de consumo de energia, alertas sobre temperatura, humidade, índices ultravioletas, sensores de gases, fumaça, incêndio, ou seja, os mais variados experimentos. A comunidade de estudantes, universidades, órgãos governamentais apoiam e percebeu-se a importância desta plataforma para os projetos de *IoT*. O Arduino vem sendo utilizado nas Faculdades de Design (DESIGNTECA,2014, web), Engenharia (APREPRO,2017, web), Cursos relativos a área da Informática (FIBBAURU, 2017, web; SENAC, 2017, web), etc. Estudos apontam os benefícios do uso do Arduino no uso do ambiente escolar, onde pode-se promover um ambiente criativo e desenvolver habilidades, mediante a problematização dos assuntos abordados em sala de aula. (COMPUTACAONAESCOLA.UFSC, 2017; USP,2015, web; PARCEIROSDAEDUCAÇÃO, 2017, web). É um dispositivo compacto que cabe na palma da mão, conforme pode ser visto na Figura 18.

Figura 18 – Arduino Uno



Fonte: arduino.cc (2018)

Arduino (2018, web) comenta ainda:

Arduino nasceu no Ivrea Interaction Design Institute como uma ferramenta fácil para prototipagem rápida, destinada a estudantes sem formação em

eletrônica e programação. [...] Todas as placas do Arduino são completamente open-source, capacitando os usuários a construí-las independentemente e, eventualmente, adaptá-las às suas necessidades específicas. O software também é de código aberto e está crescendo através das contribuições dos usuários em todo o mundo.

Para Banzi (2012) a filosofia do Arduino concentra-se em desenvolver projetos. Representa a busca constante por meios mais rápidos e poderosos de criar protótipos. Desenvolve-se formas de pensar cada vez mais rápidas para realizar os problemas propostos. Monk (2013) define que Arduino é uma plataforma com micro controlador que atrai a imaginação dos entusiastas de eletrônica.

A facilidade de uso e a sua natureza aberta fazem dele uma ótima opção para qualquer pessoa que queira construir projetos com hardwares. Ainda segundo Banzi (2012) o processo de compreensão do Arduino abre a possibilidade de encontrar-se alternativas pois é o processo de experimentação criativa (*tinkering*¹¹) de que tanto se gosta – a possibilidade de brincar com os elementos de modo ilimitado e de descobrir o inesperado. Arduino envolve a compreensão da operação elementar dos componentes eletrônicos, os comandos e lógica de programação e interpretação dos fenômenos físicos para compreensão de tudo que envolve o projeto e o que se deseja realizar. Diante de projetos simples e complexos, o aluno, pesquisador ou curioso é levado ao campo da imaginação pois já projeta em sua mente como será o comportamento de seu projeto sem antes tê-lo na concepção física. A busca dos recursos necessários para que seu projeto saia do papel, faz com que exista uma interação com outras pessoas e desenvolvedores. Por ser um conceito de hardware aberto, isto é, todos podem alterar para que seu projeto tenha sucesso, a prática de disseminar a informação é intensa: faz com que projetistas se agrupem em fóruns, em grupos de trabalho, todos trabalhando para o sucesso, às vezes, de um único projeto¹².

¹¹ Fazer pequenas mudanças em algo, com objetivo de reparar ou modificar (dictionary.cambridge.org, 2018)

¹² Os textos compilados neste capítulo referem-se a artigos publicados X Jornada Científica Faculdades Integradas de Bauru – FIB ISSN 2358-6044 2015 - A utilização do Arduino por indivíduos com Altas Habilidades/Superdotação (AH/SD); 6º Encontro SENAC de Conhecimento Integrado - ISSN 2316 - 5650 v.1 – n. 6 - 2017 – Automação residencial: estudo de caso com utilização de Arduino, sensores e aplicativos mobile; XII Jornada Científica Faculdades Integradas de Bauru – FIB ISSN 2358-6044 2017- Internet das coisas: expansão das portas de comunicação do Arduino Com uso do circuito eletrônico 74hc595; - Revisto e atualizado.

5.3 Arquitetura de Operação

Todo sistema computacional contém um componente importante chamado de CPU. Na CPU são realizadas todas as instruções são executadas, uma a uma, tendo um perfeito controle sobre todas as operações que ocorre em um equipamento.

Tanenbaum (2013 p.42) define a “CPU como sendo o cérebro do computador, onde todas as decisões de processamento passam e são controlados por ele”.

A CPU é dividida em três blocos com tarefas distintas: UC que é responsável pela busca das instruções de dados que estão armazenados na memória principal do computador, A ULA que executa as operações lógicas aritméticas; registradores que são pequenas memórias utilizadas para armazenar os resultados temporários gerados pela UC e ULA (TANENBAUM, 2013). Existem dois importantes componentes de *hardware* que levam a CPU em sua arquitetura. São denominados microprocessador e microcontrolador.

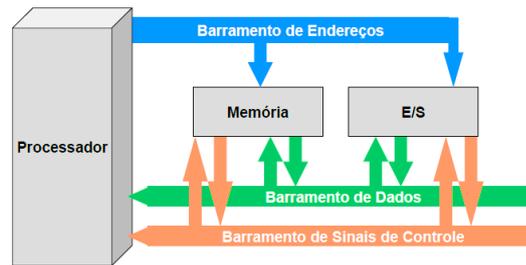
5.3.1 Microprocessador

Segundo Lima (2010, web) um microprocessador é um circuito integrado composto por inúmeras portas lógicas, organizadas de tal forma que permitem a realização de operações digitais lógicas e aritméticas. Suas operações são realizadas por meio de um relógio (*clock*).

Para Braga (2014, web) o microprocessador foi inicialmente criado para ser utilizado em calculadoras, caixas registradoras, terminais computadores. É um componente muito veloz utilizado em sistemas que exigem complexidade na sua operação. O Microprocessador tem evoluído, tornando-se cada vez mais rápido para as operações que a ele são requisitadas.

Para operação, sua arquitetura necessita de alguns elementos de operação: periféricos que irão gerar ou receber informações, unidade de entrada e saída que são responsáveis pela transferência de dados entre o microprocessador e os diversos dispositivos que possam estar a ele conectados e as memórias RAM que são as memórias de leitura e escrita para armazenamento temporário, denominadas voláteis (TANENBAUM, 2013). Pode-se observar na Figura 19 seu projeto.

Figura 19 - Arquitetura externa de um processador



Fonte: ifbacomp (2010)

Um microcontrolador ou MCU tem estado em franco crescimento com aumento de velocidade e poder de processamento.

O microcontrolador é utilizado nos computadores pessoais, smartphone, tablets ou em equipamentos que exigem um grande poder de processamento para desenvolver a sua função.

5.3.2 Microcontrolador

Para Monk (2013) o microcontrolador é um microprocessador onde encontramos as funcionalidades dentro de um único chip. Nele encontramos memórias RAM, temporizadores e circuitos de *clock* embutidos.

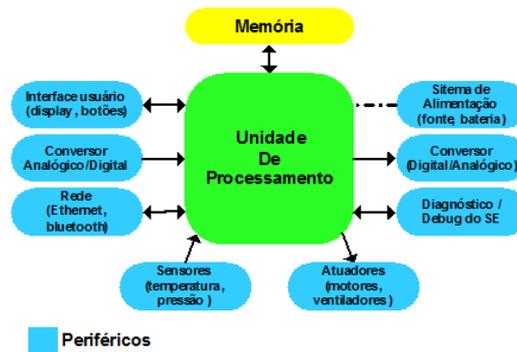
Arduino (2018, web) comenta que o microcontrolador é um chip e nele contém todos os itens necessários para sua operação (processador, memória RAM, memória ROM, periféricos de entrada e saída, conversores analógicos e digitais).

Segundo Microchip (2018, web) os microcontroladores são menos poderosos, mais lentos e possuem um espaço de endereçamento menor que os microprocessadores. Por serem mais compactos permitem que sejam adaptados a situações onde os microprocessadores convencionais não seriam adequados.

Nota-se que, comparando o microprocessador com o microcontrolador, os projetos embarcados¹³ levam os microcontroladores na sua concepção pois são construídos para fins específicos, com muitas vezes com redução de escala para que possa ser o mais transparente possível conforme mostrado na Figura 20.

¹³ Sistemas embarcados estão relacionados ao uso de hardware (eletrônica) e software (instruções) incorporados em um dispositivo com um objetivo pré-definido.[...] Computadores como PCs, notebooks e afins são máquinas multiobjetivo, ou seja, foram criadas e dimensionadas para atuar num domínio de funções muito grande. Já os sistemas embarcados ou SEs possuem dimensionamento de recursos direcionado a um domínio de objetivos bem menor, ou mesmo singular (HARDWARE, 2013, web)

Figura 20 - Modelo de subdivisão de um sistema embarcado



Fonte: hardware.com.br (2013)

Tanenbaum (2013) comenta o uso dos sistemas embarcados com microcontroladores, especificamente citando Arduino:

Uma aplicação particularmente divertida dos microcontroladores é na plataforma de controle embutida. Arduino[...] Seu objetivo para o projeto foi produzir uma plataforma de computação embutida completa [...] O sistema Arduino é um projeto de hardware de fonte aberta, o que significa que todos os seus detalhes são publicados e gratuitos, de modo que qualquer um pode montar (e até mesmo vender) um sistema Arduino.[...] Existem milhares de projetos publicados usando o Arduino, variando desde um farejador de poluentes eletrônico até uma jaqueta de ciclismo com sinais de seta, um detector de umidade que envia e-mail quando uma planta precisa ser regada e um avião autônomo não pilotado.

Nota-se que Arduino tem estado em crescimento com grande aceitação nas comunidades e centros universitários espalhados pelo mundo. Cada projeto idealizado deve ter um Arduino adaptado a sua situação, pois além do próprio hardware do Arduino, irá agregar sensores, fios, Shields¹⁴ que devem fornecer por meio da programação os controles necessários para o projeto a qual foi desenhado.

¹⁴ Um Shield para Arduino nada mais é que uma placa de circuito impresso com conectores que se encaixam na parte superior de uma placa Arduino. Como sabemos um Arduino é uma placa eletrônica que tem um microcontrolador opensource de prototipagem. [...] O Shield tem a função de aumentar a funcionalidade de uma placa Arduino com uma facilidade de conexão. Existem milhares de tipos e funções diferentes para Shields, os mais comuns são os Ethernet Shield, Motor Shield, Relay Shield, LCD Shield, xbee Shield, etc. Shields podem ser adquiridos prontos ou serem construídos em um Shield de placa padrão ou Shield protoboard. Eles são capazes de ter qualquer função, atuadores, sensores, controladores (BLOG.NOVAELETRONICA, 2018, web)

5.4 Série Arduino

A comunidade do Arduino tem estudado e desenvolvido diferentes tipos de Arduino, que pode ser adaptado a cada situação. Cada projeto tem um fim específico, um controle a ser estabelecido a fim de promover um retorno ou envio de uma informação. O que determina qual tipo de Arduino a ser utilizado é o que se pretende controlar, qual o objetivo a ser atingido. Para isto foram criados diversos modelos que pode ser utilizado ou adaptado a uma determinada situação.

Como já citado anteriormente, a filosofia do Arduino passa pela realização de projetos, onde busca-se um aprimoramento dos protótipos projetados, sendo muitas vezes necessário adaptar ou remodelar o projeto.

Torres (2017, web) comenta que os modelos podem ser divididos em quatro grandes grupos: Modelo básico, avançado, IOT e *Wearables*. Para Arduino (2018) os produtos Arduino podem encontrados em placas, módulos (um formato menor que das placas clássicas) e os Shields que podem ser conectadas a outras placas para expandir sua capacidade de operação e kits de desenvolvimento educacional.

O Modelo básico são aqueles que possuem menor quantidade de portas de comunicação com configurações mais simples. São destinados a projetos que não requer uma grande capacidade de processamento e podem ser destinados para os iniciantes em Arduino. Neste modelo encontramos as placas Arduino Uno, Leonardo, 101, explora e os módulos Micro, Nano, Mini e Mkr2Uno Adapter (ARDUINO, 2018).

O Modelo avançado já contém um maior poder de processamento pois são projetados para trabalhos com um maior grau de controle do projeto. Neste modelo podemos encontrar as placas Arduino Mega, Zero, Due, Mega ADK, MO, MO Pro e o módulo MKRZero (ARDUINO, 2018).

O Modelo IOT são aqueles capazes de conectar-se à Internet pois em seu projeto técnico já está embutido placa Wireless. Encontramos nesta referência os Arduino Yun, Ethernet, Tian, Industrial 101, Leonardo ETH, MKRFOX 1200, MKR Wan 1300, MKR GSM 1400, MKr WiFi 1010, Uno WiFi Rev2, MKR NB 1500, MKR VIDOR 400 e os módulos MKR100, Yun Mini (ARDUINO, 2018). Os modelos ESP também são relacionados nesta categoria: Esp-01, 05, 07, 12E, 201, Node ESP9266 Esp-12E (FILIFELOP, 2016, web)

O Modelo *Wearable* é destinado ao desenvolvimento de protótipos que serão utilizados como relógios, pulseiras ou qualquer outro objeto que possa estar junto ao

corpo humano. A característica deste modelo é a busca na redução em escala pois há necessidade de um melhor acomodamento ao corpo humano (ARDUINO, 2018).

Tecnologias Vestíveis, como o próprio nome já diz, é algo que deve ser adaptável ao corpo humano, fazendo parte dele sem interferir e fazendo-se imperceptível ao usuário. A interface amigável é um dos fatores que de extrema importância para a adoção dos sensores na IoT (MORALES; ALBINO; 2018)

Para Scolari (2004, web) no campo da tecnologia, interface significa “dispositivo capaz de assegurar o intercâmbio de dados entre dois sistemas (ou entre um sistema informático e uma rede de comunicação).

Neste modelo encontramos as placas GEMMA, *LilyPad* Arduino USB, *LilyPad* Arduino *Main Boar*, *LilyPad* Arduino *Simple* e *LilyPad* Arduino *Simple* SNAP.

Nota-se uma expansão nos modelos do Arduino, a fim de adaptar-se as mais variadas situações possíveis, desde o controle de operações, com “*n*” sensores até dispositivos, como um relógio de pulso, adaptável ao corpo humano, que pode coletar informações sobre o estado de saúde de uma pessoa e transmitir para um servidor, um médico, um sistema de monitoramento etc.

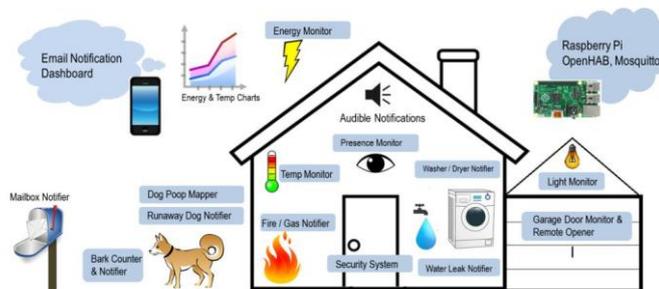
Pode-se observar que não há um limite para uso do Arduino e dispositivos de controle. Deve-se definir o que necessitasse controlar ou medir e validar os resultados, a fim de prover informações para outras fontes ou para usuário final, de forma segura e confiável. Passa-se a integrar, a tecnologia, os mais variados tipos de objetos. Hardware e software podem exercer funções de controle, transformando ações cotidianas em elementos ricos de informações, com benefícios a humanidade (Weiser, 1991, p.1, web; ARA, 2016, web; KRANENBURG, 2012, web).

A experiência do pesquisador foi que para cada tipo de projeto, faz-se necessário realizar variadas montagens e testes, com diferentes Arduino pois cada um tem uma característica de construção, que pode facilitar ou dificultar a implementação do Projeto. Enquanto um Arduino Nano tem sua escala reduzida e pode ser montada para atuar como um dispositivo móvel, falta-lhe uma base para facilitar os encaixes dos fios e suporte para alimentação externa (as bases já foram desenvolvidas e são comercializadas no mercado, porém, acabam aumentando a dimensão física do projeto). Já o Arduino Uno tem uma construção mais robusta podendo receber um Shield Ethernet para conexão na rede. Porém, em escala já é maior que o Arduino Nano e não permite que seja um dispositivo móvel (o consumo impede de ser alimentado por bateria 9V com o Shield pois rapidamente a bateria 9V

se esgota). O Arduino Mega é para projetos maiores, onde se exige muito processamento para controle dos dispositivos. Temos a linha da família ESP, em especial, o NODE MCU que possui WiFi e pode ser utilizado em projetos móveis.

Os projetos de IoT levam em sua concepção os OSWH e Arduino tem-se mostrado um excelente recurso, de baixo custo, com os mais variados tipos de sensores e que pode trazer os benefícios esperados pela tecnologia, atuando e trazendo os benefícios a sociedade. Pode-se criar uma rede de monitoramento, misturando-se com outras tecnologias, a fim de prover informações e confiabilidade ao sistema. As iniciativas de pesquisa nesta área tornam a IoT uma tecnologia que fornecerá inúmeros benefícios, no presente e futuro (IBM, 2012, web), conforme pode ser visto na Figura 21.

Figura 21 - Automação residencial



Fonte: instructables (2018)

5.5 Características técnicas do Arduino Uno

Segundo Embarcados (2018, web) o Arduino Uno já está na sua terceira geração de construção. Pode-se baixar esquema de desenvolvimento da placa direto do fabricante Arduino (Apêndice 3).

No projeto do Arduino Uno Ver 3 encontra-se instalado o Microcontrolador ATMEL ATMEGA16U2 Para Monk (2013, p.6) “O coração do seu Arduino é o Microcontrolador. A maioria dos diversos componentes da placa destina-se ao fornecimento de energia elétrica e a comunicação da placa com o computador”.

O Microcontrolador do Arduino Uno é responsável para que a placa funcione de maneira eficiente, possibilitando que seja feito upload do código binário após a compilação realizada pelo desenvolvedor. Suas entradas podem ler dados digitais ou analógicos bem como suas saídas. Este microcontrolador está instalado em um soquete, sendo que este chip contém a memória, o processador e toda a construção

eletrônica necessária para alimentar os pinos de entrada e saída (MONK, 2013; EMBARCADOS, 2013, web).

A tensão de trabalho do Arduino, quando alimentado somente via conexão USB é de 5V. É recomendada alimentação de 7V a 12V sendo que os limites superior e inferior de operação está entre 6v a 20 V (ARDUINO, 2018, web).

No Arduino Uno temos as seguintes conexões de alimentação

- Iref – é um pino de referência para que Shields inseridas no Arduino saibam qual nível de tensão o micro controlador está operando. Podem se adaptar para trabalhar com 3,3V ou 5V.
- Reset – este pino é conectado direto ao RESET do micro controlador. Pode ser utilizado para reiniciar o Arduino.
- 3,3 V. – Fornece alimentação aos módulos externos, entregando uma corrente máxima de 50 mA.
- 5 V - Fornece tensão de 5 V para alimentação de Shields e outros circuitos externos.
- GND – É o chamado terra, comum para interligar o Arduino a Shields e outros módulos do projeto.
- Vin - pino para alimentar a placa por meio de Shields ou bateria externa. Quando a placa é alimentada por meio do conector Jack (fonte externa), a tensão fornecida poderá ser checada neste pino.

O Arduino possui 12 pinos sendo: 6 digitais trabalhando na leitura e envio de dados e 6 pinos analógicos trabalhando somente na leitura da informação. A programação é realizada por meio do *sketch* (será discutido em materiais e métodos). Na programação, para o caso dos pinos digitais, define-se de entrada ou saída. A função *pinMode()* por meio do parâmetro *INPUT* define como pino de entrada e *OUTPUT* define como pino de saída. Já a função *digitalWrite()* indica o estado de valor alto (HIGH) ou baixo (LOW). O estado alto equivale a uma saída de 5V ou 3,3V dependendo do Arduino que se esteja usando. O estado baixo corresponde a valor 0V. Por fim o *digitalRead()* permite a leitura de um valor a partir de um pino digital específico, passado na programação. Os pinos podem fornecer ou receber, no máximo, 40mA.

Os pinos 3,5,6,9,10 e 11 são analógicos e podem ser usados como uma saída PWM, utilizando-se para isto a função *analogWrite ()*. O PWM altera a largura do

pulso de saída do pino adaptando o nível de saída para um determinado projeto. Por exemplo se desejasse que um led acenda ou apague de maneira lenta, colocamos um potenciômetro controlando a potência entregue ao Led pois quem vai controlar o acendimento é a característica PWM. Se desejamos controlar a velocidade de um motor pelo Arduino, precisamos de saídas PWM que entregue uma potência controlada, aumentando ou diminuindo a velocidade de um motor.

Tem-se, ainda, portas de comunicação serial (0 e 1). Estes pinos são utilizados para comunicação entre a porta USB e o microcomputador. Os pinos 2 e 3 podem ser configurados para receber uma interrupção externa, por meio da função `attachInterrupt()`.

Além das portas digitais, o Arduino fornece 6 portas de entrada analógica (A0 a A5). A tensão fornecida é 5V. Nestas portas ligamos o RUV pois suas leituras variam com o tempo. A porta analógica trabalha com 10 bits (2^{10}). Logo, o valor da tensão enviada por um sensor é multiplicado pelo resultado da divisão de $(5V/1023)*1000$, obtendo-se um valor, com escala de 0 até valores superiores a 1170, que serão utilizados na programação do sketch para representar os níveis de IRUV que serão abordados no item 6.2 deste trabalho. (ARDUINOPORTUGAL, 2017, web). Informações complementares podem ser consultadas no Apêndice 1.

Esta lógica de divisão de tensão de entrada por 1023 será utilizada para a interpretação do sinal vindo do sensor RUV, que será explicado mais adiante.

5.6 Módulo WiFi ESP8266 NodeMcu ESP-12

Este módulo é uma placa de desenvolvimento, contendo ESP8266, com módulo WiFi e que vem sendo utilizada nos projetos onde a redução de escala faz-se necessário bem como fator mobilidade.

Opera somente com níveis de tensão em 3,3V não tolerando entradas de 5V. Para resolver o problema de sensores que trabalham com 5V foi criada uma placa base, que alimentada externamente com bateria ou fonte de alimentação 9V, provê tensões de em seus pinos para quando o projetista necessitar de módulos adicionais que trabalham com 5V.

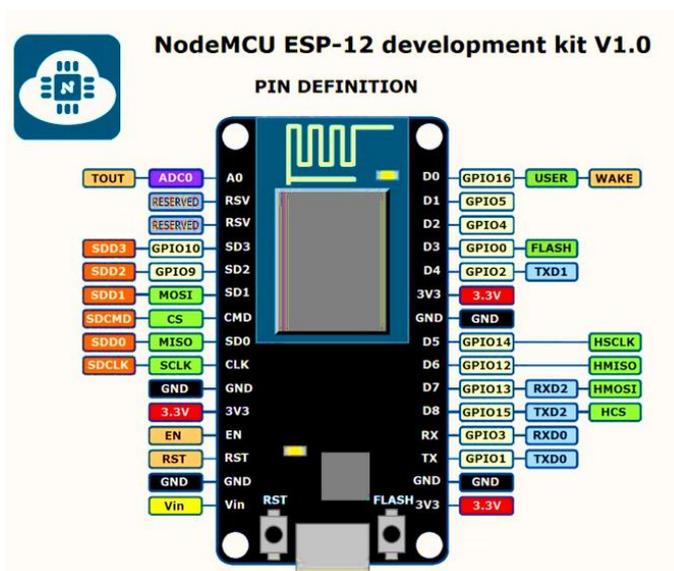
Para NEWTONBRAGA (s/a, web) encontramos as seguintes características técnicas

Alimentação da placa e carregamento de programas: feitos através de um cabo micro-USB comum [...] Memória Flash e RAM: conta com até 4MB de memória Flash para programação (a quantidade de memória Flash disponível depende da versão da placa) e 128KB de memória RAM; Temperatura de operação: -40°C até +125°C ; Alimentação do ESP8266 12-E: possui regulador de tensão de 5V (tensão de alimentação da placa) para 3,3V (tensão de alimentação do ESP8266 12-E) ; WI-FI: opera no padrão 802.11 b/g/n, na frequência 2.4GHz.

Sua programação é similar ao Arduino, por meio do *sketch* e pode-se utilizar a linguagem LUA. É necessário instalar biblioteca que é instalada nas bibliotecas disponíveis na Internet.

Apesar de trabalhar muito similar ao Arduino, o projetista deve atentar as portas de comunicação e consultar o manual técnico, para verificar as correspondências entre os pinos do Arduino e NodeMcu conforme pode ser visto na Figura 22.

Figura 22 - NodeMcu Esp8266



Fonte: labdegaragem (2018)

Capítulo 6

6 Material e Métodos

Para demonstrar na prática a solução, foi aplicada Prova de Conceito ou *PoC*.

Para a Companhia Brasileira de Desenvolvimento de Software, CBDS (2018, web) o *PoC* permite a visualização e demonstração prática da solução, para demonstrar seu funcionamento. Para Napratica (2017, web) o objetivo do *PoC* é demonstrar a possibilidade de validação de uma ideia (ou conceito). Pode ser aplicado em um protótipo seguindo uma série de premissas a serem estabelecidas.

Um *PoC* exige uma documentação de como o teste foi realizado, de forma a dar transparência na condução de todo processo. Critérios devem ser bem definidos e em caso de sucesso, as próximas etapas que devem ser percorridas. (NAPRATICA, 2017, web) sendo demonstrado no Quadro 2.

Quadro 2: Protótipo dispositivo de medição dos raios ultravioleta

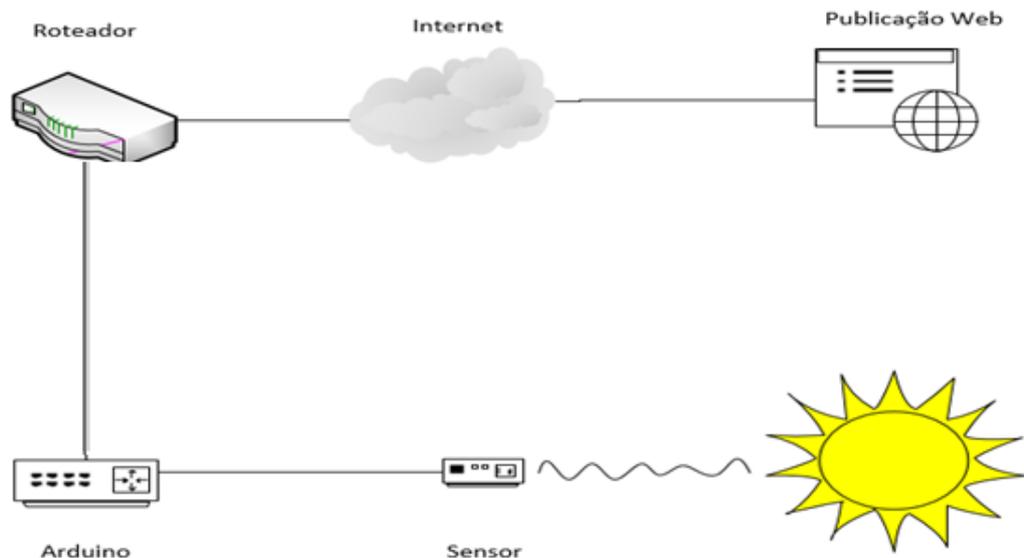
Etapas	Descrição
1	Preparar o protótipo com Arduino modelo Uno
2	Configurar sensor de raios ultravioleta UVM-30A – Programação em linguagem C++
3	Configurar sensor de temperatura e umidade DHT 11 – Programação em Linguagem C++
4	Configurar placa Arduino Ethernet Shield W5100 – Programação em Linguagem C++
5	Preparar infraestrutura para envio das informações a web
6	Programar o Arduino os parâmetros para envio dos dados ao ThingSpeak
7	Testes locais (visualização comunicação serial do Arduino)
8	Definir e instalar o protótipo para coleta das informações
9	Configurar o site thingspeak.com para coleta dos sensores;
10	Abrir para consulta pública os dados que estão sendo gerados
11	Visualizar diariamente o envio da informação dos sensores ao site ThingSpeak
12	Coletar diariamente Informações do <i>Weather Online</i> , INPE, INPE atenuação, Climatempo e IPMET armazenando no Software Excel

13	Preparar outro protótipo com Arduino Nano ou Mega
14	Configurar sensor de raios ultravioleta ML8511– Programação em linguagem C++
15	Repetir os passos 3,5,6,7,8,9,10,11 (o passo 4 dependerá do modelo escolhido)
16	Comparar os dados coletados pelo protótipo com os dados coletados do <i>Weather Online</i> , INPE, INPE Atenuação, Climatempo e IPMET
17	Contabilizar custos dos protótipos
18	Fechar relatório final do projeto com os resultados extraíndo-se as médias das leituras obtidas.

Fonte: Autoria própria (2018)

O arcabouço conceitual (ou *framework*) que foi utilizado para desenvolver o domínio específico para a coleta e transmissão das informações para a web está representado na Figura 23.

Figura 23 - Estrutura de coleta e transmissão dos índices de RUV para web



Fonte: Autoria própria (2018)

O arcabouço operou da seguinte maneira:

- Os RUV chegavam até o sensor instalado aproximadamente 3mts acima da superfície;
- O sensor de RUV contém um foto diodo, apontado para a atmosfera em 90°, que coletava os RUV realizando uma conversão interna para níveis de tensão.
- Por meio de programação no Arduino, os níveis foram transformados em índices (de 1 a 15) e enviados para o site Thingspeak pelo roteador acoplado a Internet da operadora VIVO.
- Os índices chegando ao Thingspeak foram publicados a uma média de uma informação a cada 30s.
- Por meio de consultas com o número de canal específico, foi possível verificar por meio de gráficos os índices de RUV durante o período das 10hs às 16hs.
- Maiores detalhes desta explicação podem ser consultados na documentação que segue nos tópicos abaixo.

6.1 Etapas realizadas

Para elaboração do protótipo e entendimento das diversos OSHW disponíveis, operação dos sensores etc., necessitou-se da leitura de diversas literaturas (GEDDES, 2018, web; MONK, 2014; BANZI, 2012; OLIVEIRA, 2015, web) e materiais da Internet, conforme já mencionado na abertura deste trabalho. Decidiu-se pela utilização do Arduino Uno (por melhor adaptar-se à plataforma fixa) e NodeMcu, por ser compacto, contendo modulo WiFi para transmissão das informações e muito utilizado nos projetos de IoT.

Realizou-se pesquisa (bibliografia e web) para definir quais sensores de RUV seriam utilizados nos protótipos sendo que o UVM 30 A foi utilizado no Arduino UNO e o GUV-S12SDL no NodeMcu:

- Sensor UVM 30 A com as seguintes características (AMAZON,2017, web) a ser montado no Arduino Uno:
 - ✓ Corrente de trabalho: Valor típico: 0,06mA; Valor máximo: 0.1mA
 - ✓ Precisão: +- 1UV
 - ✓ Comprimento de onda da resposta: 200nm-370nm

- ✓ Estabilidade de trabalho: $-20\text{ }^{\circ}\text{C} \sim + 85\text{ }^{\circ}\text{C}$
- ✓ Tensão de trabalho: 3~5VCC
- Sensor GUV-S12SDL com as seguintes características (ADAFRUIT,2018)
 - ✓ Tensão de trabalho: 2,7 ~ 5,5 V CC
 - ✓ Corrente de trabalho: 0,4mA
 - ✓ Comprimento de onda da resposta: 240nm-370nm
 - ✓ Estabilidade de trabalho: $-20\text{ }^{\circ}\text{C} \sim + 70\text{ }^{\circ}\text{C}$

No sensor de RUV há um componente importante chamado foto diodo. É por meio dele que as ondas de RUV são captadas e interpretadas em níveis de tensão, conforme pode ser visto na Figura 24:

Figura 24 - Fotodiodo Sensitivo AG38S-SMD



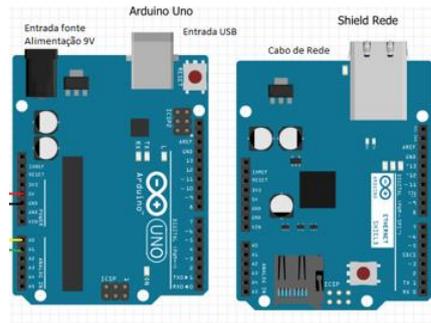
Fonte: scitec.uk.com (2009)

O fotodiodo contém AlGaIn (Nitreto de Gálio) é um material semiconductor utilizado para captação dos RUV (WIKIPEDIA, 2017; SCITEC, 2009). Os detalhes técnicos podem ser vistos no Apêndice 4.

6.2 Protótipo Arduino Uno

Conforme citado no início deste trabalho, a família Arduino foi escolhida para condução do projeto. Dentre todos os modelos disponíveis no mercado, adquiriu-se Arduino Uno, placa Shield Ethernet, sensores de RUV e roteador Wireless conforme Figura 25

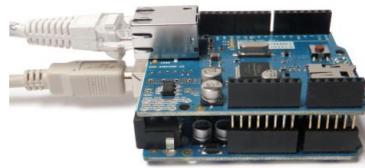
Figura 25 - Arduino e Shield Ethernet



Fonte: autoria própria (2018)

A função da placa Shield Ethernet foi realizar a comunicação entre o Arduino Uno e o roteador, para envio dos dados para Internet. Na prática, as placas ficam sobrepostas, pois os conectores da placa Shield ficam encaixados na placa do Arduino Uno, conforme Figura 26.

Figura 26 - Montagem Shield Ethernet no Arduino Uno



Fonte: instructables (2012)

Os componentes necessários para montagem do segundo protótipo, foram adquiridos posteriormente.

O protótipo foi instalado em bancada e realizada a programação em C/ C++ em uma IDE, em sistema operacional Windows 10.

O programa ou algoritmo é o meio pelo qual passamos os passos que computador deve realizar para uma determinada operação. O algoritmo no Arduino é conhecido como *sketch*¹⁵.

Temos duas funções básicas no sketch: *Setup()* e *loop()*. O *Setup()* é chamado assim que o *sketch* é iniciado. Nesta parte do programa inicializou-se s os pinos de

¹⁵ Um projeto do Arduino é chamado de **sketch**, e consiste tipicamente em duas partes (rotinas): a rotina de [setup](#), que inicializa o sketch, e a rotina de [loop](#), que normalmente contém o código principal do programa. (BOSONTREINAMENTO ,2015, web)

entrada e saída digitais e definiu-se qual a taxa de transmissão entre Arduino Uno e computador. As variáveis são definidas antes da função `setup()`.

Na função `loop()` é onde ocorre a execução do programa. Os códigos inseridos na rotina são executados de forma contínua ou até receber uma interrupção.

Segue exemplos básicos de implementação. O programa completo pode ser consultado no Apêndice 2.

```
// inicia-se a linha com dupla barra para comentários
void setup() {
    pinMode(04, OUTPUT);
    Serial.begin(9600);
}

void loop() {
    digitalWrite(04, HIGH);
    delay(1000);
    digitalWrite(04, LOW);
    delay(1000);
}
```

Para colocar o sensor RUV por meio da programação do sketch, foi necessário entender sua lógica de operação. O sensor UVM 30 A trabalha enviando sinais de níveis 0V até 1V, que correspondem ao nível 0 a 10 que pode ser observado na Figura 27.

Figura 27 - Índice Oficial Radiação Ultravioleta

UV INDEX 1	UV INDEX 2	UV INDEX 3	UV INDEX 4	UV INDEX 5	UV INDEX 6	UV INDEX 7	UV INDEX 8	UV INDEX 9	UV INDEX 10	UV INDEX 11+
Low (1,2)		Moderate (3,4,5)			High (6,7)		Very high (8,9,10)		Extreme (11+)	
Green PMS 375		Yellow PMS 102			Orange PMS 151		Red PMS 032		Purple PMS 265	

Table 4: Presenting the UVI: International colour codes!

Fonte: who (2018)

Os testes de validação das leituras do sensor ocorreram utilizando-se um código de teste recomendado por Wiltronics (s/n, web):

```
void setup()
```

```

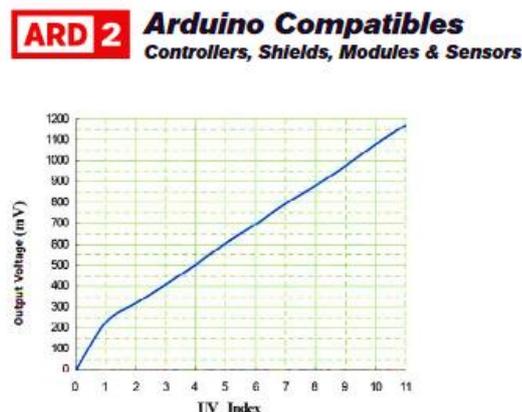
Serial.begin(9600);// comunicação com usb a taxa de 9600 bps
9600 bps
}
void loop()
{
int sensorValue;
sensorValue = analogRead(0);// Sensor conectado a porta A0
Serial.println(sensorValue);//Envio do valor lido ao sketch
delay(200); // atualização da leitura a cada 200 ms
}

```

Informações complementares podem ser consultada no Apêndice 2.

Conforme pode ser observado na Figura 28, as leituras produzidas pelo sensor, em milivolt, correspondem as leituras dos IRUV.

Figura 28 - Correspondência milivolt com IRUV



Fonte: wiltronics (s/n)

O sensor, por meio do foto diodo, detecta a presença do RUV. Captada a informação, um sinal analógico (tensão em milivolt) é enviado ao pino que está conectado ao Arduino Uno, que armazena na variável da programação no *sketch*.

O cálculo é realizado pela fórmula recomendada pelo fabricante do sensor:

$\text{int tensão} = (\text{valordosensor} * (5.0 / 1023.0)) * 1000$, onde:

- int tensão: variável que armazena o resultado do cálculo da fórmula
- valor do sensor: é a informação vinda do sensor da conversão da RUV para volts
- 1023: é calculado elevando-se 2^{10} menos o primeiro 2^0 , ou seja 1024 menos 1 igual a 1023.

Como a porta do Arduino Uno possui 10 bits de resolução, calculou-se o valor de cada intervalo de leitura correspondente ao binário e multiplicou-se por 1000, para posteriormente ser utilizado na programação do sketch do Arduino Uno conforme pode ser visto na Figura 29.

Figura 29 - Correspondência milivolt x IUV e sinal analógico

UV Index	0	1	2	3	4	5
Vout(mV)	<50	227	318	408	503	606
Analog Value	<10	46	65	83	103	124
UV Index	6	7	8	9	10	11 ⁺
Vout(mV)	696	795	881	976	1079	1170+
Analog Value	142	162	180	200	221	240

Fonte: filipeflop (s/a, web)

Para continuidade do projeto, foi necessário entendimento de como que os dados obtidos pelo sensor e transferidos para o Arduino Uno, seriam enviados para o site *ThingSpeak*. Foram realizadas leituras de material técnico fornecido pelo site e quais os ajustes necessários. O envio das informações para o *Thingspeak* ocorreram com passagem de três parâmetros obrigatórios: o endereço do site, chave de acesso e os campos a serem atualizados.

A chave de acesso foi obtida, após o cadastro do site. Definiu-se o nome do canal, informações sobre a publicação e quais campos seriam monitorados, chamados *Fields*. Foram criados três *Fields*: Temperatura, humidade e RUV. Como informações complementares foi possível inserir a latitude, longitude e altitude da instalação física do protótipo. Após a criação do Canal foram disponibilizadas algumas informações: o código do canal, a chave de acesso e habilitar compartilhamento público.

O programa completo pode ser consultado no Apêndice 2.

```
char thingSpeakAddress[] = "api.thingspeak.com"; // endereço do site
```

```

String writeAPIKey = "xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx"; // chave de acesso
const int updateThingSpeakInterva = 15 * 1000; // constante de envio dos dados
void updateThingSpeak(String tsData) { // declaração de função
  if (client.connect(thingSpeakAddress, 80)) { // envio dados porta 80
    client.print("POST /update HTTP/1.1\n");
    client.print("Host: api.thingspeak.com\n");
    client.print("Connection: close\n");
    client.print("X-THINGSPEAKAPIKEY: "+writeAPIKey+"\n"); <- chave de acesso
    client.print("Content-Type: application/x-www-form-urlencoded\n");
    client.print("Content-Length: ");
    client.print(tsData.length());
    client.print("\n\n");
    client.print(tsData);
    [...]
    updateThingSpeak("field1="+String(t) + "&field2=" + String(h) + "&field3=" +
    String(UV_index)); // envio dos dados coletados pelos sensores
    [...]
  }
}

```

A tensão de trabalho do Arduino, quando alimentado somente via conexão USB é de 5V. Pode-se colocar uma fonte de alimentação externa, que poderá variar entre 6V a 20V. O que se percebeu na construção do protótipo foi que, quando a alimentação da porta USB do computador estiver instável, com o nível de tensão abaixo de 5V ocorreu erros na passagem da programação para a placa do Arduino. Por isso, havendo falhas na transmissão, recomenda-se alimentação por fonte de alimentação, que foi realizado no projeto.

Mesmo com a recomendação de alimentação até 20V, nos testes realizados com fonte de alimentação com níveis de tensão acima de 9V, o Arduino ficou instável ocorrendo travamento. Isto se deve ao fato da existência de um regulador de tensão, que tem por objetivo manter a tensão de saída em 5V e que pode sobrecarregar e danificar a placa. Nas literaturas citadas nesta dissertação, recomendou-se utilizar fontes de 9V, máximo 1 A de corrente. As conexões USB e fonte de alimentação externa podem ser observadas na Figura 30.

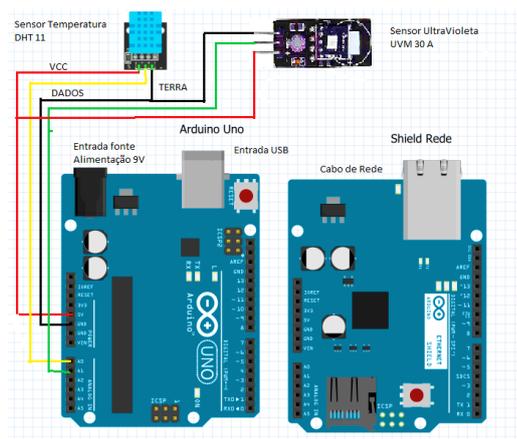
Figura 30 - Alimentação placa Arduino



Fonte: embarcados (2013)

A transferência do programa foi realizada por meio de cabo USB, ligado ao computador. O Arduino teve sua operação imediata após a carga da programação ter sido realizada. No projeto trabalhou-se com Sistema Operacional Windows 10. Para validar o seu funcionamento, utilizou-se a luz do celular, aproximando da foto diodo, que foi a maneira pela qual o pesquisador validou que o sensor de RUV estava funcionando. Como complemento ao projeto, para certificar que o dispositivo está em operação, já que as emissões das RUV cessam quando entramos no período de declínio da intensidade solar, foi instalado o sensor DHT11, com a finalidade de medir a temperatura do ambiente, a umidade e enviar para o mesmo local dos dados do IUV. Com estas informações, projetou-se o protótipo que é mostrado na Figura 31.

Figura 31 - Protótipo com ligações sensores temperatura e ultravioleta



Fonte: Autoria própria (2018)

Nos primeiros testes com modelos similares do fornecedor Empretec, da cidade de Bauru, surgiram problemas de compatibilidade entre o Arduino e os sensores

sendo necessário trocar os dispositivos até que funcionasse de maneira adequada. Problemas de compatibilidade foram citados pelo autor Ara (2016) e na RFC 7452.

Um fator importante foi como deixar o dispositivo, em céu aberto, para coleta da informação, visto que um projeto de IoT deve ser autônomo, sem interferência direta pois irá trabalhar coletando informações e enviar para um site de publicação dos dados.

Na sua experiência de campo, o pesquisador participou da montagem de sistema de monitoramento e alarmes de reservatórios de álcool. O sistema enviava imagens de câmeras por meio de roteadores que formavam uma nuvem de comunicação. Para proteger os roteadores que ficavam a uma altura de 20 m, foram inseridos em caixas hermeticamente fechadas, que evitava a entrada de água. A temperatura interna não ultrapassava a máxima de operação do roteador que era na faixa de -20° a 65° C (DLINK, 2018, web).

Com base nesta experiência, o pesquisador utilizou a mesma lógica de proteção no projeto conforme pode ser visto na Figura 32

Figura 32 - Arduino Uno com Shield Ethernet na caixa de proteção



Fonte: Aatoria própria (2018)

Além da proteção do Arduino Uno e o Shield Ethernet, o sensor de RUV também deveria ficar protegido pois sua instalação seria no topo da tubulação, voltado para cima, para receber a incidência dos raios solares de forma plena. Foi adquirida algumas caixas de materiais transparentes, onde testou-se com a luz do celular qual

delas não estaria interferindo na coleta dos RUV. Testou-se o sensor dentro da caixa, a uma distância muito próxima, mas não tocando na caixa e incidindo a luz do celular. E, em seguida, retirando o sensor da caixa e incidindo a luz. Escolhida a caixa, o sensor foi montado em seu interior conforme Figura 33.

Figura 33 - Sensor UVM 30 A



Fonte: Autoria própria (2018)

Observou-se que a posição do sensor deveria estar sempre voltada para cima sem inclinação, tomando o sol de forma direta. Testes foram realizados inclinando-se o dispositivo e o sensor parava de monitorar, por não receber diretamente a luz solar.

O sensor de temperatura foi colocado no ponto superior da tubulação, onde uma proteção de alumínio impediu a entrada de água, conforme Figura 34.

Figura 34 - Sensor DHT11



Fonte: Autoria própria (2018)

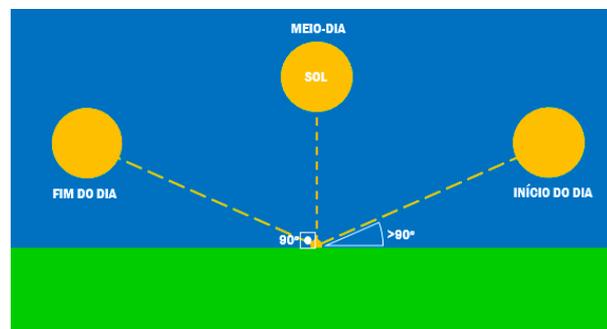
Após a série de testes locais, o protótipo foi conectado à Internet e os dados começaram a ser enviados ao *Thingspeak*.

O protótipo completo foi instalado no local escolhido, conforme pode ser visto no apêndice 5.

Percebeu-se um aquecimento acima do normal no tubo que interligava o Arduino UNO e sensores, pelo qual passava a fiação de conexão dos dispositivos. Para minimizar este efeito, a tubulação foi envolvida com uma manta térmica, sendo o problema resolvido.

Considerou-se o movimento do Sol para instalação do protótipo, para garantir a maior intensidade solar possível, conforme mostrado na Figura 35: A maior incidência do RUV ocorre as 12hs, quando o sol está no seu ponto mais elevado, onde existe a incidência máxima da luz solar (BRAINLY, 2018, web).

Figura 35 - Movimento aparente do Sol



Fonte: geografiaopinativa (2015)

Conforme já discutido anteriormente, a RUV recebida pelo fotodiodo era convertida em milivolt e por meio de programação, ocorreu o cálculo onde existia a correspondência entre o milivolt e o IRUV.

A programação dos IRUV seguiu os agrupamentos dos índices numéricos e suas categorias de importância na exposição a RUV (INPE, 2018), conforme Figura 36.

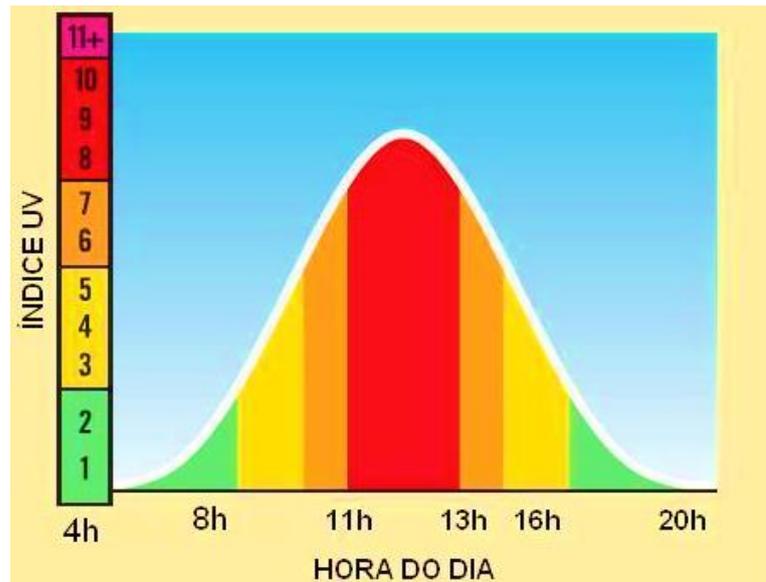
Figura 36 - Índice Ultravioleta

CATEGORIA	ÍNDICE ULTRAVIOLETA
BAIXO	< 2
MODERADO	3 a 5
ALTO	6 a 7
MUITO ALTO	8 a 10
EXTREMO	> 11

Fonte: Inpe (2018)

A figura 37 mostra os valores máximo de exposição a RUV, devendo-se tomar cuidados adicionais das 9h às 16h (LOPES, 2012, web; VEJA, 2017, web; SBD; 2014, web).

Figura 37 - Gráfico índice UV e Horário do dia



Fonte: solamigo.org (2018)

Os níveis de RUV podem variar dependendo de alguns fatores característicos em cada região, conforme mencionado por alguns autores (SOLAMIGO;2018; web; PUCMINAS;2010; web):

- A concentração de O_3 ;
- Altitude: quanto maior altitude maior a RUV.
- Hora do dia: das 10h às 16h é o período de maior concentração RUV;
- Estações do Ano: Inverno a radiação tende a ser menor;
- Superfície: neve e areia tendem a refletir a RUV aumentando a exposição;
- Nebulosidade: as nuvens filtram a RUV;
- Geografia: regiões tropicais tem maior RUV do que regiões temperadas;

6.2 Sites de coleta dos IRUV

Os sites escolhidos para coleta da informação foram *Wheather online*, INPE, Clima tempo e, posteriormente, o IPMET Bauru. O motivo do acréscimo do IPMET foi

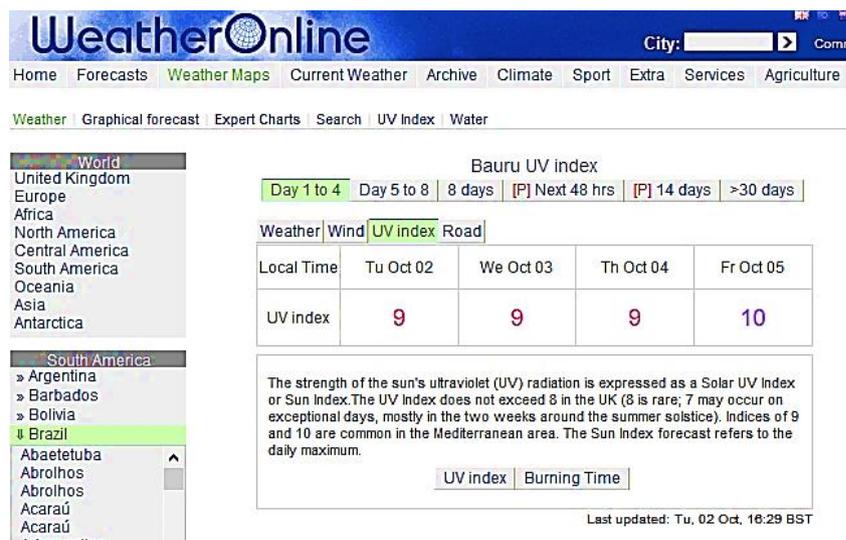
a base Meteorológica instalada em Bauru, onde os RUV são medidos diariamente, sendo um excelente ponto de referência para o estudo.

As informações foram extraídas diariamente, observando-se os índices no período das 09h às 16h, considerando-se o pico de coleta por volta das 12h.

Os respectivos sites foram consultados a fim de obter informações de como ocorria a coleta e publicação dos índices de RUV.

Weatheronline comentou que os dados informados no site são previstos pelo modelo GFS¹⁶ com base nas informações produzidos pelos diversos Centros Nacionais de Previsão Ambiental. Uma série de variáveis atmosféricas e terrestres (temperatura, ventos, chuvas, índices UV) são coletados, analisados e publicados (NOAA, 2018, web). Foi possível localizar no mapa do site os índices diários projetados para a cidade de Bauru, conforme pode ser visto na Figura 38.

Figura 38 - Índices Ultravioleta para Cidade de Bauru site Weatheronline

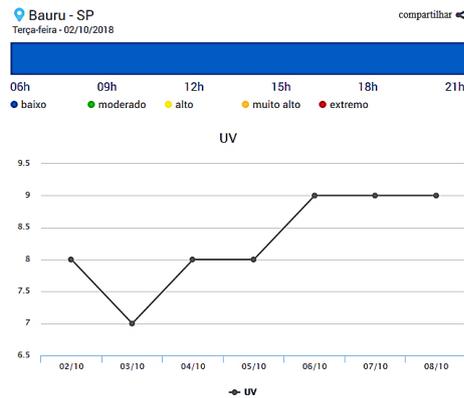


Fonte: Weatheronline (2018)

Climatempo informou que a explicação sobre como os índices seriam calculados seriam fornecidos mediante a consultoria. Porém, esclareceu que os dados são trabalhados por estimativa. Na consulta sobre o índice UV foi possível obter a previsão para a cidade de Bauru, conforme Figura 39.

¹⁶ O GFS (Global Forecast System) ou Sistema de Previsão Global é um modelo de previsão do tempo produzido pelo National Center for Environmental Prediction (NCEP), que pertence ao NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration). O EMC (Environmental Modeling Center) desenvolve, aperfeiçoa e monitora sistemas de assimilação de dados e modelos atmosféricos e oceânicos usando métodos avançados de processamento (IPMET, 2018. Web).

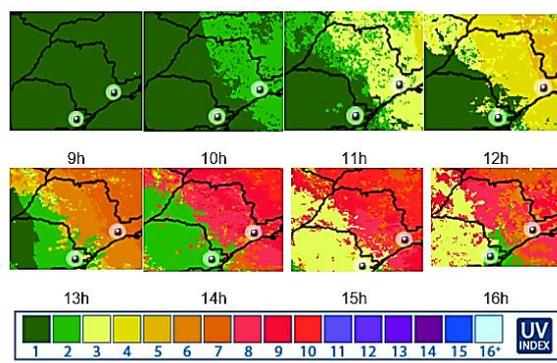
Figura 39 - Índices Ultravioleta para Cidade de Bauru site Climatempo



Fonte: Climatempo (2018)

INPE respondeu que não tinha conhecimento sobre instrumentação de UV na região de Bauru. No site, na área de documentação, pode-se observar que o modelo físico GL (radiação solar global), instalado no CPTEC fornece previsões diárias, semanais e mensais da irradiação solar. Após uma nova consulta, recomendou a inserção no estudo o fator de atenuação, que leva em consideração a nebulosidade no período da coleta da informação, que interfere nas leituras terrestres dos RUV. Na Figura 40, foi coletada informação da 9h as 16hs e pode-se observar as variações que ocorrem durante o dia, quando analisamos a escala de RUV.

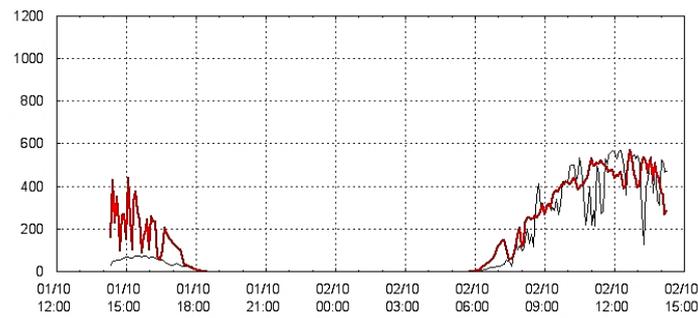
Figura 40 - Índices Ultravioleta para Cidade de Bauru site INPE (02/10/2018)



Fonte: Inpe (2018)

IPMET não respondeu aos e-mails enviados. Consultado o site foi possível verificar que as medidas são realizadas por radar (IPMET.UNESP,2018). As medidas são de curto prazo sendo que previsões prolongadas ficam aos cuidados do INPE, conforme Figura 41.

Figura 41 -Índices Ultravioleta para Cidade de Bauru site IPMET



Fonte: ipmet.unesp (2018)

As análises do sensor foram feitas por meio de consultas ao site Thingspeak e por meio de downloads dos dados em arquivo formato csv. Foram extraídos os valores com índice zero (0) e substituídos por "-". As leituras que não puderem ser coletadas teve como motivos chuvas ou nebulosidade. Em alguns momentos, notou-se que os bloqueios das nuvens impediram que os RUV chegassem até os sensores de forma plena ou parcial, para que as leituras fossem realizadas. A leitura zero (0) só poderia ser considerada quando ocorresse o declínio do sol, das 16h até as 8hs da manhã seguinte.

6.4 Protótipo NodeMcu Esp 12e com sensor guv-s12sdl

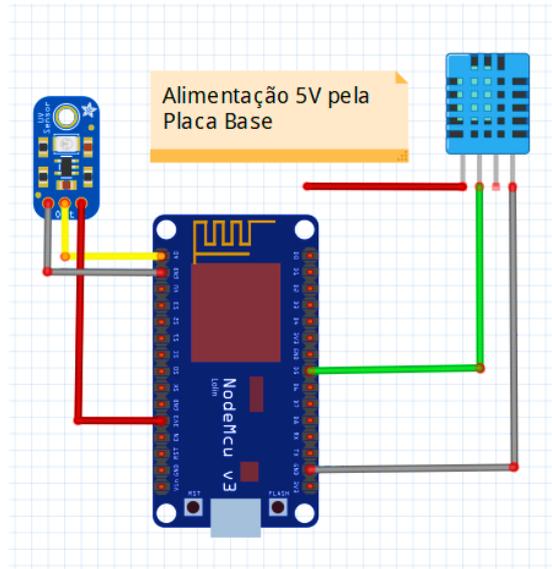
O segundo teste foi realizado com NodeMcu Esp 12E Sensor com Sensor GUV-S12SDL com as seguintes características (ADAFRUIT,2018)

- ✓ Tensão de trabalho: 2,7 ~ 5,5 V CC
- ✓ Corrente de trabalho: 0,4mA
- ✓ Comprimento de onda da resposta: 240nm-370nm
- ✓ Estabilidade de trabalho: -20 ° C ~ + 70 ° C

Este protótipo foi montado com o objetivo de construir um dispositivo móvel para ser utilizado quando houvesse necessidade de coleta durante uma caminhada, em um veículo ou outra atividade em que a pessoa estivesse em movimento, conforme Figura 42.

Neste estudo, o protótipo foi instalado no mesmo local do Arduino Uno, conforme foi descrito anteriormente.

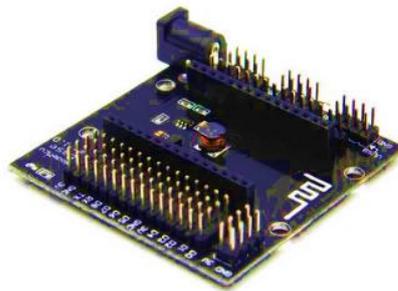
Figura 42 - NodeMcu ESP 12E com Sensores de RUV e Temperatura e Humidade



Fonte: Autoria própria (2018)

A tensão de saída dos pinos que alimentam os sensores, neste modelo, são de 3,3v (ARDUINO, 2018, web). Como foi adicionado um sensor de Temperatura e Humidade DHT11, que trabalha com tensão de 5V, foi acionada uma placa base para alimentar o dispositivo conforme Figura 43.

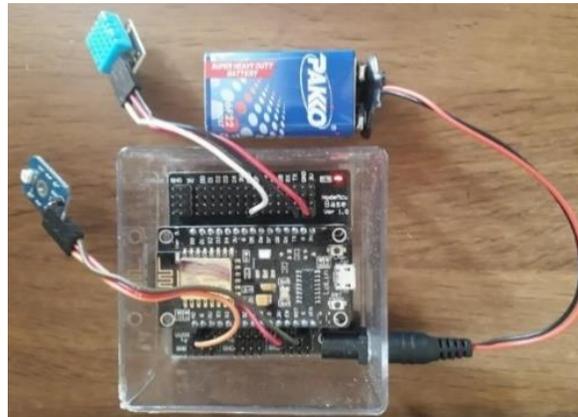
Figura 43 - Placa Base para Esp8266 NodeMcu Esp 12E



Fonte: institudodigital.com.br (2018)

O motivo da instalação do sensor de temperatura seguiu a lógica da montagem do protótipo do Arduino Uno, para garantir que o dispositivo estava em operação após o declínio da intensidade solar, como pode ser visto na Figura 44.

Figura 44 - NodeMcu ESP 12E com placa base e bateria de alimentação



Fonte: Autoria própria (2018)

A vantagem deste protótipo foi o envio da informação por dois métodos: pelo WiFi e pelo Smartphone como gateway de internet, utilizando a ancoragem de rede, pelo roteador WiFi do Celular. Ativando este recurso o protótipo foi conectado ao 3G da operadora VIVO e enviou as informações ao site de hospedagem da solução Blynk¹⁷ e o resultado pode ser visto no smartphone, conforme Figura 45.

Figura 45 - Tela do APP Blynk no Smartphone



Fonte: Autoria própria (2018)

¹⁷ <https://www.blynk.cc/>

6.5 Análise dos resultados

O objetivo deste trabalho foi o de buscar e comprovar, por meio de um protótipo com sensor de coleta dos IURV utilizando a plataforma Arduino, se a informação coletada por esta arquitetura poderia ser utilizada para a notificação de alertas sobre a alta incidência destes raios ultravioletas.

Os alertas seriam enviados via internet, desta forma oferecendo consulta aberta e *online* sobre o índice de radiação ultravioleta (IRUV) a qualquer momento do dia, para todos os usuários com acesso a estas informações.

O conceito teórico aqui configurado, seria demonstrado por meio de uma Prova de Conceito, sendo construído um protótipo que, coletasse os dados e os resultados obtidos deveriam ser comparados com informações geradas pelos quatro sites que informam a população em geral sobre o RUV.

Como visto início do Capítulo 6, o objetivo da *PoC* foi validar a ideia (ou conceito), que foi aplicada na construção deste protótipo, seguindo as premissas estabelecidas no início do projeto. As coletas dos RUV tanto do protótipo quanto dos sites acompanhou as recomendações de alguns autores (VEJA, 2017, web; LOPES, 2012;web ;SBD; 2014, web).

Os dados foram coletados diariamente pelo pesquisador, por meio de consulta página web na internet, obtendo-se diretamente da fonte, sendo coletada no período das 10h às 15hs sendo observado neste período o valor mais alto do RUV. Neste período é que ocorre o aumento dos IRUV, sendo seu pico atingido as 12hs. Após o período das 15hs, já inicia-se a queda dos IRUV, devido ao posicionamento solar que começa a se afastar de forma com que ocorra uma diminuição dos IRUV no planeta.

Ocorreram duas etapas da coleta dos dados: a primeira etapa ocorre no período compreendido entre os dias 21/06/2018 a 31/07/2018; e a segunda etapa ocorreu durante o período entre 01/08/2018 e 21/10/2018. Os dados da leitura podem ser consultados no apêndice 6.

O motivo da divisão dos períodos foi que, até o dia 31/07/2018 o tempo encontrava-se estável, com céu limpo (IPNET, 2018, web). A partir de 01/08/2018 ocorreram mudanças no clima, com entrada de frente fria e chuvas, sendo que o tempo a partir desta data se tornou variável, com períodos de temperaturas com picos de até 30° para quedas abaixo de 10° com céu nublado, seguido de chuva, sol etc, um clima típico de passagem de Inverno para primavera (ACCUWEATHER, 2018, web). Os dados da leitura podem ser consultados no apêndice 6.

Neste período de grandes oscilações de temperatura e umidade, percebeu-se que a nebulosidade, independente desta estar forte ou fraca, interferiu no sensor do protótipo do Arduino Uno, pois este parou de operar de forma eficiente, pois o sensor instalado no protótipo tinha que receber luz do sol de forma plena.

Conforme mostrado anteriormente neste estudo, os valores de referência do estudo considerando a literatura disponível: RUV 1 e RUV 2 são considerados baixos, RUV de 3 a 4 moderados, RUV entre 6 e 7 são considerados altos, RUV entre 8 e 10 muito alto e níveis acima de 11, são considerados extremamente alto.

6.5.1 Primeira fase de coleta: 21 de junho a 31 de Julho de 2018

Na primeira fase de coleta dos dados, que foi realizada de 21 de junho a 31 de julho de 2018, os índices de RUV coletados, distribuíram-se da seguinte maneira, conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Coleta dos IRUV

Período de 21/06/2018 a 31/07/2018 - População: 40		
Índices RUV (Média)	Moderado (3 a 5)	Alto (6 e 7)
Weather online	4,7	6,4
ClimaTempo	4,7	6,2
INPE	4,6	6
Sensor Arduino Uno	4,5	6

Fonte: autoria própria (2018)

Observa-se que, as médias coletadas levando-se em consideração os valores de referência da tabela 1, estão muito próximos entre si. Estes resultados são explicados pois o período da coleta foi estável, com condições climáticas de céu limpo, sem grandes interferências de nebulosidade e chuvas. O protótipo Arduino Uno acompanhou, de maneira satisfatória, os índices projetados pelos sites de referência.

Nota-se que neste período de leitura, não ocorreram leituras de índices baixos (1 e 2), nem índices considerados muito altos ou extremos. Mesmo assim para o índice apontado como Alto haveria necessidade de proteção adicional pois este fator já pode ser considerado prejudicial a saúde humana.

6.5.2 Segunda fase de coleta

A segunda fase de coleta foi realizada de 01 de agosto a 20 de outubro de 2018. Conforme descrito anteriormente, a nebulosidade que ocorreu a partir do dia 01/08/2018 fez com que o sensor de RUV do Arduino passa-se a mostrar valores dispersos em comparação aos dados que foram coletados dos sites de referência.

Para se obter novos parâmetros de leitura, foram adicionadas informações do site do IPMET da UNESP, com base de coleta na cidade de Bauru, localizada no interior do Estado de São Paulo e fator de atenuação recomendado pelo INPE. Com estes dados foi possível comparar os resultados obtidos e seguir com a coleta da pesquisa. A tabela de RUV da Organização Mundial da Saúde (WHO, 2018, web) foi utilizada para montagem da Tabela 2. Além da inserção dos dados do IPMET, O INPE recomendou análise dos dados de atenuação.

Tabela 2 - Coleta IRUV

Período de 01/08/2018 a 20/10/2018 - População: 82

Sem fator de atenuação					
Índices RUV (Média)	Baixo (1 e 2)	Moderado (3 a 5)	Alto (6 e 7)	Muito Alto (8 a 10)	Extremo (acima de 11)
Weather online	-	4,5	6,6	9,2	11,2
ClimaTempo	-	4,6	6,5	8,4	-
INPE	-	4,4	6,6	8,8	11
Com fator de atenuação					
INPE com Atenuação	1,7	4,0	6,3	8	-
IPMET Bauru	1,4	4,3	6		
Sensor Arduino Uno	1,5	4,1	6		

Fonte: autoria própria (2018)

Como a leitura do sensor foi influenciada diretamente pela fator de atenuação (nebulosidades e chuvas), passou-se a considerar duas análises:

1. O período onde a ação do RUV cresce (passando de média 4,5 até 11,2) onde os sites Weather online, Clima Tempo e INPE apontam esta tendência;
2. O fator de atenuação agindo como um bloqueio parcial dos RUV, onde os dados do site INPE fator atenuação, IPMET e Sensor Arduino Uno acompanham a mesma tendência de leitura.

O que percebeu-se é que INPE Atenuação, IPMET Bauru e Sensor Arduino Uno apontaram leituras com índice Baixo (1,2), o que não ocorreu para Weather

Online, Clima Tempo e INPE. Isto pode ser explicado pois IPMET tem uma base de leitura dos dados terrestres na cidade de Bauru. Isto corroborou com a leitura do Sensor Arduino Uno. O IPMET tem nas suas análises a entrada do fator de atenuação, o que também colaborou para análise simultânea, dos índices gerados pela IPMET e pelo Sensor do Arduino Uno. Foi necessário acompanhamento dos dois índices: com e sem atenuação, além de um comparativo local para análises e comparações dos índices.

Para INPE (2018, web) o fato da presença das nuvens pode atenuar a quantidade de RUV que chega até a superfície terrestre. Porém, uma parte desta radiação não é absorvida. Por isto, mesmo em dias nublados, é preciso realizar prevenções adequadas, principalmente para aqueles que tem uma pele mais *sensível*. Se existe uma predisposição a problemas como cancer de pele, a atenção deve ser constante.

Em matéria publicada na UOL (2018, web) a comunidade científica lança alertas sobre uma possível volta do CFC11, altamente prejudicial em produção na China: “A agência afirmou que esses gases poderiam ser provenientes da produção de espumas de isolamento térmico de poliuretano, feitas na China para uso doméstico a custo baixo” (UOL, 2018, web).

6.6 – Testes com protótipo NodeMCU Esp12e

Para uma segunda rodada de testes, instalou-se o protótipo NodeMcu Esp 12 com sensor Guv-S12sdl.

Quanto colocado em operação, os valores das coletas iniciaram-se muito acima dos índices que mostrados pelo protótipo Arduino Uno com Sensor UVM 30 A.

O sensor GUV-S12 SDL foi substituído e o protótipo colocado novamente em operação, porém os erros de leitura persistiram.

O NodeMcu foi substituído, bem com sua placa base e novos testes foram realizados, com continuidade dos erros.

Decidiu-se retirar o protótipo de operação, pois mostrou-se instável e com severos erros de leitura.

Constatou-se que problemas similares de compatibilidade foram citados em ARA (2016, web) e IETF/RFC 7452 (2017, web) como citados no tópico 3.1 deste trabalho. Os dados da leitura podem ser consultados no apêndice 6.

Capítulo 7

Resultados obtidos

1. O estudo mostrou que o fator atenuação (tempo nublado, chuvas, passagem de nuvens etc) interfere na leitura do sensores instalados na superfície terrestre, sendo comprovado pelas leituras publicadas no site do INPE e o sensor instalado no protótipo do Arduino Uno
2. Na primeira fase de coleta onde não havia interferência dos fatores de atenuação, o protótipo mostrou-se estável, acompanhando as leituras publicadas tendo registro no site *Thingspeak*.
3. Na segunda fase da coleta, comparando-se os dados obtidos com IPMET, o protótipo mostrou-se estável, acompanhando as leituras publicadas, tendo novamente registro no site do *Thingspeak*.
4. O teste realizado com a plataforma Arduino Uno mostrou-se estável e foram poucas as vezes que parou devido a problemas de travamento;
5. O Thingspeak mostrou-se confiável na publicação dos resultados online durante a exposição dos sensores RUV aos raios solares, não sendo necessário adquirir uma versão mais profissional para suprir demandas reprimidas;
6. As análises realizadas junto aos sites oficiais e não oficiais mostraram que existem diferenças de informações, devido ao modo como o cálculo é publicado na Internet. Há necessidade de comparar estas leituras com um sensor instalado na superfície terrestre e consultando-se o fator de atenuação, como foi observado nas leituras do IPMET, INPE com fator de atenuação e o protótipo desenvolvido.
7. Embora todos os testes fossem validados pelos sites de referência citados neste estudo, trata-se de um protótipo. E por esta razão, ao ser colocado em produção, deve-se acompanhar as medidas, por um período de tempo, para garantir que o sistema está operando de forma satisfatória.

Capítulo 8

8 Outros resultados alcançados

8.1 Publicações Técnico- Científicas

- Internet das coisas – dispositivos wearables para monitoramento das atividades cotidianas – XVIII Jornada Científica FIB – 2018
- Utilizando módulo WiFi Esp8266 NodeMcu Esp-12 e App Blynk para Projetos da Internet das Coisas - XVIII Jornada Científica FIB – 2018
- Internet das Coisas: os benefícios dos dispositivos móveis – Wearables - Congresso Internacional Media Ecology and Image Studies – Aveiro – Portugal – 2018
- Internet das Coisas: Requisitos para projetos de IoT – I Seminário Nacional GEMS – UNESP – Bauru /SP - 2017
- Internet das Coisas: Tecnologias vestíveis e arquitetura de comunicação – I Seminário Nacional GEMS – UNESP – Bauru /SP - 2017
- Internet das Coisas: Protocolo MQTT para comunicação dos dispositivos e sensores – XII Jornada Científica das Faculdades Integradas de Bauru/SP – 2017
- Internet das Coisas: Módulo ESP8266 e NodeMcu para transmissão de sinais por redes sem fio – XII Jornada Científica das Faculdades Integradas de Bauru/SP – 2017
- Integrando Tablet e Arduino para monitoramento de raios ultravioleta - XII Jornada Científica das Faculdades Integradas de Bauru/SP – 2017
- Automação Residencial: estudo de caso com utilização de Arduino, sensores e aplicativos mobile – 6º Encontro Senac de Conhecimento Integrado: criatividade e colaboração – Bauru/SP – 2017
- Internet das Coisas: Protocolos de Comunicação – 6º Encontro Senac de Conhecimento Integrado: criatividade e colaboração – Bauru/SP – 2017
- Internet das Coisas: Expansão das portas de comunicação do Arduino com uso do Circuito eletrônico 74HC595 - - XII Jornada Científica das Faculdades Integradas de Bauru/SP – 2017

8.2 Produção Tecnológica

Está em fase de elaboração um dispositivo similar ao realizado no projeto, no modelo *Wearables*, utilizando-se o modelo de Arduino *Lilypad*.

Este modelo é utilizado para projetos de vestimentos inteligentes. Os estudos estão sendo realizados em parceria com Marcelo Machado, aluno do curso de Ciência da Computação das Faculdades Integradas de Bauru – FIB. O aluno é ciclista e compete nos torneios da região, tendo alcançado resultados expressivos nas competições. Tem desenvolvido o site www.uvfriendly.com.br onde pretende-se enviar os dados produzidos pelo protótipo, além do dispositivo móvel a ser utilizado nas competições.

8.3 Serviços

O estudo permitiu uma expansão das atividades profissionais e, atualmente, estão sendo desenvolvidos projetos de instalação de sistemas de alertas em Racks onde estão instalados servidores. Por meio do Arduino Uno e Shield Ethernet, serão instalados dispositivos de alertas de temperatura, quedas de energia e gás tóxicos caso as baterias que suportam nobreak veiam a vaziar em ambientes fechados, bem o sensor de RUV em ambientes com iluminação artificial.

8.4 Capacitação Recursos Humanos

- Capacitação técnica realizada por meio de leituras de livros;
- Cursos em sites como Udemy e Codelot.
- Vídeos na Web

8.5 Difusão

- Palestra sobre Internet das Coisas e proteção contra raios ultravioletas na Fatec de Bauru;
- Palestra no curso técnico em informática do Preve Agudos – Bauru
- Artigos sobre Internet das Coisa no *Linkedin*
- Artigos escritos nos Congressos da Unesp, Senac, *MeiStudies*, FIB.

8.6 Impactos

Os impactos foram positivos na medida que o estudo mostrou que um sistema de alertas de proteção dos raios ultravioleta pode ser realizado, visto que o sensor mostrou ser confiável nas medidas e comparativos realizados. O projeto pode ter encaminhando e se expandido para outros pontos de leitura para a Cidade de Bauru, criando uma rede de conhecimento e que pode atuar nos alertas por meio dos smartphones, Totens eletrônicos, em conjunto com indicadores de temperatura etc.

Pode haver benefícios à população que tem uma pré-disposição a problemas de pele ou ainda ser realizado um mapeamento onde pode se encontrar problemas de pele realizando as análises por meio deste sistema de monitoramento.

O projeto, se inserido nos ônibus da cidade, pode realizar um mapeamento pois estão em constante movimento, podendo coletar e publicar os resultados por região, ruas e avenidas etc. dando informações para a prevenção e dando subsídios a saúde pública.

8.7 Dificuldades

As dificuldades iniciais foram em colocar o protótipo em produção, visto que os projetos são pensados em bancadas. Ocorreram as pesquisas de métodos de proteção do protótipo (chuvas, humidade e outras interferências climáticas). Para resolver este problema a experiência do pesquisador foi utilizada, conforme já relatado anteriormente.

Outro ponto importante foi a mudança brusca do tempo, quando ocorreu a entrada da nebulosidade que acabou influenciando as leituras. Até aquele momento, nas literaturas consultadas, não havia comentários sobre este tipo de interferência. No problema descrito, houve consulta ao INPE respondeu que haveria necessidade de analisar dois índices: com e sem atenuação, que foi agregada no trabalho. O INPE respondeu, ainda, que não tinha como informar sobre bases terrestres na Cidade de Bauru. Depois de mais pesquisas foi agregado o IPMET que nas consultas realizada, não respondeu as solicitações feitas. Em pesquisa no site, foram localizados gráficos diários sobre os índices ultravioleta.

O protótipo com NodeMcu Esp8266 apresentou instabilidade nas leituras com o Sensor GUV-S12SDL. Houve troca do NodeMcu e Sensor e as instabilidades continuaram. Nas pesquisas realizadas o autor Aras e a RFC 7452 comentam os problemas que podem ocorrer devido a dispositivos serem fabricados por diferentes tipos de fornecedores. A recomendação para quando isto ocorrer é continuar a realizar os testes substituindo os componentes por outros modelos e fabricantes. Deve-se tomar cuidado ao colocar-se em produção pois a informação a ser divulgada refere-se a saúde das pessoas

Um sistema de calibragem poderia ser estudado, a fim de se evitar erros e automatizar os testes em bancada.

8.8 Comentários Gerais e Perspectivas

O projeto mostrou-se com potencial e pretendo continuar os estudos fazendo o dispositivo acompanhar o movimento solar. O dispositivo foi montado em uma base fixa. Um protótipo envolvendo um Servo Motor, com giro de 180° poderia ser estudado, acompanhando o movimento do Sol para fornecer uma melhor precisão no estudo.

Os estudos realizados com o estudante Marcelo Machado têm-se tornado promissora na continuidade dos estudos.

O aluno Marcelo Machado é formado na Primeira Turma do curso de Ciências da Computação das Faculdades Integradas de Bauru.

Durante a fase de testes, foi estudada a possibilidade de colocar o dispositivo no capacete do aluno, que durante seu percurso nas corridas BrasilRide poderia coletar os índices de RUV do trajeto percorrido. Ocorreu a dúvida se o dispositivo não estaria atrapalhando seu desempenho (preocupação de queda do dispositivo, se estaria desligado ou não etc.) além de estar fora do ambiente de estudo escolhido, a cidade de Bauru.

Em projeto futuro, o aluno desenvolverá um sistema *Wearables* com o Arduino *Lilypad*, apropriado para inserir na roupa ou capacete. Testes deverão ser validados bem como toda a infraestrutura necessária para o projeto.

Uma parceria com a Prefeitura do Bauru poderia ser realizada para expandir o monitoramento pela cidade. Haveria necessidade de investimentos para compra dos

materiais, desenvolvimento de aplicativo e divulgação dos resultados; Veículos da prefeitura trafegam pela cidade o dia inteiro e, no conceito da Internet das Coisas, são objetos que se movem e podem coletar e enviar a informação.

Novos testes necessitam ser realizados, levando-se em consideração as outras estações do ano, como por exemplo, na passagem da Primavera para o Verão e no início do Outono.

BIBLIOGRAFIA

ACCUWEATHER. **Gráfico de temperaturas Agosto 2018** Disponível em < <https://www.accuweather.com/pt/br/sao-paulo/45881/august-weather/45881?monyr=8/1/2018> > Acesso 20-nov-2018.

ALBINO, J. P. **Uso potencial da tecnologia da informação no ensino de administração**, disponível em < <https://ead.ifrn.edu.br/semead/> > Acesso em 25 – abril – 2018.

AMAZON. **UVM-30A Ultraviolet Sensor Module Ultraviolet Detection Module for Arduino** Disponível em < <https://www.amazon.com/UVM-30A-Ultraviolet-Sensor-Detection-Arduino/dp/B0751M3JS6> > Acesso em 10-julho-2018.

ARA, T. **Internet of Things Architecture and Applications: A Survey**. Disponível em < https://www.researchgate.net/publication/311854636_Internet_of_Things_Architecture_and_Applications_A_Survey > Acesso em 29-junho-2018.

ARDUINO **ARDUINO UNO REV3** Disponível em < <https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3> > Acesso 21-nov-2018

ARDUINO PORTUGAL (2017). **Qual a diferença entre entradas digitais, analógicas e PWM**. Disponível em < <https://www.arduinoportugal.pt/grandezas-digitais-e-analogicas-e-pwm/> > Acesso em 20-nov-2018.

ASTHON.K. **That 'Internet of Things' Thing** Disponível em < <https://www.rfidjournal.com/articles/view?4986> > Acesso em 10-jun-2018.

BAIA, L (2015). **Efeitos da Radiação Ultravioleta nos Compostos Orgânicos Voláteis**. Disponível em < http://propg.ufabc.edu.br/biotecnociencia/Dissert_Defendidas/BTC-2015%20-%20Lucia%20dos%20Santos%20Rufino%20Baia.pdf > Acesso em 02-nov-2018.

BANZI, M. **Primeiros passos com Arduino**. São Paulo: Novatec. 2012.

BAURU. **Áreas de Proteção Ambiental**. Disponível em < http://www.bauru.sp.gov.br/semma/unidades_ambientais/apas.aspx > Acesso em 25-out-2018

BAURU. **Plano municipal de conservação e recuperação da mata Atlântica e do Cerrado**. Disponível em < http://www.bauru.sp.gov.br/arquivos2/arquivos_site/sec_meioambiente/plano_mata_atlantica.pdf > Acesso em 25-out-2018.

BLUEBRIDGETECHNOLOGIES. **Technologies Integrated**. Disponível em < <http://www.bluebridgesystems.com/> > Acesso em 11-mai-2018.

BOSONTREINAMENTO (2015) **Arduino. Pinagem e autonomia de um Sketch**. Disponível em < <http://www.bosontreinamentos.com.br/electronica/arduino/arduino-pinagem-e-anatomia-de-um-sketch-projeto/> > Acesso em 21-nov-2018

BRAINLY. **Qual significado da expressão “Sol a Pino” ?** Disponível em < <https://brainly.com.br/tarefa/16159918> > Acesso em 01-mar-2019

BRASIL **Acordos Globais**. Disponível em www.brasil.gov.br/editoria/meio-ambiente/2012/01/acordos-globais. Acesso em 25-mai-2018.

BOLOGH, T. S *et al.* (2011) **Proteção à radiação ultravioleta: recursos disponíveis na atualidade em foto proteção**. Disponível em < <http://dx.doi.org/10.1590/S0365-05962011000400016> > Acesso em 05-maio-2018.

BURGOS L.C. **Arduino Descomplicado e Divertido – VOL.1** – São Paulo – Burgos Eletrônica, 2014

CANALTECH. **O que é um RFC**. Disponível em < <https://canaltech.com.br/internet/O-que-e-um-RFC/> > Acesso em 05-nov-2018.

CBDS. **Melhores práticas de aplicação de uma prova de conceito (PoC)**. Disponível em < <http://www.cbds.com.br/blog/aplicacao-de-uma-prova-de-conceito/> > Acesso em 27-junho-2018.

CERVO, A. L.; BERVIAN, A. **Metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002
COARITI, J (2017). **Características da radiação ultravioleta solar e seus efeitos na saúde humana nas cidades de La Paz – Bolívia e Natal – Brasil**. Disponível em < https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/24952/1/JaimeRodriguezCoariti_TESE.pdf > Acesso em 02-jun-2018

CLIMATEMPO. **Previsão do Tempo – Bauru – SP**. Disponível em < <https://www.climatempo.com.br/previsao-do-tempo/cidade/406/bauru-sp> > Acesso em 02-mai-2018.

COARITI. **Características da Radiação Ultravioleta Solar e seus efeitos na saúde humana nas cidades de La Paz – Bolívia e Natal – Brasil**. Disponível em < https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/24952/1/JaimeRodriguezCoariti_TESE.pdf > Acesso em 15-jun-2018.

CORRÊA, M. P. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Algoritmo para Cálculos de Transferência Radioativa na Região Ultravioleta do Espectro Eletromagnético**. INPE, Cachoeira Paulista. SP

COMER, Douglas E. **Interligação de Redes com TCP/IP**. 9. ed. São Paulo: Elsevier, 2006.
DECOM.UFOP.BR – **Coletando Dados na INTERNET DAS COISAS**. Disponível em < [http://www.decom.ufop.br/imobilis/Internet das Coisas-coletando-dados/](http://www.decom.ufop.br/imobilis/Internet%20das%20Coisas-coletando-dados/) > Acesso em: 19 junho 2017

COFIED, C. **The Hole in Earth's Ozone Layer Is Healing, First-of-Its-Kind Study Shows**. Disponível em < <https://www.space.com/39315-nasa-satellite-shows-healing-ozone-hole.html> > Acesso em 01-junho-2018

DATEANDTIME. **Coordenadas geográficas de Bauru, Brasil** Disponível em < <http://dateandtime.info/pt/citycoordinates.php?id=3470279> > Acesso em 21-dez-2018.

DEVMEDIA. **Primeiros passos no mundo da Internet das Coisas** Disponível em < <https://www.devmedia.com.br/primeiros-passos-no-mundo-da-internet-das-coisas/34102/> > Acesso em 20-mar-2019

DLINK. **Roteador Wireless**. Disponível em < <https://www.dlink.com.br/produto/roteador-wireless-n300-dir-615/> > Acesso em 11-jan-2019.

DR.BIT, **ThingSpeak com Arduino e outros dispositivos**, Disponível em: <<https://drbitblog.wordpress.com/2014/05/02/thingspeak-com-arduino-e-outros-dispositivos/>> Acesso em 15-julho-2018.

ECLIPSE. **MQTT and COAP, IoT Protocols**. Disponível em <http://www.eclipse.org/community/eclipse_newsletter/2014/february/article2.php> Acesso 12-julho-2017.

EBAH (2009). **Os efeitos da exposição à radiação ultravioleta ambiental**. Disponível em <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAeiqAAJ/ultravioleta#>> Acesso em 25-mai-2018

EMBARCADOS. **Arduino uno**. Disponível em <<https://www.embarcados.com.br/arduino-Uno/>> Acesso 20-nov-2018

EMBARCADOS. **Modelos de comunicação para IoT**. Disponível em <https://www.embarcados.com.br/modelos-de-comunicacao-para-iot/> Acesso em 12-julho-2018

EVANS, M. **Arduino em Ação**. São Paulo: Novatec, 2013.

EVANS, Dave. **The Internet of Things - How the Next Evolution of the Internet Is Changing Everything**. 2011. Disponível em <https://www.cisco.com/c/dam/en_us/about/ac79/docs/innov/IoT_IBSG_0411FINAL.pdf>. Acesso em 08 jun. 2018

FILIFELOP (S/A). **Pra que serve um bootloader ? Arduino Uno**. Disponível em <<https://www.filipeflop.com/blog/praque-serve-um-bootloader-arduino-uno/>> Acesso em 20-nov-2018.

FILIFELOP (S/A) **Sensor de Raio Ultravioleta UV UVM-30A**. Disponível em <<https://www.filipeflop.com/produto/sensor-de-raio-ultravioleta-uv/>> Acesso em 22-nov-2018.

FRENET. **Gateway: o que é e como funciona?** Disponível em <<https://www.frenet.com.br/blog/gateway-o-que-e-como-funciona/>> Acesso em 02-julho-2018.

FREDERICK, J. E.; SNELL, H. E.; HAYWOOD, E. K. **Solar ultraviolet radiation at the Earth's surface**. IN: **Photochemistry and Photobiology**, v. 50, p. 443 – 450, 1989.

FRIED,L. **Magazine names hacker Limor Fried 'Entrepreneur of the Year'**. Disponível em <<https://www.cnet.com/news/magazine-names-hacker-limor-fried-entrepreneur-of-the-year/>> Acesso em 07-jul-2018

FRIESS, P. **IoT Comic Book**. 2010. Disponível em: http://novo.more.ufsc.br/homepage/inserir_homepage>

GERTZ, E. JUSTO, P. **Atmospheric Monitoring with Arduino EUA**, Sebastopol, Maker Press, 2013

GEOGRAFIAOPINATIVA. **Movimento aparente do Sol**. Disponível em <<https://www.geografiaopinativa.com.br/2015/08/movimento-aparente-do-so.html>> Acesso em 15-nov-2018.

GREINERT.R European Code against Cancer 4th Edition. **Ultraviolet radiation and cancer**. Disponível em <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877782115000028> > Acesso em 10-maio-2018

GIL, A. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2002

G1. **Região de Bauru tem índice extremo de radiação ultravioleta**. Disponível em < <http://g1.globo.com/sp/bauru-marilia/noticia/2014/01/regiao-de-bauru-tem-indice-extremo-de-radiacao-ultravioleta.html> > Acesso em 10-jan-2014

HARDWARE. **O Conceito Sistemas Embarcados**. Disponível em < <https://www.hardware.com.br/artigos/sistemas-embarcados-computacao-invisivel/conceito.html> > Acesso em 05-out-2018.

IETF. **RFCs Memos in the RFC document series contain technical and organizational notes about the Internet**. Disponível em < <https://www.ietf.org/standards/rfcs/> > Acesso em 12-julho-2017.

IFBA. **Arquitetura e Organização de Computadores**. Disponível em < <https://ead.ifba.edu.br/course/view.php?id=510> > Acesso em 06-agos-2018.

INCA, **Instituto Nacional de Câncer**. Ministério da Saúde, São Paulo/SP, 2018.

INPE. **Índices UltraVioleta**. Disponível em < satelite.cptec.inpe.br/uv > Acesso em 04-abr-2018

INOVAPARC. **O poder de uma ideia e importância da inovação**. Disponível em < <https://www.inovaparc.com.br/o-poder-de-uma-ideia-e-importancia-da-inovacao/> > Acesso em 25-junho-2018

INSTITUTODIGITAL. **Placa Base para Esp8266 NodeMcu Esp 12 E**. Disponível em < www.institutodigital.com.br > Acesso em 15-jun-2018

INSTRUCTABLES. **Arduino Ethernet Shield Tutorial**. Disponível em < <https://www.instructables.com/id/Arduino-Ethernet-Shield-Tutorial/> > Acesso 18-julho-2018

IPMET. **Índices Ultravioleta para Cidade de Bauru**. Disponível em < <https://www.ipmet.unesp.br/2tempo.php> > Acesso 01-ago-2018.

IPMET. **Modelo GFS**. Disponível em < <https://www.ipmet.unesp.br/2gfs.php> > Acesso em 10-jan-2019.

JAVED, A. **Criando projeto para Arduino e Internet das Coisas**. São Paulo: Novatec, 2017.

JCNET. Com um crescimento estável, Bauru atinge 371.690 habitantes, diz IBGE. Disponível em < <https://www.jcnet.com.br/Geral/2017/08/com-um-crescimento-estavel-bauru-atinge-371690-habitantes-diz-ibge.html> > Acesso 12-dez-2018.

JESUS, H S. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Estudo Teórico e Observacional dos Efeitos da Nebulosidade na Radiação Ultravioleta**. INPE, São José dos Campos. SP. 2015

KRANENBURG, Rob Van. **The Internet of Things**. A critique of ambient technology and the all-seeing network of RFID. 2008. Disponível em < http://www.networkcultures.org/_uploads/notebook2_theinternetofthings.pdf >. Acesso em: 10 jun. de 2018.

KUROSE, James; ROSS, Keith W.. **Redes de Computadores e a Internet**. 5. ed. São Paulo: Pearson, 2010.

LABDEGARAGEM. **Dúvidas com ESP8266 – NODEMCU** Disponível em < <http://labdegaragem.com/forum/topics/duvidas-com-esp8266-nodemcu> > Acesso em 22-nov-2018.

LACERDA, F.; LIMA-MARQUES, M. **Da necessidade de princípios de arquitetura da Informação para a Internet das Coisas. Perspectivas em Ciência da Informação.** Disponível em < <http://ppgtic.ufsc.br/files/2015/11/2356-7987-1-PB-h.pdf> > Acesso em 29-junho-2018

LEMOS, A. **A comunicação das coisas.** Internet das Coisas e Teoria Ator-Rede. Disponível em < <http://www.periodicos.ufam.edu.br/relem/article/view/817/pdf> > Acesso em: 19 de jun. de 2018.

LEMOS, B. **Estudo comparativo de Middlewares para Internet das Coisas usando Plataformas livres no monitoramento de ambiente.** Disponível em < <http://sbrt.org.br/sbrt2016/anais/IC02/1570281029.pdf>> Acesso em 02-julho-2018.

LIMA, R. (2004). **O que são os raios ultravioleta e o que causam para a saúde.** Disponível em: <<http://www.boasaude.com.br/artigos-de-saude/3764>>. Acesso em: 09-nov-2018.

LIYOU, K. N. **Introduction to Atmospheric Radiation.** Disponível em < <http://www.wzanews.com/IMG2/book/Environment/An%20Introduction%20to%20Atmospheric%20Radiation%200124514510.pdf> > Acesso em 03-maio-2018.

MANCINI, M. **Internet das Coisas: História, conceitos, aplicações e desafios.** Disponível em < <https://pmisp.org.br/documents/acervo-arquivos/241-internet-das-coisas-historia-conceitos-aplicacoes-e-desafios/fileq> > Acesso em 29-junho-2018.

MANOVICH, L. **Software Takes Command.** New York: Bloomsbury, 2013. Disponível em <https://www.bloomsburycollections.com/book/software-takes-command/introduction/> > Acesso em 01-maio-2018.

MANTOVANI, C. **Comunicação organizacional e mídias móveis: possibilidades e desafios.** Disponível em < <http://revistacmc.espm.br/index.php/revistacmc/article/view/0000-0002-9922-6848%3B%200000-0003-2670-923X/pdf> > Acesso em 29-junho-2018

MARGOTTO, F. **Foto exposição e fatores de risco para câncer de pele: avaliação de hábitos e conhecimentos da poluição participante da campanha de prevenção ao câncer de pelo no Morro Redondo/ RS.** Disponível em <http://www.amrigs.org.br/revista/60-01/07.pdf> acesso em 10-maio-2018.

MICROCHIP. **Controladores.** Disponível em < <http://pilger-pic.blogspot.com/> > Acesso em 05-out-2018.

MICROSOFT. **O que é middleware?** Disponível em < <https://azure.microsoft.com/pt-br/overview/what-is-middleware/>> Acesso em 01-julho-2018.

MINHACONEXÃO. **Entenda a diferença entre hub, switch e roteador.** Disponível em < <http://www.minhaconexao.com.br/blog/entenda-a-diferenca-entre-hub-switch-e-roteador/>> Acesso em 27-junho-2018.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **A camada de Ozônio.** Disponível em < <http://www.mma.gov.br/clima/protecao-da-camada-de-ozonio/a-camada-de-ozonio> > Acesso em 01-maio-2018.

MORALES, I.L.; ALBINO, J. P. MORALES, M.G.R. **Internet das Coisas: Tecnologias Vestíveis e Arquitetura de Comunicação**. I Seminário Interdisciplinar em Games, Educação, Mídia e Sentido. Unesp. Bauru, SP – 2017.

MONK. S. **Programação com Arduino – Começando com Sketches** - Porto Alegre: Bookman, 2013.

NAPRATICA. **O que é prova de conceito?** Disponível em < <https://www.napratica.org.br/o-que-e-prova-de-conceito/> > Acesso em 27-junho-2018.

NEWTONBRAGA. BLOG.NOVAELETRONICA. **O que é Shield para o Arduino**. Disponível em < <http://blog.novaeletronica.com.br/o-que-e-shield-para-arduino/>> Acesso em 10-julho-2018.

NOAA. **National Oceanic and Atmospheric Administration**. Disponível em < <https://www.noaa.gov/> > Acesso em 07-jun-2018

OLIVEIRA, M. **Radiação ultravioleta/ índice ultravioleta e câncer de pele no brasil: condições ambientais e vulnerabilidades sociais**. Revista brasileira de climatologia, [S.l.], v. 13, jun. 2014. ISSN 2237-8642. Disponível em: < <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/36764> >. Acesso em: 31 maio 2018. doi: <http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v13i0.36764>.

OLIVEIRA, S. **Internet das Coisas com esp8266. Arduino e Raspberry pi**. São Paulo. Novatec: 2017.

ORAZIO, J. **UV Radiation and the Skin**. Disponível em < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3709783/>> Acesso em 01-maio-2018.

OSWHA. **Definição de Open Source Hardware (OSHW) 1.0**. Disponível em < <https://www.oshwa.org/definicao/portuguese/> > Acesso em 27-junho-2018.

PEREIRA, G. A. **O que é Radiação Ultravioleta**. Disponível em: <<http://gustavoalonso.com.br/prevencao/radiacao-ultravioleta/>>. Acesso em: 02-maio- 2018.

PETERSON, L. **Redes de computadores**. Rio de Janeiro. Elsevier: 2013.

RENÓ, D. **Interfaces de notícias táteis em conteúdo gamificados contemporâneos**. Disponível em:<http://periodicos.ufpb.br>

RESEARCHGATE. **Internet of Things layer´s**. Disponível em < https://www.researchgate.net/figure/Internet-of-Things-layers_fig1_271462399 > Acesso em 01-julho-2018

RFC 7452. TSCHOFENIG, H. **Architectural Considerations in Smart Object Networking** Disponível. Em < <https://tools.ietf.org/html/rfc7452> > Acesso em 12-julho-2017.

ROTTA, G. **Um Estudo sobre Protocolos de Comunicação para Ambientes de Internet das Coisas**. Disponível em < <http://www.lbd.dcc.ufmg.br/colecoes/erad/2017/091.pdf>> Acesso em 24-junho-2018.

SANTOS, C. **Radiação Ultravioleta: Estudo dos Índices de Radiação, Conhecimento e Prática de Prevenção a Exposição na Região Ilhéus/Itabuna-BAHIA**. Disponível em < <http://www.biblioteca.uesc.br/biblioteca/btdtd/733767599d.pdf> > Acesso em 28-abril-2018.

SANTUCCI, Gérard (2010). **Internet of Things Initiative**. Copenhagen: Alexandria Institute, 2012.

SBD. Sociedade Brasileira de Dermatologia. **Queratose. Actínia**. Disponível em < <http://www.sbd.org.br/dermatologia/pele/doencas-e-problemas/queratose-actinica/19/> > Acesso em 08-maio-2018

SCOLARI, C. **Hacer clic: hacia una sociosemiótica de las interacciones digitales**. Barcelona: Gedisa, 2004

SCITEC. **Photo Diodo**. Disponível em < http://www.scitec.uk.com/optical_chopper/ > Acesso em 10-nov.2018.

SEEKINGALPHA. **Internet of Things**. Disponível em < <https://seekingalpha.com/article/4186582-ptcs-opportunity-iot-market> > Acesso 10-mai-2018.

SITES.IEEE. **IEEE**. Disponível em < <http://sites.ieee.org/sb-uem/ieee/> > Acesso em 01-julho-2018.

SIMPLESGPS. **GMS/GPRS**. Disponível em < <http://simplesgps.com.br/gps-e-gprs-qual-a-diferenca-entenda-de-uma-vez-por-todas/> > Acesso em 29-junho-2018.

SKOURLETOPOULOS, G. Mobile Big Data: A Roadmap from models to Technologies. Disponível em < <https://books.google.com.br/books?id=vIE8DwAAQBAJ&pg=PA130&lpg=PA130&dq=RFC+7452+Describes+Four+Different++Communication+Patterns+for+IoT&source=bl&ots=jGOkvX3fxY&sig=s-pfWi2B3g6NPYErhgr9HjXCuuQ&hl=pt-BR&sa=X&ved=0ahUKEwirm92syZncAhXEo1kKHYUFDHsQ6AEIODAC#v=onepage&q=RFC%207452%20Describes%20Four%20Different%20%20Communication%20Patterns%20for%20IoT&f=false> > Acesso em 12-julho-2018.

SOLAMIGO. **Tipos de Radiação UV**. Disponível em < <http://www.solamigo.org/tipos-de-radiacao-uv/> > Acesso em 10-set-2018

TANENBAUM, A. **Redes de computadores**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

TES. **Web the history of the internet**. Disponível em < <https://www.tes.com/lessons> >. Acesso em: 19-junho- 2018.

THINGSPEAK. **Connection Arduino to Thingspeak using Python**. Disponível em < <https://community.thingspeak.com/tag/arduino/page/3/> > Acesso em 02-junho-2018.

THINGSPEAK. **Prototyping with sonar proximity sensor**. Disponível em < <https://la.mathworks.com/help/thingspeak/rapid-prototyping-with-thingspeak.html> > Acesso em 01-jun-2016

UOL. **Estudo indica aumento anormal de temperaturas entre 2018 e 2022**. Disponível em < <https://noticias.uol.com.br/meio-ambiente/ultimas-noticias/redacao/2018/08/14/previsao-indica-temperaturas-mais-quentes-entre-2018-e-2022.htm> > Acesso 18-nov-2018.

UOL. **A preocupante volta do CFC, o gás que provoca o buraco na camada de ozônio**. Disponível em < <https://noticias.uol.com.br/meio-ambiente/ultimas-noticias/bbc/2018/11/25/a-preocupante-volta-do-cfc-o-gas-que-provoca-o-buraco-na-camada-de->

ozonio.htm?fbclid=IwAR2mfjLiDRPoJl1RZ9owEjClhmkcS4pEilwqpRutAaGglFVPisZ9BPRNql > Acesso em 26-nov-2018.

UVM-30. UVA/USB Sensor. Disponível em < <https://sites.google.com/site/myterrarium23/domotique/uvm-30a-uva-uvb-sensor> > Acesso em 01-jun-2018

WEISER.M. The Computer for the 21 st Century. Disponível em < <http://www.ubiq.com/hypertext/weiser/SciAmDraft3.html> > Acesso em 26-jun-2018.

WEATHERDUINO. Wireless weather station. Disponível em < <http://www.meteocercal.info/forum/Thread-What-is-the-WeatherDuino-Pro2> > Acesso em 01-jun-2018

WEATHERONLINE. Índices Ultravioleta. Disponível em < <https://www.weatheronline.pt/AmericadoSul.htm> > Acesso em 04-mai-2018.

WHO. World Health Statistics. Disponível em < https://www.who.int/gho/publications/world_health_statistics/2018/en/> Acesso em 10-nov-2018

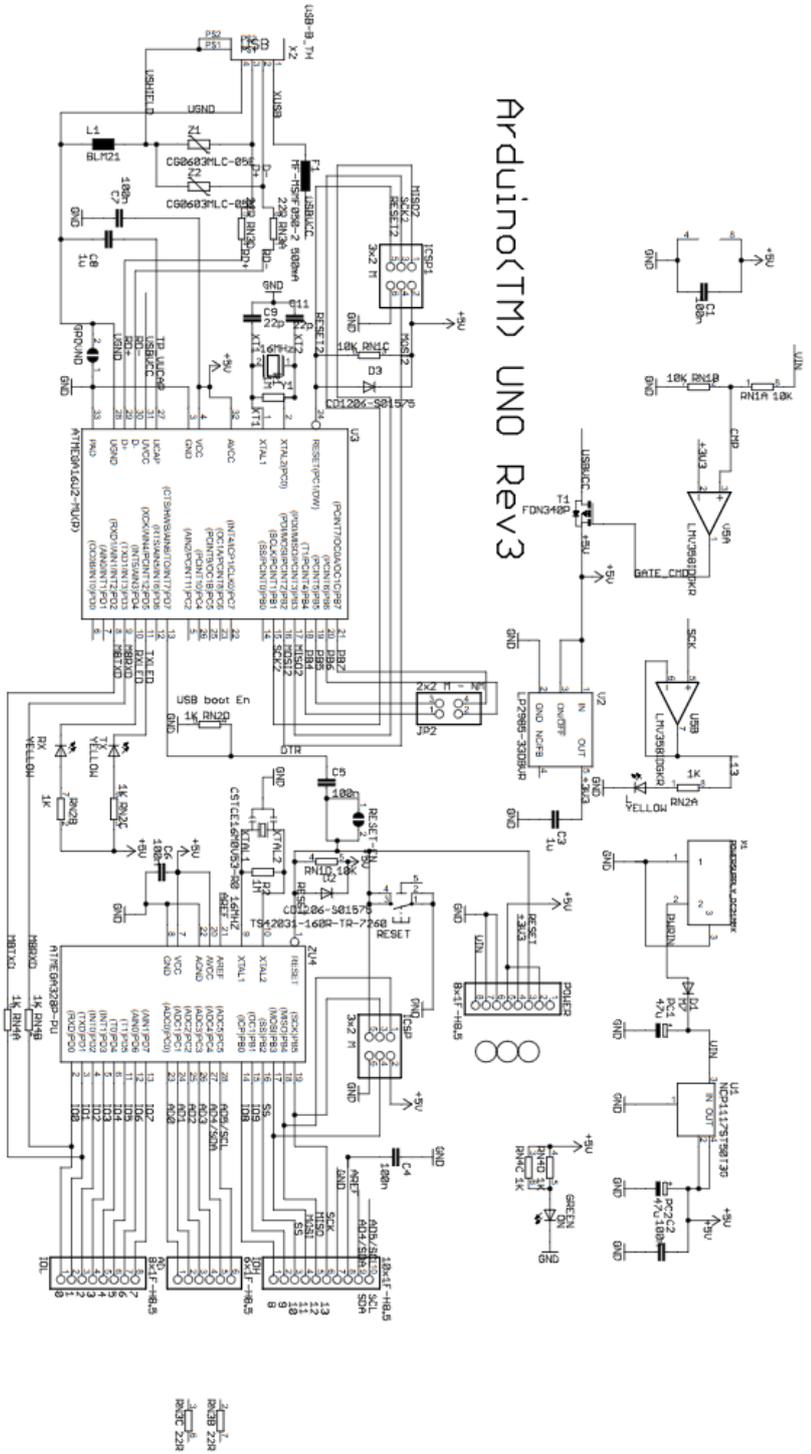
WILTRONICS (S/N). Arduino Compatibles. Controllers, Shields, Modules & Sensors. Disponível em < <https://www.wiltronics.com.au/wp-content/uploads/datasheets/ARD2-2062.pdf> > Acesso em 22-nov-2018.

WPR. The Ozone Layer. Disponível em < <https://www.wpr.org/ozone-layer-what-it-and-why-it-seems-be-improving> > Acesso em 05-out-2018.

WWF. O que é a camada de ozônio? Disponível em https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/questoes_ambientais/camada_ozonio/ . Acesso em: 28-maio-2018

ZEM, José (2016). Estudo dos Protocolos de Comunicação MQTT e COAP para Aplicações Machine-to-Machine e Internet das Coisas Disponível em < http://fatec.br/revista_ojs/index.php/RTecFatecAM/article/download/41/50 > Acesso em: 26 jun. 2018

Apêndice 1 – Esquema elétrico Arduino Uno ver.3



Reference Designs ARE PROVIDED "AS IS" AND "WITH ALL FAULTS. Arduino DISCLAIMS ALL OTHER WARRANTIES, EXPRESS OR IMPLIED, REGARDING PRODUCTS, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO, ANY IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. Arduino may make changes to specifications and product descriptions at any time, without notice. The Customer must not rely on the absence or characteristics of any features or instructions marked "reserved" or "undefined." Arduino reserves these for future definition and shall have no responsibility whatsoever for conflicts or incompatibilities arising from future changes to them. The product information on the Web Site or Materials is subject to change without notice. Do not finalize a design with this information. ARDUINO is a registered trademark.

Use of the ARDUINO name must be compliant with <http://www.arduino.cc/en/Main/Policy>

Apêndice 2 – Programação Arduino Uno com Sensor UVM 30 A

```

#include <DHT.h>
#include <SPI.h>
#include <Ethernet.h>
#define DHTPIN A1
#define DHTTYPE DHT11 // DHT 11
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
//float h = dht.readHumidity();
//float t = dht.readTemperature();
byte mac[] = {0xD4, 0x28, 0xB2, 0xFF, 0xA0, 0xA1};
char thingSpeakAddress[] = "api.thingspeak.com";
String writeAPIKey = "65UTI0F4HGOZ89QM";
const int updateThingSpeakInterval = 16 * 1000;
float lastConnectionTime = millis();
boolean lastConnected = false;
int failedCounter = 0;
int pino_sensor = A0;
int valor_sensor = 0;
int posicao;
String UV_index = "0";
int led1=2;
EthernetClient client;
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(pino_sensor, INPUT);
  while (!Serial) {
  }
  pinMode(led1, OUTPUT);
  if (Ethernet.begin(mac) == 0) {
    Serial.println("IP Não disponível via DHCP");
    for (;;)
      ;
  }
  printIPAddress();
}
void printIPAddress()
{
  Serial.print("Endereco IP: ");
  for (byte thisByte = 0; thisByte < 4; thisByte++) {
    Serial.print(Ethernet.localIP()[thisByte], DEC);
    Serial.print(".");
  }
  Serial.println();
}
void loop() {
  Calcula_nivel_UV();
  Serial.print(" Índice UltraVioleta: ");
  Serial.println(UV_index);
}

```

```

if (client.available())
{
  char c = client.read();
  Serial.print(c);
}
if (!client.connected() && lastConnected)
{
  Serial.println(" Serviço desconectado");
  Serial.println();
client.stop();
}

switch (Ethernet.maintain())
{
case 1:
  Serial.println("Erro: renovação do IP em falha");
  break;
case 2:
  Serial.println("renovação realizada com sucesso");
  printIPAddress();
  break;
case 3:
  Serial.println("Erro ao reconectar");
  break;
case 4:
  Serial.println("Reconecção realizada com sucesso");
  printIPAddress();
  break;
default:
  break;
}
// A leitura da temperatura e umidade pode levar 250ms!
// O atraso do sensor pode chegar a 2 segundos.
float h = dht.readHumidity();
float t = dht.readTemperature();
// testa se retorno é valido, caso contrário verificar erro.
if (isnan(t) || isnan(h))
{
  Serial.println("Falha na leitura do sensor DHT");
}
else
{
  Serial.print(" Umidade: ");
  Serial.print(h);
  Serial.print(" %t");
  Serial.print(" Temperatura: ");
  Serial.print(t);
  Serial.println(" *C");
}

```

```

// enviando dados ao ThingSpeak
    if(!client.connected() && (millis() - lastConnectionTime >
        updateThingSpeakInterval))
        updateThingSpeak("field1="+String(t) + "&field2=" + String(h) + "&field3=" +
            String(UV_index));
    // Verifica se o Arduino necessita ser reinicializado
    if (failedCounter > 3 ) {startEthernet();}
    lastConnected = client.connected();
}
// -----
void updateThingSpeak(String tsData)
{
    if (client.connect(thingSpeakAddress, 80))
    {
        client.print("POST /update HTTP/1.1\n");
        client.print("Host: api.thingspeak.com\n");
        client.print("Connection: close\n");
        client.print("X-THINGSPEAKAPIKEY: "+writeAPIKey+"\n");
        client.print("Content-Type: application/x-www-form-urlencoded\n");
        client.print("Content-Length: ");
        client.print(tsData.length());
        client.print("\n\n");
        client.print(tsData);
        lastConnectionTime = millis();
        Serial.println(" última conexão :"+ millis());
        // resetCounter = 0;
        if (client.connected())
        {
            Serial.println("Connectando ao ThingSpeak...");
            failedCounter = 0;
        }
        else
        {
            failedCounter++;
            Serial.println("Coneccao ao ThingSpeak falhou (" +String(failedCounter,
                DEC)+")");
            Serial.println();
        }
    }
    else
    {
        failedCounter++;
        Serial.println("Coneccao ao ThingSpeak falhou (" +String(failedCounter, DEC)+")");
        Serial.println();
        lastConnectionTime = millis();
    }
}

void startEthernet()
{

```

```

client.stop();
Serial.println("Conectando Arduino Uno na rede interna");
Serial.println();
delay(1000);
if (Ethernet.begin(mac) == 0)
{
  Serial.println("Falha na entrega do IP. Reinicie o Arduino");
  Serial.println();
}
else
{
  Serial.println("DHCP Entregue com Sucesso");
  Serial.println();
}
delay(1000);
}
void Calcula_nivel_UV()
{
  valor_sensor = analogRead(pino_sensor);
  //Calcula tensao em milivolts
  int tensao = (valor_sensor * (5.0 / 1023.0)) * 1000;
  //Compara com valores tabela UV_Index
  if (tensao > 0 && tensao < 50)
  {
    UV_index = "0";
  }
  else if (tensao > 50 && tensao <= 227)
  {
    UV_index = "0";
  }
  else if (tensao > 227 && tensao <= 318)
  {
    UV_index = "1";
  }
  else if (tensao > 318 && tensao <= 408)
  {
    UV_index = "2";
  }
  else if (tensao > 408 && tensao <= 503)
  {
    UV_index = "3";
  }
  else if (tensao > 503 && tensao <= 606)
  {
    UV_index = "4";
    digitalWrite(led1, HIGH);
  }
  else if (tensao > 606 && tensao <= 696)
  {
    UV_index = "5";
  }
}

```

```
}  
else if (tensao > 696 && tensao <= 795)  
{  
    UV_index = "6";  
}  
else if (tensao > 795 && tensao <= 881)  
{  
    UV_index = "7";  
}  
else if (tensao > 881 && tensao <= 976)  
{  
    UV_index = "8";  
}  
else if (tensao > 976 && tensao <= 1079)  
{  
    UV_index = "9";  
}  
else if (tensao > 1079 && tensao <= 1170)  
{  
    UV_index = "10";  
}  
else if (tensao > 1170)  
{  
    UV_index = "11";  
}  
}
```

Apêndice 3 - Série Arduino Uno

Arduino Uno



Arduino Uno R3 Front

Arduino Uno R3 Back



Arduino Uno R2 Front

Arduino Uno SMD

Arduino Uno Front

Arduino Uno Back

Overview

The Arduino Uno is a microcontroller board based on the ATmega328 ([datasheet](#)). It has 14 digital input/output pins (of which 6 can be used as PWM outputs), 6 analog inputs, a 16 MHz ceramic resonator, a USB connection, a power jack, an ICSP header, and a reset button. It contains everything needed to support the microcontroller; simply connect it to a computer with a USB cable or power it with a AC-to-DC adapter or battery to get started.

The Uno differs from all preceding boards in that it does not use the FTDI USB-to-serial driver chip. Instead, it features the Atmega16U2 (Atmega8U2 up to version R2) programmed as a USB-to-serial converter.

[Revision 2](#) of the Uno board has a resistor pulling the 8U2 HWB line to ground, making it easier to put into [DFU mode](#).

[Revision 3](#) of the board has the following new features:

- 1.0 pinout: added SDA and SCL pins that are near to the AREF pin and two other new pins placed near to the RESET pin, the IOREF that allow the shields to adapt to the voltage provided from the board. In future, shields will be compatible both with the board that use the AVR, which operate with 5V and with the Arduino Due that operate with 3.3V. The second one is a not connected pin, that is reserved for future purposes.
- Stronger RESET circuit.
- Atmega 16U2 replace the 8U2.

"Uno" means one in Italian and is named to mark the upcoming release of Arduino 1.0. The Uno and version 1.0 will be the reference versions of Arduino, moving forward. The Uno is the latest in a series of USB Arduino boards, and the reference model for the Arduino platform; for a comparison with previous versions, see the [index of Arduino boards](#).

Summary

Microcontroller	ATmega328
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V

Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB (ATmega328) of which 0.5 KB used by bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Clock Speed	16 MHz

Schematic & Reference Design

EAGLE files: [arduino-uno-Rev3-reference-design.zip](#) (NOTE: works with Eagle 6.0 and newer)

Schematic: [arduino-uno-Rev3-schematic.pdf](#)

Note: The Arduino reference design can use an Atmega8, 168, or 328, Current models use an ATmega328, but an Atmega8 is shown in the schematic for reference. The pin configuration is identical on all three processors.

Power

The Arduino Uno can be powered via the USB connection or with an external power supply. The power source is selected automatically.

External (non-USB) power can come either from an AC-to-DC adapter (wall-wart) or battery. The adapter can be connected by plugging a 2.1mm center-positive plug into the board's power jack. Leads from a battery can be inserted in the Gnd and Vin pin headers of the POWER connector.

The board can operate on an external supply of 6 to 20 volts. If supplied with less than 7V, however, the 5V pin may supply less than five volts and the board may be unstable. If using more than 12V, the voltage regulator may overheat and damage the board. The recommended range is 7 to 12 volts.

The power pins are as follows:

- **VIN.** The input voltage to the Arduino board when it's using an external power source (as opposed to 5 volts from the USB connection or other regulated power source). You can supply voltage through this pin, or, if supplying voltage via the power jack, access it through this pin.
- **5V.** This pin outputs a regulated 5V from the regulator on the board. The board can be supplied with power either from the DC power jack (7 - 12V), the USB connector (5V), or the VIN pin of the board (7-12V). Supplying voltage via the 5V or 3.3V pins bypasses the regulator, and can damage your board. We don't advise it.
- **3V3.** A 3.3 volt supply generated by the on-board regulator. Maximum current draw is 50 mA.
- **GND.** Ground pins.

Memory

The ATmega328 has 32 KB (with 0.5 KB used for the bootloader). It also has 2 KB of SRAM and 1 KB of EEPROM (which can be read and written with the [EEPROM library](#)).

Input and Output

Each of the 14 digital pins on the Uno can be used as an input or output, using [pinMode\(\)](#), [digitalWrite\(\)](#), and [digitalRead\(\)](#) functions. They operate at 5 volts. Each pin can provide or receive a maximum of 40 mA and has an internal pull-up resistor (disconnected by default) of 20-50 kOhms. In addition, some pins have specialized functions:

- **Serial: 0 (RX) and 1 (TX).** Used to receive (RX) and transmit (TX) TTL serial data. These pins are connected to the corresponding pins of the ATmega8U2 USB-to-TTL Serial chip.
- **External Interrupts: 2 and 3.** These pins can be configured to trigger an interrupt on a low value, a rising or falling edge, or a change in value. See the [attachInterrupt\(\)](#) function for details.
- **PWM: 3, 5, 6, 9, 10, and 11.** Provide 8-bit PWM output with the [analogWrite\(\)](#) function.

- **SPI: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK).** These pins support SPI communication using the [SPI library](#).
- **LED: 13.** There is a built-in LED connected to digital pin 13. When the pin is HIGH value, the LED is on, when the pin is LOW, it's off.

The Uno has 6 analog inputs, labeled A0 through A5, each of which provide 10 bits of resolution (i.e. 1024 different values). By default they measure from ground to 5 volts, though it is possible to change the upper end of their range using the AREF pin and the [analogReference\(\)](#) function. Additionally, some pins have specialized functionality:

- **TWI: A4 or SDA pin and A5 or SCL pin.** Support TWI communication using the [Wire library](#).

There are a couple of other pins on the board:

- **AREF.** Reference voltage for the analog inputs. Used with [analogReference\(\)](#).
- **Reset.** Bring this line LOW to reset the microcontroller. Typically used to add a reset button to shields which block the one on the board.

See also the [mapping between Arduino pins and ATmega328 ports](#). The mapping for the Atmega8, 168, and 328 is identical.

Communication

The Arduino Uno has a number of facilities for communicating with a computer, another Arduino, or other microcontrollers. The ATmega328 provides UART TTL (5V) serial communication, which is available on digital pins 0 (RX) and 1 (TX). An ATmega16U2 on the board channels this serial communication over USB and appears as a virtual com port to software on the computer. The '16U2 firmware uses the standard USB COM drivers, and no external driver is needed. However, [on Windows, a .inf file is required](#). The Arduino software includes a serial monitor which allows simple textual data to be sent to and from the Arduino board. The RX and TX LEDs on the board will flash when data is being transmitted via the USB-to-serial chip and USB connection to the computer (but not for serial communication on pins 0 and 1).

A [SoftwareSerial library](#) allows for serial communication on any of the Uno's digital pins.

The ATmega328 also supports I2C (TWI) and SPI communication. The Arduino software includes a [Wire library](#) to simplify use of the I2C bus; see the [documentation](#) for details. For SPI communication, use the [SPI library](#).

Programming

The Arduino Uno can be programmed with the Arduino software ([download](#)). Select "Arduino Uno from the **Tools > Board** menu (according to the microcontroller on your board). For details, see the [reference](#) and [tutorials](#).

The ATmega328 on the Arduino Uno comes preburned with a [bootloader](#) that allows you to upload new code to it without the use of an external hardware programmer. It communicates using the original STK500 protocol ([reference](#), [C header files](#)).

You can also bypass the bootloader and program the microcontroller through the ICSP (In-Circuit Serial Programming) header; see [these instructions](#) for details.

The ATmega16U2 (or 8U2 in the rev1 and rev2 boards) firmware source code is available. The ATmega16U2/8U2 is loaded with a DFU bootloader, which can be activated by:

- On Rev1 boards: connecting the solder jumper on the back of the board (near the map of Italy) and then resetting the 8U2.
- On Rev2 or later boards: there is a resistor that pulling the 8U2/16U2 HWB line to ground, making it easier to put into DFU mode.

You can then use [Atmel's FLIP software](#) (Windows) or the [DFU programmer](#) (Mac OS X and Linux) to load a new firmware. Or you can use the ISP header with an external programmer (overwriting the DFU bootloader). See [this user-contributed tutorial](#) for more information.

Automatic (Software) Reset

Rather than requiring a physical press of the reset button before an upload, the Arduino Uno is designed in a way that allows it to be reset by software running on a connected computer. One of the hardware flow control lines (DTR) of the ATmega8U2/16U2 is connected to the reset line of the ATmega328 via a 100 nanofarad capacitor. When this line is asserted (taken low), the reset line drops long enough to reset the chip. The Arduino software uses this capability to allow you to upload code by simply pressing the upload button in the Arduino environment. This means that the bootloader can have a shorter timeout, as the lowering of DTR can be well-coordinated with the start of the upload. This setup has other implications. When the Uno is connected to either a computer running Mac OS X or Linux, it resets each time a connection is made to it from software (via USB). For the following half-second or so, the bootloader is running on the Uno. While it is programmed to ignore malformed data (i.e. anything besides an upload of new code), it will intercept the first few bytes of data sent to the board after a connection is opened. If a sketch running on the board receives one-time configuration or other data when it first starts, make sure that the software with which it communicates waits a second after opening the connection and before sending this data.

The Uno contains a trace that can be cut to disable the auto-reset. The pads on either side of the trace can be soldered together to re-enable it. It's labeled "RESET-EN". You may also be able to disable the auto-reset by connecting a 110 ohm resistor from 5V to the reset line; see [this forum thread](#) for details.

USB Overcurrent Protection

The Arduino Uno has a resettable polyfuse that protects your computer's USB ports from shorts and overcurrent. Although most computers provide their own internal protection, the fuse provides an extra layer of protection. If more than 500 mA is applied to the USB port, the fuse will automatically break the connection until the short or overload is removed.

Physical Characteristics

The maximum length and width of the Uno PCB are 2.7 and 2.1 inches respectively, with the USB connector and power jack extending beyond the former dimension. Four screw holes allow the board to be attached to a surface or case. Note that the distance between digital pins 7 and 8 is 160 mil (0.16"), not an even multiple of the 100 mil spacing of the other pins.

Apêndice 4 - UV-A Sensor GUA-S12SD



Electro Optical Components, Inc.

5464 Skylane Boulevard, Suite D, Santa Rosa, CA 95403

Toll Free: 855-EOC-6300

www.eoc-inc.com | info@eoc-inc.com



UV-A Sensor GUA-S12SD

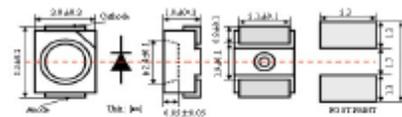


- Features**
- Gallium Nitride Based Material
 - Schottky-type Photodiode
 - Photovoltaic Mode Operation
 - Good Visible Blindness
 - High Responsivity & Low Dark Current



- Applications**
- UV Index Monitoring
 - UV-A Lamp Monitoring

Outline Diagrams and Dimensions



Absolute Maximum Ratings

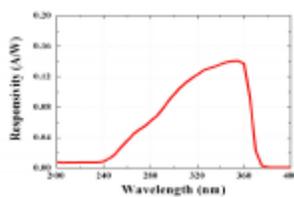
Parameter	Symbol	Min.	Max.	Unit	Remark
Storage Temperature	T _{st}	-40	90	°C	
Operating Temperature	T _{op}	-30	85	°C	
Reverse Voltage	V _{r, max.}		5	V	
Forward Current	I _{f, max.}		1	mA	
Optical Source Power Range	P _{opt}	0.1	100,000	μW/cm ²	UVA Lamp
Soldering Temperature	T _{sol}		260	°C	within 10 sec.

※Notice: apply to us in the case that Optical Source Power is over 100,000μW/cm².

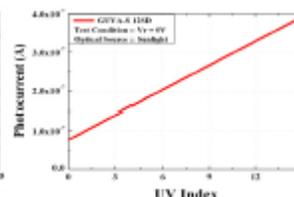
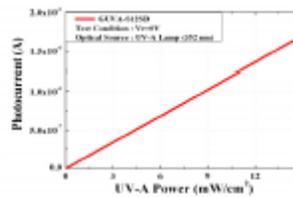
Characteristics (at 25°C)

Parameter	Symbol	Min.	Typ.	Max.	Unit	Test Conditions
Dark Current	I _d			1	nA	V _r = 0.1 V
Photo Current	I _{ph}		113		nA	UVA Lamp, 1mW/cm ²
			26		nA	1 UVI
Temperature Coefficient	I _{tc}		0.08		%/°C	UVA Lamp
Responsivity	R		0.14		A/W	λ = 350 nm, V _r = 0 V
Spectral Detection Range	λ	240		370	nm	10% of R
Active area			0.076		mm ²	

Responsivity Curve



Photocurrent along UV Power



Caution

ESD can damage the device hence please avoid ESD.

Apêndice 5 - Instalação do protótipo na residência do pesquisador



Apêndice 6 - Leituras dos Índices de raios ultravioleta

Weather online		Clima Tempo	INPE		IPMET/BAURU		Sensor UVM 30A (Arduino Uno)	Sensor GUVA S12SD (NodeMcu)	Ocorrências
Data	IUV	IUV	IUV	Atenuação	Potência (milivot)	IUV	IUV	IUV	
Média Geral	8,48	6,87	7,59	3,97	466,94	4,00	3,76	10,20	
21/06/2018	4	4	4	-	-	-	4	-	Limpo
22/06/2018	7	7	6	-	-	-	5	-	Limpo
23/06/2018	7	6	5	-	-	-	6	-	Limpo
24/06/2018	5	5	4	-	-	-	4	-	Limpo
25/06/2018	6	5	5	-	-	-	5	-	Limpo
26/06/2018	5	4	4	-	-	-	3	-	Limpo
27/06/2018	5	5	5	-	-	-	3	-	Limpo
28/06/2018	6	6	5	-	-	-	4	-	Limpo
29/06/2018	7	5	4	-	-	-	5	-	Limpo
30/06/2018	5	6	4	-	-	-	6	-	Limpo
01/07/2018	6	5	5	-	-	-	4	-	Limpo
02/07/2018	5	5	5	-	-	-	5	-	Limpo
03/07/2018	5	5	5	-	-	-	6	-	Limpo
04/07/2018	4	5	4	-	-	-	4	-	Limpo
05/07/2018	4	5	4	-	-	-	4	-	Limpo
06/07/2018	5	4	3	-	-	-	5	-	Limpo
07/07/2018	5	4	4	-	-	-	6	-	Limpo
08/07/2018	5	4	3	-	-	-	4	-	Limpo
09/07/2018	4	4	4	-	-	-	5	-	Limpo
10/07/2018	4	3	4	-	-	-	4	-	Limpo
11/07/2018	4	4	3	-	-	-	3	-	Limpo
12/07/2018	5	4	4	-	-	-	5	-	Limpo
13/07/2018	5	5	5	-	-	-	6	-	Limpo
14/07/2018	5	5	5	-	-	-	6	-	Limpo
15/07/2018	6	5	5	-	-	-	6	-	Limpo
16/07/2018	5	5	5	-	-	-	4	-	Limpo
17/07/2018	6	5	5	-	-	-	5	-	Limpo
18/07/2018	6	5	5	-	-	-	4	-	Limpo
19/07/2018	6	5	5	-	-	-	5	-	Limpo
20/07/2018	6	5	5	-	-	-	5	-	Limpo
21/07/2018	7	5	5	-	-	-	4	-	Limpo
22/07/2018	6	5	5	-	-	-	4	-	Limpo
23/07/2018	5	5	5	-	-	-	5	-	Limpo
24/07/2018	5	5	5	-	-	-	6	-	Limpo

25/07/2018	7	5	5	-	-	-	6	-	Limpo
26/07/2018	7	5	5	-	-	-	5	-	Limpo
27/07/2018	7	5	5	-	-	-	5	-	Limpo
28/07/2018	6	5	5	-	-	-	4	-	Limpo
29/07/2018	5	5	5	-	-	-	6	-	Limpo
30/07/2018	6	6	5	-	-	-	5	-	Limpo
31/07/2018	6	4	3	-	-	-	5	-	Limpo

FATOR DE ATENUAÇÃO INSERIDO									
01/08/2018	7	5	5	-	-	-	-	-	chuva
02/08/2018	3	3	3	-	-	-	-	-	chuva
03/08/2018	4	3	0	-	-	-	-	-	chuva
04/08/2018	3	5	4	-	-	-	-	-	chuva
05/08/2018	5	5	4	-	-	-	-	-	chuva
06/08/2018	5	5	4	-	-	-	-	-	chuva
07/08/2018	5	6	6	2	200	2	1	-	Nublado
08/08/2018	5	6	5	2	-	-	-	-	chuva
09/08/2018	6	4	5	-	-	-	-	-	Chuva
10/08/2018	6	4	5	-	-	-	-	-	Chuva
11/08/2018	5	5	5	-	-	3	1	-	Nublado
12/08/2018	5	5	5	3	-	6	5	-	Parcialmente Limpo
13/08/2018	6	6	5	4	-	5	5	-	Parcialmente Limpo
14/08/2018	6	6	6	4	-	4	4	-	Parcialmente Limpo
15/08/2018	7	6	6	3	-	4	5	-	Parcialmente Limpo
16/08/2018	8	5	6	3	-	4	4	-	Parcialmente Limpo
17/08/2018	8	5	6	3	-	4	4	-	Parcialmente Limpo
18/08/2018	8	5	4	4	-	3	4	-	Parcialmente Limpo
19/08/2018	7	6	6	7	-	3	4	-	Parcialmente Limpo
20/08/2018	7	6	7	4	-	6	5	-	Parcialmente Limpo
21/08/2018	9	6	6	4	450	4	5	-	Parcialmente Limpo
22/08/2018	8	6	6	1	410	4	2	5	Nublado
23/08/2018	9	6	6	4	610	5	5	7	Nublado
24/08/2018	9	7	7	1	300	2	2	3	Chuva
25/08/2018	9	6	7	2	200	1	2	3	Nublado
26/08/2018	9	5	7	4	500	4	5	11	Parcialmente Limpo
27/08/2018	9	6	7	5	500	4	5	11	Parcialmente Limpo
28/08/2018	9	6	7	6	500	5	5	10	Parcialmente Limpo
29/08/2018	9	7	7	4	500	5	5	10	Parcialmente Limpo
30/08/2018	9	7	7	5	500	5	6	11	Claro
31/08/2018	9	7	7	5	500	5	5	11	Claro
01/09/2018	8	7	7	4	500	5	5	11	Parcialmente Limpo
02/09/2018	9	7	7	4	500	5	4	13	Nublado
03/09/2018	5	5	7	1	200	-	1	3	Chuva

04/09/2018	9	7	7	5	600	5	6	12	Parcialmente Limpo
05/09/2018	10	7	8	7	500	4	5	13	Parcialmente Limpo
06/09/2018	10	7	8	4	500	4	5	13	Parcialmente Limpo
07/09/2018	10	8	8	5	500	4	5	13	Parcialmente Limpo
08/09/2018	10	8	8	4	500	4	5	13	Parcialmente Limpo
09/09/2018	10	8	8	5	500	4	4	12	Parcialmente Limpo
10/09/2018	10	8	8	5	500	4	3	13	Parcialmente Limpo
11/09/2018	10	8	8	6	500	4	4	12	Nublado
12/09/2018	10	8	8	4	500	4	3	12	Nublado
13/09/2018	10	7	8	4	500	4	3	13	Nublado
14/09/2018	8	6	8	1	250	1	-	-	chuva / Nublado
15/09/2018	8	7	7	3	500	4	4	10	chuva / Nublado
16/09/2018	8	8	7	4	500	4	4	10	chuva / Nublado
17/09/2018	7	8	8	2	100	1	-	-	chuva / Nublado
18/09/2018	7	4	8	2	400	3	3	-	Nublado
19/09/2018	10	6	8	5	550	5	4	-	Nublado
20/09/2018	9	7	8	2	400	3	2	-	chuva / Nublado
21/09/2018	11	8	8	6	500	4	4	-	Parcialmente Limpo
22/09/2018	11	7	8	6	580	4	4	-	Parcialmente Limpo
23/09/2018	11	7	8	6	500	4	4	-	Parcialmente Limpo
24/09/2018	11	8	8	6	580	5	4	-	Limpo
25/09/2018	11	8	8	3	600	5	4	-	Nublado
26/09/2018	9	8	8	-	600	5	4	-	Nublado
27/09/2018	10	8	9	2	400	3	3	-	Nublado
28/09/2018	9	8	9	1	400	3	3	-	Nublado
29/09/2018	10	8	10	2	530	4	3	-	Nublado
30/09/2018	8	8	10	2	100	1	-	-	chuva
01/10/2018	9	8	10	-	550	5	4	-	Nublado
02/10/2018	10	8	10	3	550	5	4	-	Nublado
03/10/2018	11	9	10	5	600	5	4	-	Nublado
04/10/2018	11	8	10	-	300	2	2	-	Nublado
05/10/2018	10	8	10	2	300	2	3	-	Nublado
06/10/2018	10	8	10	2	200	1	1	-	Nublado
07/10/2018	7	6	10	2	200	1	1	-	Nublado / Chuva
08/10/2018	9	8	10	3	450	3	2	-	Nublado / Chuva
09/10/2018	9	7	10	4	500	5	4	-	Nublado
10/10/2018	9	10	10	3	600	6	4	-	Nublado
11/10/2018	9	10	11	3	600	6	3	-	Nublado
12/10/2018	10	8	11	8	500	5	3	-	Parcialmente Limpo
13/10/2018	9	9	11	5	600	5	3	-	Nublado
14/10/2018	9	9	10	5	600	5	4	-	Nublado
15/10/2018	9	9	10	6	600	5	4	-	Nublado / Chuva

16/10/2018	12	9	11	6	550	5	4	-	Nublado
17/10/2018	11	9	11	6	550	5	4	-	Nublado
18/10/2018	10	9	11	6	580	5	4	-	Nublado
19/10/2018	10	9	11	7	580	5	4	-	Nublado
20/10/2018	12	9	11	7	580	5	4	-	Nublado

UV Index	0	1	2	3	4	5
Vout(mV)	<50	227	318	408	503	606
Analog Value	<10	46	65	83	103	124
UV Index	6	7	8	9	10	11 ⁺
Vout(mV)	696	795	881	976	1079	1170+
Analog Value	142	162	180	200	221	240