
IOT: ESTUDO E APLICAÇÃO DOS CONCEITOS DE INTERNET DAS COISAS EM UM PROJETO PRÁTICO DE IRRIGAÇÃO

IOT: STUDY AND APPLICATION OF INTERNET OF THINGS CONCEPTS IN A PRATICAL IRRIGATION PROJECT

Leandro Andrade dos Santos¹

Anderson Emidio de Macedo Gonçalves²

RESUMO

A internet está cada dia mais presente na vida das pessoas e cada vez mais acessível, graças aos avanços em relação a velocidade e cobertura. Muitas coisas vêm sendo introduzidas nesse mundo digital, e nesse contexto encontramos a IoT, ou Internet das Coisas, que é a capacidade de coisas se conectarem a internet, de modo que possam atuar e/ou interagir com o ambiente em que lhe foi empregado. O objetivo deste trabalho é realizar o estudo sobre este ecossistema, onde é abordado como é construído uma estrutura IoT, criando um protótipo com Arduino, responsável por realizar uma irrigação autônoma, coletando os dados dos sensores e capaz de se comunicar com a nuvem, enviando os dados para análises futuras e em tempo real, utilizando a plataforma Tago.io como exemplo de visualização e persistência desses dados. Por fim, mostrando a importância que esses dados podem nos trazer, prevendo e/ou mostrando que haverá falta de água no reservatório por exemplo ou relatando possíveis falhas, entre outras condições que possam futuramente acontecer.

115

Palavras-chave: lot; internet das coisas.

ABSTRACT

The internet is increasingly present in people's lives and increasingly accessible, thanks to advances in speed and coverage. Many things have been introduced in this digital world, and in this context we find the IoT, or Internet of Things, which is the ability of things to connect to the internet, so that they can act and/or interact with the environment in which they were used. The objective of this work is to carry out a study on this ecosystem, where it is discussed how an IoT structure is built, creating a prototype with Arduino, responsible for performing autonomous irrigation, collecting

¹ Graduando do Curso de Ciência da Computação do Centro Universitário Filadélfia - UniFil. E-mail: leandrosantos_11@hotmail.com

² Orientador: Professor Me. do Curso de Ciência da Computação do Centro Universitário Filadélfia - UniFil. E-mail: anderson.macedo@unifil.br

data from sensors and capable of communicating with the cloud, sending the data for future analysis and in real time, using the Tago.io platform as an example of visualization and persistence of this data. Finally, showing the importance that these data can bring us, predicting and/or showing that there will be a lack of water in the reservoir, for example, or reporting possible failures, among other conditions that may happen in the future.

Keywords: lot; internet of things.

1 INTRODUÇÃO

Graças aos avanços da internet nas últimas décadas, muitas coisas veem sendo introduzidas nesse mundo digital, e nesse contexto que abordamos a Internet das Coisas (IoT), do inglês, Internet of Things, que nada mais é a capacidade de coisas se conectarem à internet, de modo que possam atuar e interagir com o ambiente através de atuadores e sensores, realizando tarefas, coletando dados e trazendo-os para o mundo digital, para análises, tomada de decisões, armazenamento de informações etc.

116

O objetivo deste trabalho é realizar um estudo sobre este ecossistema, elencando os elementos essenciais para uma boa estruturação da IoT, de modo geral, para que possa ser aplicada corretamente em qualquer projeto.

A nível de exemplo irei utilizar um sistema de irrigação autônomo que fará a coleta de informações referente a umidade do solo, umidade do ar, temperatura e nível de água de um reservatório, e enviará para uma plataforma online para que possamos ver em tempo real as condições. mantendo um histórico dessas coletas que posteriormente poderão ser recuperadas e utilizadas para estudos referente a tais condições nela informadas.

2 DESENVOLVIMENTO

A Internet das Coisas é uma extensão da internet, onde objetos do mundo físico se interligam a rede, tornando assim possível a criação de aplicações, que facilitam muito nosso dia a dia. Estas ilimitadas aplicações que fazem parte da nossa

vida já há um bom tempo. Podemos citar smartphones, geladeiras, entre outros dispositivos que interligados a internet, possam receber e/ou transmitir dados (CANTÚ, 2019).

Encontramos também a Internet das Coisas na Agricultura e na Indústria, sendo conhecido como Agricultura e Indústria 4.0. A Indústria 4.0 é considerada um avanço nas tecnologias, sendo uma transição em direção a novos sistemas construídos com base na revolução anterior, surgindo para impactar todos os setores do mercado, principalmente o campo.

Na Agricultura as principais inovações consistem nos campos de automação, controle e tecnologia da informação, utilizando o compartilhamento de dados, tornando assim fazendas totalmente monitoradas através de sensores interligados a internet (VASCONCELOS, 2018).

Como vimos, a Internet das Coisas consiste em um dispositivo que possua sensores e/ou atuadores, e que estes possam interagir de alguma forma com o ambiente onde está alocado.

Basicamente a IoT é dividida em 4 camadas, partindo dos componentes, onde são encontrados os sensores e e/ou atuadores, responsável por realizar a transmissão ou recepção de pequenos dados. A segunda camada baseia-se na conectividade de rede, realizando o transporte desses dados entre os dispositivos e a nuvem da internet. A terceira consiste na plataforma de serviços, geralmente hospedada na nuvem, tem a finalidade de gerenciar e tratar as informações. Por fim a quarta camada seria a de aplicação, onde consiste em realizar a interação com o usuário final.

Estas camadas se encaixam no conceito Fog Computing, ou computação em névoa, onde recursos computacionais podem ser escaláveis, aumentando ou diminuindo os recursos conforme a demanda do projeto (CÔRTE, 2020).

Como opção de controladores, conforme Otta Junior (2020), podemos citar o Arduino e o Raspberry. O Arduino possui uma plataforma de desenvolvimento livre, composto por um microcontrolador com entradas e saídas digitais e analógicas.

De acordo com Neto (2020) sensores são transdutores, que tem a finalidade de traduzir fenômenos físicos em impulsos elétricos que podem ser interpretados e

lidos pela controladora. Com isso, são medidos os parâmetros coletados. Os atuadores também são transdutores, e atuam fisicamente a partir de um sinal elétrico em sua entrada.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Foi criado um protótipo utilizando uma placa Arduino NodeMcu ESP8266, utilizando a linguagem C++ para construção do algoritmo, que consiste na regra de negócio e a conexão com a internet utilizando o protocolo MQTT via Wi-Fi (Wireless Fidelity).

3.1 MATERIAIS E COMPONENTES

Abaixo na Tabela 1, temos a lista de materiais que foram utilizados na criação do protótipo. Os materiais foram adquiridos na internet e em loja de materiais de construção.

118

Tabela 1 - Lista de materiais usados na criação do protótipo

Quantidade	Materiais
2 unidades	Protoboard
1 unidade	Fonte de alimentação 3.3 e 5 Volts Mb102 para protoboard
1 unidade	Balde de plástico de 5 litros com trampa
1 unidade	Fôrma de plástico retangular
1 unidade	Sensor de Umidade de solo Higrômetro
1 unidade	Sensor de temperatura e umidade do ar DHT22
1 unidade	Sensor de distância ultrassônico HC-SR04
1 unidade	Válvula Solenoide 12v de ½ polegada para água
1 unidade	Módulo Relê de 4 canais 5v
1 unidade	Madeira 60x60cm em MDF para fixação de todos os componentes
1 metro	Cano de PCV de ½ polegada
6 unidades	Cotovelo de PVC de ½ polegada
1 unidade	Te de PVC de ½ polegadas
1 unidade	Adaptador flange de ½ polegada
1 unidade	Fonte de alimentação de 12 volts
1 unidade	Fonte de alimentação de 9 volts
2 unidades	Barra de Sinal 10x10 4 mm
1 unidade	Módulo Semáforo LED 8 mm
2 metros	Cabo telefônico 2 vias
1 unidade	Caixa de papelão 12x16 cm
300 gramas	Terra

Diversos	Cabos jumpers fêmea/fêmea e fêmea/macho
2 unidades	Pontaletes de eucalipto de 25 cm
2 unidades	Ripa de 10 cm
2 unidades	Luva lisa/rosca marrom ½
8 unidades	Abraçadeira de nylon de 4,8x400 mm

Fonte: O autor.

3.2 PROTÓTIPO

Na Figura 1 temos o protótipo, responsável pelo envio das informações à nuvem.

Figura 1 – Visão geral do protótipo



Fonte: O autor.

Na tampa do balde é encontrado o sensor de proximidade, que informa a distância entre a água e a tampa, enviando este valor para o Arduino, que, no código fonte é aplicado o cálculo de volume, subtraindo este valor da altura do balde, tendo assim apenas o volume d'água, por fim, sabendo a quantidade de água em litros que temos. Porém este é um valor aproximado, pois dentro do balde está o adaptador flange que altera o volume do balde.

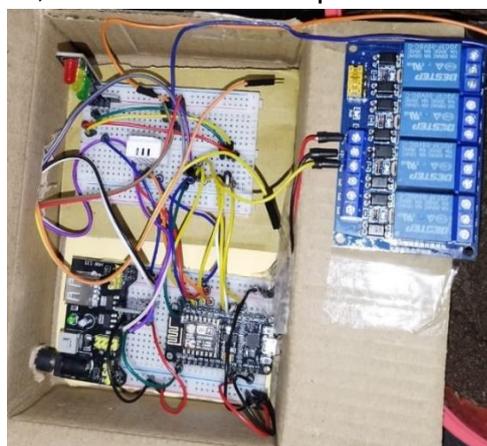
O adaptador flange conecta o balde ao encanamento de ½ polegada. Mais abaixo, no encanamento utilizamos os cotovelos para fazermos as curvas.

Continuando pelo encanamento, temos a válvula solenoide, que funciona como uma torneira eletrônica, que tem a finalidade de abrir sua válvula quando um pulso elétrico for enviado pelo Arduino no relê, que irá enviar os 12 volts necessários

para seu funcionamento. A válvula está conectada através de dois adaptadores luva com rosca.

Na Figura 2 temos as ligações, onde os 2 protoboards estão fixos na caixa, responsáveis por realizar a comunicação entre os componentes. No protoboard de baixo está fixado o Arduino e uma fonte de alimentação que possui duas extremidades que estão configuradas com 3.3 e 5 volts para alimentar o Arduino e o Relê, respectivamente.

Figura 2 - Arduino NodeMCU 8266 fixado no Protoboard, realizando as ligações entre outro Protoboard, sendo alimentado pela fonte alimentando o Módulo Relê



Fonte: O autor.

Ainda na Figura 2, logo acima está o módulo semáforo LED, onde o led vermelho representa que o Arduino está ligado e conectado à internet e o led amarelo representa que o protótipo está irrigando no momento.

O conector branco conectado ao protoboard de cima é o sensor de temperatura e umidade do ar, concentrando os 2 sensores em um só.

Vemos a maioria dos jumpers sendo conectados um ao lado do outro no protoboard de baixo, colados ao Arduino. Isso é devido ao fato das portas digitais e analógicas estarem naquela pinagem, ou seja, todos os atuadores e sensores dependem dessas portas para funcionarem, além também de energia.

Por fim, a direita mais acima, encontramos o módulo relê. Este dispositivo funciona como um atuador, ou seja, recebe um pulso elétrico do Arduino na sua

extremidade esquerda, alterando a posição dos contatos na extremidade direita, fazendo com que os fios que estão conectados entrem em contato, assim enviando energia para que a válvula solenoide seja aberta.

Figura 3 – Detalhamento do sensor de umidade do solo



Fonte: O autor.

A Figura 3 apresenta uma visão do sensor de umidade do solo devidamente inserido no local onde deseja fazer a leitura da umidade.

3.3 CÓDIGO FONTE

Para execução das tarefas de irrigação e envio de dados para a nuvem, foi utilizado a linguagem de programação C++, utilizando a ferramenta de desenvolvimento Arduino IDE 1.8, e implementado o código fonte localizado no apêndice.

A versatilidade do modelo Arduino NodeMCU 8266 já traz acoplado em si uma placa de conexão Wi-Fi, tornando mais simples a conexão entre o dispositivo e a nuvem, o Arduino por sua vez, possui bibliotecas possibilitando essa conexão. Para envio dos dados para a plataforma Tago.io, utilizamos a biblioteca PubSubClient, que utiliza o protocolo MQTT para comunicação, tornando o desenvolvimento mais simples.

Este protocolo envia arquivos no formato JSON (JavaScript Object Nation) para a plataforma, onde cada variável deve ser enviada de cada vez, e para a plataforma Tago.io configuramos para ser enviado o nome da variável, a unidade e valor.

3.4 OBTENÇÃO DOS DADOS

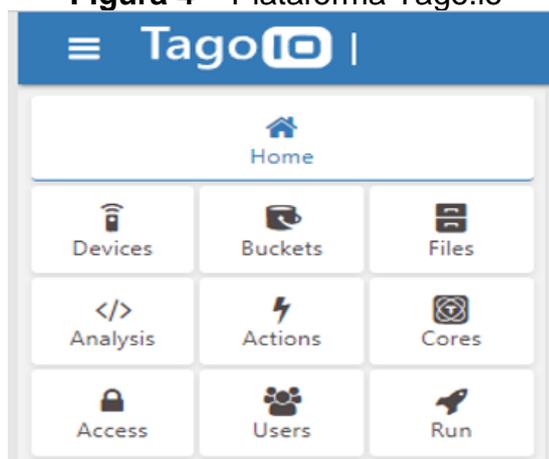
Para o funcionamento do protótipo foram realizadas algumas pesquisas empíricas, com a finalidade de obter leitura do sensor de proximidade, transformando-a na litragem do reservatório.

O cálculo da litragem consiste inicialmente no cálculo de volume do cilindro com a fórmula: $\pi \cdot r^2 \cdot h$, e seu resultado posteriormente dividido por mil nos dá a litragem (Escola Kids, 2022).

3.5 PLATAFORMA NA NUVEM

A plataforma utilizada para recebimento dos dados é a Tago.io e na Figura 4 temos o menu onde deve ser adicionado um painel clicando no botão com o sinal de adição, dado um nome e iniciar a criação.

Figura 4 – Plataforma Tago.io



Fonte: O autor.

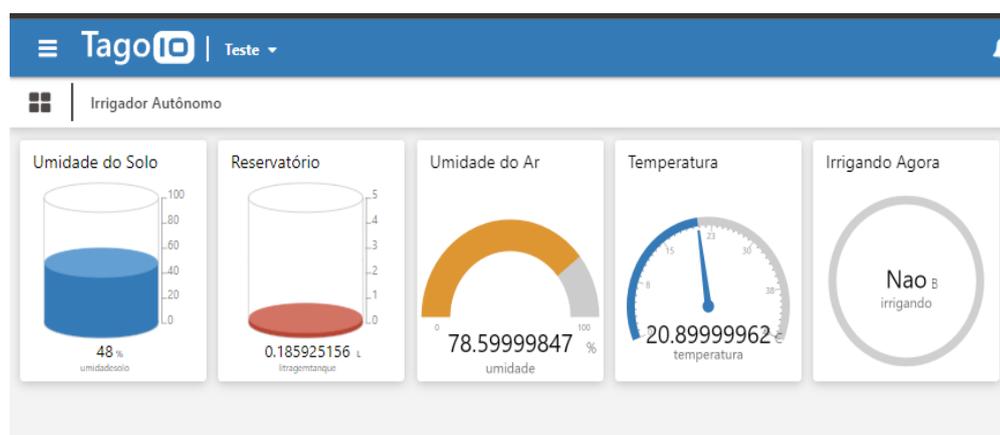
3.5.1 Configurando o acesso

Para realizar a comunicação do dispositivo com a plataforma, é necessário criar um dispositivo, clicando na opção Devices e selecionar um tipo de Network, no nosso caso é o Custom MQTT, posteriormente gerar um token, que será usado no dispositivo para comunicação.

3.5.2 Dashboard

Conforme vemos na Figura 5, podemos customizar o Dashboard de acordo com a necessidade, adicionando Widgets e vinculando o nome da variável que foi configurada no JSON de envio no código fonte do Arduino.

Figura 5 – Dashboard da plataforma no site Tago.io devidamente configurada



Fonte: Tago.io (2022).

3.5.3 Coletando os dados

Atualmente o protótipo está configurado para enviar mensagens para a plataforma a cada 5 segundos, enviando os seguintes dados: Umidade do solo, quantidade de água no reservatório, temperatura, umidade do ar e se está irrigando no momento.

Sendo assim, além de visualizar os dados em tempo real através do Dashboard, é possível realizar a coleta destes dados, no formato CSV (Comma Separated Values).

Figura 6 - Arquivo CSV gerado

	A	B	C	D	E	F
1	variable	type	value	uni	time	created_at
442743	umidadesolo	number	38	%	2022-08-06 08:32:33.076	2022-08-06 08:32:33.076
442744	litragemtanque	number	0.209166124	L	2022-08-06 08:32:43.144	2022-08-06 08:32:43.144
442746	temperatura	number	2.060.000.038	C	2022-08-06 03:43:22.377	2022-08-06 03:43:22.377
442747	irrigando	string	Nao	B	2022-08-06 03:43:22.479	2022-08-06 03:43:22.479
442748	irrigando	string	Nao	B	2022-08-06 08:31:27.58	2022-08-06 08:31:27.58
442749	temperatura	number	18	C	2022-08-06 08:31:47.662	2022-08-06 08:31:47.663
442750	umidadesolo	number	38	%	2022-08-06 08:31:47.737	2022-08-06 08:31:47.738
442752	irrigando	string	Nao	B	2022-08-06 08:32:48.195	2022-08-06 08:32:48.195
442753	umidadesolo	number	38	%	2022-08-06 08:33:58.709	2022-08-06 08:33:58.71
442754	umidade	number	6.980.000.305	%	2022-08-06 08:34:08.787	2022-08-06 08:34:08.787
442755	umidade	number	6.969.999.695	%	2022-08-06 08:34:18.861	2022-08-06 08:34:18.861
442756	irrigando	string	Nao	B	2022-08-06 08:34:18.868	2022-08-06 08:34:18.868
442757	umidadesolo	number	38	%	2022-08-06 08:34:33.981	2022-08-06 08:34:33.981
442758	umidade	number	57.5	%	2022-08-06 03:43:22.477	2022-08-06 03:43:22.477

Fonte: O autor.

Na Figura 6 temos a representação dos dados em formato de tabela, que são essenciais para estudos. Além dos dados informados no JSON, também se encontra presente as colunas “time” e “created_at”, que são adicionados quando a mensagem chega na plataforma, no padrão de fuso horário GMT.

3.5.4 Funcionamento

A ideia do protótipo é exemplificar a comunicação entre o dispositivo IoT e a nuvem, sendo possível consultas em tempo real e realização de estudos posteriores, com o armazenamento dos dados coletados.

O dispositivo também é autônomo, capaz de tomar a decisão de irrigar dependendo do valor coletado pelo sensor de umidade. Dados estes que compõe o JSON (JavaScript Object Nation) de envio para a nuvem, que notificam visualmente e historicamente o fato ocorrido.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

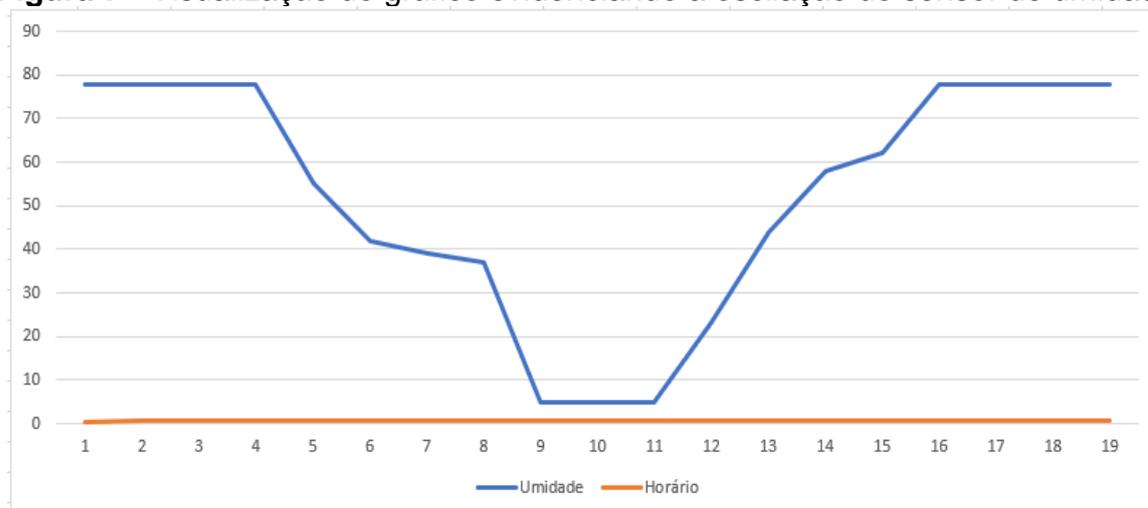
Ao finalizar a criação do protótipo foi deixado o mesmo em um ambiente exposto as condições climáticas durante alguns dias, e de tempos em tempos, visualmente era notado que a irrigação acontecia. Entretanto com a ajuda dos logs coletados na plataforma, podemos constatar que havia um problema de oscilação no sensor, que ficava na maior parte do tempo com um valor elevado de umidade, porém ocorria alguns picos, conforme podemos observar na Tabela 2 e Figura 8, fazendo com que houvesse a abertura do solenoide. Foi então realizado um tratamento na regra de negócio, colocando um contador para que esse tipo de oscilação não acabe comprometendo a eficácia da irrigação.

Tabela 2 - Logs coletados evidenciando a oscilação do sensor de umidade

Coluna	Umidade	Horário
1	78	16:04:32
2	78	16:04:37
3	78	16:04:42
4	78	16:04:47
5	55	16:04:52
6	42	16:04:57
7	39	16:05:02
8	37	16:05:07
9	5	16:05:12
10	5	16:05:17
11	5	16:05:22
12	23	16:05:27
13	44	16:05:32
14	58	16:05:37
15	62	16:05:42
16	78	16:05:47
17	78	16:05:52
18	78	16:05:58
19	78	16:06:03

Fonte: O autor.

Figura 7 - Visualização do gráfico evidenciando a oscilação do sensor de umidade



Fonte: O autor.

Com isso, vemos a importância que a IoT teve nesse processo, coletando e enviando essas informações para que posteriormente fossem analisadas, após isso foi adicionado mais uma variável, responsável por informar em que momento o processo de irrigação se encontra, se está em processo de abertura (quando o nível do sensor de umidade está abaixo do programado), passando pelo contador para posteriormente realizar a abertura do solenoide.

126

3 CONCLUSÃO

Com o estudo e implementação do protótipo, concluímos que com a utilização da IoT podemos monitorar e também realizar estudos com base nos dados coletados, e com a plataforma Tago.io foi possível trazer estes dados em evidência. Através dela podemos customizar o dashboard de apresentação e identificar cada dispositivo conectado.

Vimos que ao utilizar o Arduino a implementação é bem simples, e o modelo utilizado, por já possuir uma placa Wi-Fi, facilita bastante na hora do desenvolvimento, e que não é necessário ter um conhecimento avançado para criação de alguns projetos.

No desenvolvimento do projeto foram realizados vários testes e com eles foram adicionados mais variáveis para visualização no Dashboard da nuvem, isso porque na pesquisa empírica foi verificada variações no sensor de umidade, sendo também necessário a alteração da condição que realiza a abertura do irrigador. Entendo que esta situação só foi detectada devido a estarmos conectados, e por fim concluo que utilizando a IoT juntamente com o Arduino, podemos obter resultados satisfatórios e eficazes para a resolução de diversos problemas. O projeto em si, por se tratar de um irrigador autônomo, não necessita exclusivamente da IoT para realizar seu trabalho, mas por ter um reservatório de água, necessita que seja monitorado frequentemente, para que seja reabastecido quando seu nível estiver baixo, que, em campo isso evitará que haja um deslocamento desnecessário para verificação deste nível.

Projetos como este juntamente com a adesão de recursos na nuvem é possível monitorar qualquer cenário que se possa imaginar. Este trabalho contribui para que o leitor se sinta motivado para construir soluções entendendo que com a IoT, Arduino e um local para armazenamento de dados, é possível conectar qualquer dispositivo.

Como sugestão para estudos futuros eu vejo a possibilidade de implementar o conceito de machine learning neste protótipo, com a intenção de minimizar o envio de dados repetitivos, entre outras questões que podem ser estudadas com a implementação deste conceito.

127

REFERÊNCIAS

CANTÚ. E.; MONTEZ. C. B. Protocolos, Tecnologias e Laboratórios para Aplicações de Internet das Coisas. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE SOFTWARE LIVRE E TECNOLOGIAS ABERTAS, 2., 2020, Porto Alegre. **Anais [...]** Porto Alegre: SBC, 2020. v.2, p. 7-15. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/latinoware/article/view/18602/18432>. Acesso em: 31 jul. 2022.

CÔRTE, Pedro Alexandre Barrada das. **Sistema de gerenciamento autônomo de consumo de água para casas inteligentes utilizando IoT**. 93 f. TCC (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina. Centro Tecnológico. Ciências da Computação, Florianópolis, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/218302>. Acesso em: 21 set. 2022.

MATEMÁTICA, Volume do Cilindro. Escola Kids, c2022. Disponível em: <https://escolakids.uol.com.br/matematica/volume-de-um-cilindro.htm#:~:text=O%20volume%20do%20cilindro%20%C3%A9,que%20liga%20e%20dois%20c%C3%ADrculos>. Acesso em: 20 de ago. de 2022.

OTTA JÚNIOR. J et al. Desenvolvimento de Solução IoT para Sensoriamento Hídrico em Tempo Real. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE SOFTWARE LIVRE E TECNOLOGIAS ABERTAS, 2., 2020, Porto Alegre. **Anais [...]** Porto Alegre: SBC, 2020. v.2, p. 94-100. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/latinoware/article/view/18614/18444>. Acesso em: 15 jul. 2022.

RODRIGUES NETO, Ebert de Carvalho. **Estudo sobre aplicações de IoT na área médica**. 68 f. TCC (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina. Centro Tecnológico. Ciências da Computação, Florianópolis, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/204169>. Acesso em: 18 set. 2022.

VASCONCELOS, Mariana. A Era da Agricultura 4.0. **Revista Fonte**, Belo Horizonte, v. 15, n. 20, p. 85, dez. 2018. Disponível em: https://www.prodemge.gov.br/images/com_arismartbook/download/26/revista_20.pdf. Acesso em: 23 set. 2022.