

CENTRO REGIONAL UNIVERSITÁRIO DE ESP. SANTO DO PINHAL

CURSO DE ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO

THALYSON JOSÉ DA ROSA SILVA

**ESTAÇÃO METEOROLÓGICA SIMPLES COM BME280 E ESP32
COM IP FIXO**

ESPÍRITO SANTO DO PINHAL

2023

CENTRO REGIONAL UNIVERSITÁRIO DE ESP. SANTO DO PINHAL

CURSO DE ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO

THALYSON JOSE DA ROSA SILVA

**ESTAÇÃO METEOROLÓGICA SIMPLES COM BME280 E ESP32
COM IP FIXO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia da Computação do Centro Regional Universitário de Espírito Santo do Pinhal à Banca Examinadora sob orientação da Prof. Profa. Me. Patrícia Aparecida Zibordi Aceti

**ESPÍRITO SANTO DO PINHAL
2023**

FOLHA DE APROVAÇÃO

Autor: Thalyson José da Rosa Silva

Título: Estação meteorológica simples com BME280 e ESP32 com IP fixo

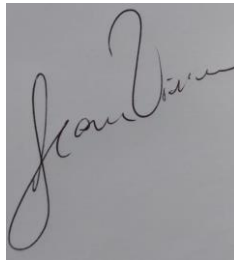
Avaliação: _____ 7,22 _____

Banca Examinadora



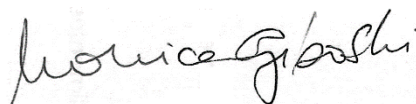
Profa. MSc Patrícia Aparecida Zibordi Aceti

Orientador



Prof. MSc Jean Antonie de Almeida Vieira

Membro



Prof. Monica Luri Giboshi

Estação meteorológica simples com BME280 e ESP32 com IP fixo

Silva, Thalyson José da Rosa (Unipinhal) thalysonjosedarosasilva@gmail.com

Aceti, Patrícia Aparecida Zibordi (Unipinhal) patriciazibordi@uol.com.br

Resumo

Poucas coisas interferiram tanto na história quanto no estilo de vida das pessoas como o clima, influenciando em fatores como cultura, vestes, modo de vida e entre outros. Com toda a influência que o tempo tem na vida cotidiana, a tentativa de previsão deste tornou-se algo de uma importância imensurável. Para isso, são utilizadas estações meteorológicas para captar, através de um conjunto de sensores ou outros instrumentos que permitam medir grandezas físicas, as variações no tempo em um determinado ambiente ou região. A estação meteorológica é um local onde são feitos os registros dos elementos meteorológicos tais como: temperatura, umidade relativa do ar, precipitação, pressão atmosférica, radiação solar, direção e velocidades dos ventos entre outros. O objetivo do projeto é mostrar que todo indivíduo pode ter uma estação meteorológica. Foi desenvolvida uma estação meteorológica usando um ESP32, um sensor bme280 e com o IP fixo, além de um sensor de temperatura, umidade e pressão. O resultado foi uma miniestação meteorológica de fácil manuseio e com um custo baixo.

Palavras-chave: *previsão do tempo; estação meteorológica, esp32, internet das coisas.*

Abstract

Few things have influenced history and people's lifestyles as much as the climate, influencing factors such as culture, clothing, way of life, among others. With all the influence that weather has on everyday life, trying to predict it has become something of immeasurable importance. To achieve this, meteorological stations are used to capture, through a set of sensors or other instruments that allow measuring physical quantities, variations in weather in a given environment or region. The meteorological station is a place where meteorological elements are recorded, such as: temperature, relative humidity, precipitation, atmospheric pressure, solar radiation, wind direction and speed, among others. The objective of the project is to show that every individual can have a weather station. A weather station was developed using an ESP32, a bme280 sensor with a fixed IP, as well as a temperature, humidity and pressure sensor. The result was a mini meteorological station that was easy to use and had a low cost.

Key words: *weather forecast; weather station; esp32, internet of things .*

1. Introdução

Os avanços tecnológicos, em praticamente todas as ciências do conhecimento humano, a destacar a área de eletrônica e automação, apresentaram substancial desenvolvimento, permitindo o monitoramento das mais diversas variáveis em tempo real e com níveis de precisão, até então, não experimentados. É neste sentido que as estações meteorológicas automáticas surgirão como um ferramental importante como na tentativa de armazenamento de dados em diferentes situações climáticas, quantidade de armazenagem, resolução, precisão e menor tamanho, valor de custo e maior possibilidade de coleta de dados a qualquer momento sem exigir dos recursos humanos com extrema dedicação (SOUSA et al., 2015)

Poucas coisas interferiram tanto na história quanto no estilo de vida das pessoas como o clima, influenciando em fatores como cultura, vestes, modo de vida e entre outros. Com toda a influência que o tempo tem na vida cotidiana, a tentativa de previsão destornou-se algo de uma importância imensurável. Para isso, são utilizadas estações meteorológicas para captar, através de um conjunto de sensores ou outros instrumentos que permitam medir grandezas físicas, as variações no tempo em um determinado ambiente ou região (FONSECA et al, 2019).

Uma estação meteorológica faz a captura das informações atmosféricas que influenciam no meio ambiente, medindo grandezas físicas para tentar entender as transformações climáticas que ocorrem em nosso meio, como o céu azul ou tempestuoso, o clima frio ou quente, entre outros (FONSECA et al., 2019).

2. Objetivo

O objetivo deste trabalho é mostrar que todo indivíduo pode ter uma estação meteorológica residencial e saber manipulá-la com facilidade e com investimento de baixo custo mostrando como funciona uma estação meteorológica na prática através da Internet das coisas (IoT) com o uso do sensor BME280 e do ESP32.

3. Revisão de literatura

A Internet das Coisas (IoT) é uma inovação tecnológica que vem crescendo de forma exponencial e já faz parte da vida das pessoas, em muitos aspectos, é a conexão de objetos comuns com a internet, ampliando suas funcionalidades e trazendo para o dia a dia do ser humano inúmeras possibilidades (SCHULTZ, 2020).

Na era digital em que vivemos, a Internet das Coisas emerge como uma das tecnologias mais impactantes e transformadoras. A IoT refere-se à rede de dispositivos físicos interconectados que são incorporados com sensores, software e outras tecnologias, permitindo que eles coletem e troquem dados pela internet. Esses dispositivos podem variar desde eletrodomésticos inteligentes, como geladeiras e termostatos, até veículos autônomos e sistemas de monitoramento industrial.

Com a IoT, o mundo físico está se tornando um grande sistema de informação semelhante a um banco de dados que tem a capacidade de melhorar a qualidade de vida gerenciando tudo, desde transporte (por exemplo, carros autônomos) e cuidados de saúde para consumidores e ambientes de negócios (KUMAR, 2017)

A Internet das Coisas está transformando uma série de setores, e um dos campos mais impactados é a meteorologia. A combinação da IoT com estações meteorológicas modernas está revolucionando a compreensão do clima e fornecendo informações precisas e em tempo real que são essenciais para tomar decisões informadas em um mundo em constante mudança.

A IoT trouxe uma revolução ao mundo da meteorologia, permitindo que sensores avançados e dispositivos inteligentes colham informações meteorológicas detalhadas e em tempo real.

O tempo meteorológico e o clima sempre foram objetos de interesse das pessoas, seja por questões práticas como se vestir ou por questões estratégicas como planejamento agrícola e tomada de decisões. Atualmente o tema tem recebido destaque devido às mudanças climáticas e seus impactos na vida das pessoas (SILVA et al., 2015).

A estação meteorológica é um local onde são feitos os registros dos elementos meteorológicos, tais como temperatura, umidade relativa, precipitação, pressão atmosférica, radiação solar, direção e velocidades dos ventos, entre outras.

Existem dois tipos de estação meteorológica, as automáticas e as convencionais. Nas estações automáticas a coleta de dados é totalmente automatizada. Nesse tipo de estação os sensores emitem sinais elétricos, que são captados por um sistema de aquisição de dados (Datalogger), possibilitando que o

armazenamento e o processamento dos dados sejam informatizados. Já nas estações convencionais os dados são coletados manualmente, ou seja, exigem a presença diária de uma pessoa para coletar os dados medidos. Os instrumentos que compõem esse tipo de estação são normalmente de leitura direta, como os termômetros, ou com sistema mecânico de registro, como o higrógrafo, o pluviógrafo, o anemógrafo. Elas se dividem em classes de acordo com a finalidade e o número de variáveis observadas (AGROSMART, 2023)

4. Material, Detalhamento técnico e métodos

Para o desenvolvimento da estação meteorológica foram utilizados o Sensor BME 280, ESP32 e IP fixo.

- **Sensor BME280 (Sensor de Pressão / Temperatura / Umidade)**

O Sensor de Pressão BME280 é capaz de realizar a medição de pressão atmosférica, umidade e temperatura, também conhecido como barômetro é um módulo digital de alta capacidade e resolução, utilizado nas mais diversas aplicações junto a microcontroladores, entre eles, o Arduino(USINAINFO, 2023).

Utilizado em projetos de estações meteorológicas e aperfeiçoamento de navegação GPS, ele apresenta grande potencial e mostra ser um produto de grande auxílio para projetistas que procuram um produto capaz de executar as três funcionalidades principais sem ocupar muito espaço.

Desenvolvido com base no sensor Bosh ME280, possui design simplificado com pequenas dimensões que tornam este pequeno módulo um produto de fácil adaptação nos mais diversificados projetos. O seu padrão de conexão I2C aumenta sua praticidade de utilização com maior precisão na obtenção de resultados (USINAINFO, 2023).

A Figura 1 mostra o sensor BME280 utilizado nesse projeto.

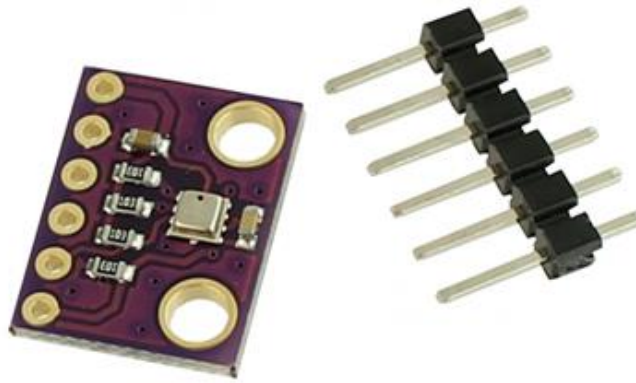


Figura 1: sensor BME280. Fonte USINAINFO (2023).

- **Placa DOIT ESP32 - ESP32-WROOM-32D - Wi-Fi / Bluetooth**

O ESP32 Nodemcu é uma placa de desenvolvimento baseada no módulo ESP32S WiFi, é um componente eletrônico desenvolvido especialmente para conectar projetos robóticos ou de automação residencial à Internet, com maior facilidade e baixo custo (FORNELL, 2023).

Possui o módulo ESP-WROOM-32 que além de conter o ESP32, conta com um cristal de 40MHz, antena embutida e porta micro USB para alimentação e programação, além pinos GPIOs, Conversor Analógico Digital com 12 bits de resolução, 2 DAC com 8 bits de resolução. Também conta também com Bluetooth V4.2 embutido e microprocessador dual core 32-bit LX, aumentando as possibilidades de uso (FORNELL, 2023).

É um firmware e kit de desenvolvimento open source que auxilia na prototipagem do produto voltado a IoT, necessitando de apenas de um script escrito por poucas linhas, ou seja, não precisa de um Arduino para colocá-lo em funcionamento, mostrando um sistema microcontrolador com possibilidade de comunicação sem fio, além de interface Micro USB.

A Figura 2 mostra um ESP32 Nodemcu.



Figura 2: ESP32 Nodemcu. Fonte USINAINFO (2023)

A Figura 3 representa a ligação dos componentes utilizados.

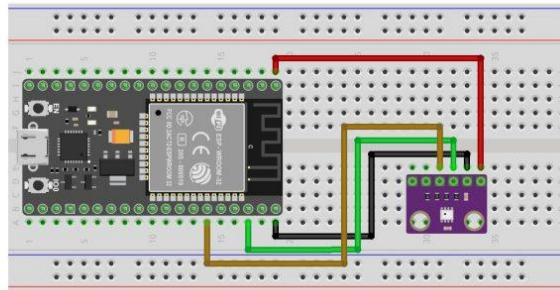


Figura 3: Esquema das ligações dos componentes. Fonte: autoria própria.

- **IP fixo**

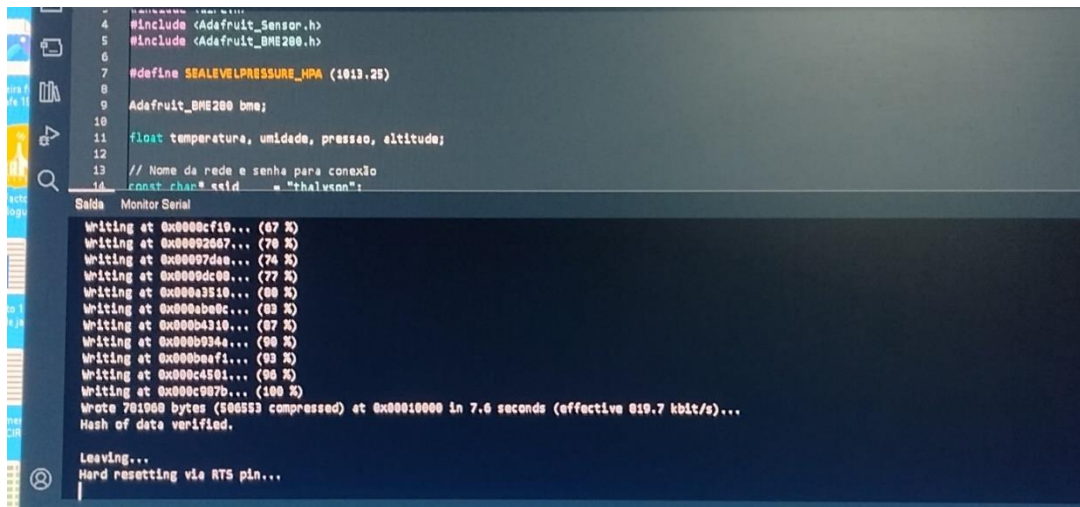
IP é a sigla para– Internet Protocol, ou protocolos de internet, é um conjunto de normas e padrões que possibilitam a comunicação via internet. O IP é utilizado em qualquer processo realizado na web: desde o envio de um e-mail, o download de um arquivo até o acesso a um site.

IP fixo é um tipo de endereço IP que identifica um dispositivo no acesso à Internet e as principais características são a permanência e a estabilidade (BORN, 2023). Nesse projeto só foi acessada um IP no navegador.

Os protocolos TCP/IP garantem o padrão de qualidade para uma transmissão mais consistente e confiável, em todos os tipos de dispositivos, não importa de onde esteja sendo acessado.

Nesse projeto foi usado a linguagem C++ e foram usadas as bibliotecas Adafruit_Sensor.h e Adafruit_BME280.h. e também foi usado o programa arduino IDE.

A Figura 4 mostra parte do código da programação do projeto.



```
4 #include <Adafruit_Sensor.h>
5 #include <Adafruit_BME280.h>
6
7 #define SEALEVELPRESSURE_HPA (1013.25)
8
9 Adafruit_BME280 bme;
10
11 float temperatura, umidade, pressao, altitude;
12
13 // Nome da rede e senha para conexão
14 const char* ssid = "thalysson";
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200
201
202
203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
218
219
220
221
222
223
224
225
226
227
228
229
230
231
232
233
234
235
236
237
238
239
240
241
242
243
244
245
246
247
248
249
250
251
252
253
254
255
256
257
258
259
260
261
262
263
264
265
266
267
268
269
270
271
272
273
274
275
276
277
278
279
280
281
282
283
284
285
286
287
288
289
290
291
292
293
294
295
296
297
298
299
300
301
302
303
304
305
306
307
308
309
310
311
312
313
314
315
316
317
318
319
320
321
322
323
324
325
326
327
328
329
330
331
332
333
334
335
336
337
338
339
340
341
342
343
344
345
346
347
348
349
350
351
352
353
354
355
356
357
358
359
360
361
362
363
364
365
366
367
368
369
370
371
372
373
374
375
376
377
378
379
380
381
382
383
384
385
386
387
388
389
390
391
392
393
394
395
396
397
398
399
400
401
402
403
404
405
406
407
408
409
410
411
412
413
414
415
416
417
418
419
420
421
422
423
424
425
426
427
428
429
430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
440
441
442
443
444
445
446
447
448
449
450
451
452
453
454
455
456
457
458
459
460
461
462
463
464
465
466
467
468
469
470
471
472
473
474
475
476
477
478
479
480
481
482
483
484
485
486
487
488
489
490
491
492
493
494
495
496
497
498
499
500
501
502
503
504
505
506
507
508
509
510
511
512
513
514
515
516
517
518
519
520
521
522
523
524
525
526
527
528
529
530
531
532
533
534
535
536
537
538
539
540
541
542
543
544
545
546
547
548
549
550
551
552
553
554
555
556
557
558
559
560
561
562
563
564
565
566
567
568
569
570
571
572
573
574
575
576
577
578
579
580
581
582
583
584
585
586
587
588
589
590
591
592
593
594
595
596
597
598
599
600
601
602
603
604
605
606
607
608
609
610
611
612
613
614
615
616
617
618
619
620
621
622
623
624
625
626
627
628
629
630
631
632
633
634
635
636
637
638
639
640
641
642
643
644
645
646
647
648
649
650
651
652
653
654
655
656
657
658
659
660
661
662
663
664
665
666
667
668
669
670
671
672
673
674
675
676
677
678
679
680
681
682
683
684
685
686
687
688
689
690
691
692
693
694
695
696
697
698
699
700
701
702
703
704
705
706
707
708
709
710
711
712
713
714
715
716
717
718
719
720
721
722
723
724
725
726
727
728
729
730
731
732
733
734
735
736
737
738
739
740
741
742
743
744
745
746
747
748
749
750
751
752
753
754
755
756
757
758
759
760
761
762
763
764
765
766
767
768
769
770
771
772
773
774
775
776
777
778
779
780
781
782
783
784
785
786
787
788
789
790
791
792
793
794
795
796
797
798
799
800
801
802
803
804
805
806
807
808
809
810
811
812
813
814
815
816
817
818
819
820
821
822
823
824
825
826
827
828
829
830
831
832
833
834
835
836
837
838
839
840
841
842
843
844
845
846
847
848
849
850
851
852
853
854
855
856
857
858
859
860
861
862
863
864
865
866
867
868
869
870
871
872
873
874
875
876
877
878
879
880
881
882
883
884
885
886
887
888
889
890
891
892
893
894
895
896
897
898
899
900
901
902
903
904
905
906
907
908
909
910
911
912
913
914
915
916
917
918
919
920
921
922
923
924
925
926
927
928
929
930
931
932
933
934
935
936
937
938
939
940
941
942
943
944
945
946
947
948
949
950
951
952
953
954
955
956
957
958
959
960
961
962
963
964
965
966
967
968
969
970
971
972
973
974
975
976
977
978
979
980
981
982
983
984
985
986
987
988
989
990
991
992
993
994
995
996
997
998
999
1000
```

Figura 3: Código sendo enviado para o esp32 dev kit v1. Fonte: autoria própria.

5. Resultados

O custo da estação meteorológica desenvolvida foi de R\$ 222,20. A Tabela 1 mostra os materiais utilizados e os seus respectivos valores e a Figura 5 mostra a estação meteorológica montada.

Tabela 1 – Custo da estação meteorológica

Componentes	Valor
ESP32S NodeMCU Iot com WiFi e Bluetooth - 38 Pinos	R\$ 79,90
Sensor de Pressão, Umidade e Temperatura BME280	R\$ 88,90
Jumper para Protoboard Macho-Macho 10cm - Kit c/ 40 Peças	R\$ 10,50
Protoboard 400 Pontos para Montagem de Projetos	R\$ 20,90
Total	R\$ 200,20

Fonte: autoria própria.

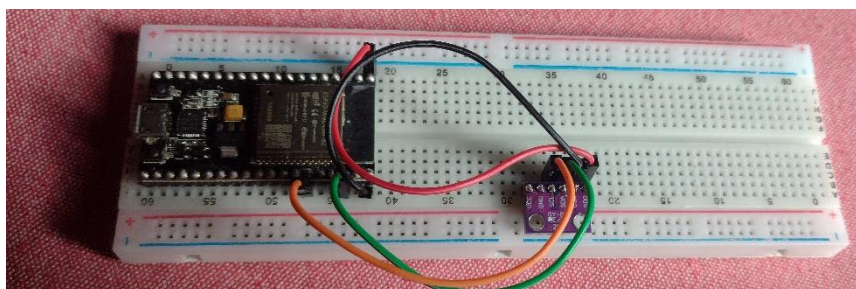


Figura 5: Estação meteorológica montada. Fonte: autoria própria.

5.1: Funcionamento da estação meteorológica

A estação meteorológica se conecta a um roteador Wi-Fi através do ESP32 e o sensor BME280 passa a medir a temperatura, pressão atmosférica e a altitude os resultados da medição são mostrados numa página num navegador, no celular ou no computador. A Figura 6 mostra os valores medidos num celular.

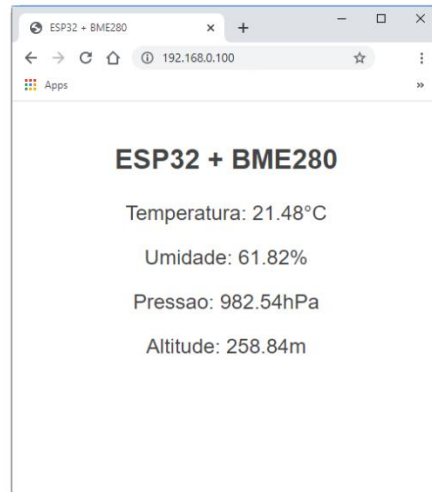


Figura 6: Valores medidos pelo bme280 vistos no celular. Fonte: autoria própria.

6. Conclusão

O desenvolvimento desse projeto mostrou que é possível construir uma estação meteorológica residencial, com resultados confiáveis, gastando-se pouco, como proposto. A estação meteorológica é de fácil manipulação e os dados medidos podem ser facilmente visualizados num celular.

7. Referências bibliográficas

AGROSMART. **Estação meteorológica: como funciona e sua importância na agricultura.** 2023. Disponível em: < <https://agrosmart.com.br/blog/estacao-meteorologica-funciona-importancia-agricultura/> >. Acessado em 16/06/2023.

BORN, A. **IP fixo:** o que é e quando contratar? 2023. Disponível em: <<https://vcx.solutions/ip-fixo/#:~:text=IP%20fixo%20%C3%A9%20um%20tipo,exposto%20ou%20vis%C3%A4vel%20na%20web%3F>>. Acessado em 16/06/2023.

FONSECA, T.P.F.; MENDONÇA, H. G.; OLIVEIRA, R. L. de. Projeto e implementação de estação meteorológica em IoT. **Revista Interdisciplinar Pensamento Científico**, v. 5, n. 4, 26 maio 2020. Disponível em: <<http://reinpec.cc/index.php/reinpec/article/view/488>>. Acessado em 29/08/2023.

FORNELL. Placa ESP32 Nodemcu - WiFi / Bluetooth. 2023 Disponível em <<https://www.fornell.com.br/produtos/placa-esp32-nodemcu-wifi-bluetooth/>>. Acessado em 16/06/2023.

KUMAR, Caleb J. New Dangers in the New World: Cyber Attacks in the Healthcare Industry. **Intersect**, vol 10, No 3, 2017. Disponível em file:///C:/Users/User/Downloads/joycek,+Journal+editor,+Kumar-New+Dangers+in+the+New+World-final.pdf. Acessado em 10/10/2023.

MORAIS, J. **Conhecendo o ESP32**. 2017. Disponível em:<<https://portal.vidadesilicio.com.br/conhecendo-o-esp32/>>. Acessado em: 16/06/2023.

SCHULTZ, F. **O que é Internet das Coisas (IoT) e como funciona?** Disponível em: <<https://blog.milvus.com.br/internet-das-coisas-iot/>>. Acessado em: 10/10/2023.

SILVA, R. B et al. Estações meteorológicas de código aberto: Um projeto de pesquisa edesenvolvimento tecnológico. **Rev. Bras. Ens. Fis.** 37 (1) • Jan-Mar 2015. Disponível em<<https://doi.org/10.1590/S1806-11173711685>>. Acessado em: 10/10/2023.

USINAINFO. **Sensor de Pressão, Umidade e Temperatura BME280**. Disponível em: <<https://www.usinainfo.com.br/sensor-de-pessao-arduino/sensor-de-pessao-umidade-e-temperatura-bme280-4682.html>>. Acessado em 16/06/2023.

USINAINFO. **ESP32 NodeMCU lot com WiFi e Bluetooth - 30 Pinos**. Disponível em: <<https://www.usinainfo.com.br/nodemcu/esp32-nodemcu-iot-com-wifi-e-bluetooth-30-pinos-5147.html>>. Acessado em 16/06/2023.