

# Relatório 1: Teste em Campo

Caio Vinícius Ribeiro da Silva

18 de abril de 2022

## 1 Informações iniciais

O teste foi realizado no dia 16/04/2022, das 14:11 às 15:49, na região do Parque Villa-Lobos, em São Paulo. A área escolhida, além da sua extensão adequada e do pouco tráfego de pessoas, possui um terreno plano, conforme Figura 1. O objetivo do teste é verificar o comportamento da transmissão via ESP-NOW entre os emissores e o receptor nos cenários, alimentado por uma bateria externa e via placa solar.

Figura 1: Área dos testes



### 1.1 Descrição do Hardware

O Hardware pode ser dividido em duas estações, denominadas Emissora e Receptora. A estação Receptora possui um ESP32 com tela OLED integrada e antena externa, uma shield com um cartão micro SD e um powerbank para alimentação, conforme ilustra a Figura 2. Esse microcontrolador recebe, via protocolo ESP-NOW, os dados das duas placas localizadas na estação Emissora e armazena as informações no cartão micro SD. Além disso, o RTC interno do dispositivo é usado para registrar a hora do recebimento dos dados.

Figura 2: Estação receptora



A estação Emissora pode ser dividida em dois circuitos. No primeiro há o microcontrolador D1 Mini Pro, que após estabelecer a comunicação com a estação Emissora, envia a palavra “UFABC”, o número 1 e o valor do RSSI. Após 1 segundo, o dispositivo continua enviando a mesma palavra, mas incrementa o número para 2, e atualiza o valor do RSSI, repetindo o processo enquanto houver comunicação. A alimentação desse circuito pode ser via energia do powerbank ou energia solar, captada pelo kit de desenvolvimento solar, composto por uma placa solar, uma bateria de 3,7V/40mAh e o circuito integrado gerenciador de energia solar. A Figura 3 apresenta a disposição da estação Emissora.

Figura 3: Estação Emissora



O segundo circuito é composto pelo microcontrolador NodeMCU, sensor de luminosidade, dois medidores de tensão elétrica, um medidor de corrente elétrica. O dispositivo coleta os dados de tensão elétrica, corrente elétrica do D1 Mini Pro, capta a luminosidade do ambiente via sensor e envia os dados, também via ESP-NOW para a placa Receptora. Esse circuito é usado apenas

para medir os dados de consumo e luminosidade.

Cada uma das estações foi disposta em um tripé, como o objetivo de acomodar os dispositivos, facilitar o transporte e padronizar a altura em relação ao solo, como pode ser visto na Figura 4. Para o presente teste, foi adotada a altura de 1 metro em relação ao solo.

Figura 4: Estação Receptora e Emissora



## 2 Dados coletados

O teste foi realizado no dia 16/04/2022, das 14:11 às 15:49. Os dados foram armazenados em um arquivo csv, com 5643 entradas, dispostos conforme Tabela 1. A tabela apresenta as primeiras cinco medições, que estão com o valor zero porque a estação Emissora ainda não havia sido ligada.

Tabela 1: Estrutura do dados coletados

datetime	ID	VD1(V)	ID1(A)	VBAT(V)	lux	RSSI	STRING	N
14:11:02	1	0	0	0	0	0		0
14:11:03	2	0	0	0	0	0		0
14:11:04	3	0	0	0	0	0		0
14:11:05	4	0	0	0	0	0		0
14:11:06	5	0	0	0	0	0		0

Sobre as colunas:

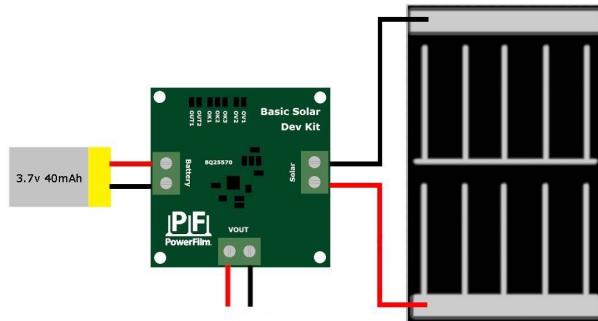
- datetime: hora que a informação é salva, ação realizada a cada 1 segundo;
- ID: é incrementado quando os dados são salvos no cartão de memória. Caso haja um problema no registro dos dados, ele será rapidamente identificado porque a sequência será rompida;
- VD1(V): tensão elétrica do D1 Mini Pro, enviada pelo NodeMCU;
- ID1(A): corrente elétrica do D1 Mini Pro, enviada pelo NodeMCU;

- VBAT(V): tensão elétrica da bateria, conectada no kit solar;
- lux: luminosidade do ambiente, enviada pelo NodeMCU;
- RSSI: enviado pelo D1 Mini Pro, apresenta o valor da conexão com a estação Receptora em decibéis;
- STRING: palavra “UFABC”, enviada pelo D1 Mini Pro;
- N: quando o microcontrolador D1 Mini Pro se conecta com a estação receptora, inicia a transmissão do número 1 a cada 1 segundo, incrementa e envia o novo valor. Quando a Estação Receptora não recebe o valor do emissor, salva o número 0 nesse campo.

### 3 Procedimentos e resultados

O teste foi dividido em duas partes: na primeira, a alimentação da placa D1 Mini Pro foi através de um powerbank e o objetivo foi verificar a transmissão de dados e a máxima distância sem queda de conexão. Na segunda parte, a placa D1 Mini Pro foi alimentada via kit de desenvolvimento solar, apresentado na Figura 5.

Figura 5: Disposição do Kit Solar



#### 3.1 Parte 1 - Teste com alimentação via Kit Solar

A partir das 14:48 foi realizada a troca de alimentação do microcontrolador D1 Mini Pro, que antes estava conectada na bateria externa e a partir desse momento foi conectada na saída VOUT do kit solar, conforme conexão apresentada na Figura 5. Aos 50m, a conexão ficou estável, com os dados transmitidos

Como pode ser observado na Figura 6, no momento da substituição da alimentação, a tensão elétrica que antes estava em 3,3V cai para 1,7V. Além disso, a tensão da bateria do kit, representada por VBAT apresentou 0,96V durante todo o período de testes e não foi carregada pela célula solar. Antes, a bateria foi carregada para atingir a tensão nominal de 3,3V, mas isso não ocorreu. Ainda no momento da troca de fonte de energia, a corrente elétrica sobe de 18mA para 140mA, conforme ilustra a Figura 7.

Figura 6: Dados coletados durante conexão com kit solar

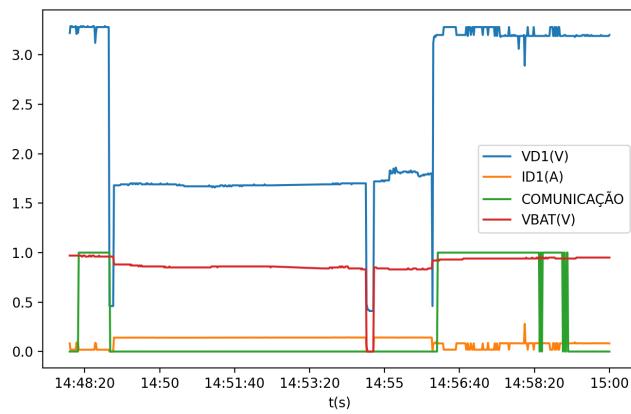
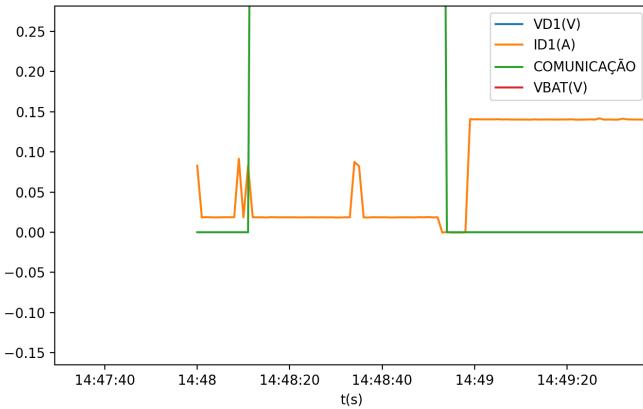
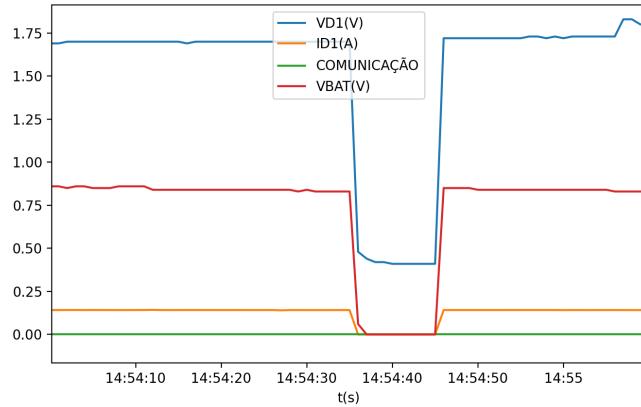


Figura 7: Mudança da corrente elétrica



Para facilitar a interpretação, os dados de comunicação foram convertidos para a forma binária, de modo que o número 1 indica conexão e o 0 indica a sua desconexão, que podem ser identificados na Figura 6. Quando é feita a troca da alimentação, a conexão é perdida e o microcontrolador não tem potência elétrica suficiente para realizar a conexão. No horário 14:54

Figura 8: Retirada da bateria do kit solar



a bateria do kit é retirada e o valor de VBAT cai para zero, conforme ilustra a Figura 8. A célula solar forneceu apenas 0,4V sem a existência de corrente elétrica. Portanto, conclui-se que a bateria e a célula solar não estavam fornecendo potencia suficiente para alimentar o circuito. Como não foi possível fazer a leitura da luminosidade ambiente, o resultado no momento, carece de mais testes e ajustes, que serão discutidos na seção 3.3.

### 3.2 Parte 2 - Teste com alimentação externa

A partir das 15:13 foi iniciado o distanciamento de 50m, mantendo a comunicação estável em 50m de distância. No instante 15:29, a comunicação do D1 Mini Pro é perdida em 80m, conforme apresenta a Figura 9.

Figura 9: Transmissão com alimentação externa



Todavia, os dados da tensão VD1 e ID1 ainda são recebidos, via nodeMCU. A comunicação só é perdida no instante 15:43, quando é feito um teste com alimentação via kit solar. Em resumo, a alimentação via powerbank apresentou um resultado satisfatório, com um fato relevante: com a distância de 80m houve a perda da comunicação do D1 Mini Pro, que possui antena externa, mas só após 153 m que ocorreu a perda da comunicação do nodeMCU, que não tem antena. Esses resultados serão discutidos na próxima seção.

### 3.3 Ajustes necessários

A leitura da luminosidade apresentou problemas. Nos testes internos, não houve erros devido à baixa luminosidade. Entretanto, como houve alto índice de luminosidade na data do teste, ocorreu um problema na leitura e o microcontrolador acabou registrando o valor zero, devido ao fim de escala. Após pesquisa, foi constatado que é necessário fazer um ajuste no ganho do sensor para ambientes com alta luminosidade. O ajuste foi feito e será verificado no próximo teste outdoor.

Outro empecilho foi a conexão do microcontrolador D1 Mini Pro. Os dois microcontroladores localizados na estação Emissora enviam os dados via ESP-NOW, com a diferença que o D1 possui antena externa. A suposição antes do teste é que ele conseguiria enviar os dados em maior distância, mas na prática não foi isso que aconteceu. Ele perdia comunicação mais rápido que o NodeMCU, sem a antena.

O protocolo ESP-NOW não exige uma conexão constante. Os emissores apenas enviam a informação para o endereço MAC cadastrado, de modo que não é necessário manter a conexão. Entretanto, para obter o RSSI, foi criado um Access Point no Receptor, sendo realizada a conexão usando o D1 Mini Pro. Só depois que a conexão é feita que o microcontrolador envia os dados, limitando o alcance dos dados. Uma alternativa de solução é eliminar essa conexão e enviar os dados apenas usando o protocolo ESP-NOW, sem a conexão na estação receptora. Isso implica na ausência do valor de RSSI.

## 4 Considerações finais e próximas ações

O objetivo de estabelecer a comunicação entre as estações foi alcançado. Muitos dos problemas do hardware, como comunicação, ajuste de dados do RTC, gravação dos dados no cartão, entre outros, foram solucionados.

Entretanto, o kit solar não forneceu a alimentação, conforme descrito pelo fabricante, e a não aquisição da luminosidade impede de calcular qual deveria ser a tensão oferecida pela célula solar. Foi feita a compra de outra bateria com as mesmas características e o ajuste do ganho do sensor de luminosidade foi corrigido, via programação. O próximo teste oferecerá a oportunidade de verificar essas modificações.