

Sumário

1. Março	2
2. Abril	2
Tabela 1 – Modelos de baterias preliminar	2
3. Maio	3
Tabela 2 – Modelos de baterias	3
Processo de escolha dos modelos das baterias preliminar	4
Placa <i>shield</i>	4
Escolha da bateria ideal	5
Consumo da placa ESP8266	5
Tabela 3 – Resultados dos testes de consumo da placa WeMos D1 mini	6
Notas:	9
Equação da média ponderada	9
4. Junho	10
Avaliação de consumo da placa WeMos	10
Tabela 4	10
Calculo de autonomia entre os modos de operação	11
Tabela 5	11
Gráfico 1	13
Resultado final – Modelo de bateria	13
5. Julho	13
6. Agosto	13
7. Setembro	13
8. Outubro	13
9. Novembro	14
10. Dezembro	14
11. Janeiro	14
12. Fevereiro	14
REFERÊNCIAS	14

1. Março

Mês dedicado à logística, capacitação e reconhecimento de todo o trabalho.

Foram realizadas diversas pesquisas quanto ao *chip* escolhido, o *ESP8266*, a fim de se ter o conhecimento mínimo para a realização dos primeiros experimentos. Neste momento, foi dado início à construção do primeiro programa simples para a realização de testes iniciais no *ESP*.

2. Abril

Mês dedicado à capacitação e a pesquisas referentes aos tipos de baterias.

Foi iniciada a construção, também, de uma placa a qual possui 8 LEDs indicativos para a realização de futuros testes com relação ao consumo. O código fonte¹, referente ao controle dessa placa, foi desenvolvido com o intuito de autocapacitação.

As pesquisas referentes aos modelos de baterias também foram iniciadas.

Tabela 1 – Modelos de baterias preliminar

Num	Marca	Modelo	Dimensões(mm)			Preço	Tensão de trabalho	mAh
			C	L	A			
A	Rontek	RT300AAAB4	11	45	11	R\$ 3,50	1,2	600
B	Energy Power	AA NI-Mh	14,5	50,5	14,5	R\$ 8,90	1,2	800
C	Energy Power	AA NI-Cd	14,5	50,5	14,5	R\$ 9,50	1,2	1000
D	Rontek	AA NI-Mh	15	50	15	R\$ 7,50	1,2	2100
E	Mox	Aaa	14,5	50,5	14,5	R\$ 3,8	1,2	2700
F	Knup	KP-BT9V	47	20	15	R\$ 12	9	450
G	FLEX	FX-45B1	47	20	15	R\$ 28	9	450
H	FullyMax	-	9,5	26	45	R\$ 15,20	3,7	650
J	Rontek	NP-20	50	40	32	orçamento	3,7	680
K	Rontek	6RT1800SC-CX	131	51	23	orçamento	7,2	1800
L	Rontek	6RT3000SC-CX	131	51	23	orçamento	7,2	3000
M	Rontek	6LR61	48	26	16	orçamento	8,4	350

¹ O código fonte desenvolvido se encontra no perfil GitHub do autor do documento, referente a este link:
https://github.com/W8jonas/Internet-das-Vacas/blob/master/programacao/codigo_servidor_teste_consumo/codigo_servidor_teste_consumo.ino

3. Maio

Mês dedicado à pesquisas referentes aos tipos e modelos de baterias. Foram produzidas várias tabelas com o intuito de representar de forma simplificada os mais diversos fatores técnicos envolvendo esses modelos de bateria.

Tabela 2 – Modelos de baterias

Numeração	Marca	Modelo	Modelo químico	Dimensões(mm)			Modelo de tamanho	Preço	Tensão de trabalho	mAh	Wh	Custo/wh
				C	L	A						
01	Rontek	RT300AAAB4	Ni-cd	11	44	11	Aaa	R\$4,98	1,20	300,00	360,00	0,009722
02	Energy Power	AA NI-Mh	Ni-mh	14,5	50,5	14,5	Aa	R\$8,90	1,20	800,00	960,00	0,009271
03	Energy Power	AA NI-Cd	Ni-cd	14,5	50,5	14,5	Aa	R\$9,50	1,20	1000,00	1.200,00	0,007917
04	Rontek	AA NI-Mh	Ni-mh	14,5	50,5	14,5	Aa	R\$7,50	1,20	2100,00	2.520,00	0,002976
05	Mox	Aaa	Ni-mh	14,5	50,5	14,5	Aa	R\$3,80	1,20	2700,00	3.240,00	0,001172
06	Knup	KP-BT9V	Ni-mh	47	20	15	Bat P	R\$12,00	9,00	450,00	4.050,00	0,002963
07	FLEX	FX-45B1	Ni-mh	47	20	15	Bat P	R\$28,00	9,00	450,00	4.050,00	0,008642
08	FullyMax	-	LIPO	9,5	26	45	Lipo M	R\$15,20	3,70	650,00	2.405,00	0,006320
09	Mox	MO-086B	Ni-cd	31,5	44	10,5	Aaa	R\$19,00	3,60	700,00	2.520,00	0,001428
10	Rontek	6RT1800SC-CX	Ni-cd	131	51	23	Bat. G	R\$54,04	7,20	1800,00	12.960,00	0,004169
11	Rontek	6RT3000SC-CX	Ni-mh	131	51	23	Bat. G	R\$100,14	7,20	3000,00	21.600,00	XXXX
12	Rontek	6LR61	Ni-mh	48	26	16	Bat. P	R\$18,50	8,40	350,00	2.940,00	XXXX
13	Rontek	-	Ni-mh	2	16	16	P. Botão	R\$5,15	3,60	80,00	288,00	XXXX
14	Rontek	-	Ni-mh	42	14	47	4 * Aaa	R\$9,86	3,60	1300,00	4.680,00	XXXX
15	Rontek	-	Ni-cd	17	51	57	3 * aa	R\$36,85	7,20	600	4.320,00	XXXX
16	FullyMax	-	LIPO	7	20	36	Lipo P	R\$14,40	3,70	350,00	1.295,00	0,011119
17	minamoto	LFP803048	LiFePO ₄	8	30	50	Lipo M	Orçamento	3,20	800	2.560,00	XXXX
18	minamoto	LFP603450	LiFePO ₄	6	34	50	Lipo M	Orçamento	3,20	700	2.240,00	XXXX
19	minamoto	LFP101945HP	LiFePO ₄	10	19	45	Lipo M	Orçamento	3,20	440	1.408,00	XXXX
20	minamoto	LFP803048HP	LiFePO ₄	8	30	48	Lipo M	Orçamento	3,20	800	2.560,00	XXXX
21	minamoto	LFR26650E	LiFePO ₄	26	65	26	D+	Orçamento	3,20	3300	10.560,00	XXXX
22	minamoto	LFR18650E	LiFePO ₄	18,2	64,5	18,2	D+	Orçamento	3,20	1500	4.800,00	XXXX
23	minamoto	LFR18490E	LiFePO ₄	18,2	48,5	18,2	Aa	Orçamento	3,20	1000	3.200,00	XXXX
24	minamoto	LFR14500E	LiFePO ₄	14,1	48,5	14,1	Aa	Orçamento	3,20	500	1.600,00	XXXX
25	minamoto	LFR18650P	LiFePO ₄	18,2	64,5	18,2	D+	Orçamento	3,20	1100	3.520,00	XXXX
26	minamoto	LFR26650P	LiFePO ₄	26	65	26	D+	Orçamento	3,20	2300	7.360,00	XXXX
27	minamoto	LP104884	LIPO	10	48	84	-	Orçamento	3,7	5000	18.500,00	XXXX
28	minamoto	LP805060	LIPO	8	50	60	-	Orçamento	3,7	2700	9.990,00	XXXX
29	minamoto	LP605559	LIPO	5,5	55	60	-	Orçamento	3,7	2000	7.400,00	XXXX
30	minamoto	LP704460	LIPO	6,7	44	60	-	Orçamento	3,7	2000	7.400,00	XXXX
31	minamoto	LP103746	LIPO	10	37	46	-	Orçamento	3,7	1750	6.475,00	XXXX
32	minamoto	LP804044	LIPO	8	40	44	-	Orçamento	3,7	1400	5.180,00	XXXX
33	minamoto	LP803033	LIPO	7,6	30	33	-	Orçamento	3,7	730	2.701,00	XXXX
34	minamoto	LP902535	LIPO	8,8	25	35	-	Orçamento	3,7	700	2.590,00	XXXX
35	minamoto	LP683033	LIPO	6,5	30	33	-	Orçamento	3,7	600	2.220,00	XXXX
36	minamoto	LP502435	LIPO	5	24	35	-	Orçamento	3,7	350	1.295,00	XXXX

Processo de escolha dos modelos das baterias preliminar

Para a realização da seleção dos modelos mais propícios à adesão ao projeto, foi realizado um processo de eliminação dos modelos presentes na [Tabela 2](#). Esses modelos foram avaliados em 3 diferentes etapas, a quais eram aprovados ou reprovados.

Primeiramente, foi analisado o valor referente à tensão de trabalho de cada bateria, a fim de eliminar aquelas que ultrapassem o valor máximo da placa WeMos D1 mini. Para obter este valor, foi consultado o [esquemático da placa](#), encontrado na *wiki* da fabricante. Após a consulta, foi observado que o regulador de tensão da placa é o CI ME6211. De acordo com seu [Datasheet](#), o valor máximo de tensão é de 6 volts. Logo, serão descartadas as baterias que apresentarem tensão nominal superior a 6 volts, portanto, os modelos [06](#), [07](#), [10](#), [11](#), [12](#) e [15](#) ficam fora de cogitação até o momento. Sendo a única forma possível para sua adesão, a implementação de um regulador de tensão externo ao circuito da placa WeMos.

Em segundo método, foram avaliadas as dimensões das baterias restantes, levando em consideração as associações necessárias para as baterias com tensão inferior a 3 volts. Nesse caso, os modelos [01](#), [02](#), [03](#), [04](#) e [05](#) precisam receber 3 associações em série com a finalidade de se alcançar a tensão de trabalho da placa. Todavia, dessa forma, ocupa-se um espaço 3 vezes maior, fato não presente nos modelos [08](#), [09](#), [13](#), [14](#) e [16](#). Em vista disso, esses modelos ganham preferência. No entanto, os modelos 09 e 14 já possuem em seu encapsulamento 3 pilhas em série, o que lhes garante o mesmo espaço aproximado dos modelos anteriores, sobrando, então, somente os modelos [08](#), [13](#) e [16](#).

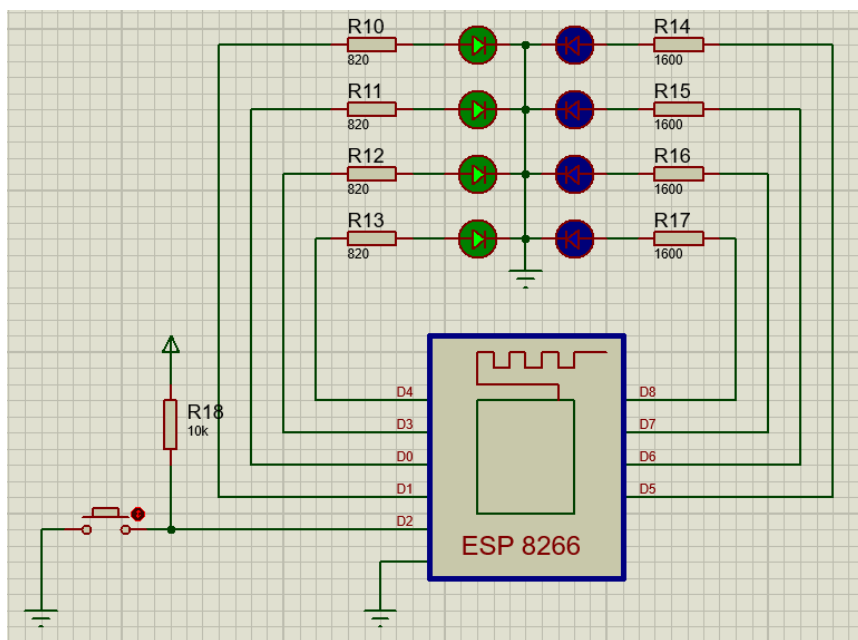
Cabe então, dentre os três últimos modelos, aquele que possui a melhor autonomia por custo. Para tal análise, é preciso estimar um valor para o modelo [13](#), visto que seu preço não é acessível sem o contato com a distribuidora [sta-eletronica](#). Para isso, foi estipulado, com base na média de valores do mercado, um custo de R\$12,00 reais, próximo aos demais modelos.

Nessa situação, cabe a escolha entre esses modelos. Observando que o modelo [08](#) apresenta as maiores dimensões físicas, mas possui maior mAh, garantindo maior autonomia. Em contrapartida, o modelo [13](#) garante menor tamanho, apesar de possuir, também, significativa diminuição na autonomia. Por fim, resta o modelo [16](#), que representa equilíbrio entre os dois anteriores, por possuir uma autonomia mais razoável, além de ser de menor tamanho e custo que o modelo [08](#).

Placa *shield*

Para se chegar a um valor confiável do melhor modelo de bateria, foram realizados diversos testes experimentais, todavia, para efetuar tais testes foi feita uma placa *shield* para a realização desses experimentos. Em relação ao ESP8266, foi projetado um circuito, cujo esquemático feito no *software Proteus* segue logo em seguida ([ver figura 1](#)). Este, possui 8 leds que estão ligados em *current source* com 8 pinos digitais da placa WeMos, que serão controlados por um código fonte² anteriormente programado. Há também um botão, cuja sua finalidade é orientar o programa para a escolha da função a ser executada pelo programa. Essas funções, presentes na tabela 3, são: Standby, Leds ligados, 100% uso do CPU e Leds e processador.

² O novo código fonte utilizado na placa *shield* se encontra no mesmo repositório GitHub do autor do documento, referente a este link: https://github.com/W8jonas/Internet-das-Vacas/blob/master/programacao/codigo_do_servidor---consumov2/codigo_do_servidor---consumov2.ino



(Figura 1 – Esquemático da placa *shield*- modelo Proteus)

Escolha da bateria ideal

Para a escolha da bateria ideal, foram analisados novos fatores e, para a análise de cada fator, foram realizados diversos procedimentos práticos, a fim de escolher o modelo de melhor rendimento para o projeto. Neste momento, foi utilizada a *shield*, desenvolvida conjuntamente com 2 modelos de códigos de programa, com a intenção de realizar experimentos práticos para aferir o consumo da placa em seus diversos modos de funcionamento.

Inicialmente foi realizado o estudo de consumo da placa ESP8266, de acordo com [seu datasheet](#), com o propósito de adquirir os valores de energia gastos para realizar determinadas funções. Foram analisados esses fatores em suas várias modalidades de funcionamento, tal como em suas funções de poupança de energia, e em suas funções ativas. Os valores de consumo foram medidos em laboratório, utilizando 2 equipamentos diferentes.

~~Paralelamente, para se chegar ao resultado final, será empregado uma sequência de cálculos utilizando uma média ponderada, atribuindo para cada característica da bateria um peso diferente. Quanto mais alto o valor final, melhor a classificação da bateria. A bateria que alcançar o maior valor será a bateria ideal para o projeto.~~

Consumo da placa ESP8266

A placa Esp8266 possui um avançado sistema de administração de energia, possuindo tecnologia voltada para projetos móveis e, principalmente, aplicações voltadas para o *Internet of Things*.

Sua arquitetura de baixo consumo opera em 3 diferentes modos: Active mode, sleep mode and Deep-sleep mode. No modo de Deep-sleep, o Wi-Fi é desligado, e os sensores da placa trabalham em períodos reduzidos, o consumo se encontra próximo dos 20 μ A, quando alimentado com 2.5 Volts.

Em modo Sleep, o Wi-Fi switch é desativado, impedindo a transmissão de dados, seu consumo se aproxima de 0,9 mA. Por fim, há o Active mode, no qual o consumo elétrico depende das aplicações realizadas pelo Esp8266, todavia, seu consumo médio é 80mA. [20]

Para que sejam encontrados valores de referência para as aplicações no código fonte, foram realizados os experimentos com dois códigos testes, com o intuito de medir os valores de consumo para cada modo de operação. Todos os testes foram realizados com a mesma placa *shield* desenvolvida previamente.

Tabela 3 – Resultados dos testes de consumo da placa WeMos D1 mini

Função em teste	VCC (V)	Mínimo (mA)	Máximo (mA)	Média (mA)
Standby ⁽¹⁾	5	74,4 ⁽²⁾	76,1	75,3333333
		74,5 ⁽³⁾	75,6	
		75,2 ⁽⁴⁾	76,2	
	4	74,8	76	75,5833333
		74,3	77,6	
		74,8	76	
1 Led ligado ⁽⁵⁾	5	73,3	74,8	74,05
		73,2	74,2	
		73,6	75,2	
	4	75,5	75,2	75,5833333
		75,3	75,3	
		75,8	76,4	
Todos os Leds ligados	5	75,4	76,8	76,15
		75,2	76,5	
		75,8	77,2	
	3,4	73,8	74,8	74,3666667
		73,3	74,6	
		73,9	75,8	
100% uso do CPU ⁽⁶⁾	5	78,6	80	79,3
		78,3	80,1	
		78,8	80	
	4	78,6	79,5	79,0666667
		78,2	79,3	
		78,8	80	
1 Led ligado + 100% uso CPU	5	76,2	78,1	77,1333333
		75,9	77,2	
		76,5	78,9	
	4	76	77,3	76,9
		76	76,3	
		76,6	79,2	
Todos os Leds ligados + 100% uso	5	75,5	76,6	76,2333333
		75,3	76,6	
		75,9	77,5	
	3,4	74,8	75,5	75,1666667
		74,4	75,2	
		74,9	76,2	
1 Led ligado + 100% uso CPU	5	76,8	78,1	77,7833333
		76,4	77,7	
		78,2	79,5	
	4	76,8	77,6	77,3833333
		76,7	77,3	
		77,8	78,1	
Todos os Leds ligados + 100% uso	5	74,9	76,3	75,55
		74,4	75,2	
		75,4	77,1	
	4	79,6	80,8	80,3333333
		79,2	81,4	
		79,8	81,2	
Todos os Leds ligados + 100% uso	5	79	80,5	79,85
		79,1	80,1	
		79,9	80,5	
	3,4	76,4	78,2	77,55
		76,6	78,2	
		76,7	79,2	

ESP em modo server e cliente ligado		5	75,2 75,1 75,5	75,5 75,1 75,8	75,3666667
		4	Instabilidade ⁽⁷⁾		≈75
		3,4			
ESP only client		5	71,9 71,4 72,1	72,1 71,8 72,6	71,9833333
		4	Instabilidade		≈70
		3,4			
Modem Sleep		5	71,9 71,7 72	72 71,8 72,2	71,9333333
		4	70,8 71 71,4	71,4 71,1 72	71,2833333
		3,4	72,1 71,8 72,3	72,7 71,9 72,6	72,2333333
		5	16,2 16,2 16,4	16,4 16,7 16,5	16,4
		4	16,3 16,1 16,3	16,5 16,2 16,4	16,3
		3,4	15,5 15,5 15,6	15,6 15,5 15,7	15,5666667
Light Sleep – CPU desativada		5	2,3 2,1 2,2	2,4 2,2 2,2	2,2333333
		4	2,3 2,1 2,3	2,3 2,1 2,2	2,2166667
		3,4	1,8 1,7 1,8	1,9 1,7 1,8	1,7833333
		5	0,2 0,1 0,1	0,1 0,2 0,1	≈0,1333333
		4	0,02 0,01 0,01	0,02 0,02 0,02	≈0,0166667
		3,3	0,01 0,01 0,01	0,02 0,01 0,01	≈0,0116 ⁽⁸⁾
Deep Sleep		3,0	0,01 0 0	0,01 0,01 0,01	≈0,0066
Transmit 802.11b CCK = 1Mbps Ou CCK = 11Mbps	POUT = +20.5dBm	5	74,6 74,7 74,8	75,8 75,2 76,3	75,2333333
		4	Muito instável ⁽⁹⁾		-
		3,4			
	POUT = +18.5dBm	5	75,5 76,2 76,3	76 78,9 77,3	76,7
		4	Muito instável		-
		3,4			
	POUT = +16dBm	5	74,7 74,7 75,6	75,2 75 76,1	75,21666
		4	75,8 76,6 77,6	77,7 77 78,3	77,1666667
		3,4	Muito instável		-
	POUT = +14dBm	5	74,3 74,4 74,8	75,2 75 75,5	74,8666667
		4	75,5 75,4 76,8	77,6 76,8 78,4	76,75
		3,4	Muito instável		-

Transmit 802.11g OFDM 54Mbps	POUT = +20.5dBm	5	73,5 73,3 73,8	74,2 75 74,5	74,05
		4	Muito instável		
		3,4			
	POUT = +18.5dBm	5	71,4 71,2 72	71,6 71,8 72,3	71,7166667
		4	71,3 71,2 71,6	71,5 71,3 72,2	71,5166667
		3,4	----	----	
	POUT = +16dBm	5	71 70,8 71,2	72 70,9 71,6	71,25
		4	70,9 70,8 71,6	71,2 70,9 72	71,2333333
		3,4	71,5 71,4 71,7	72 72,2 73,1	71,9833333
	POUT = +14dBm	5	70,8 70,5 71,4	71,2 71,2 71,6	71,1166667
		4	70,8 70,8 71,5	71,1 71 71,8	71,1666667
		3,4	Instabilidade - discrepâncias nas medições		
Transmit 802.11n MCS 7	POUT = +20.5dBm	5	71,1 70,9 71,8	71,3 71,3 72,2	71,4333333
		4	71,1 70,8 71,8	71,2 71 72,1	71,3333333
		3,4	Muita instabilidade		
	POUT = +18.5dBm	5	70,1 70,5 71,6	71,3 71,1 72,5	71,1833333
		4	70,8 70,8 71,7	71,3 71,1 72	71,2833333
		3,4 ⁽¹⁰⁾	71,6 71,6 72,5	72 72 72,1	71,9666667
	POUT = +16dBm	5	70,9 70,9 71,5	71,1 71 71,7	71,1833333
		4	71 70,8 71,5	71,2 71 71,8	71,2166667
		3,4 ^(e10)	71,7 71,4 72,7	72 72,1 73,3	72,2
	POUT = +14dBm	5	70,9 70,9 71,6	71,3 71,2 72	71,3166667
		4	71 70,6 71,8	71,1 71 72	71,25
		3,4 ⁽¹¹⁾	Muita instabilidade		

Notas:

Existem três códigos distintos, para que seja feita uma análise mais bem elaborada. O primeiro código ³ tem como objetivo testar os modos operacionais do ESP, já o segundo⁴, possui como única finalidade testar os diferentes modos de transmissão de dados e os modos de baixo consumo elétrico. O primeiro código conta com o WIFI ligado, todavia, sem a transmissão de energia.

- (1) No modo *standby* o led onboard permanece ligado, sendo necessário caso queria desliga-lo, configurar via *software*.
- (2) O primeiro valor de medição foi realizado com o multímetro DT830B.
- (3) O segundo valor de medição foi realizado com o multímetro Imimipa ET-1002.
- (4) O terceiro valor de medição foi realizado com o multímetro
- (5) No modo '1 LED ligado' somente 1 do total de 8 LEDs é ligado, sendo a função seguinte ao '*standby*'
- (6) O CPU executará uma série de operações aritméticas com a finalidade de por seu desempenho no máximo.
- (7) Foi apresentada certa instabilidade nas medições, ou por grandes variações em curtos períodos de tempo ou pelo desligamento do ESP por problemas de alimentação.
- (8) Como os valores medidos foram registrados por multímetros, estes não apresentam grande precisão para valores próximos a 0, sendo 0,01Volts o menor valor possível registrado antes do 0.
- (9) Aferição das medidas impossível, por desligamento ininterrupto do ESP.
- (10) Foram observados picos de tensão nas aferições que podem comprometer a autonomia. Além de observada certa instabilidade por parte do ESP.
- (11) ESP apresentou muita instabilidade em certos momentos.

Equação da média ponderada

Para a obtenção do resultado final, será realizada uma média ponderada. Serão considerados 3 fatores na equação, sendo estes referentes a [segunda tabela](#). Na ordem de pesos, temos tamanho, custo e mAh.

$$\text{Media ponderada} = \frac{\frac{1}{\text{Tamanho}} \times \text{peso1} + \frac{1}{\text{Custo}} \times \text{peso2} + \text{mAh} \times \text{peso3}}{\text{peso1} + \text{peso2} + \text{peso3}} \quad (1)$$

Em que:

Tamanho = comprimento × largura × altura da bateria

peso1 = valor do peso1 aplicado ao tamanho

Custo = Valor unitário de custo

peso2 = valor do peso2 aplicado ao Custo

mAh = Corrente fornecida em 1 hora de uso pela bateria

peso3 = valor do peso3 aplicado ao mAh

³ O código referido pode ser acessado por este link do github: https://github.com/W8jonas/Internet-das-Vacas/blob/master/programacao/codigo_modos_de_operacao/codigo_modos_de_operacao.ino

⁴ O código referido pode ser acessado por este link do github: XXXXXXXXX

4. Junho

Avaliação de consumo da placa WeMos

Com os testes empíricos, pode-se constatar que o modelo de operação de maior consumo foi “*Todos os Leds ligados + 100% uso*”, com consumo médio em 80 mA. Este resultado demonstra o esperado, pois são atribuídas 8 cargas para a placa, além do estresse na CPU proporcionada pelas operações aritméticas. Com este teste, pode-se chegar somente ao consumo máximo da placa, entretanto, esse modo de operação não possui maior significância para o sistema final de monitoramento das vacas.

Ademais, pode-se concluir, como esperado, que o modo de operação a qual possui menor consumo é o “*Deep-sleep*”, com consumo entre 0,1 mA e 0,006 mA. Sendo esses valores, dependentes da tensão de alimentação da placa. Valores próximos de 3V aproximam o consumo a ≈ 0 mA.

Como um dos objetivos de todo o sistema é atingir uma maior autonomia, é esperado que os modos de funcionamento se alternem de formas diferentes, para um melhor desempenho com um menor consumo. Estas alternâncias constituem um determinado tempo X, de acordo com o qual a placa entrará em modo de economia de energia e um determinado tempo Y pelo qual a placa entrará em modo de funcionamento. Além desses dois modos, pode-se implementar um terceiro tempo W, em que a placa entrará em modo de transmissão de dados. Sendo cada um desses modos passíveis de alterações em suas configurações.

Abaixo, segue a [tabela 4](#) a qual consiste no resumo da [tabela 3](#).

Tabela 4

Modo de operação	Configurações do modo	Consumo médio (mA)
Standby	VCC = 5v	75,333
1 Led ligado	VCC = 5v	75,583
Todos os Leds ligados	VCC = 5v	79,3
100% uso do CPU	VCC = 5v	76,9
1 Led ligado + 100% CPU	VCC = 5v	77,783
Todos os Leds + 100% CPU	VCC = 5v	80,333
ESP server e cliente ligado	VCC = 5v	75,366
ESP only client	VCC = 5v	71,983
Modem Sleep	VCC = 5v	71,933
Light Sleep – CPU ativa	VCC = 5v	16,4
Light Sleep – CPU desativada	VCC = 5v	2,23
Deep Sleep	VCC = 5v	0,133
	VCC = 3.3v	0,011
Transmit 802.11b	VCC = 5v e POUT = +20.5dBm	75,233
	VCC = 5v e POUT = +14dBm	74,866
Transmit 802.11g	VCC = 5v e POUT = +20.5dBm	74,050
	VCC = 5v e POUT = +14dBm	71,116
Transmit 802.11n	VCC = 5v e POUT = +20.5dBm	71,433
	VCC = 5v e POUT = +14dBm	71,250

Calculo de autonomia entre os modos de operação

Para efeitos comparativos de análises, serão atribuídos diferentes tempos e modos de operação para X, Y e W, seguindo um modelo que tenha boa performance nas características atribuídas.

Nos primeiros testes teóricos, serão atribuídos uma alimentação de 5 volts com uma bateria de 100 mAh. Os testes foram organizados na [tabela 5](#), a qual visa demonstrar de forma direta o número de horas que o circuito poderá ser ligado pelo modelo de bateria escolhido.

Tabela 5

Especificações do teste:	valor	unidade
bateria	100	mAh
bateria	360000	mAsec

Teste(nº)	Modo de funcionamento	Operação	Consumo (mA)	Tempo de operação em segundos	Consumo (mAsec)	somatório de ciclo	Número de ciclos realizáveis	Duração total do circuito	
								Em horas	Em dias
1	Valor X	Deep Sleep	0,133	3540,000	470,820	4984,800	72,21955	72,21955	3,01
	Valor Y	-	0,000	0,000	0,000				
	Valor W	Transmit 802.11b POUT = + 20.5dBm	75,233	60,000	4513,980				
2	Valor X	Deep Sleep	0,133	3540,000	470,820	4756,800	75,68113	75,68113	3,15
	Valor Y	-	0,000	0,000	0,000				
	Valor W	Transmit 802.11n POUT = + 20.5dBm	71,433	60,000	4285,980				
3	Valor X	Deep Sleep	0,133	7190,000	956,270	1670,600	215,49144	430,98288	17,96
	Valor Y	-	0,000	0,000	0,000				
	Valor W	Transmit 802.11n POUT = + 20.5dBm	71,433	10,000	714,330				
4	Valor X	Deep Sleep	0,133	7190,000	956,270	1175,303	306,30399	612,60798	25,53
	Valor Y	Light Sleep – CPU ativa	16,400	9,000	147,600				
	Valor W	Transmit 802.11n POUT = + 20.5dBm	71,433	1,000	71,433				
5	Valor X	Deep Sleep	0,133	3590,000	477,470	696,503	516,86784	516,86784	21,54
	Valor Y	Light Sleep – CPU ativa	16,400	9,000	147,600				
	Valor W	Transmit 802.11n POUT = + 20.5dBm	71,433	1,000	71,433				
6	Valor X	Deep Sleep	0,133	3590,000	477,470	1241,003	290,08794	290,08794	12,09
	Valor Y	100% uso do CPU	76,900	9,000	692,100				
	Valor W	Transmit 802.11n POUT = + 20.5dBm	71,433	1,000	71,433				

Para a realização do cálculo de autonomia em horas, foram efetuadas diversas operações aritméticas. Inicialmente, convertia-se o valor de carga da bateria de mAh para mAssec. Para tal, basta multiplicar o primeiro valor por 3600. Após, define-se os modos de operação de X, Y e W, seus respectivos valores de consumo e seus períodos de operação.

A partir deste ponto, calcula-se o somatório do consumo por ciclo, sendo o ciclo total o valor de todos os períodos dos modos de operação.

$$\text{somatório consumo em um ciclo} = (Cx \cdot Tx) + (Cy \cdot Ty) + (Cw \cdot Tw) \quad (2)$$

Em que:

Cx = Consumo do modo X

Tx = Tempo de operação do modo X

Cy = Consumo do modo Y

Ty = Tempo de operação do modo Y

Cw = Consumo do modo W

Tw = Tempo de operação do modo W

Após o cálculo do somatório consumo, calcula-se o número de ciclos realizáveis com a determinada carga da bateria. Para isso, basta dividir a carga da bateria anteriormente calculada pelo resultado da equação 2.

$$\text{Ciclos realizáveis} = \frac{\text{Carga_bateria(mAssec)}}{\text{somatório consumo em um ciclo}} \quad (3)$$

Conhecido o número de ciclos realizáveis pela bateria, basta relaciona-lo ao tempo de sua execução total. Sendo assim, basta dividir o número de ciclos realizáveis pelo número de vezes que o ciclo se completa em 3600 segundos.

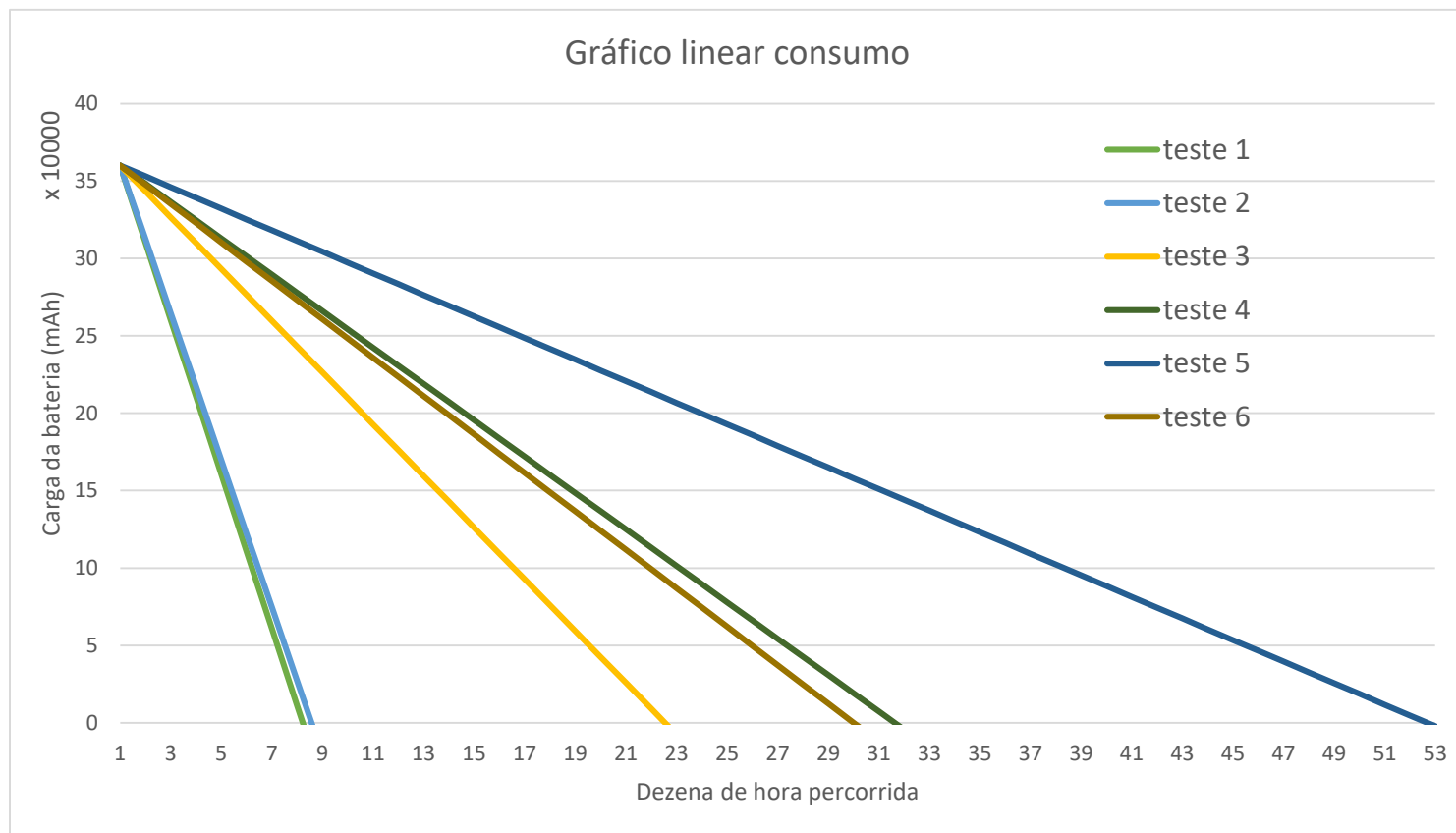
$$\text{Autonomia} = \frac{\text{Ciclos realizáveis}}{\frac{3600}{Tx + Ty + Tw}} \quad (4)$$

Agora que se obteve a equação responsável pelo calcula da autonomia, basta manipularmos as incógnitas e obter a equação simplificada. Assim temos:

$$\text{Autonomia} = \frac{\text{Carga_bateria}}{(Cx * Tx) + (Cy * Ty) + (Cw * Tw)} * \frac{Tx + Ty + Tw}{3600} \quad (5)$$

A seguir, o [gráfico 1](#), a qual transcreve o valor de carga da bateria em consequência da passagem de tempo no qual o circuito permanece ligado. O eixo X representa em dezenas o valor total de horas que o modelo de teste consegue permanecer ligado e o eixo Y representa a carga da bateria.

Gráfico 1



A partir das análises preliminares, é possível destacar a diferença entre a melhor curva e a pior curva de consumo, destacando, dessa forma, como a pouca diferença entre algumas variáveis altera o resultado final.

Resultado final – Modelo de bateria

5. Julho

6. Agosto

7. Setembro

8. Outubro

9. Novembro

10. Dezembro

11. Janeiro

12. Fevereiro

REFERÊNCIAS

- [1] STA-ELETRONICA. Pilhas e baterias Rontek. Disponível em: http://www.sta-eletronica.com.br/produtos/pilhas-e-baterias/rontek-recarregaveis-industrial/nicd/tamanho-aaa_2. Acesso em 21 de abril de 2018.
- [2] GOLDPOWER. Pilhas e baterias Ni-mh. Disponível em: <http://www.goldpower.com.br/aaa-800mah-1-2v.php>. Acesso em 21 de abril de 2018.
- [3] GOLDPOWER. Pilhas e baterias Ni-mh. Disponível em: <http://www.goldpower.com.br/aaa-1000mah-1-2v.php>. Acesso em 21 de abril de 2018.
- [4] STA-ELETRONICA. Pilhas e baterias Rontek. Disponível em: http://www.sta-eletronica.com.br/produtos/pilhas-e-baterias/rontek-recarregaveis-consumidor/aa/12v-2100mah_3. Acesso em 21 de abril de 2018.
- [5] MOXDOTCELL. Pilha recarregável MO-AA2700. Disponível em: <http://www.moxdotcell.com.br/pilha-recarregavel-mo-aa2700-com-2-unidades-rtu.html>. Acesso em 21 de abril de 2018.
- [6] COMP DISTRIBUIDORA. Bateria recarregável Knup. Disponível em: <https://www.compdistribuidora.com.br/bateria-recarregavel-9v-knup-kp-bt9v.html>. Acesso em 21 de abril de 2018.

- [7] FLEXGOLD. Flex X-cell. Disponível em: <http://www.flexgold.com.br/produto/fx-9v45b1/>. Acesso em 22 de abril de 2018
- [8] FULLYMAX. Bateria Fullymax SYMA. Disponível em: http://www.asaseletricas.com.br/loja/product_info.php?products_id=4448. Acesso em 15 de maio de 2018.
- [9] STA-ELETRONICA. Pilhas e baterias Rontek. Disponível em: <http://www.sta-eletronica.com.br/produtos/pilhas-e-baterias/recarregaveis/para-cameras/37v-680mah>. Acesso em 23 de abril de 2018.
- [10] STA-ELETRONICA. Pilhas e baterias Rontek. Disponível em: <http://www.sta-eletronica.com.br/produtos/pilhas-e-baterias/recarregaveis/para-brinquedos-e-modelismo/72v-1800mah>. Acesso em 23 de abril de 2018.
- [11] STA-ELETRONICA. Pilhas e baterias Rontek. Disponível em: <http://www.sta-eletronica.com.br/produtos/pilhas-e-baterias/recarregaveis/para-brinquedos-e-modelismo/72v-3000mah>. Acesso em 23 de abril de 2018.
- [12] STA-ELETRONICA. Pilhas e baterias Rontek. Disponível em: <http://www.sta-eletronica.com.br/produtos/pilhas-e-baterias/recarregaveis/para-telefones-sem-fio-24v-36-48-e-6v/36v-1300mah>. Acesso em 23 de abril de 2018.
- [13] MOXDOTCELL. Pilha recarregável MO-AA2700. Disponível em: <http://www.moxdotcell.com.br/bateria-mo-086b-3aaa-3-6v-700-mah-para-talk-about.html>. Acesso em 21 de abril de 2018.
- [14] STA-ELETRONICA. Pilhas e baterias Rontek. Disponível em: <http://www.sta-eletronica.com.br/produtos/pilhas-e-baterias/recarregaveis/pilhas-botao/36v-80mah>. Acesso em 1 de maio de 2018.
- [15] STA-ELETRONICA. Pilhas e baterias Rontek. Disponível em: <http://www.sta-eletronica.com.br/produtos/pilhas-e-baterias/recarregaveis/para-telefones-sem-fio-24v-36-48-e-6v/36v-600mah>. Acesso em 1 de maio de 2018.
- [16] STA-ELETRONICA. Pilhas e baterias Rontek. Disponível em: <http://www.sta-eletronica.com.br/produtos/pilhas-e-baterias/recarregaveis/para-rádios-de-comunicacao/72v-600mah>. Acesso em 1 de maio de 2018.

- [17] WIKI WEMOS. Esquemático completo. Disponível em: https://wiki.wemos.cc/_media/products:d1:sch_d1_mini_v3.0.0.pdf. Acesso em 15 de maio de 2018.
- [18] DATASHEET ME6211. High Speed LDO Regulators, Low ESR Cap. Disponível em: https://datasheet.lcsc.com/szlcsc/ME6211C33M5G-N_C82942.pdf. Acesso em 15 de maio de 2018.
- [19] FULLYMAX. Bateria Fullymax SYMA. Disponível em: http://www.asaseletricas.com.br/loja/product_info.php?products_id=4301. Acesso em 15 de maio de 2018.
- [20] DATASHEET ESP8266EX. Disponível em: https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/0a-esp8266ex_datasheet_en.pdf . Acesso em 21 de maio de 2018.
- [21] MINAMOTO. LiFePO₄ Polymer MODELS. Disponível em: <http://www.minamoto.com/lifepo4-polymer/> Acesso em 05 de Junho de 2018.
- [22] MINAMOTO. LiFePO₄ Cylindrical MODELS. Disponível em: <http://www.minamoto.com/lifepo4-cylindrical/> Acesso em 05 de Junho de 2018.
- [23] MINAMOTO. Lithium Polymer – Standard Type MODELS. Disponível em: <http://www.minamoto.com/12591-2/> Acesso em 05 de Junho de 2018.