Monitoramento ambiental baseado na tecnologia Internet das Coisas para pequenos avicultores

Environmental monitoring based on Internet of Things technology for small poultry farmers

DOI:10.34117/bjdv7n5-487

Recebimento dos originais: 07/04/2021
Aceitação para publicação: 21/05/2021

Daniel Camusso
Mestrando em Engenharia Mecânica pela Universidade de Taubaté
Instituição: Universidade de Taubaté (UNITAU)
Endereço: Rua Daniel Danelli,s/n, Taubaté-SP, Brasil
E-mail: daniel.camusso@hotmail.com

José Roberto dos Santos
Faculdade SENAI de Tecnologia Mecatrônica
Endereço: Rua Santo André, 825, São Caetano do Sul-SP, Brasil
E-mail: jrobert_santos@hotmail.com

Arcione Ferreira Viagi
Doutor em Eng. Aeronáutica e Mecânica pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA)
Universidade de Taubaté (UNITAU)
Endereço: Rua Daniel Danelli,s/n, Taubaté-SP, Brasil
E-mail: afviagi@gmail.com

RESUMO
Nos últimos 30 anos o Brasil tornou se o maior exportador mundial de carne de aves. A cadeia produtiva brasileira de frangos é muito competitiva, exigindo do produtor investimento em novas tecnologias e controle sanitário rigoroso. Cerca de 90% da produção está baseada no sistema integrado entre produtor e agroindústria, porém, os pequenos avicultores encontram dificuldades em permanecer neste sistema devido a precarização das condições de trabalho. Na avicultura o conforto térmico é o principal fator para ganho de produtividade e redução da mortalidade e com objetivo de facilitar a automatização dos processos na criação de frangos para pequenos produtores, este artigo apresenta uma proposta de baixo custo para o monitoramento à distância da temperatura e umidade em ambientes fechados, por meio da tecnologia "Internet das Coisas". No decorrer do trabalho será apresentada uma abordagem geral para implantação deste processo.

Palavras chave: Avicultura, Internet das Coisas, Monitoramento ambiental.

ABSTRACT
In the past 30 years, Brazil has become the world's largest poultry exporter . The Brazilian chicken production chain is very competitive, requiring producers to invest in new technologies and strict sanitary control. About 90% of production is based on an integrated system between producers and agroindustries, however small poultry farmers

have difficult to remain in this system due to precarious working conditions. In poultry farming, thermal comfort is the main factor for gaining productivity and reducing mortality and with the objective of facilitating the automation of processes in the creation of chickens for small producers , this article presents a proposal low-cost for remote monitoring of temperature and indoor humidity through “Internet of Things” technology. During the work, a general approach for the implementation of this process is presented.

Keywords: Poultry farmers , Internet of Things , Environmental monitoring

1 INTRODUÇÃO

Na década de 70, o país dependia da importação de alimentos básicos e atualmente produz mais de 400 produtos de origem animal e vegetal, para atender o consumo interno e exportar para mais de 150 países de todos os continentes. O agronegócio transformou o país, soja, milho, suco de laranja, açúcar, café e carnes bovina, suína e de aves estão no topo dos produtos exportados devendo ser responsável por quase 24% do PIB nacional em 2020. De acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) os prováveis fatores deste crescimento foram: abundância de recursos naturais (solo fértil, quantidade de radiação solar e água), associada a uma série de políticas públicas bem sucedidas, ao empreendedorismo dos agricultores e aos investimentos no desenvolvimento de novas tecnologias. Porém, os benefícios trazidos por esta revolução do agronegócio ainda não chegaram aos pequenos produtores, que necessitam ao acesso a inovações tecnológicas para acompanhar este salto de produtividade e as políticas públicas de apoio e crédito adequadas a este público (Lopes e Contini, 2012).

Conforme Bassi et al. (2018) a cadeia produtiva de frango de corte no Brasil é altamente competitiva e cerca de 90% da produção estão baseados no sistema integrado entre produtores e agroindústrias. Nesse sistema a integradora fornece os pintinhos (com um dia), ração, medicamentos, vacinas, assistência técnica e o avicultor, deve fornecer as instalações necessárias dentro das normas e realizar o trabalho de engorda dos frangos devolvendo os para agroindústria para o seu abate. Mas este sistema tem falhas, apontadas por Nogueira et al. (2013), onde os pequenos avicultores encontram dificuldades em permanecer neste sistema. A precarização das condições de trabalho e as dívidas contraídas para modernizar o aviário são os fatores principais fatores da desistência desta atividade. Entretanto em vários estados brasileiros, principalmente nas regiões fora do circuito da avicultura industrial, existe grande apelo pelo consumo e produção de frangos em sistemas diferenciados, chamado de galinha caipira. Essa atividade representa uma grande importância dentro do âmbito da agricultura familiar (De Figueiredo et al., 2015)

De acordo com Santos et al.(2020) em um cenário ideal no ramo do agronegócio deveria ser possível gerir as atividades do campo de forma mais fácil e precisa otimizando a utilização dos recurso e evitando desperdícios no intuito de torná-la mais eficiente e efetiva. Em um aviário, por exemplo, tarefas de processos que podem ser automatizadas são: controle da temperatura ambiente, alimentação das aves incluindo alimentadores e bebedouros, ventilação, aquecimento, controle dos gases por exaustão, etc.

2 AVICULTURA MODERNA

Para Schmidt e Silva (2018) a busca por uma produção de frangos sustentável, envolvendo questões ambientais, sanitárias, alimentos seguros e bem-estar animal são tendências cada vez mais presentes no âmbito nacional e internacional. E o conforto é um dos principais fatores que influenciam o bem-estar e saúde dos animais durante sua vida, portanto, não pode ser negligenciada. Fornecendo um ambiente confortável, o produtor maximiza o lucro obtido de cada animal, mas também reduz a mortalidade. Na avicultura um ambiente é tido como confortável para aves adultas quando apresenta temperaturas de 15-18ºC a 22-25ºC e umidade relativa do ar de 50 a 70%. Esses valores, especialmente no que tange à temperatura, dificilmente são obtidos nas condições do clima brasileiro, sobretudo no verão. A medida que a temperatura sobe acima de 26°C, a capacidade que a ave tem de livrar-se do calor se torna menos efetiva e ficam mais vagarosas ou param de comer, impactando no crescimento da ave (Tinoco,2001 e Esnaola,2020).

3 INTERNET DAS COISAS

Em 2011, surgiu na Alemanha o conceito Indústria 4.0, que significa a convergência de várias tecnologias que estão diferentes estágios de desenvolvimento e que conseguem comunicar-se entre si, proporcionando para a indústria, comércio e agricultura, importantes benefícios como a customização e personalização de produtos ao gosto do cliente, aumento na produtividade, ganhos em qualidade, redução de manutenção de equipamentos, redução de custos, entre uma infinidade de outros benefícios que são observados a cada passo desta revolução (IEDI, 2017). As tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0: inteligência artificial, big data e internet das coisas estão transformando a cadeia produtiva do agronegócio. No passado, o produtor rural, se desenvolveu com o conhecimento das gerações passadas, mas o mundo mudou. E a geração que nasceu com habilidade de compreender este mundo digital com grande facilidade, deverá transformar

a forma como as decisões são tomadas, seja para uma propriedade rural pequena ou de larga escala (AviSite,2020).

Para Atzori et al. (2010) e Carrion e Quaresma (2019), a origem da expressão Internet das Coisas, composta por duas palavras: "Internet", pode ser entendida como protocolo de comunicação, e "Coisas", são os objetos não identificáveis com precisão. Portanto, Internet das Coisas ou *Internet of Things* (IoT) significa uma rede mundial de objetos interligados, que possibilitam novas formas de comunicação entre pessoas e objetos ou entre objetos e objetos, em qualquer lugar e em qualquer tempo. Esta forma de comunicação é conhecida como visão 4A (*anywhere, anytime, by anyone and anything*). O impacto desta transformação será visível e em várias áreas dos negócios, como saúde, agricultura, indústria, cidades, residências.

O Plano Nacional de Internet das Coisas, batizado em 2018 de IoT.BR, desenvolvido pelo Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) em parceria com a iniciativa privada, academia e centros de pesquisa, identificou que no agronegócio o IoT encontrará a maior capacidade de desenvolvimento alavancado pelo aumento da competitividade dos produtos agropecuários brasileiros no cenário internacional e pela busca da sustentabilidade socioambiental. Este cenário posiciona o Brasil como o maior exportador de soluções de IoT para agropecuária tropical com inúmeras aplicações, como por exemplo o acompanhamento das condições climáticas, do crescimento da plantação, do desempenho das máquinas agrícolas até o acompanhamento detalhado da saúde dos animais.

Este trabalho pretende apresentar uma aplicação prática para monitoramento climático em tempo real por meio da tecnologia internet das coisas (IoT), para atender um nicho de mercado, a criação de frangos para pequenos produtores.

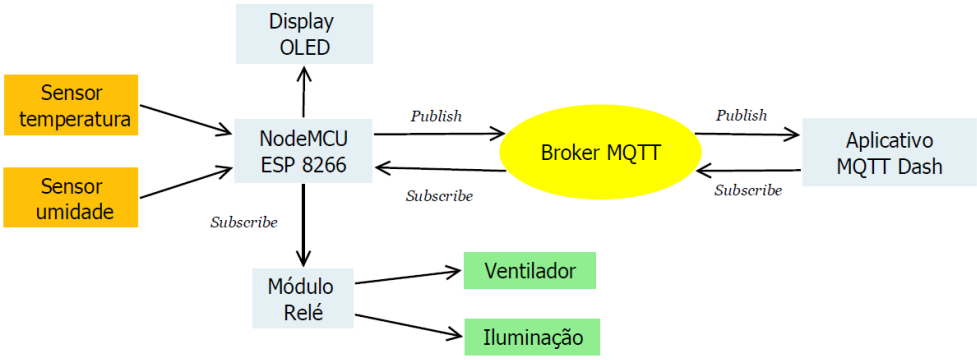
4 PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO DA GRANJA IOT

Na sequência deste trabalho é apresentado o exemplo prático de monitoramento para pequenas criações de frangos e logo após as decisões sobre as tecnologias selecionadas e as implementações serão detalhadas em hardware, comunicação, software, aplicativo e protótipo.

A figura 1 representa a arquitetura do sistema proposto. Para medir a temperatura e umidade, grandezas fundamentais na criação de aves, escolheu o sensor DTH22 que utiliza a técnica de coleta de sinal digital com confiabilidade e estabilidade. Este sensor

transmite em períodos determinados as medições, para a plataforma do microcontrolador NodeMCU ESP8266, que processa a informação e envia ao aplicativo por meio da rede sem fio. O usuário do sistema poderá acompanhar em tempo real e em qualquer lugar a leitura das medições pelo aplicativo ou por meio do display OLED instalado no local. Neste projeto optou se realizar o acionamento de dois atuadores, a iluminação e o ventilador, mas poderia incluir controle dos alimentadores, bebedouros e aquecimento. O controle dos atuadores é feito utilizando um módulo de relés e este controle é realizado a distância pelo aplicativo MQTT Dash ou presencial no painel de comando instalado no local da medição.

Figura 1. Arquitetura do sistema



Fonte: Próprio autor

A natureza descentralizada e heterogênea da IoT requer que a arquitetura seja orientada para eventos. Os objetos podem se mover ou precisam de interação em tempo real com o ambiente, assim a arquitetura precisa ajudar os dispositivos a interagir dinamicamente com outras coisas. A interoperabilidade é o ponto chave no desenho da arquitetura da rede (Da Xu et al., 2014).

O modelo proposto em três camada (figura 2) é uma adaptação dos modelos propostos por Gubbi et al. (2013) e Al-Fuqaha et al. (2015), funciona da seguinte forma, a camada de percepção é a de mais baixo nível na qual responde pela coleta e processamento da informação transmitida por rede sem fio pela camada de transporte, e por último a camada de aplicação, também conhecida como *Front-End* que permite a interoperabilidade entre o microcontrolador e o aplicativo. A principal característica desta camada é atender às necessidades dos clientes e ajudá-los na tomada de decisão.

Figura 2 – Representação da arquitetura de IoT

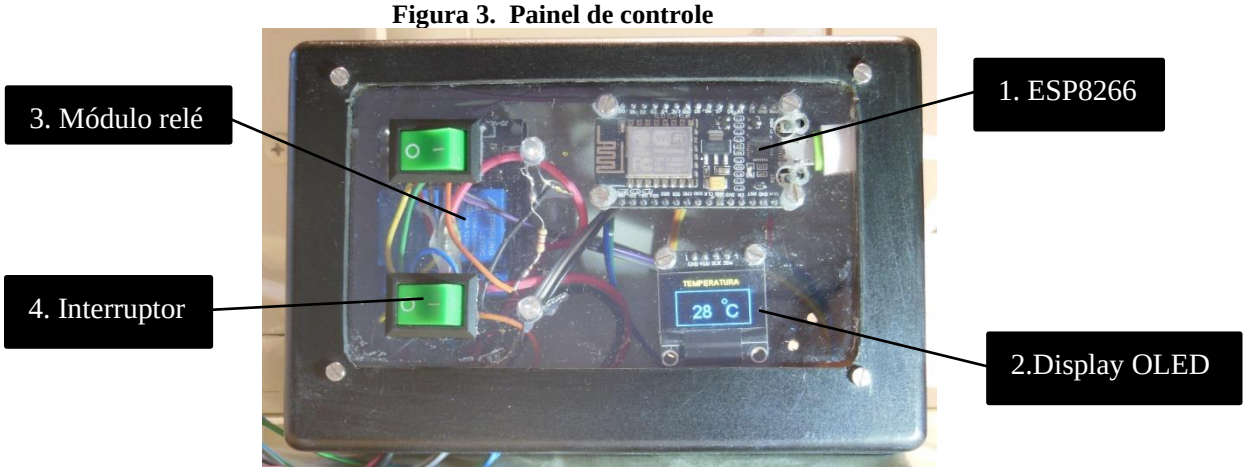
Camada de aplicação	Semântica	App MQTT Dash
	Serviço	Cliente-Servidor (MQTT)
Camada de transporte	Comunicação	IEEE 802.11 (WiFi)
Camada de percepção	Sistema embarcado	ESP8266
	Sensoriamento	DHT22

Fonte: Adaptado de Gubbi et al e Al-Fuqaha et al.

4.1 HARDWARE

O microcontrolador NodeMCU ESP8266 produzido pela fabricante Chinesa Espressif é o principal autor deste processo e atualmente é o preferido da comunidade DIY (*Do it Yourself* ou faça você mesmo) devido a sua versatilidade, baixo custo em torno de US$ 10,00 e atende perfeitamente projetos para Internet das Coisas. Para Oliviera (2017), este dispositivo é um SoC (*System On Chip* ou Sistema de Um Chip) composto basicamente por uma unidade processadora, memórias, entradas e saídas, controle temporal e conversores analógicos e digitais entre outros, que tem como função realizar tarefas para aquisição de dados, processamento da informação, controle de sensores e atuadores e comunicação Wi-Fi. Todos os componentes eletrônicos foram alojados no interior do painel de controle (figura 3), uma caixa plástica nas dimensões de 15cm (comprimento), 10cm (largura) e 5 cm (altura).

Figura 3. Painel de controle



Fonte: Próprio autor

Com a finalidade didática, acrescentou se uma tampa de policarbonato incolor para visualizar a posição dos componentes eletrônicos e suas respectivas ligações. O componente 1. Microcontrolador NodeMCU ESP8266 responde pelo processamento da

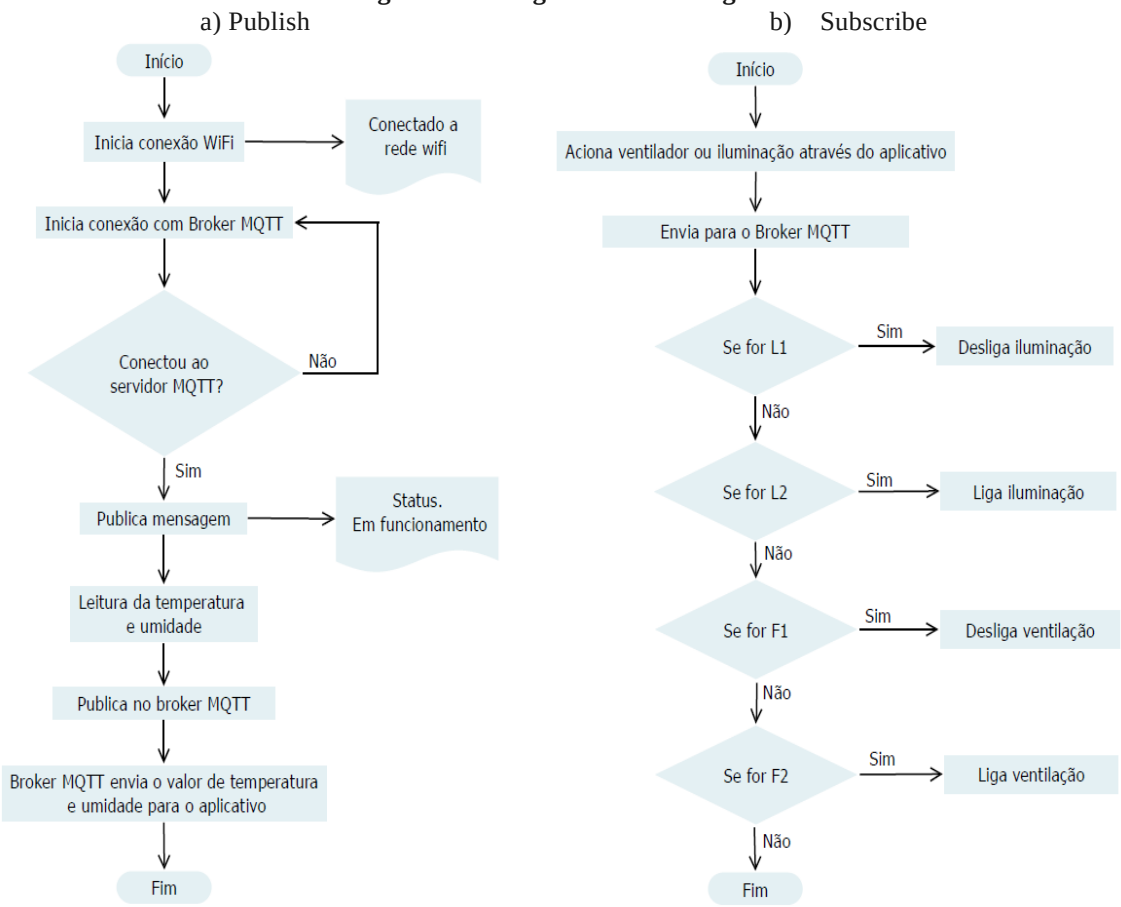
informação, conexão com a internet e envio ou recebimento de mensagens. Sua alimentação é realizada direto na placa por uma fonte de 1A, por meio do carregador de celular; componente 2. Display OLED de 0,96 polegadas exibe a temperatura e umidade em tempo real; componente 3. Módulo relé com dois canais para acionar o ventilador e iluminação. A tensão de trabalho dos atuadores será de 24VDC alimentado por fonte externa e o módulo relé é alimentado pelo ESP8266 na saída de 5VDC; componente 4. Interruptor Liga-Desliga para acionamento manual do ventilador e iluminação. Quando está na posição ligado, acende o led de indicação e energiza o módulo relé correspondente. Na saída do circuito estão a ligações do sensor de temperatura, iluminação e ventilador.

4.2 COMUNICAÇÃO

Neste projeto a comunicação escolhida entre os dispositivos foi o MQTT (*Message Queue Telemetry Transport ou* protocolo de mensagens entre máquinas*)*, um protocolo ultraleve e altamente aplicável a sistemas IoT devido a pouca influência no consumo de energia e pouca exigência de recursos computacionais e banda de Internet.
O MQTT usa o conceito de broker, que basicamente é um servidor que recebe solicitações e as repassa, quando solicitado. O servidor atua nos dois sentidos, este processo é conhecido respectivamente como *Pusblish* (publicação) e *Subscribe* (subescrito ou envio) . Segundo Oliveira (2017) essa configuração, associa-se o IoT ao conceito de Computação na Nuvem, visto que o servidor broker está na “nuvem”, ou seja, em algum lugar da internet cuja localização não é importante, apenas o serviço que ele disponibiliza. Com a popularização do IoT, surgiram vários sites para o serviço de broker, gratuitos e pagos. No projeto optou se pelo site www.cloudmqtt.com , que permite a leitura gratuita de apenas um dispositivo.

O raciocínio do tráfego de informação implementado no software segue dois caminhos, observado no desenho da arquitetura do sistema (figura 1) e também no fluxograma mostrado na figura 4. Para o p*usblish* os valores da temperatura e umidade capturadas no sensor são publicados diretamente para o aplicativo. Esta mensagem é enviada ao broker a cada 2 segundos. O *Subscribe* somente ocorre após o usuário decidir, por meio do aplicativo qual dispositivo será acionado. Se a mensagem enviada for L1 ou L2 correspondem respectivamente ao comando para ligar ou desligar a iluminação e F1 e F2 similar para ventilação.

Figura 4. Fluxograma de mensagens



Fonte: Próprio autor

4.3 SOFTWARE

O programa do ESP8266 foi escrito na linguagem C/C++ e utilizou o mesmo ambiente de programação IDE da plataforma Arduino. Os principais pontos da programação são observados na figura 5 com o seu respectivo comentário.

Figura 5. Programa do microcontrolador ESP8266

Biblioteca de instalação

```
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <PubSubClient.h>
#include <Wire.h>
#include "SSD1306Wire.h"
#include "DHT.h"
```

Variáveis e definição da portas de ligação no ESP8266

```
#define FAN 0
#define LIGHT 2
#define DHTPIN 14
#define DHTTYPE DHT22
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
int TEMP;
int UMID;
```

Configurações da rede sem fio e do site broker MQTT

```
//informações da rede WIFI
const char* ssid = "XXXXXXX";
const char* password =  "XXXXXXX";

//informações do broker MQTT - Verifique as informações geradas pelo CloudMQTT
const char* mqttServer = "soldier.cloudmqtt.com";
const char* mqttUser = "XXXXXX";
const char* mqttPassword = "XXXXXX";
const int mqttPort = 15158;
```

Programa principal

```
Serial.begin(115200);
pinMode(FAN,OUTPUT);
pinMode(LIGHT,OUTPUT);
digitalWrite(FAN, HIGH); //Modulo rele inicia desligado
digitalWrite(LIGHT, HIGH);

//Inicializa o display
setupDisplay();

//Inicializa conexao com a rede WiFi
setupWiFi();

//Inicializa conexao com  MQTT
setupMQTT();

void callback(char* topic, byte* dados_mqtt, unsigned int length);

//Inicializa sensor DHT
dht.begin();
```

Sub programa de repetição (loop)

```
//Faz a leitura do sensor
readSensor();

//Envia para MQTT
enviaMQTT();

//Mostra no display
setupDisplay();

//Marca quando ocorreu a ultima
lastTimeRead = now;
```

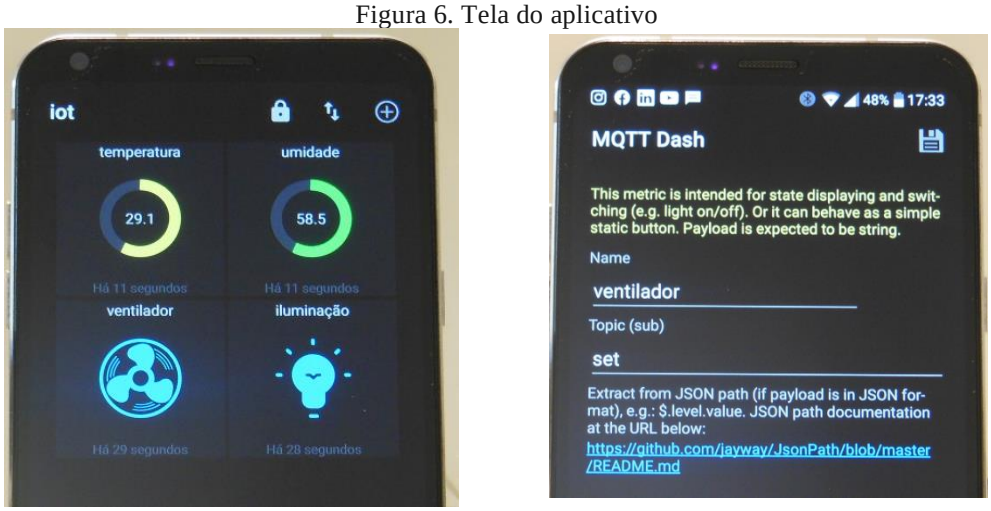
Fonte: Próprio autor

4.4 APLICATIVO

O MQTT Dash é um aplicativo ideal para a IoT, com interface intuitiva e que permite a customização de acordo com a necessidade do usuário. Cada ícone acrescentado na tela ou *dashboard* do aplicativo exige um tópico MQTT distinto para a

publicação. A figura 6 mostra a tela desenvolvida neste projeto e a configuração para o ícone do ventilador para exemplificar.

Figura 6. Tela do aplicativo



Fonte: Próprio autor

No aplicativo quando o ícone é selecionado, como por exemplo a iluminação, o MQTT broker configurado recebe a mensagem L2 e transmite ao microcontrolador que processa a informação no programa e posteriormente aciona o módulo relé da iluminação. O status do ícone irá permanecer como L2 até que esta condição seja alterada para L1, ou seja, comando para desligar a iluminação. A figura 7 mostra como este ícone foi configurado, L1 para desligar e L2 para ligar e para o ícone de ventilação, seria F1 para desligar e F2 para ligar.

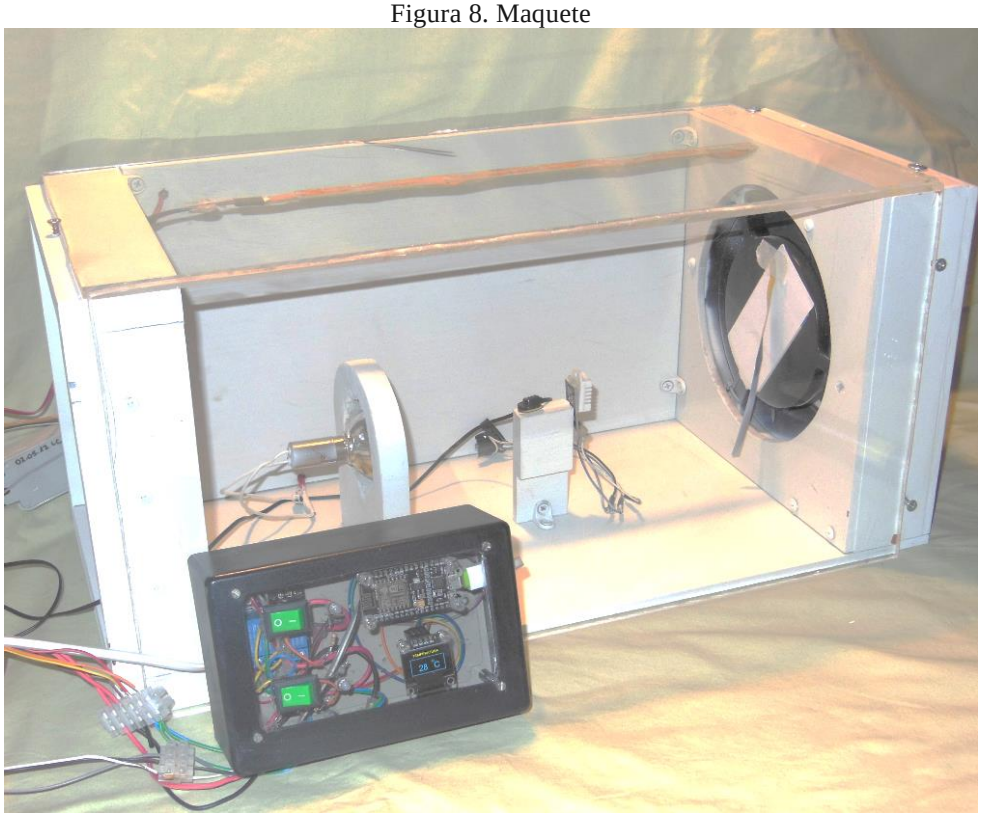
Figura 7. Tela do aplicativo

Fonte: Próprio autor

4.5 PROTÓTIPO

Para validar o funcionamento do sistema de monitoramento ambiental proposto foi construída uma maquete do aviário, mostrado na figura 8. A estrutura é composta por ventilador, sensor de temperatura e umidade, lâmpada incandescente, saída de ar e fechamento em policarbonato incolor.

Figura 8. Maquete

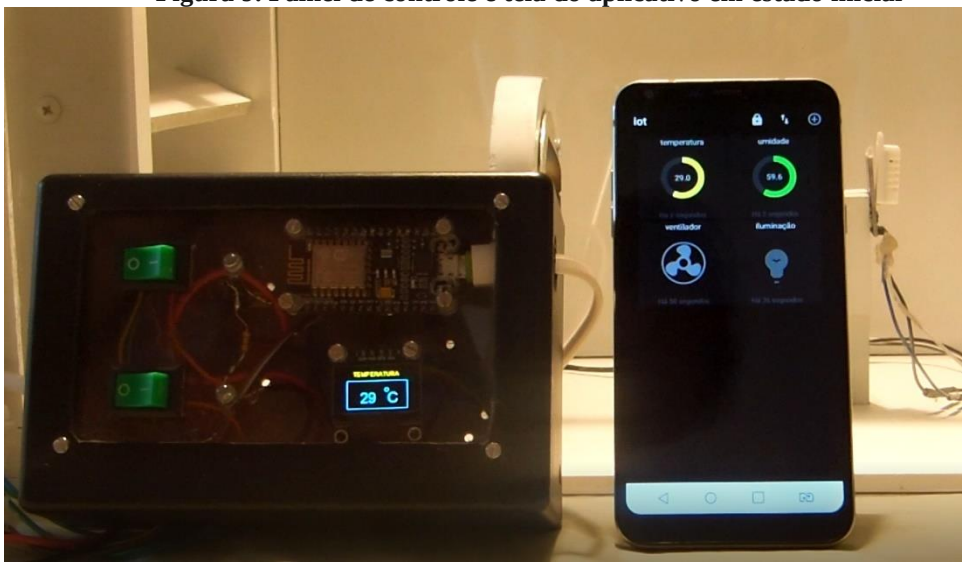


Fonte: Próprio autor

O confinamento de animais em local fechado com pouca ventilação produz calor e com a finalidade de provocar esta carga térmica na maquete, optou se no uso da lâmpada incandescente.

A medição tem inicio com painel de controle energizado, aplicativo ativo e site do broker conectado. A figura 9 indica o valor capturado dentro da maquete, sem carga térmica e ventilação forçada desligada. Observa-se que a temperatura e umidade apresentadas em ambos os dispositivos são as mesmas.

Figura 9. Painel de controle e tela do aplicativo em estado inicial



Fonte: Próprio autor

A figura 10 apresenta a tela capturada do site MQTT com as mensagens publicadas e enviadas entre o painel de controle e o aplicativo.

Figura 10. Visão do site MQTT

Topic	Message
set/temperatura	29.100000
set/umidade	58.500000
set/temperatura	29.000000
set/umidade	58.299999
set	F1
set/temperatura	29.100000
set/umidade	58.299999
set	L1

Fonte: Próprio autor

Aplicando a carga térmica, por meio da iluminação incandescente durante 30 minutos a temperatura atingiu 50°C e umidade 25%, mostrado na tabela 1. Acionando o ventilador pelo aplicativo ou pelo painel de controle a temperatura reduziu para 35°C e a umidade aumentou para 43%, medição realizada após 15 minutos. A ventilação forçada com carga térmica aplicada, gerou uma redução de 42% na temperatura e acréscimo na umidade de 72%.

Tabela 1. Resultado das medições no protótipo

Condição	Temperatura	Umidade
Sem ventilação forçada e sem carga térmica	29°C	58%
Sem ventilação forçada e com carga térmica	50°C	25%
Com ventilação forçada e com carga térmica	35°C	43%

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A quarta revolução industrial ou Indústria 4.0 está no começo e criará uma onda de inovação em diversas áreas da indústria e comércio. As tecnologias habilitadoras desta revolução estão em estágios diferentes de aplicação, algumas já maduras e outras em desenvolvimento e a Internet das Coisas é a mais evidente para o público com uma diversidade grande de aplicações. Este trabalho procurou apresentar uma solução de monitoramento ambiente de baixo custo, que poderia acomodar diversas situações parecidas do agronegócio.

O protótipo implementado respondeu bem as tarefas de coleta de dados, conexão à internet, acesso ao site broker MQTT e envio para o aplicativo. Esporadicamente o site respondia com atraso ao comando de acionamento para iluminação ou ventilação, enquanto que a medição de temperatura e umidade não observou inconsistência ou atrasos no envio.

A principal vantagem em utilizar este sistema é o encapsulamento das operações de monitoramento facilitando a replicação em outras áreas, porém exige um grau de habilidade e conhecimento com a tecnologia de informática.

REFERÊNCIAS

AL-FUQAHA, Ala et al. Internet of things: A survey on enabling technologies, protocols, and applications. **IEEE communications surveys & tutorials**, v. 17, n. 4, p. 2347-2376, 2015.

ATZORI, Luigi; IERA, Antonio; MORABITO, Giacomo. **The internet of things: A survey**. Computer networks, v. 54, n. 15, p. 2787-2805, 2010.

BARBOSA, Firmino José Vieira et al. **Sistema alternativo de criação de galinhas caipiras**. Embrapa Meio-Norte-Sistema de Produção (INFOTECA-E), 2007.

BASSI, NSS; DA SILVA, Christian Luiz. **Pesquisa e Desenvolvimento na cadeia produtiva de frangos de corte no Brasil.** Embrapa Suínos e Aves-Artigo em periódico indexado (ALICE), 2018.

CARRION, Patricia; QUARESMA, Manuela. **Internet da Coisas (IoT): Definições e aplicabilidade aos usuários finais.** Human Factors in Design, v. 8, n. 15, p. 049-066, 2019.

DA XU, Li; HE, Wu; LI, Shancang. Internet of things in industries: A survey. **IEEE Transactions on industrial informatics**, v. 10, n. 4, p. 2233-2243, 2014.

DE FIGUEIREDO, Elsio Antonio Pereira; DE AVILA, Valdir Silveira; SAATKAMP, Marcio Gilberto. **Frangos diferenciados: caipira**. Embrapa Suínos e Aves-Artigo em anais de congresso (ALICE). 2015.

Documento de referência do Plano Nacional de Internet das Coisas - IoT.BR. Disponível em: http://antigo.mctic.gov.br/mctic/opencms/salaImprensa/noticias/arquivos/2017/10/MCTIC_e_BNDES_apresentam_estudo_do_Plano_Nacional_de_IoT_com_76_acoes_para_o_setor.html?searchRef=Iot&tipoBusca=expressaoExata. Acesso em 26/04/2020.

DOS SANTOS, Izaias Batista et al**. Projeto e implementação de um gateway de internet das coisas (IoT) para otimização e monitoramento de processos do agronegócio**. Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 1, p. 344-369, 2020.

EMBRAPA. **Sistema alternativo de criação de galinhas caipiras**. 2018. Disponível em: https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaolf6_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_-6293187_sistemaProducaoId=9605&p_r_p_-996514994_topicoId=11147. Acesso em 28/09/2020.

ESNAOLA-GONZALEZ, Iker et al. An **IoT Platform towards the Enhancement of Poultry Production Chains**. Sensors, v. 20, n. 6, p. 1549, 2020.

GUBBI, Jayavardhana et al. Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. **Future generation computer systems**, v. 29, n. 7, p. 1645-1660, 2013.

IBM. Conhecendo o MQTT.2017. Disponível em: https://developer.ibm.com/br/technologies/iot/articles/iot-mqtt-why-good-for-iot/. Acesso em 15/12/2020

IEDI. **Indústria 4.0: Desafios e Oportunidades para o Brasil**. Edição 797, 2017. Disponível em: https://www.iedi.org.br/cartas/carta_iedi_n_797.html. Acesso em 30/03/2020.

LOPES, Maurício Antônio; CONTINI, Elisio. **Agricultura, sustentabilidade e tecnologia**. Especial EMBRAPA - Agroanalysis, v. 32, n. 02, p. 27-34, 2012.

NOGUEIRA, Claudia Mazzei; JESUS, Edivane de. A pequena produção avícola familiar e o Sistema de Integração no oeste catarinense:" uma prisão de portas abertas". **Caderno CRH**, v. 26, n. 67, p. 123-138, 2013.

OLIVEIRA, Sérgio. **Internet das Coisas com ESP8266, Arduino e Raspberry Pi.** Novatec. São Paulo – SP. 2017.

Revista AviSite. **A conectividade no campo. Avanços com a tecnologia no campo.** Edição 130. Março/2020. Disponível em: https://www.avisite.com.br/index.php. Acesso em 14/11/2020

TINÔCO, I. de FF. **Avicultura industrial: novos conceitos de materiais, concepções e técnicas construtivas disponíveis para galpões avícolas brasileiros**. Brazilian Journal of Poultry Science, v. 3, n. 1, p. 01-26, 2001.

SCHMIDT, Nádia Solange; SILVA, Christian Luiz da. Pesquisa e desenvolvimento na cadeia produtiva de frangos de corte no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 56, n. 3, p. 467-482, 2018.