



SISTEMA DISTRIBUÍDO PARA MONITORAMENTO DE TEMPERATURA EM CÂMARAS FRIGORÍFICAS

Everton Appelt Gonçalves

Lajeado, novembro de 2018

Everton Appelt Gonçalves

SISTEMA DISTRIBUÍDO PARA MONITORAMENTO DE TEMPERATURA EM CÂMARAS FRIGORÍFICAS

Monografia apresentada ao Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas da Universidade do Vale do Taquari, como parte da exigência para a obtenção do título de bacharel em Engenharia da Computação.

Orientador: Prof. Anderson Antônio Giacomoli

Lajeado, novembro de 2018

Everton Appelt Gonçalves

SISTEMA DISTRIBUÍDO PARA MONITORAMENTO DE TEMPERATURA EM CÂMARAS FRIGORÍFICAS

A banca examinadora abaixo aprova a Monografia apresentada ao Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas da Universidade do Vale do Taquari, como parte da exigência para a obtenção do título de bacharel em Engenharia da Computação.

Prof. Anderson Antônio Giacomolli – orientador.

Prof. Alexandre Sturmer Wolf.

Prof. Édson Moacir Ahlert.

Lajeado, novembro de 2018

RESUMO

O Brasil está entre os maiores produtores de carne suína, onde as normas da legislação exigem alguns cuidados durante o processo de produção deste produto. Esta exigência se dá desde o transporte do animal, passando pelo processo de abate, até os procedimentos efetuados dentro dos frigoríficos no tratamento da carne e seus derivados. Um dos principais cuidados que deve ser levado em consideração é o controle de temperatura da carne após o abate do animal, onde a legislação é bem rigorosa, impondo regras como: cuidar da higiene do ambiente das câmaras frigoríficas, utilizar equipamentos adequados para o manuseio da carne, monitorar a temperatura do produto para mantê-lo conservado. Estas regras são impostas para evitar qualquer contaminação que possa causar algum mal à saúde do consumidor final. Assim, o presente trabalho, utilizando-se de um sistema embarcado, pode monitorar a temperatura ambiente de câmaras frias e de carcaças de suínos, coletando os dados de forma automatizada e com maior segurança, reduzindo assim, os custos em infraestrutura e mão de obra, tornando o controle de temperatura das câmaras e de suas carcaças mais preciso e prático. Através de uma aplicação WEB foi possível gerar relatório mais detalhados que trouxeram um histórico específico e/ou geral de cada ambiente, com informações detalhadas de cada câmara e suas respectivas carcaças. Através destas informações coletadas foi possível extinguir problemas eventuais, deixando tudo dentro das normas exigidas pelas legislações, além de tornar mais fácil a adição de novos dispositivos dentro de uma mesma câmara frigorífica.

Palavras-chave: Sistema embarcado. Carne suína. Câmaras frigoríficas, Monitoramento de temperatura, Sistema embarcado.

ABSTRACT

Brazil is among the pork's greatest producers, where legislation requires some care during the production process of this product. This requirement is done since the transportation of the animal, through the process of slaughter, to the procedures performed inside the slaughterhouses in the treatment of meat and its derivatives. One of the main cares that must be taken is the temperature control of the meat after slaughtering the animal, where the legislation is very strict, imposing rules such as: taking care of the hygiene of the environment of cold stores, using appropriate equipments for the handling of meat, monitoring the temperature of the product to keep it preserved. These rules are imposed to avoid contaminations that could cause any harm to the health of the final consumer. Thus, the present work, using an embedded system, can monitor the ambient temperature of cold rooms and pig carcasses, collecting the data in an automated and safer way, thus reducing costs in infrastructure and labor, making the temperature control of the chambers and their casings more precise and practical. Through a WEB application it was possible to generate more detailed reports that brought a specific and / or general history of each environment, with detailed information of each chamber and its respective carcasses. Through this collected information it was possible to extinguish eventual problems, leaving everything within the norms required by the legislations, besides making easier the addition of new devices inside the same cold room.

Keywords: Embedded system. Pork. Refrigeration chambers, Temperature monitoring, On board system.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Sistema embarcado dotado de um microcontrolador em funcionamento.....	16
Figura 2 – Estrutura NodeMCU ESP8266.....	17
Figura 3 – Funcionamento do SGBD.....	22
Figura 4 – Carcaça suínaFiguraF.....	23
Figura 5 – Modelo de câmara fria em condições ideais exigidas pela legislação.....	25
Figura 6 – Carcaças de suínos alçadas em ganchos.....	26
Figura 7 – Modelo geral do projeto proposto.....	28
Figura 8 – Ligações dos LEDs no sistema embarcado.....	29
Figura 9 – Ligação do Buzzer no sistema embarcado.....	30
Figura 10 – Modelo proposto para o sistema embarcado.....	31
Figura 11 – Modelo UML proposto para o banco de dados do projeto.....	32
Figura 12 – Modelo do servidor/banco de dados/aplicação web proposto no trabalho.....	35
Figura 13 – Ilustração do modelo proposto para a tela de monitoramento geral.....	37
Figura 14 – Simulação de alcance de sinal sem que haja perda de conexão e dados.....	39
Figura 15 – Simulação de monitoramento da temperatura ambiente da câmara.....	40
Figura 16 – Simulação de monitoramento da temperatura da carcaça de suíno dentro da câmara de refrigeração.....	42
de monitoramento da temperatura da carcaça de suíno dentro da câmara de refrigeraçãoFigura	
17 – Montagem e componentes para funcionamento do Buzzer.....	43
de monitoramento da temperatura da carcaça de suíno dentro da câmara de refrigeraçãoFigura	
18 – Montagem e ligação dos LEDs destinados a câmara fria e carcaças.....	44
de monitoramento da temperatura da carcaça de suíno dentro da câmara de refrigeraçãoFigura	
19 – Montagem e ligação RTC DS3231.....	45

de monitoramento da temperatura da carcaça de suíno dentro da câmara de refrigeração	Figura	
20 – Montagem e ligação sensor de temperatura destinado as câmaras fria LM35DZ.....		46
de monitoramento da temperatura da carcaça de suíno dentro da câmara de refrigeração	Figura	
21 – Montagem e ligação sensor de temperatura destinado as carcaças DS18B20.....		46
de monitoramento da temperatura da carcaça de suíno dentro da câmara de refrigeração	Figura	
22 – Dispositivos embarcados montados.....		47
de monitoramento da temperatura da carcaça de suíno dentro da câmara de refrigeração	Figura	
23 – Rede wireless com dispositivos embarcados conectados.....		48
de monitoramento da temperatura da carcaça de suíno dentro da câmara de refrigeração	Figura	
24 – Servidor operando sem ocorrência de erros.....		49
de monitoramento da temperatura da carcaça de suíno dentro da câmara de refrigeração	Figura	
25 – Página de manutenção de operadores.....		51
de monitoramento da temperatura da carcaça de suíno dentro da câmara de refrigeração	Figura	
26 – Página de manutenção de usuários.....		52
de monitoramento da temperatura da carcaça de suíno dentro da câmara de refrigeração	Figura	
27 – Página de manutenção de câmaras.....		53
de monitoramento da temperatura da carcaça de suíno dentro da câmara de refrigeração	Figura	
28 – Página de manutenção de dispositivos sensores.....		54
de monitoramento da temperatura da carcaça de suíno dentro da câmara de refrigeração	Figura	
29 – Página de monitoramento de carcaças.....		56
de monitoramento da temperatura da carcaça de suíno dentro da câmara de refrigeração	Figura	
30 – Página de monitoramento de câmaras frias.....		57
de monitoramento da temperatura da carcaça de suíno dentro da câmara de refrigeração	Figura	
31 – Página de monitoramento geral de câmaras e suas carcaças.....		58
de monitoramento da temperatura da carcaça de suíno dentro da câmara de refrigeração	Figura	
32 – Página de autenticação, via acesso <i>mobile</i>		60
de monitoramento da temperatura da carcaça de suíno dentro da câmara de refrigeração	Figura	
33 – Página de manutenção de dispositivos sensores, via acesso <i>mobile</i>		61
de monitoramento da temperatura da carcaça de suíno dentro da câmara de refrigeração	Figura	
34 – Página de monitoramento de câmaras frias, via acesso <i>mobile</i>		62
de monitoramento da temperatura da carcaça de suíno dentro da câmara de refrigeração	Figura	
35 – Resultado do teste com mais de um dispositivo.....		63
de monitoramento da temperatura da carcaça de suíno dentro da câmara de refrigeração	Figura	
36 – Relatório geral de sensores ativos por câmara de refrigeração.....		65

de monitoramento da temperatura da carcaça de suíno dentro da câmara de refrigeração	Figura
37 – Página para geração do relatório de inconformidades de temperatura.....	66
de monitoramento da temperatura da carcaça de suíno dentro da câmara de refrigeração	Figura
38 – Relatório geral de inconformidades por câmara de refrigeração.....	67
de monitoramento da temperatura da carcaça de suíno dentro da câmara de refrigeração	Figura
39 – Página para geração do relatório de registros gerais de câmara frias.....	68
de monitoramento da temperatura da carcaça de suíno dentro da câmara de refrigeração	Figura
40 – Relatório geral de registros por período/câmara fria.....	69

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Especificações técnicas ESP8266.....	19
---	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
1.1 Objetivo geral.....	11
1.2 Objetivos específicos.....	12
1.3 Justificativa.....	12
1.4 Organização do trabalho.....	14
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
2.1 Sistemas embarcados.....	15
2.2 NodeMCU ESP8266.....	17
2.3 Protocolos TCP/IP.....	19
2.4 Node.js.....	20
2.5 Banco de dados.....	21
2.6 Normas técnicas de instalações frigoríficas.....	22
2.7 Câmaras de refrigeração.....	24
2.8 Carcaças.....	25
3 PROJETO DO SISTEMA.....	27
3.1 Projeto do sistema embarcado.....	28
3.2 Projeto das tabelas do banco de dados.....	31
3.3 Projeto do serviço de coleta de informações.....	34
3.4 Projeto da aplicação de interface com o usuário.....	35
4 RESULTADOS.....	38
4.1 Distância alcançada sem perda de sinal.....	38
4.2 Resfriamento da câmara fria nas temperaturas adequadas.....	40
4.3 Resfriamento da carcaça nas temperaturas adequadas.....	41
4.4 Funcionamento de mais de um dispositivo conjunto.....	43
4.5 Funcionamento do servidor.....	47
4.6 Gerenciamento da aplicação WEB.....	50
4.7 Visualização dos dados coletados.....	55
4.8 Gerenciamento da aplicação Mobile.....	60
4.9 Teste com dois dispositivos em operação.....	62
4.10 Relatórios gerais.....	64
4.11 Comentários sobre a utilização do sistema proposto.....	69

5 CONCLUSÃO.....	71
REFERÊNCIAS.....	73
APÊNDICES.....	76
APÊNDICE A – Questionário.....	77

1 INTRODUÇÃO

A produção de carne suína vem crescendo ano após ano, estando o Brasil entre os principais produtores mundiais (FÁVERO; BELLAVÉR, 2001). A indústria processa a carne suína produzindo embutidos, defumados e salgados que hoje alimentam grande parte da população mundial.

No entanto, para manter este constante crescimento, é necessário preservar a qualidade da carne em todo o processo produtivo. De acordo com Rosa *et al.* (2008), por meio do controle e avaliação de temperatura durante o processo produtivo é possível manter a qualidade da carne evitando a contaminação provinda de micro-organismos. Para Peloso (2000), o resfriamento rápido da carcaça na fase inicial do processamento industrial traz grandes benefícios para o produto final, reduzindo a perda de massa muscular e diminuindo as chances de ocorrência de contaminações.

A utilização da tecnologia no processo produtivo auxilia na garantia e no cumprimento dos requisitos exigidos por órgãos de fiscalização, tanto nacionais quanto internacionais (REZENDE; BITENCOURT; GONÇALVES, 2006). Uma das formas de utilização de tecnologia é na automação dos processos de coleta de dados utilizando equipamentos específicos para esse fim. Esse tipo de equipamento é denominado de tecnologia embarcada, pois é construído como uma ferramenta de auxílio específica e pontual para o processo. De forma geral, segundo Pereira *et al.* (2008), a tecnologia embarcada faz parte do dia a dia da população, sendo

utilizada em áreas de produção alimentícia, automotiva, telecomunicações e como ferramenta de automação industrial.

Em 2008, o número de dispositivos embarcados conectados a Internet ultrapassou o total de pessoas existentes no planeta Terra (CISCO, 2012). Sendo estes dispositivos aqueles capazes de transmitir dados via rede, podendo ser desde pequenos sensores de monitoramento de um ambiente a microcontroladores com Inteligência Artificial.

O vínculo entre a internet e a tecnologia embarcada conceitua o termo Internet das coisas, tendo como objetivo principal facilitar a troca de informações em uma rede global, de maneira segura e confiável (WU *et al.*, 2010).

Para exemplificar a interação entre esta tecnologia embarcada, este trabalho apresenta além do dispositivo para monitoramento e controle de temperatura de câmaras frigoríficas e carcaças de suínos, uma aplicação WEB para gerenciamento dos dados coletados pela leitura de sensores, como também a extração de relatórios que auxiliam na qualificação das câmaras e conservação das carcaças de suínos como produto final.

1.1 Objetivo geral

Este trabalho tem como objetivo desenvolver um sistema embarcado, utilizando a tecnologia NodeMCU, para implantação de um dispositivo que monitore a temperatura de câmaras frias e carcaças de suínos em frigoríficos. O sistema terá integração com servidor remoto, sendo possível efetuar requisição ao mesmo, para consultar informações coletadas pelo sistema embarcado armazenadas em um banco de dados.

1.2 Objetivos específicos

- Monitorar a temperatura tanto das carcaças de suínos, como a temperatura das câmaras de refrigeração, através de sensores posicionados em cada uma das carcaças, e no ambiente de cada câmara fria.

- Implementar um servidor para comunicação com os dispositivos embarcados, para enviar os dados coletados ao banco de dados, com intuito de mantê-los armazenados.

- Desenvolver um sistema WEB para gerenciar os dados coletados pelo dispositivo embarcado.

- Simular alterações de temperatura fora dos padrões exigidos pelas normas.

- Permitir consultar um histórico geral de temperatura da câmara fria e das carcaças, permitindo gerenciar e analisar o total de dispositivos instalados no ambiente de cada câmara fria, assim, proporcionando um controle maior pelo usuário na tomada de decisão quanto à variação da temperatura das câmaras frias.

- Proporcionar redução de custos em infraestrutura e mão de obra.

- Quantificar as câmaras frias, quanto a quantidade frequente de problemas ocorridos na temperatura da mesma por eventuais falhas no resfriamento do ambiente.

- Tornar flexível a possibilidade de adição de mais dispositivos de monitoramento no ambiente das câmaras frias.

1.3 Justificativa

A conservação e tratamento das carcaças de suínos exigem um grande cuidado na questão que diz respeito a sua temperatura, com objetivo de manter a qualidade do produto e evitar qualquer contaminação bactericida que possam causar algum problema de saúde para o consumidor final, onde à exigência de um equipamento que monitorea tal temperatura é indispensável.

O equipamento de monitoramento utilizado atualmente é instalado via cabeamento de rede integrado a uma central, o que aumenta, consideravelmente o custo de infraestrutura, e consequentemente a manutenção do mesmo se torna mais custosa se for levado em conta a mão de obra e custo de tempo maior, na ocorrência de algum problema no mesmo, ou no caso de optarem em adicionar novos dispositivos de monitoramento.

O sensor de temperatura fica posicionado nas carcaças que estão alçadas em ganchos pendurados em trilhagem aéreas, onde a cada período de tempo, tais carcaças são movimentadas, sendo posicionado o sensor em uma nova carcaça. Com o movimentar das carcaças pela trilhagem aérea, pode ocorrer de algum dos sensores posicionados se desprender, causando assim, falha na comunicação e no monitoramento da mesma.

A cada período de tempo um determinado operador da câmara de refrigeração deve ir até a central para tomar nota dos registros de temperatura coletados pelos sensores, tomando nota também, da data e hora em que tal temperatura foi registrada pelo dispositivo, devendo respeitar sempre o cronograma de período de tempo determinado pela empresa para cada anotação de tais registros.

Deste modo, a principal justificativa para o desenvolvimento deste trabalho dá-se em disponibilizar a possibilidade de adição de mais sensores em uma mesma câmara de refrigeração de um modo mais prático e fácil, podendo espalhá-los e posicioná-los por diversas carcaças alçadas no ambiente da câmara fria, obtendo assim, um ganho maior na precisão da leitura de temperatura tanto das carcaças como também da câmara de refrigeração.

O dispositivo também auxiliará o operador ou gerência, pois, enviará os registros coletados para um servidor que se encarregará de armazená-los em um banco de dados, isto, de forma automatizada utilizando uma rede Wi-Fi, mantendo assim, as informações atualizadas sobre o processo.

Os registros poderão ser gerenciados através de uma aplicação acessível via WEB ou dispositivo móvel, garantido assim, um acesso mais prático e uma avaliação mais precisa de cada câmara de refrigeração, como também uma melhor qualidade do produto final.

Com tudo isto, os custos de infraestrutura e mão de obra serão reduzidos, as câmaras poderão ser avaliadas com maior precisão no caso de falhas na refrigeração, além de evitar a ocorrência de algum problema por motivos de confiança no operador, que pode ou não ser uma pessoa idônea no atendimento das regras da empresa/legislação.

1.4 Organização do trabalho

No capítulo 2 é apresentado a regulamentação relacionada ao estudo proposto, abordando as normas regulamentadoras, os conceitos importantes de funcionalidades necessárias para este trabalho; o capítulo 3, o projeto de sistema, no qual são descritos toda a parte do sistema embarcado, do servidor e serviços utilizados para pôr em prática seu funcionamento desejado, como também os principais dispositivos utilizados; no capítulo 4 são apresentados os resultados preliminares obtidos através de testes para avaliação de conformidade do sistema de monitoramento em estudo, neste capítulo também, são apresentados os resultados obtidos ao desenvolver o dispositivo embarcado, o funcionamento adequado ao servidor, e a aplicação demonstrando os resultados obtidos diante de testes com os dois dispositivos embarcados operando juntamente; o capítulo 5 apresenta a conclusão obtida diante do projeto proposto.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo tem como objetivo apresentar o embasamento teórico para dar sustentação ao tema de pesquisa deste trabalho, sendo abordado os principais assuntos como: Sistemas embarcados, NodeMCU ESP8266, protocolo TCP/IP, Node.js, banco de dados, Normas técnicas de instalações frigoríficas, Câmaras de refrigeração, Carcaças.

2.1 Sistemas embarcados

Um sistema embarcado pode ser conceituado como tal, quando ele possui apenas uma única tarefa, faz interação direta com o ambiente utilizando-se de sensores e atuadores, exige um grande conhecimento de programação, sendo projetados para trabalharem independentemente sem a necessidade de uma fonte de energia fixa como tomadas ou geradores (CHASE, 2007, texto digital).

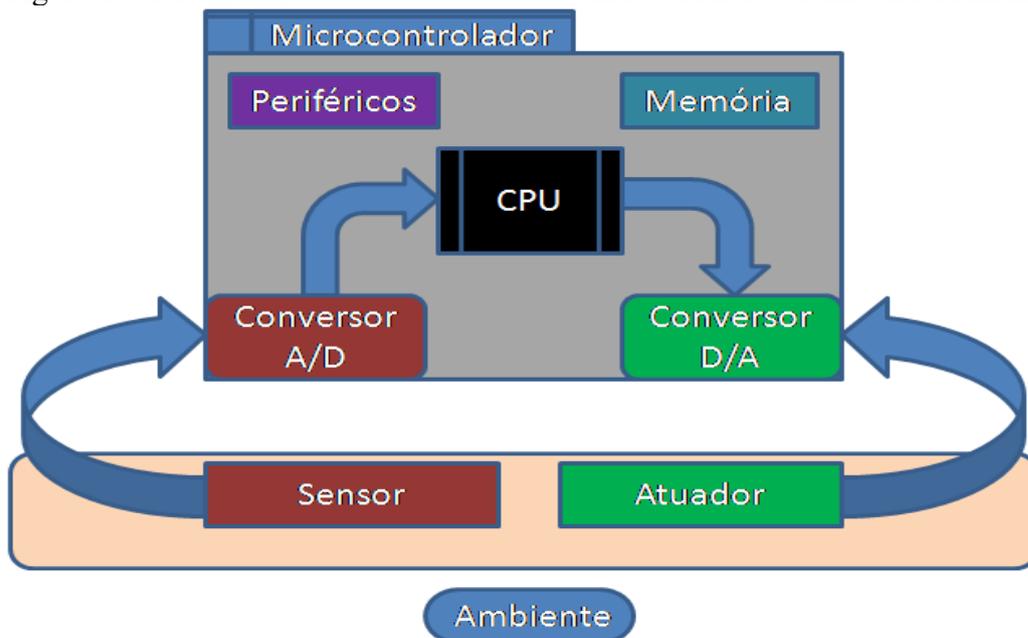
Segundo Carro e Wagner (2003, texto digital), os sistemas embarcados são encontrados praticamente em todos os lugares, tanto nas áreas de telecomunicações, como também na linha de automóveis e em equipamentos eletrodomésticos utilizados no dia a dia pela população, aumentando sua existência cada vez mais por ter um custo considerado baixo.

Para Pereira *et al.* (2008), um sistema embarcado está dividido em duas partes: microprocessadores e microcontroladores. Os microprocessadores executam instruções do tipo arit-

métricas e são responsáveis pelo controle de comunicação entre os dispositivos e periféricos. Já os microcontroladores são chips que integram em sua estrutura interna memória, processador e funções de entrada e saída.

A Figura 1 demonstra de forma mais clara um exemplo de sistema embarcado em funcionamento.

Figura 1 – Sistema embarcado dotado de um microcontrolador em funcionamento



Fonte: Do autor, adaptado de Pereira (2008, texto digital).

Conforme Cunha (2007, texto digital), existem quatro tipos de aplicações de sistemas embarcados, que são: as aplicações de propósito mais geral, o sistema de controle, os processamentos de sinais, e as comunicações e redes.

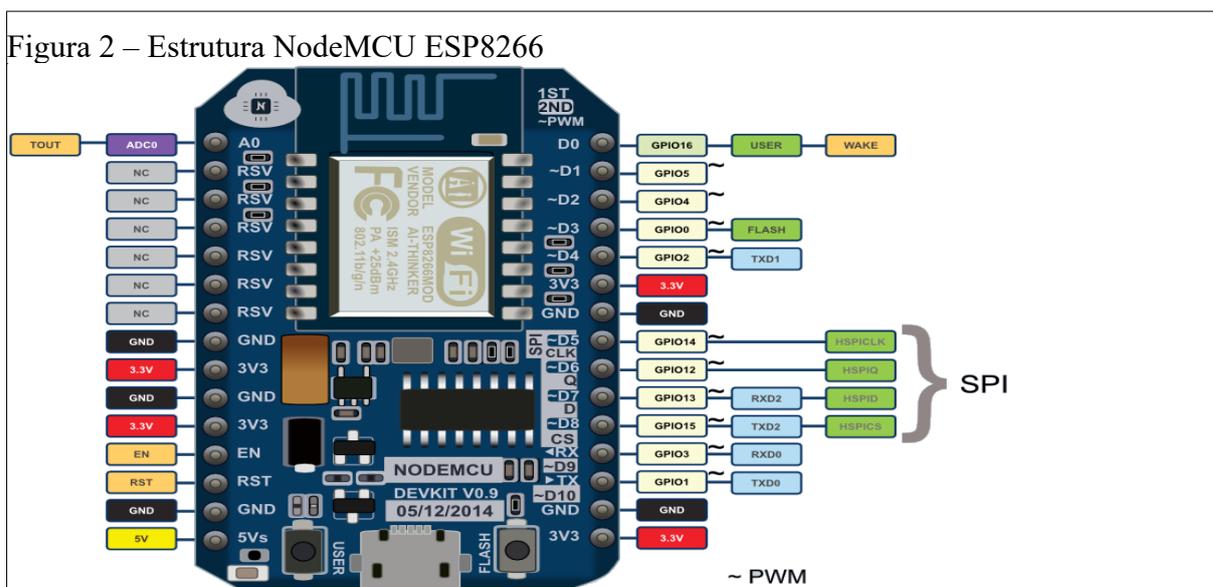
As aplicações de propósito geral, tem um contato maior entre o sistema e o usuário, podendo ser citado como exemplo os videogames e os conversores de tv. Já o sistema de controle, possui a função de sinalização, utilizando-se de LEDs. Nesta aplicação ocorre um contato bem menor com o usuário, sendo utilizado por exemplo, nos monitores automobilísticos, como também em aeroportos para manter o controle dos voos. Os processamentos de sinais realizam a conversão do sinal digital para o analógico, utilizado, por exemplo, em modems e radares. Por fim, as comunicações e redes tem a função de distribuir todas as informações, sendo utilizado em Sistemas de telecomunicação e telefonia (CUNHA, 2007, texto digital).

Segundo Andrade e Oliveira (2006, p.25), o componente de maior destaque e importância em um sistema embarcado é a memória, sendo as mesmas utilizadas tanto para o armazenamento do software embarcado, quanto para armazenar dados temporários.

2.2 NodeMCU ESP8266

Segundo Vicenzi (2016, texto digital), o NodeMCU ESP8266 é um firmware e kit de desenvolvimento, utilizado para desenvolvimento de aplicações que necessitem da internet, voltadas a tecnologia (IoT).

O NodeMCU ESP8266 possui um microprocessador de 32 bits, podendo trabalhar com conexão via Wi-Fi, disponibiliza 10 portas digitais, uma de alimentação e uma analógica. O módulo ESP8266 é bastante utilizado devido seu baixo custo e por oferecer recursos para aplicações que necessitam conexão com a internet (SILVEIRA; LEITE, 2016, texto digital). A Figura 2 mostra a estrutura do NodeMCU ESP8266 mencionada anteriormente.



Fonte: Thalín (2015, texto digital).

Segundo Oliveira (2017, texto digital), o grande diferencial do microcontrolador ESP8266 é a disponibilidade de conexão via rede Wi-Fi, podendo ser utilizado em sistemas embarcados, tendo um custo considerado baixo. Existem diversos modelos ESP8266, tais

como: ESP-1, ESP-2, porém o processador é o mesmo em todos os modelos, diferenciando apenas, na capacidade de memória interna, no espaço entre os pinos e no número de pinos de entrada e saída. A Tabela 1 apresenta as especificações técnicas do ESP8266.

Tabela 1 – Especificações técnicas ESP8266

Tensão de operação	3,3 V
Consumo de Corrente	10 μ A
Memória Flash	16 MB max (512 kB normal)
Processador	Tensilica L106 32 bit
Velocidade do processador	80-160 MHz
RAM	32 kB + 80 kB
GPIOs	17 (multiplexada com outras funções)
Analógico para digital	1 entrada com 10 bits de resolução
Suporte 802.11	b/g/n/d/e/i/k/r
Máxima corrente de conexão TCP	5 mA

Fonte: Do autor, adaptado de Oliveira (2017).

Conforme Júnior (2017, texto digital), o ESP8266 pode ser programado não apenas na linguagem JavaScript, mas também nas linguagens Lua, C++ e Python, possuindo o NodeMCU ESP8266 diversos módulos compostos por diferentes funcionalidades, sendo estes distribuídos conforme a exigência de cada projeto a ser utilizado.

2.3 Protocolos TCP/IP

O surgimento do protocolo TCP/IP se deu pela necessidade de conectar de modo uniforme, várias redes, possibilitando a transferência de arquivos e dados de maneira mais flexível e em tempo real, sendo conhecido também como modelo de referência TCP/IP (TANENBAUM, 2003, p.44).

Para Mendes (2002, texto digital), o protocolo TCP/IP oferece conexão tanto entre redes de curta distâncias locais, como também redes globais, através de WANs, sendo compatível com praticamente qualquer sistema operacional hoje existente.

Segundo Tanenbaum (2003, p.45), o protocolo TCP/IP está dividido em 4 camadas, que são: camada inter-redes, camada de transporte, camada aplicação e camada de rede/*hosts*. A camada de inter-redes através dos *hosts* tem a função de garantir que os pacotes cheguem intactos até seu destino, tendo a tarefa de entregar os pacotes IP evitando congestionamento na rede. Já a camada de transporte tem a responsabilidade de transferir os dados entre máquinas controlando o fluxo dos mesmos, não importando a topologia ou aplicação utilizada. Na camada de aplicação encontram-se os protocolos TELNET, FTP, SMTP, tendo a responsabilidade de permitir a comunicação entre o Software e o Hardware em diferentes plataformas. Por fim a camada de rede tem a função de rotear as informações para as redes corretas e atribuir endereço IP para o sistema.

2.4 Node.js

De acordo com Júnior (2012), Node.js é um *framework* que trabalha na forma de eventos, sendo utilizado em aplicações que necessitam de rede. O *framework* contém vários módulos denominados de *core modules* e fornece compatibilidade com aplicações desenvolvidas utilizando como linguagem o JavaScript.

Conforme Schroeder e Santos (2014, texto digital), o Node.js possui bastante escalabilidade tendo seus processos executados por apenas um único processo, sendo utilizado para criação de aplicações em plataformas WEB, utiliza a linguagem JavaScript. Segundo Schroeder e Santos (2013, p.4) “o Node é extremamente bem projetado para situações em que um grande volume de tráfego é esperado e a lógica e o processamento necessário do lado do servidor não são necessariamente volumosos antes de responder ao cliente”.

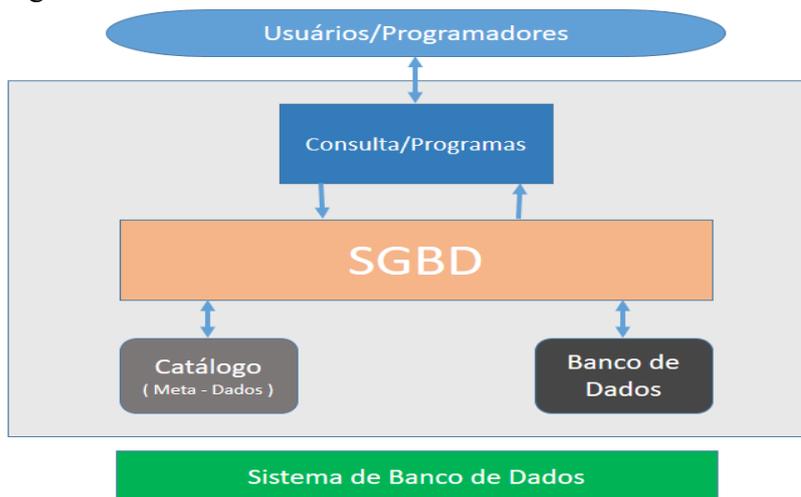
2.5 Banco de dados

Conforme Rocha e Dias (2015, texto digital), um banco de dados tem a responsabilidade de armazenar os registros vindo de um sistema, sendo formado por tabelas, oferecendo assim, uma consulta de tais registros com uma melhor comunicação com o sistema. Um dos principais objetivos do banco de dados é oferecer uma melhor organização das informações armazenadas no mesmo.

Com o tempo, foram sendo identificadas funcionalidades comuns a muitos programas. Por exemplo, hoje em dia, a grande maioria dos programas comunica-se com os usuários através de interfaces gráficas de janelas. Entretanto, normalmente, os programas não contêm todo código referente à exibição dos dados na interface, mas utilizam gerenciadores de interface de usuário, conjuntos de rotinas que incluem as funcionalidades que um programador vai necessitar frequentemente, ao construir uma interface de usuário. Da mesma forma, para comunicar-se com processos remotos, usam gerenciadores de comunicação. Para manter grandes repositórios compartilhados de dados, ou seja, para manter bancos de dados, são usados sistemas de gerência de banco de dados (SGBD) (HEUSER, 2015, p. 4).

Segundo Rocha e Dias. (2015, texto digital), o SGBD é responsável por levar as informações mais rápido ao banco de dados, tendo a função de gerenciador, fornece funcionalidades para inserção, alteração e consulta de dados, através da linguagem SQL. Na Figura 3 está disposto o funcionamento de um SGBD.

Figura 3 – Funcionamento do SGBD



Fonte: Do autor (2018), adaptado de Alves (2013, texto digital).

Segundo Milani (2010, p. 46):

O SQL é uma linguagem estruturada destinada a pesquisa em um ambiente relacional, mas também, podendo ter adaptação para o modelo não relacional. Teve seu nome denominado com SQL por volta de 1977, onde sofreu uma revisão e ampliação, passando a ter um crescimento em sua utilização, assim, se tornando uma das linguagens básicas dos SGBDs.

O uso da linguagem SQL no banco de dados oferece várias vantagens como: acesso mais eficaz as informações armazenadas, suas sentenças são de fácil entendimento, oferece maior flexibilidade, pois, através do SQL é possível inserir, alterar e consultar os dados de forma mais dinâmica (MILANI, 2010).

2.6 Normas técnicas de instalações frigoríficas

O abate do suíno é feito respeitando diversas etapas com um único propósito que é de evitar a perda da qualidade da carne, iniciando tais etapas desde o embarque, até transporte do animal para o abatedouro. Ao chegar ao matadouro, o animal é deixado por um período em descanso e em jejum por 8 horas, com o intuito de reduzir seu estresse. Após este período, os animais passam por uma lavagem com jato de água com duração de 3 minutos, sendo posteriormente efetuado o abate, a sangria e o escaldamento em banho de água quente entre 2 a 5 mi-

nutos, por fim deve ser feita a depilação e a evisceração da carcaça (VENTURINI; SARCI-NELLI; SILVA, 2007, texto digital).

Figura 4 – Carcaça suína



Fonte: Show Rural, Portal suínos e Aves (2018, texto digital).

Na Figura 4 é possível observar as carcaças logo após todo este processo mencionado anteriormente, como também pode ser visto o manejo pré-abate na qualidade da carcaça suína. Para Mombach *et al.* (2010, texto digital), toda indústria que trabalha com alimentos deve manter um controle de temperatura dos mesmos, estabelecendo uma rotina de coleta de registros de tais temperaturas dentro de um intervalo inferiores a uma hora, com intuito de reduzir, assim, o crescimento de organismos patogênicos e garantindo um aumento na qualidade do produto final, sendo o mais indicado o uso de equipamentos termógrafos para coletar tais registros. As câmaras de refrigeração devem obedecer algumas normas técnicas, como:

- a) trilhagem aérea de 3 m (três metros) ou outro meio de transporte aprovado pela CISPOA; b) as portas terão largura mínima de 1,20 m (um metro e vinte centímetros) de maneira a ser respeitado o afastamento de 0,60 m (sessenta centímetros) do trilho aos seus marcos; c) as portas serão sempre metálicas ou de chapas plásticas, lisas, resistentes a impactos e de fácil limpeza; d) possuir piso de concreto ou outro material de alta resistência, liso, de fácil higienização e sempre com declive em direção às portas, não podendo existir ralos em seu interior; e) manter uma distância mínima entre as carcaças de modo que elas não fiquem encostadas (aproximadamente quatro meias carcaças em ganchos isolados ou seis meias carcaças dispostas em balancins por metro linear de trilho). Para facilitar a movimentação das carcaças é

recomendado que as câmaras de resfriamento tenham porta de entrada e porta de saída. A construção das câmaras de resfriamento poderá ser em alvenaria ou totalmente em isopainéis metálicos. Em qualquer um dos dois casos terão isolamento com 0,10 m (dez centímetros) de espessura de isopor, podendo ser usado também como material de isolamento, com melhor resultado que o isopor, a resina de poliuretano expandido. O material de isolamento será colocado no piso, paredes e teto. Quando construídas de alvenaria, as paredes internas serão perfeitamente lisas e sem pintura, visando facilitar a sua higienização, assim como os trilhos que receberão apenas uma fina camada de óleo comestível, para evitar a sua oxidação. A iluminação será com lâmpadas protegidas contra estilhaços e com luminosidade mínima de 100 lux ao nível do produto (CISPOA, 2016, p.12).

Tendo todas estas normas técnicas obedecidas, a qualidade do produto final estará em plenas condições de consumo, mantidos nas condições exigidas pela legislação (CISPOA, 2016, p.13).

2.7 Câmaras de refrigeração

As câmaras de refrigeração são compostas por câmaras frias e antecâmaras, sendo que a quantidade de cada varia com a necessidade da empresa. Estas câmaras têm como principal objetivo manter as temperaturas das carcaças o mais próximo de 0°C, isto após, um período máximo de 36 horas (CISPOA, 2016, p.12).

Manter a temperatura das câmaras de refrigeração próximas de 0°C, minimiza as chances de contaminação das carcaças por micro-organismos, pois, ao manter o alimento resfriado na temperatura ideal, ocorre redução no surgimento e crescimento microbiano, garantindo assim, uma melhor qualidade do produto (COSTA *et al.*, 2007).

Segundo Roça (2011, texto digital), a carcaça logo após o abate do animal chega à câmara de refrigeração com temperatura entre 30°C a 39°C, tornando necessário baixar a temperatura da mesma para que chegue próxima dos 0°C, conseguindo alcançar tal objetivo com as câmaras frias mantidas na temperatura entre -4°C e 0°C.

A Figura 5 mostra um modelo de câmara fria isolada e limpo, como é exigido pelas legislações.

Figura 5 – Modelo de câmara fria em condições ideais exigidas pela legislação



Fonte: Shutterstock, Techne Revista do Engenheiro Civil (2015, texto digital).

2.8 Carcaças

Conforme Roça (2011, texto digital), existem três métodos utilizados nas empresas para que a carcaça atinja sua temperatura exigida, sendo eles: método usual, método rápido e o super-rápido. O método usual a carcaça atinge a temperatura ideal próxima de 0°C em torno de 24 horas, onde a câmara de refrigeração é colocada em temperatura de 0°C a 4°C. No método rápido a carcaça atinge a temperatura ideal entre 12 e 16 horas, estando à câmara na temperatura -1°C a 2°C. Já com o método super-rápido ou também conhecido como método de shock, o processo acontece antes na antecâmara, onde a temperatura da mesma percorre em torno de -8°C, após 2 horas a carcaça é transferida para a câmara de refrigeração que se encontra em temperatura de 0°C, atingindo assim, a temperatura exigida após 8 a 12 horas. Na

Figura 6 é possível ver carcaças de suínos alçadas em ganchos pendurados em trilha aérea pós-abate.

Figura 6 – Carcaças de suínos alçadas em ganchos



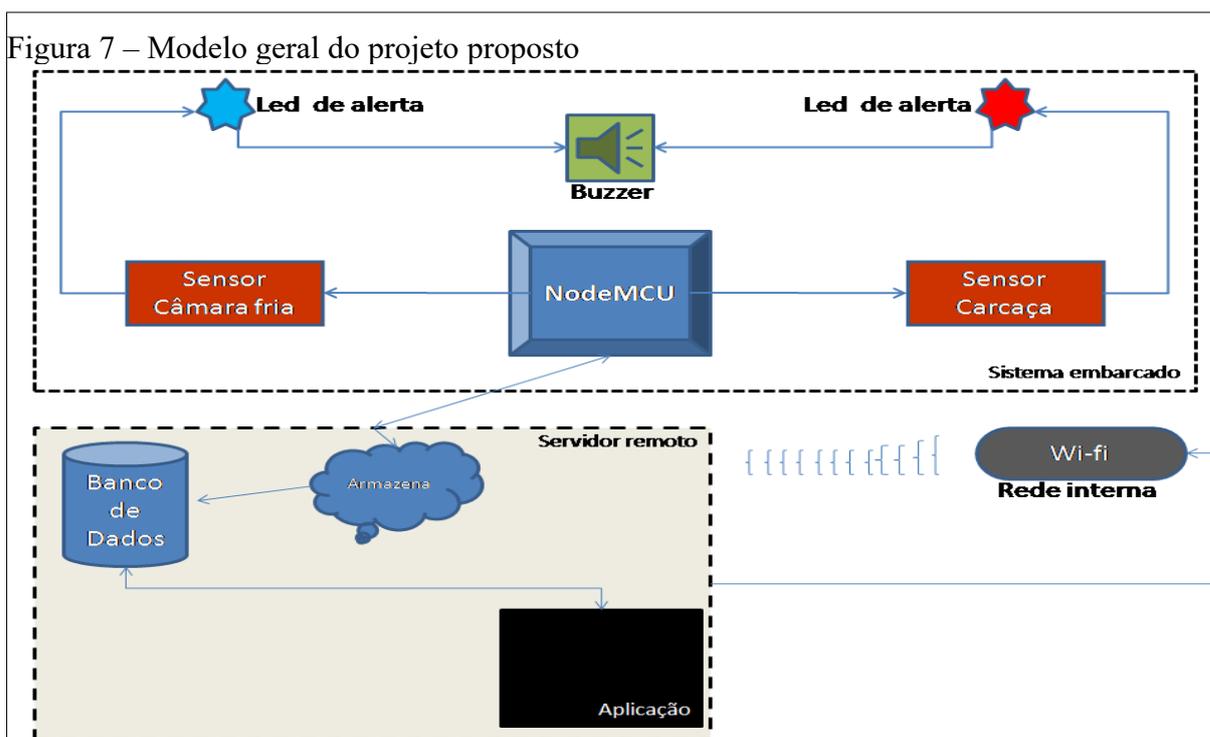
Fonte: Biesus (2018, texto digital).

Segundo a Portaria nº 711, de 1º de novembro de 1995 às câmaras de expedição de carcaças são destinadas para manter por certo período as carcaças resfriadas a uma temperatura mantida sempre próxima de 0°C, podendo haver oscilação na mesma somente de 1°C para mais ou para menos, ou seja, a temperatura da carcaça deve girar entre -1°C e 1°C.

3 PROJETO DO SISTEMA

Este projeto consiste no desenvolvimento de um sistema para monitoramento de refrigeração de câmaras frias e carcaças de suínos em frigoríficos. De forma geral, o projeto prevê o desenvolvimento de um equipamento para monitoramento das condições de refrigeração das carcaças de suíno e um software remoto para recebimento e armazenamento das informações e apresentação de relatórios ao usuário. O dispositivo embarcado proposto será equipado com sensores de temperatura, LEDs e *buzzer* para indicação das condições de monitoramento local das carcaças além de possuir comunicação com rede Wi-Fi. Já o software remoto será implementado em servidor dedicado e terá a finalidade de armazenar o cadastro dos equipamentos, assim como os dados obtidos durante o monitoramento das carcaças, possibilitando a extração de relatórios por usuários do sistema.

A Figura 7 apresenta uma visão geral do projeto proposto. O sistema embarcado coleta as informações da carcaça, armazena os valores localmente e, em intervalos de tempo, as envia para o servidor remoto. No servidor remoto é executado o software de coleta dos dados e a aplicação WEB para interação com os usuários do sistema.



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

As próximas seções descrevem de forma detalhada o projeto proposto, onde cada seção faz referência a uma das partes apresentadas na Figura 7.

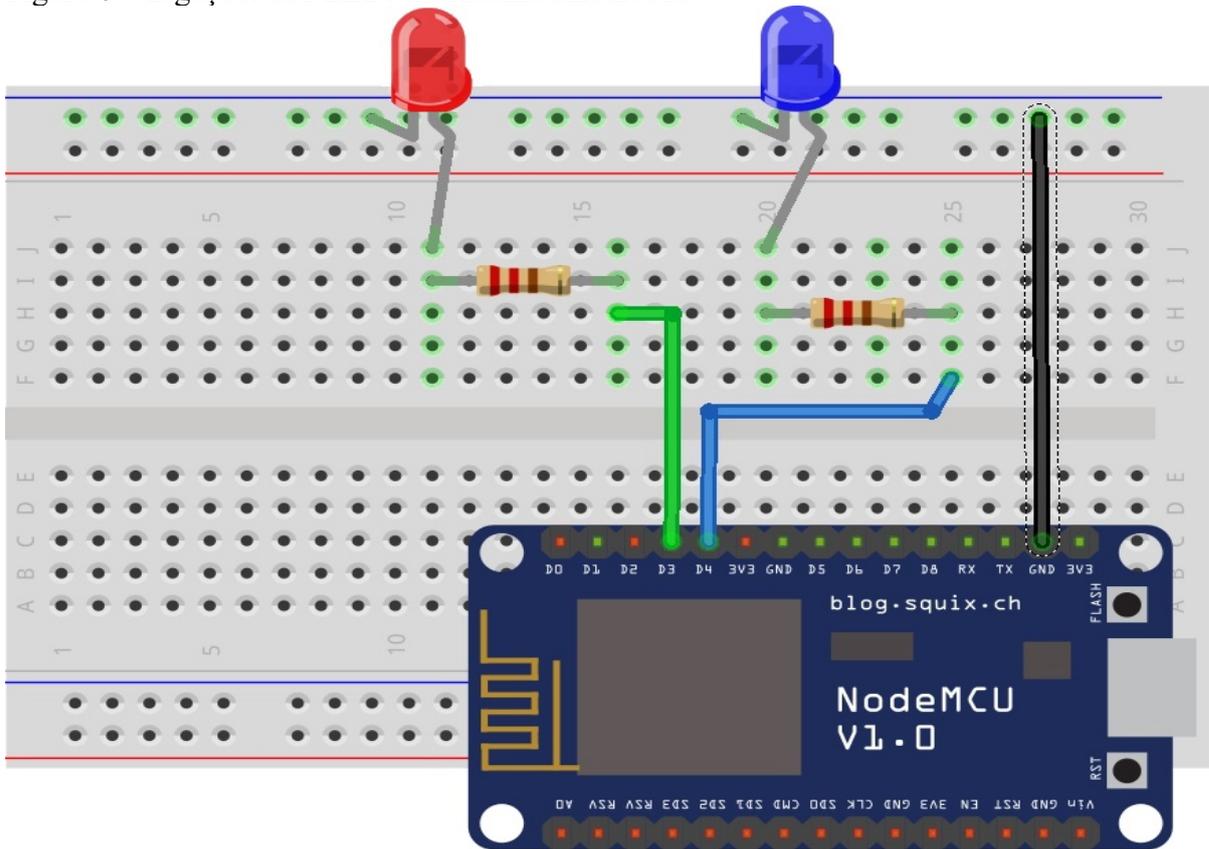
3.1 Projeto do sistema embarcado

O projeto do sistema embarcado terá como base o dispositivo NodeMCU ESP8266 como parte central no sistema de monitoramento. O dispositivo é composto por dois sensores, sendo um deles responsável pelo monitoramento da temperatura do ambiente interno das câmaras frias e outro responsável pelo monitoramento da temperatura da carcaça. O sensor para monitoramento da temperatura ambiente estará disposto na parte externa do dispositivo de monitoramento, exposto diretamente ao ambiente da câmara de refrigeração. O sensor para monitoramento da temperatura da carcaça será responsável pela coleta de informações relacionadas ao comportamento de temperatura interna da carcaça.

O dispositivo conta também com um LED, que funcionará como uma luz de alerta aos operadores do setor das câmaras de refrigeração, sendo acionado caso a temperatura da câma-

ra fria saia da condição exigida pelas normas descritas na seção 2.7 da revisão bibliográfica. Um segundo LED faz parte do sistema e é responsável por indicar situações em que a temperatura da carcaça saia nas condições exigidas pelas normas descritas na seção 2.8 da revisão bibliográfica. A Figura 8 mostra como foi efetuado as ligações dos LEDs no sistema embarcado.

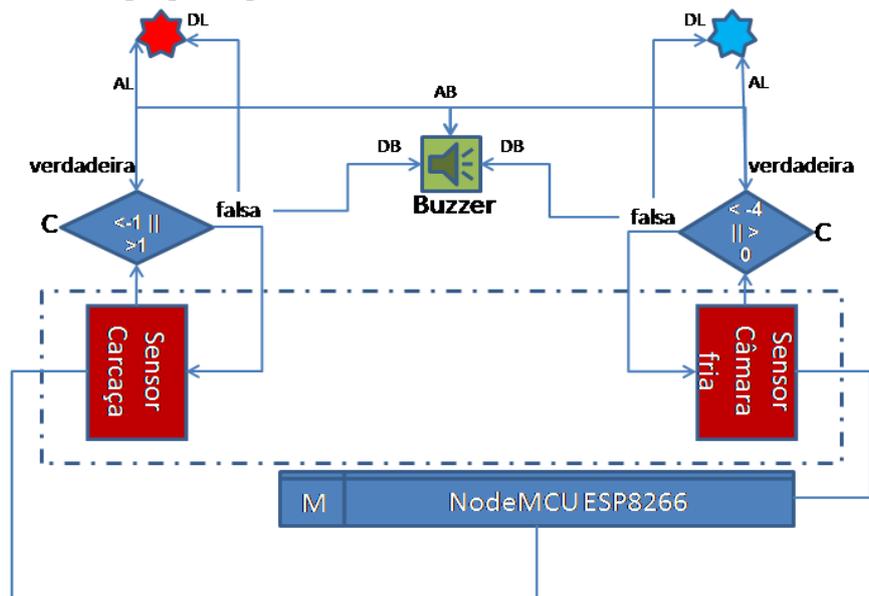
Figura 8 – Ligações dos LEDs no sistema embarcado



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Para os dois casos mencionados acima, se ocorrer de uma das temperaturas sair do padrão exigido, um *buzzer* com funcionalidade de alarme entrará em operação, alertando os operadores de que algum problema está ocorrendo em seu setor de refrigeração. Pode ser visto o modelo de ligação de tal *buzzer* na Figura 9.

Figura 10 – Modelo proposto para o sistema embarcado



M – Memória interna.
C – Condição temperatura.
AL – Aciona LED alerta.
DL – Desativa LED alerta.
AB – Aciona alarme Buzzer.
DB – Desativa alarme Buzzer.

Fonte: Elaborado pelo autor.

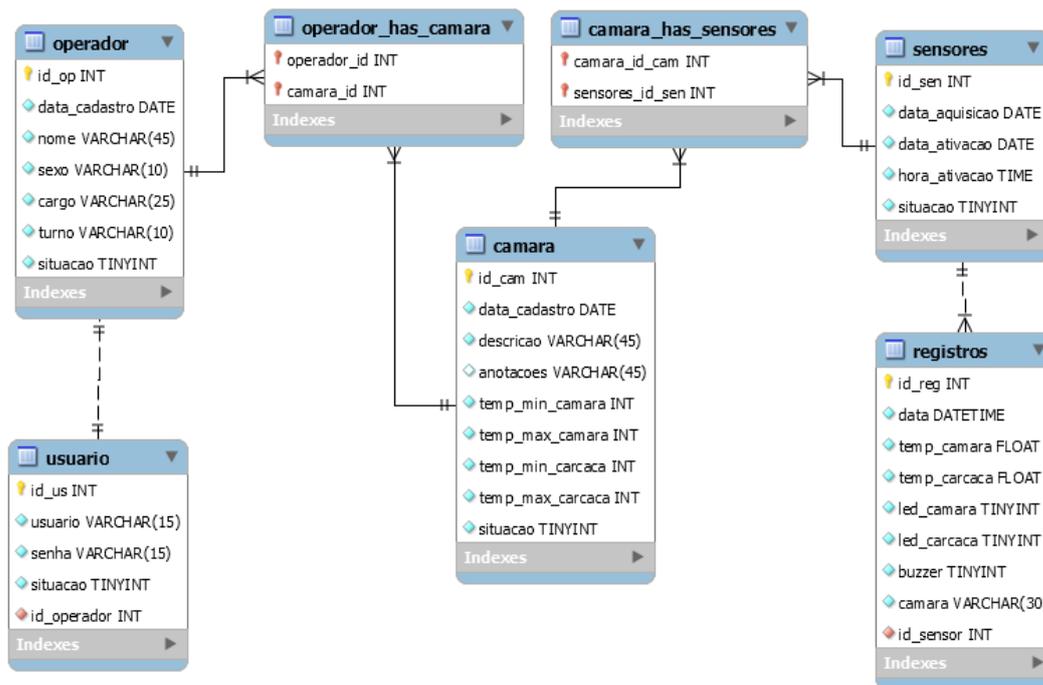
Na Figura 10, é ilustrado todo o processo do sistema embarcado, descrito anteriormente. Para pôr em pleno funcionamento o dispositivo, deve ser inserido e compilado em seu código fonte uma ID de identificação, a descrição nomenclatura da rede interna, assim como sua senha.

3.2 Projeto das tabelas do banco de dados

Para o projeto das tabelas do banco de dados foi utilizado o padrão UML (Unified Modelling Language). UML define uma linguagem para especificação, visualização, construção e documentação de softwares. Um projeto especificado utilizando UML pode ser implementado em qualquer linguagem com suporte aos requisitos do padrão (LEITE, 2000).

Todas as informações do sistema serão armazenadas em um banco de dados dedicado. O projeto prevê a estruturação das tabelas do banco de dados para possibilitar o cadastro de equipamentos, armazenamento dos dados gerados, cadastro de usuários do sistema entre outras informações importantes para a aplicação como um todo. A Figura 11 ilustra as tabelas construídas para o sistema e suas relações.

Figura 11 – Modelo UML proposto para o banco de dados do projeto



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

A tabela `operador` mantém as informações dos operadores que atuam no setor de câmaras de refrigeração, sendo inseridas informações, como: `id` para a identificação de cada operador, nome completo, a data em que o mesmo foi cadastrado no sistema, sexo (masculino ou feminino), cargo ou função exercida no setor, o turno em que o operador trabalha na empresa, e por fim a situação do operador, se o mesmo ainda faz parte do quadro de funcionários da empresa ou não.

Na tabela `câmara` são mantidas algumas informações específicas de cada uma das câmaras de refrigeração, como: seu identificador, descrição, seja ela com nome ou localização, e anotações relevantes, como, por exemplo, se houve algum caso de problemas com a tempera-

tura da câmara ou se foram realizadas manutenções. Também deve ser inserida a temperatura mínima e máxima para cada câmara cadastrada, assim como, para suas carcaças.

Entre as duas tabelas, operador e câmara, haverá uma tabela de junção, interligando cada operador a sua(s) câmara(s), mantendo um melhor controle sobre cada um dos operadores.

A tabela sensores mantém o controle de cada sensor instalado nas câmaras de refrigeração, sendo armazenado dados como: sua id, data em que foi adquirido o dispositivo de monitoramento, data e horário em que foi ativado ou posto em uso na carcaça tal sensor, situação em que se encontra o dispositivo, se o mesmo está em operação ou apenas faz parte do estoque da empresa, e a identificação de qual câmara tal dispositivo está instalado, está sendo obtida através de uma junção da tabela câmara com a tabela sensores.

A tabela usuário tem como objetivo a liberação de acesso autenticado aos operadores cadastrados no sistema, sendo mantido uma id, um usuário e uma senha específica para cada um. Podendo assim, cada um dos operadores acessar de forma segura e restrita o sistema de monitoramento.

Por fim, a tabela de registro, que é a tabela central do banco de dados, onde são mantidos todos os dados coletados através da leitura dos sensores posicionados nas carcaças penduradas nas câmaras de refrigeração, sendo armazenados informações como: id, data e hora referentes às temperaturas coletadas, as temperaturas da carcaça e da câmara fria, o *status* do LED e do *buzzer* referente ao sensor da carcaça e da câmara de refrigeração, a situação em que se encontra os mesmos, se estão ativos ou inativos, a descrição de qual câmara o dispositivo está instalado, e a id identificando de qual dispositivo de monitoramentos tais informações se referem.

3.3 Projeto do serviço de coleta de informações

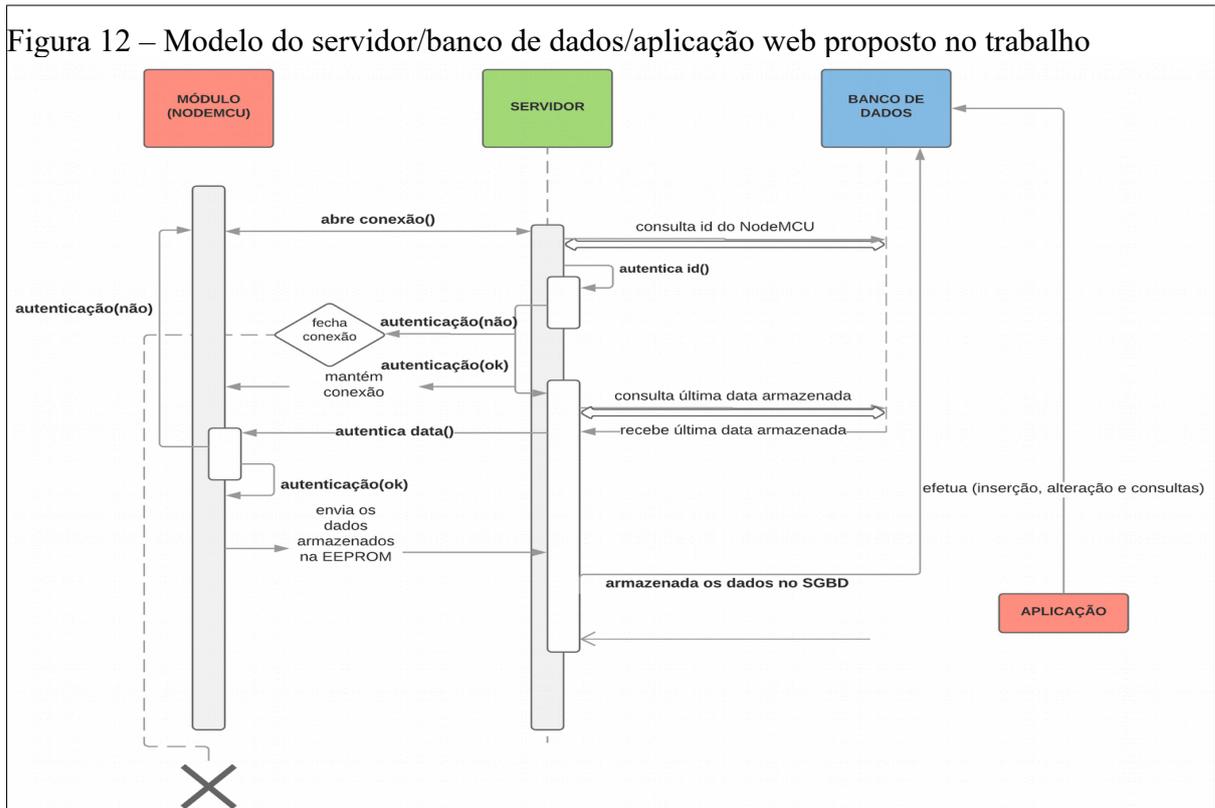
No mesmo período de intervalo em que os dados são armazenados na memória interna do NodeMCU, o servidor, através do *framework* (Node.js) solicita os dados da memória interna, e os envia armazenando-os no banco de dados. O *framework* (Node.js) terá a função de efetuar a comunicação com os dispositivos, verificando se os mesmos estão autorizados a enviar informações, caso estejam, o *framework* deve armazenar tais informações no banco de dados. O banco de dados em que as informações serão mantidas será o PostgreSQL, estando este instalado no servidor. A comunicação entre o sistema de monitoramento e o servidor se dará através de uma rede interna TCP/IP, sendo utilizado um roteador Wireless configurado para isto, onde apenas os dispositivos NodeMCU terão conexão com o servidor, não disponibilizando comunicação com nenhum outro dispositivo fora disso.

Esta segurança é garantida, assim como, a autorização para o envio das informações é dada, através de uma verificação de id gerada utilizando uma função *Hashing*, onde o *framework* recebe a id do dispositivo NodeMCU e a utiliza como parâmetro para consulta e verificação de sua existência no banco de dados, caso a mesma exista e o dispositivo esteja como ativo no banco, é autorizado o envio das informações coletadas pelos sensores do dispositivo de monitoramento, do contrário a conexão entre o servidor e o dispositivo embarcado é finalizada.

A troca dessas mensagens entre o dispositivo embarcado e o serviço Node.js é efetuada via protocolos, onde primeiramente é executada a verificação da id e situação do dispositivo no banco de dados, conforme descrito anteriormente. Após isto, o *framework* (Node.js) solicita através de um protocolo ao dispositivo embarcado, a comparação entre a data do último registro armazenado no banco de dados, com as datas dos últimos registros coletado pelos sensores de monitoramento que estão armazenados na memória interna do dispositivo NodeMCU, caso haja discrepância entre as datas, o dispositivo embarcado envia tais registros para o *framework* armazená-los no banco de dados, do contrário não faz nada.

Na Figura 12 é possível ver como todo este processo descrito anteriormente funcionará com o servidor contendo o banco de dados e a aplicação.

Figura 12 – Modelo do servidor/banco de dados/aplicação web proposto no trabalho



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

3.4 Projeto da aplicação de interface com o usuário

A aplicação WEB foi desenvolvida utilizando as linguagens HTML e JavaScript, estando sua estrutura de código fonte localizada no servidor, podendo ser acessada somente dentro da rede interna da empresa, funcionando de forma responsiva. A aplicação foi desenvolvida de forma modular, contendo os módulos de manutenção de cadastros, monitoramento e consulta.

Um módulo é uma unidade de software com interfaces bem definidas, sendo que esses módulos podem ser substituídos por outros, apenas mantendo-se suas interfaces (TANENBAUM; STEEN, 2007).

O módulo de manutenção de cadastros está dividido em submódulos, que são: manutenção de operadores, manutenção de usuários, manutenção de dispositivos sensores NodeMCU e manutenção de câmaras de refrigeração.

O módulo de manutenção de operadores permite manter registrado somente os operadores responsáveis pelo monitoramento das câmaras de refrigeração, sendo assim, nenhum outro funcionário poderá ter acesso. O módulo de manutenção de usuários permite manter um usuário e senha para cada um dos operadores registrados no sistema, assim, disponibilizando acesso via autenticação dos mesmos ao sistema.

Já o módulo de manutenção de sensores NodeMCU permite manter registrados todos os dispositivos instalados ou a serem instalados nas câmaras de refrigeração da empresa, contendo as informações como: Id, data de aquisição, data de ativação, hora de ativação, a descrição da câmara onde o mesmo está instalado e sua situação.

Por fim o módulo de manutenção de câmaras de refrigeração mantém um registro de cada uma das câmaras frias existentes na empresa, trazendo informações como: Id, descrição, anotações gerais, a sua situação de está ativa em funcionamento ou não, e a temperatura mínima e temperatura máxima da câmara e suas carcaças, onde deverá ser ditos quais as temperaturas necessárias dentro das normas.

Para os módulos de monitoramento, há os seguintes submódulos: monitoramento de câmaras de refrigeração, monitoramento de carcaças e monitoramento geral. O monitoramento de câmaras de refrigeração deve permitir monitorar e analisar a temperatura ambiente em cada uma das câmaras frias da empresa. O monitoramento de carcaças deve disponibilizar os dados coletados de temperatura diários das carcaças. Já o monitoramento geral, oferece uma visão mais ampla, podendo monitorar constantemente de modo geral o status das câmaras frias e de suas carcaças. A Figura 13, ilustra um modelo proposto para a tela de monitoramento geral, onde encontram-se todas as informações necessárias para manter com maior exatidão o controle da temperatura ideal para as câmaras frias e suas carcaças.

Figura 13 – Ilustração do modelo proposto para a tela de monitoramento geral

The image shows a web browser window titled "A Web Page" with a navigation bar containing back, forward, and search icons. Below the browser is a table with 12 columns: ID Registro, Câmara, Id Sensores, Data, Hora, Temp. Câmara, Status Câmara, LED Alarme, Temp. Carcaça, Status Carcaça, LED Alarme, and BUZZER Alarme. The table contains 5 rows of data, with alternating light and dark gray background colors for each row.

ID Registro	Câmara	Id Sensores	Data	Hora	Temp. Câmara	Status Câmara	LED Alarme	Temp. Carcaça.	Status Carcaça.	LED Alarme	BUZZER Alarme
1	Câmara 3	1	/04/20	12:33	-2.4	<input checked="" type="checkbox"/>		10.0	<input checked="" type="checkbox"/>		
2	Câmara 1	2	/04/20	15:13	-3.3	<input checked="" type="checkbox"/>		2.3	<input checked="" type="checkbox"/>		
3	Câmara 2	3	/05/20	11:01	2.0	<input type="checkbox"/>		2.0	<input type="checkbox"/>		
4	Câmara 1	2	/05/20	08:03	2.1	<input checked="" type="checkbox"/>		2.1	<input checked="" type="checkbox"/>		
5	Câmara 3	1	/05/20	16:00	-0.4	<input type="checkbox"/>		14	<input type="checkbox"/>		

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Os módulos de consulta oferecem relatórios diários, semanais e mensais para analisar o *status* e o comportamento tanto das câmaras como também de suas carcaças, podendo assim, gerar informações relevantes com intuito de buscar melhorias e extinguir as chances de ocorrer eventuais problemas que afetem a qualidade do produto.

Também é possível analisar através de um relatório gráfico a quantidade de dispositivos sensores estão em pleno funcionamento em cada uma das câmaras de refrigeração previamente cadastradas na aplicação WEB, como também o número de ocorrências de alterações de temperatura nas mesmas.

4 RESULTADOS

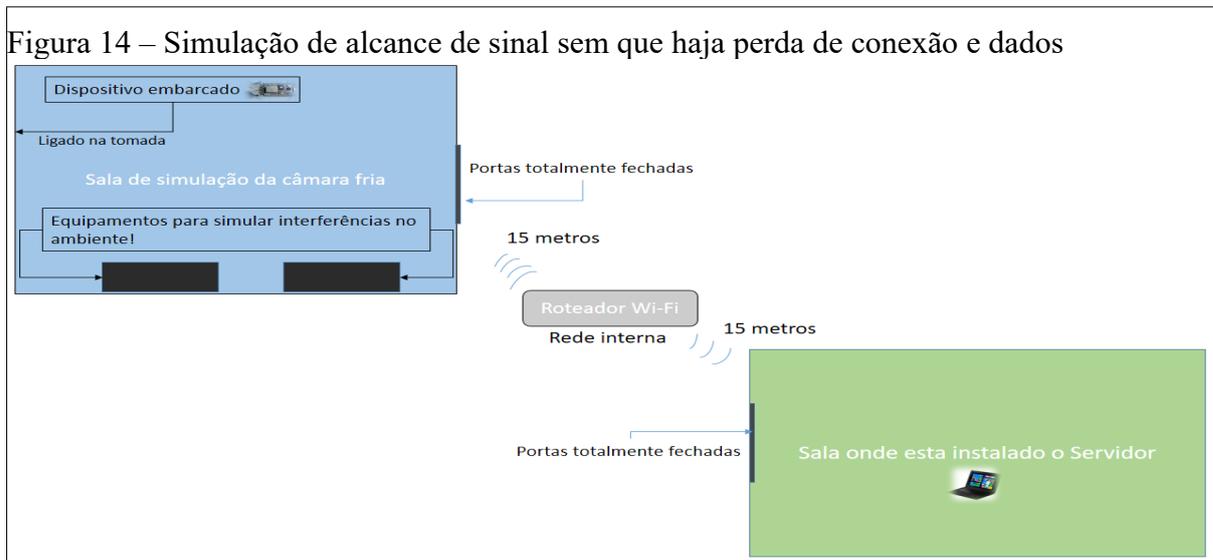
Este capítulo tem como objetivo apresentar os resultados referentes a testes preliminares efetuados para efetivação da proposta descrita neste trabalho, sendo realizados e descritos os resultados dos seguintes testes: Distância alcançada sem perda de sinal, Resfriamento da câmara fria nas temperaturas adequadas, Resfriamento das carcaças nas temperaturas adequadas. Também são apresentados os resultados obtidos durante o desenvolvimento do projeto, o funcionamento do servidor e a aplicação diante dos dados coletados com os dispositivos em operação. Por fim são demonstrados os relatórios gerados na aplicação WEB, onde é possível analisar o comportamento geral de temperatura de cada uma das câmaras de refrigeração e suas carcaças.

4.1 Distância alcançada sem perda de sinal

Para testar a distância em que o sistema de monitoramento poderá alcançar sem que ocorra alguma perda de sinal em sua conexão com o servidor e a rede interna em que os conecta, e posteriormente perda dos dados coletados pelo dispositivo embarcado, foi efetuado uma simulação teste, onde o dispositivo de monitoramento foi conectado a uma tomada, estando o mesmo dentro de uma sala totalmente fechada, contendo na mesma, outros equipamentos que oferecem alguma interferência para a leitura dos dados, tendo assim uma melhor precisão nos testes.

Para criar a rede interna, foi utilizado um roteador simples, estando o mesmo localizado em uma sala separada, a uma distância estipulada em torno de 15 metros de onde o dispositivo de monitoramento está localizado. Para o servidor foi utilizado um notebook, contendo nele o *framework* (Node.js) e o banco de dados. O servidor foi posto a uma distância de 30 metros do dispositivo de monitoramento.

Para este teste de distância de sinal, não foi levado em consideração os valores dos dados recebidos na coleta pelo dispositivo embarcado, mas sim, o quanto é possível manter distante do servidor o dispositivo embarcado, sem que haja perda de dados e conexão na comunicação entre os mesmos. Toda esta simulação, pode ser vista na Figura 14.



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Houve êxito nos testes efetuados, não ocorrendo perdas de conexão e nem de dados, sendo possível constatar que não haverá problemas, visto que, o principal responsável por manter a comunicação entre o dispositivo e o servidor, é o roteador.

4.2 Resfriamento da câmara fria nas temperaturas adequadas

Este teste teve como objetivo principal, verificar se realmente o dispositivo proposto será viável, sendo efetuado tal teste, estando o dispositivo instalado dentro de uma sala totalmente fechada, com um ar-condicionado ligado a uma temperatura mínima de 18°C.

Para que o teste obtenha um resultado positivo e correto, a temperatura da câmara fria deve estar nas normas descrita na seção 2.7 da revisão bibliográfica, onde é dito que a temperatura deve se manter entre -4°C e 0°C, ou seja, em um intervalo de 5°C. Porém, para conseguir simular estas temperaturas, foi utilizado para -4°C (18°C) e 0°C (22°C).

Na ocorrência de qualquer divergência nos padrões de temperatura mínima e máxima, estipulados para este teste, o LED destinado a câmara e o *buzzer* serão ser acionados. Após o teste finalizado, obteve-se os seguintes resultados ilustrados na Figura 15.

Figura 15 – Simulação de monitoramento da temperatura ambiente da câmara

	id_reg [PK] serial	data date	hora time without	temp_camara double precis	temp_carcaca double precis	led_camara boolean	led_carcaca boolean	id_sensor integer	buzzer boolean
1	1	2018-07-13	09:17:32	24.2	24.1	TRUE	TRUE	4	TRUE
2	2	2018-07-13	09:17:36	23.5	23.2	TRUE	TRUE	4	TRUE
3	3	2018-07-13	09:17:40	21.6	20.4	FALSE	FALSE	4	FALSE
4	4	2018-07-13	09:17:43	19.3	18.7	FALSE	FALSE	4	FALSE
5	5	2018-07-13	09:17:46	19.2	18.6	FALSE	FALSE	4	FALSE
6	6	2018-07-13	09:17:50	19.0	18.2	FALSE	FALSE	4	FALSE
7	7	2018-07-13	09:17:55	18.4	17.7	FALSE	FALSE	4	FALSE
8	8	2018-07-13	09:17:32	21.3	20.1	FALSE	FALSE	4	FALSE
*									

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Observa-se que apenas os dados mais importantes para este teste estão selecionados, onde a coluna *data* e *hora*, referenciam a data e hora que foram coletados os respectivos dados, já a coluna *temp_camara*, traz a temperatura coletada pelo sensor de temperatura destinado a câmara fria. É possível verificar que nos registros 1 e 2, a temperatura esteve fora dos padrões estipulados para esta simulação, ultrapassando os 22°C, ocasionando assim, o acionamento do LED e do *buzzer*, destinado para alertar os operadores da câmara fria.

Já nos demais registros coletados, não houve desconformidade da temperatura, mantendo assim, o LED e o *buzzer* desativados. Este teste possibilitou a obtenção da viabilidade de funcionamento do dispositivo para sua utilização em câmaras frias, onde obteve-se êxito, não ocorrendo nenhum problema referente ao objetivo buscado.

4.3 Resfriamento da carcaça nas temperaturas adequadas

Este teste teve como objetivo principal verificar se realmente o dispositivo proposto será viável, sendo efetuado tal teste, estando o dispositivo instalado dentro de uma sala totalmente fechada, com um ar-condicionado ligado a uma temperatura que gira entre 18°C à 22°C, mantendo o intervalo descrito nas normas na seção 2.7 da revisão bibliográfica.

Para que o teste obtenha um resultado positivo e concreto, a temperatura da carcaça deve se manter próxima de 0°C, conforme as normas descritas na seção 2.8 da revisão bibliográfica, onde também é mencionado que a temperatura pode apenas ter uma pequena oscilação entre -1°C e 1°C, ou seja, em um intervalo máximo de 3°C. Porém, para conseguir simular estas temperaturas, foi utilizado para -1°C (17°C) e 1°C (19°C). Para simular a carcaça, foi utilizado um pedaço de carne, onde o sensor de temperatura do dispositivo foi posicionado dentro da mesma, e posto dentro da sala totalmente fechada.

Na ocorrência de qualquer divergência nos padrões de temperatura mínima e máxima, estipulados para este teste, o LED destinado a carcaça e o *buzzer* devem ser acionados. Após um período de 5 minutos, o teste foi finalizado, obtendo-se os seguintes resultados ilustrados na Figura 16.

Figura 16 – Simulação de monitoramento da temperatura da carcaça de suíno dentro da câmara de refrigeração

	id_reg [PK] seq	data date	hora time with	temp_camara double precisi	temp_carcaca double precisi	led_camara boolean	led_carcaca boolean	id_sensor integer	buzzer boolean
1	1	2018-07-13	09:43:48	23.11613	20.5	TRUE	TRUE	4	TRUE
2	2	2018-07-13	09:43:59	23.11613	20.5	TRUE	TRUE	4	TRUE
3	3	2018-07-13	09:44:21	22.79355	20.4375	FALSE	TRUE	4	TRUE
4	4	2018-07-13	09:44:28	22.79355	20.375	FALSE	TRUE	4	TRUE
5	5	2018-07-13	09:44:34	22.79355	20.375	FALSE	TRUE	4	TRUE
6	6	2018-07-13	09:44:41	22.47097	20.3125	FALSE	TRUE	4	TRUE
7	7	2018-07-13	09:44:48	22.47097	20.3125	FALSE	TRUE	4	TRUE
8	8	2018-07-13	09:45:33	21.18064	20	FALSE	TRUE	4	TRUE
9	9	2018-07-13	09:45:39	20.85806	19.9375	FALSE	TRUE	4	TRUE
10	10	2018-07-13	09:45:46	21.18064	19.875	FALSE	TRUE	4	TRUE
11	11	2018-07-13	09:46:05	20.53548	19.6875	FALSE	TRUE	4	TRUE
12	12	2018-07-13	09:46:12	20.53548	19.625	FALSE	TRUE	4	TRUE
13	13	2018-07-13	09:46:19	20.85806	19.5625	FALSE	TRUE	4	TRUE
14	14	2018-07-13	09:46:42	20.85806	19.3125	FALSE	TRUE	4	TRUE
15	15	2018-07-13	09:46:51	20.53548	19.1875	FALSE	TRUE	4	TRUE
17	16	2018-07-13	09:46:58	20.2129	19.125	FALSE	TRUE	4	TRUE
18	17	2018-07-13	09:47:05	20.53548	19.0625	FALSE	TRUE	4	TRUE
19	18	2018-07-13	09:47:12	20.2129	19	FALSE	FALSE	4	FALSE
*	19	2018-07-13	09:47:18	20.2129	18.9375	FALSE	FALSE	4	FALSE

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Observa-se que apenas os dados mais importantes para este teste, estão selecionados, onde a coluna data e hora, referenciam a data e hora que foram coletados os respectivos dados, já a coluna *temp_carcaca*, traz a temperatura coletada pelo sensor de temperatura destinado a carcaça. É possível verificar que dos registros 1 ao 17, a temperatura esteve fora dos padrões estipulados para esta simulação, ultrapassando os 19°C, ocasionando assim, o acionamento do LED e do *buzzer*, destinado para alertar os operadores da câmara fria.

Já nos demais registros coletados, não houve desconformidade da temperatura, mantendo assim, o LED e o *buzzer* desativados. Este teste possibilitou a obtenção da viabilidade de funcionamento do dispositivo para sua utilização em carcaças de câmaras frias, onde obteve-se êxito, não ocorrendo nenhum problema referente ao objetivo buscado.

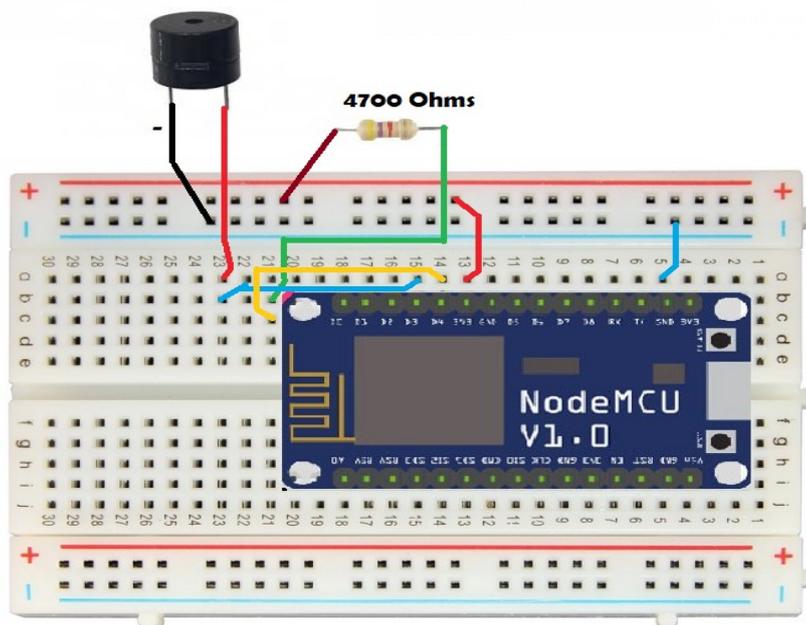
4.4 Funcionamento de mais de um dispositivo conjunto

Observa-se que para montagem do projeto proposto neste trabalho, utilizamos diversos componentes, tais como: *protoboard* 400 pontos, NodeMCU 8266, *buzzer*, sensores de tempe-

ratura LM35 DZ e DS18B20, RTC DS3231 com intuito de obter e armazenar uma data e hora para os registros, LEDs e resistores.

Para o funcionamento adequado do componente *buzzer*, foi utilizado um resistor de 47 k Ω , para limitar o fluxo de corrente que no mesmo passa. Para a ligação do *buzzer* ao NodeMCU 8266, foi utilizado uma porta digital, pinagem D3 do mesmo. Na Figura 17, se tem ilustrado de forma clara, a ligação do *buzzer* ao NodeMCU 8266 na protoboard, obtendo o funcionamento adequado do *buzzer* para o projeto.

Figura 17 – Montagem e componentes para funcionamento do Buzzer.



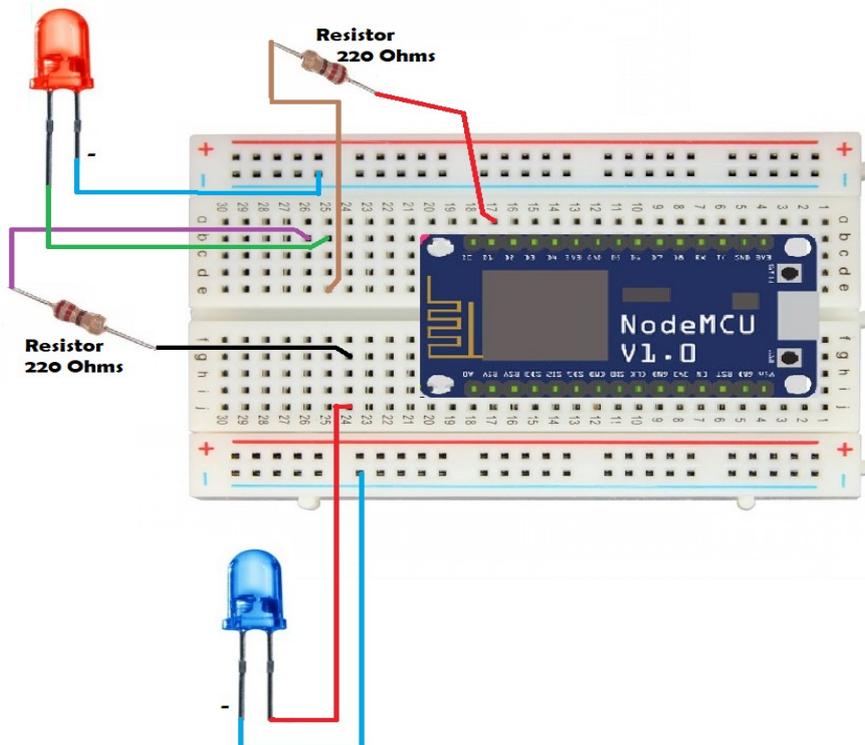
Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

O *buzzer* apenas, entrará em operação, quando houver alguma alteração inadequada nas temperaturas coletadas em algum dos dois sensores do dispositivo embarcado. Para o funcionamento adequado deste componente, é efetuado uma checagem a cada leitura dos sensores, onde uma comparação é efetuada com a condição de cada LED, caso um dos dois LEDs esteja acionado, automaticamente o *buzzer* entrará em operação, acionado um alarme sonoro.

Para o perfeito funcionamento dos LEDs, tanto o destinado a câmara fria, quanto ao das carcaças, foi utilizado para cada um, um resistor de 220 Ω , com o mesmo intuito de limi-

tar o fluxo de corrente que passa pelos mesmos. Para as duas situações é feita uma checagem comparando a temperatura coletada nos sensores com as temperaturas estipuladas nos padrões descritos na seção 2.7 e 2.8 da revisão bibliográfica, caso as mesmas fujam destes valores, são acionados os LEDs. A Figura 18, ilustra a montagem, conforme feita no projeto proposto.

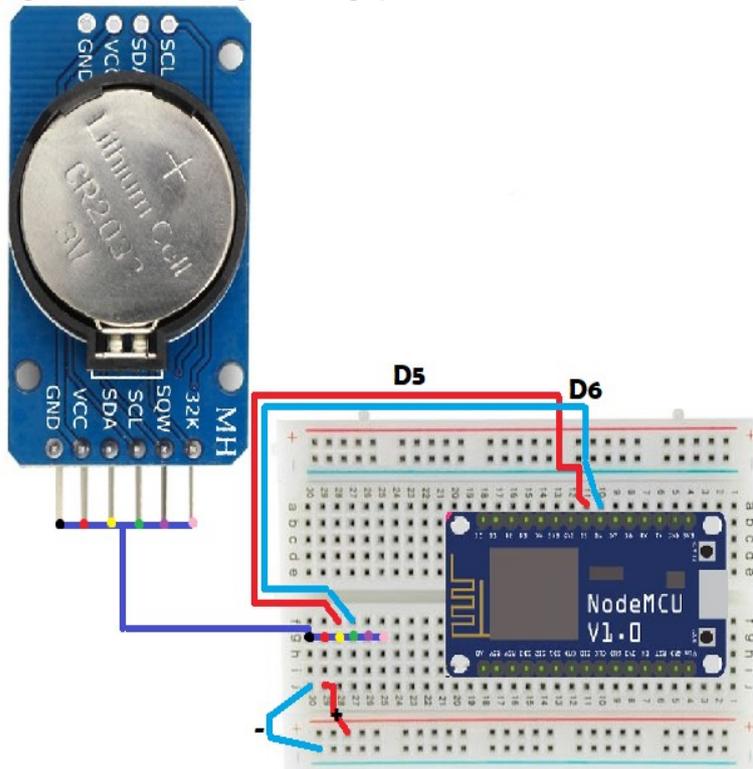
Figura 18 – Montagem e ligação dos LEDs destinados a câmara fria e carcaças.



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Os registros coletados pelos sensores de temperatura trazem consigo a data e hora de tais coletas, para isto foi utilizado um componente RTC DS3231, onde o mesmo tem a função de registrar uma data e hora, operando em constante funcionamento, trabalhando como se fosse um relógio. Para iniciar o dispositivo o mesmo foi conectado ao pino SDA (D5) e SCL (D6) do NodeMCU 8266, tendo setada uma data e hora inicial na sua primeira execução. É possível observar na Figura 19, as ligações descritas acima, para o funcionamento correto do RTC DS3231.

Figura 19 – Montagem e ligação RTC DS3231.

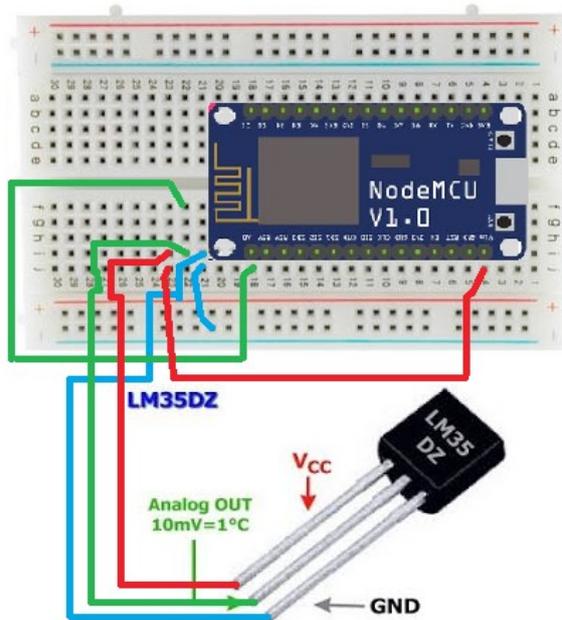


Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Para coleta das temperaturas da câmara de refrigeração e das carcaças, foi utilizado dois tipos de componentes sensores, o DS18B20 que foi destinado a leitura da temperatura das Carcaças e o LM35DZ destinado a leitura da temperatura das câmaras frias.

Na Figura 20, é demonstrado conforme deve ser feita as ligações para o funcionamento do sensor LM35DZ, sendo utilizado a porta analógica AD0 do NodeMCU 8266 para ligação entre os mesmos.

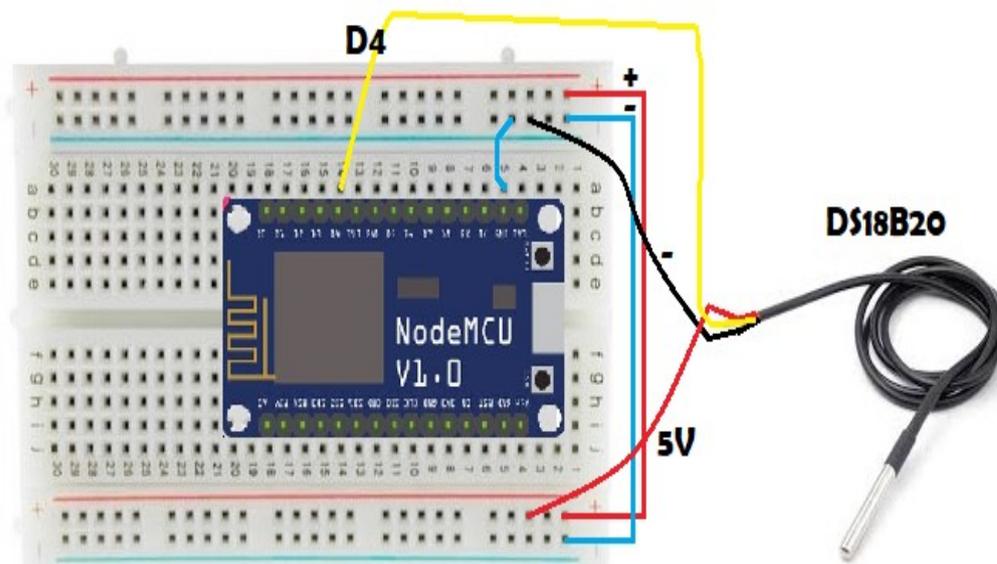
Figura 20 – Montagem e ligação sensor de temperatura destinado as câmaras fria LM35DZ.



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Já na Figura 21, tem-se ilustrada, a ligação do sensor de temperatura DS18B20 utilizado no projeto, tendo este sensor destinado a leitura das carcaças, sendo utilizado a porta digital D4 do NodeMCU 8266.

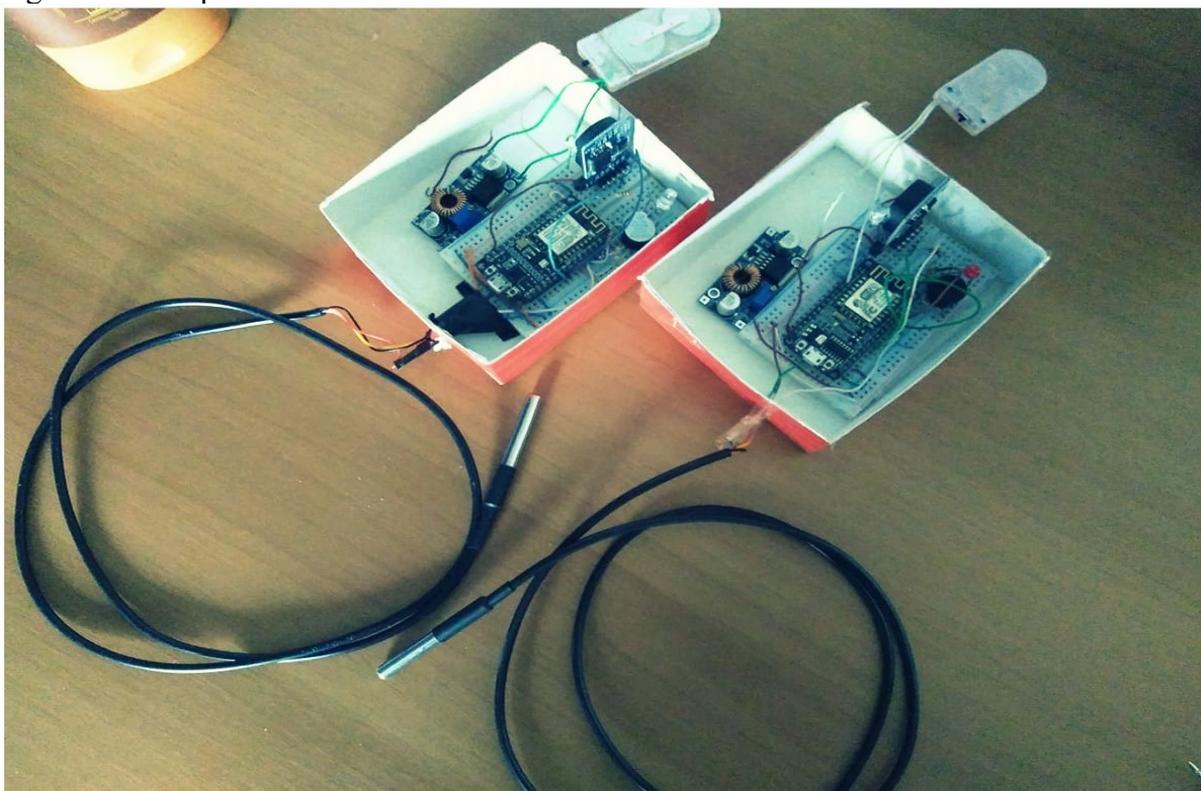
Figura 21 – Montagem e ligação sensor de temperatura destinado as carcaças DS18B20.



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Para tal projeto proposto, foram construídos dois dispositivos embarcados idênticos, com intuito de obter resultados mais eficazes, testando além do funcionamento de cada uma em si, problemas que poderiam acontecer, como conflitos na rede, na comunicação entre cada dispositivo com o servidor. Após todo o dispositivo tendo sido montado, na Figura 22, tem-se ilustrado os dois prontos para os testes.

Figura 22 – Dispositivos embarcados montados.

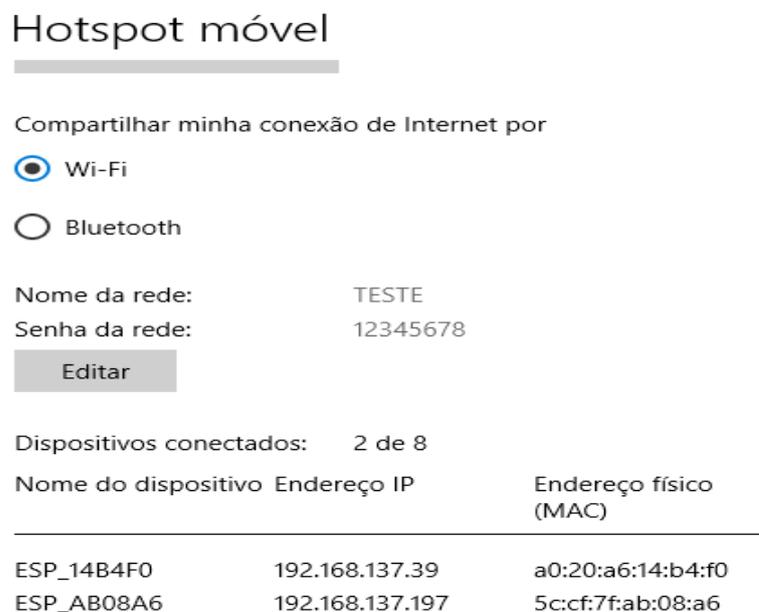


Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

4.5 Funcionamento do servidor

Para teste de funcionamento com os dispositivos do projeto, foi criada uma rede móvel interna, simulando um roteador wireless, o IP da rede foi adquirido via DHCP, sendo adicionado o IP do servidor em cada um dos dispositivos, para que os mesmos possam se comunicar e enviar os dados coletados ao servidor, para serem armazenados no banco de dados. Na Figura 23, é possível a rede interna já em funcionamento, com 2 dispositivos conectados a ela.

Figura 23 – Rede wireless com dispositivos embarcados conectados.



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

É possível observar que cada um dos dispositivos embarcados conectados a rede possui seu IP e seu MAC de identificação única, além de um nome descritivo de identificação. Também nota-se que para esta rede criada destinada a testes, temos um limite de conexão que é de 8 dispositivos.

Ao receber os dados coletados, o servidor efetua uma sequência de protocolos de segurança, como é demonstrado na Figura 24.

Figura 24 – Servidor operando sem ocorrência de erros.

```

Selecionar Node.js command prompt
D:\UNIVATES\TCC\trabalho embarcadas\webserver\www\node-exemplo>node app
NOVA CONEXAO 192.168.0.102 A
ID: <Buffer 4b 45 47 32 6c 41 52 57>
ID PEDINDO CONEXAO:4 B
KEG21ARW C
ESTE DISPOSITIVO ESTA CADASTRADO NO SISTEMA, LIBERADO CONEXÃO! D
CÂMARA QUE O DISPOSITIVO SE ENCONTRA: CAMARA 1 E
>>> 2018-10-12T16:22:54-03:00 ----- 1539372174 F
+++++ DADOS INSERIDOS COM SUCESSO +++++ G
+++++ DADOS INSERIDOS COM SUCESSO +++++
+++++ DADOS INSERIDOS COM SUCESSO +++++
NOVA CONEXAO 192.168.0.102 A
ID: <Buffer 67 42 30 4e 56 30 35 65>
ID PEDINDO CONEXAO:1 B
gB0NV05e C
ESTE DISPOSITIVO ESTA CADASTRADO NO SISTEMA, LIBERADO CONEXÃO! D
CÂMARA QUE O DISPOSITIVO SE ENCONTRA: CAMARA 2 E
>>> 1999-12-31T22:33:28-02:00 ----- 946686808 F
+++++ DADOS INSERIDOS COM SUCESSO +++++
+++++ DADOS INSERIDOS COM SUCESSO +++++ G
+++++ DADOS INSERIDOS COM SUCESSO +++++
NOVA CONEXAO 192.168.0.102
ID: <Buffer 4b 45 47 32 6c 41 52 57>
ID PEDINDO CONEXAO:4
KEG21ARW
ESTE DISPOSITIVO ESTA CADASTRADO NO SISTEMA, LIBERADO CONEXÃO!
CÂMARA QUE O DISPOSITIVO SE ENCONTRA: CAMARA 1
>>> 2018-10-12T16:27:29-03:00 ----- 1539372449
+++++ DADOS INSERIDOS COM SUCESSO +++++ H
NOVA CONEXAO 192.168.0.102
ID: <Buffer 67 42 30 4e 56 30 35 65>
ID PEDINDO CONEXAO:1
gB0NV05e
ESTE DISPOSITIVO ESTA CADASTRADO NO SISTEMA, LIBERADO CONEXÃO!
CÂMARA QUE O DISPOSITIVO SE ENCONTRA: CAMARA 2

```

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Abaixo descrição das operações efetuadas pelo servidor, seguindo por protocolos de segurança:

- A) É aberta uma nova conexão entre o dispositivo embarcado e o servidor.
- B) O servidor recebe a Id de identificação única do dispositivo embarcado que estão pedindo conexão ao servidor.
- C) O servidor recebe também a Id de identificação do dispositivo gerada em formato já codificado em Hashing.
- D) Esta operação é uma verificação de protocolo de segurança para acesso à rede e servidor, evitando que algum dispositivo que não esteja pré-cadastrado no sistema possa se conectar a rede: Resposta do servidor, após, efetuar uma consulta ao banco, identificando a existência de tal dispositivo embarcado de identificação descrita, cadastrado no sistema. Neste caso, houve resposta positiva!

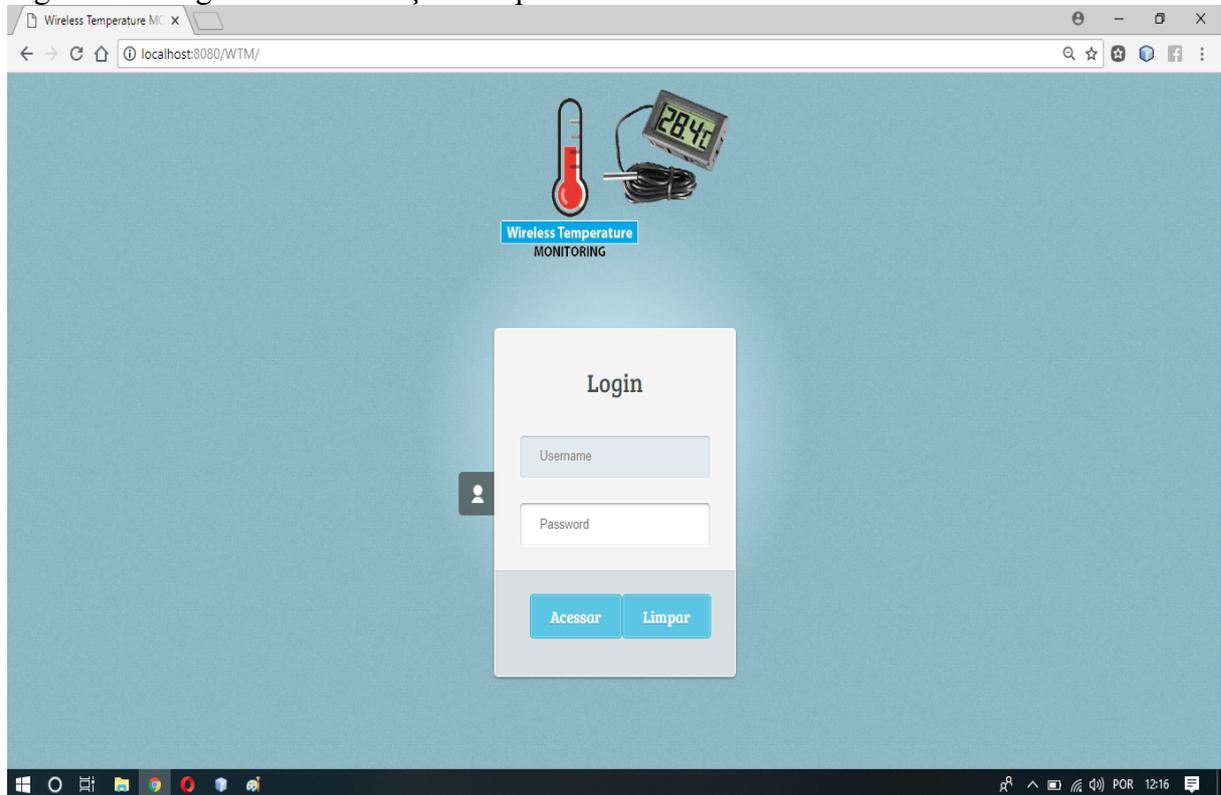
- E) Junto a consulta da existência de tal dispositivo, é colhida a descrição da Câmara onde tal dispositivo está operando, para armazenamento junto aos dados coletados.
- F) Esta operação é uma verificação de protocolo de Segurança dos dados, com intuito de evitar qualquer perda de dados caso ocorra falha na comunicação entre o servidor e o dispositivo embarcado: Data e hora do último registro coletado e armazenado no banco de dados, é efetuada uma consulta buscando tal informação, após, tendo esta informação lida, a mesma é enviada em formato *Timestamp* ao dispositivo, onde o mesmo executa uma verificação em sua memória interna com últimos dados coletados, comparando as datas e horas (também em *Timestamp*), com a recebida pelo servidor, caso a mesma seja inferior às armazenadas na memória do dispositivo, é enviado apenas as superiores ao servidor para armazená-las no banco de dados.
- G) Neste caso foram inseridos com sucesso todos os registros coletados pelo dispositivo embarcado, recebendo o servidor todos os dados coletados e armazenados na memória do dispositivo, para assim, armazená-los no banco de dados.
- H) Neste caso, apenas houve 1 registro com data e hora superior ao último registro armazenado anteriormente no banco de dados.

4.6 Gerenciamento da aplicação WEB

Para obter acesso autenticado na aplicação WEB, o Operador deve estar pré-cadastrado na mesma, como é possível observar na Figura 25, a aplicação WEB disponibiliza uma página de manutenção de Operadores, onde estão disponíveis os seguintes dados: Id do operador, a data em que está sendo cadastrado o operador, nome completo do mesmo, sexo, turno e cargo em que o operador atua na empresa, além da situação em que se encontra o operador, se ainda faz parte do quadro de funcionários da empresa ou não.

A página de manutenção de operadores disponibiliza além do cadastro, a alteração, a exclusão e visualização de operadores já cadastrados.

Figura 25 – Página de manutenção de operadores.



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Estando o operador previamente cadastrado na aplicação web, o mesmo estará disponível na página de manutenção e usuários, para assim, o operador obter um usuário e senha para autenticação no sistema. A Figura 26 ilustra a página de manutenção de usuários, onde está disponível cadastrá-lo, efetuar alteração, exclusão e visualização de usuários do sistema. Cada usuário possui uma *Id* de identificação unitária, um nome de usuário e uma senha. Cada usuário cadastrado, estará vinculado a um operador que deve ser selecionado entre um dos cadastrados na página de manutenção de operadores. Também na página de manutenção de usuário, deve ser marcado a situação do usuário, se o mesmo ainda tem acesso à autenticação no sistema ou não.

Figura 26 – Página de manutenção de usuários.



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Após o usuário já estar cadastrado no sistema, e o mesmo estando autenticado, já terá disponível acesso a todos os cadastros: manutenção de operadores, manutenção de usuários, manutenção de câmara e manutenção de sensores. Também terá acesso a todas as páginas de monitoramento e de relatórios: monitoramento de câmaras frias, monitoramento de carcaças, monitoramento geral e também de relatórios como um todo. Para que a coleta dos dados de cada uma das câmaras seja realizada, deve-se mantê-las previamente cadastrada no sistema, sendo inseridos informações como: Id, a data em que a câmara foi cadastrada no sistema, uma condição para a câmara, se a mesma está ativa em funcionamento ou inoperante.

Também estão disponíveis os campos anotações e descrição, onde o usuário poderá descrever um nome de identificação para cada uma das câmaras e uma dica de localização das mesmas, exemplo: Câmara1, Setor1, Corredor1. Estes campos têm como objetivo facilitar o operador na identificação da posição onde se localiza tal câmara. Na Figura 27, é possível analisar a aplicação já com algumas câmaras previamente cadastradas.

Figura 27 – Página de manutenção de câmaras.

Wireless Temperature M... x
localhost:8080/WTM/mantercamaras.jsp

Cadastros | Manutenções | Relatórios | Sair

Segunda-feira, dia 27 de Agosto de 2018

Manutenção de Câmaras Frias

ID:

Data de Cadastro:

Descrição:

Anotações:

Temperatura Mínima para a Câmara: °C

Temperatura Máxima para a Câmara: °C

Temperatura Mínima para as Carcaças: °C

Temperatura Máxima para as Carcaças: °C

Condição: (x)Ativo ()Inativo

Código	Data Cadastro	Descrição	Anotacoes	Temp.Min.Câmara	Temp.Max.Câmara	Temp.Min.Carcaça	Temp.Max.Carcaça	Condição	Ações
1	2018-07-10	A CAMARA1	B CORREDOR A	C 17	20	18	21	D <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="button" value="Editar"/>
2	2018-08-12	CAMARA2	CORREDOR B	17	20	18	21	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="button" value="Editar"/>
3	2018-08-17	CAMARA3	CORREDOR C	17	20	18	21	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="button" value="Editar"/>

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

A página manutenção de câmaras, ilustrada na Figura 27, disponibiliza a visualização de algumas informações, como:

- A) Descrição: Nomenclatura inserida para identificação única de cada Câmara de refrigeração.
- B) Anotações: Descrição do local onde está localizada tais Câmaras, assim, facilitando sua localização dentro da Empresa.
- C) Temperatura Mínima e Máxima para Câmara e suas Carcaças: esses dados inseridos, seguindo as normas ditadas pela legislação.
- D) Condição: Condiz com a situação de momento de cada uma das Câmaras cadastradas, se a mesma estiver operando ou não.

Os dispositivos embarcados utilizados nas câmaras de refrigeração, são previamente cadastrados na aplicação WEB, através de uma página de manutenção de sensores, como pode ser visto na Figura 28. Cada dispositivo embarcado contém uma Id de identificação única, uma data que foi adquirido tal dispositivo, uma data e hora em que foi instalado e ativado na aplicação, sua situação de momento, se está em operação ou está desativado, e por fim a identificação de qual a câmara de refrigeração o mesmo está instalado. Os dispositivos sensores podem ser cadastrados, visualizados e modificados, não podendo excluí-los devido a manter seu histórico de coletas durante o seu funcionamento.

Figura 28 – Página de manutenção de dispositivos sensores.

Wireless Temperature M... x
localhost:8080/WTM/mantensensores.jsp

Caixas de Registro | Manutenções | Relatórios | Sair

Wireless Temperature MONITORING

Segunda-feira, dia 27 de Agosto de 2018

Manutenção de Sensores

ID:

Data de Aquisição:

Data de Ativação:

Hora de Ativação:

Instalado na Câmara:

Condição: Ativo Inativo

Código	Data Aquisição	Data Ativação	Hora Ativação	Câmara	Condição	Ações
1	A 2018-08-20	B 2018-08-21	10:45:32	C CAMARA1	D <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="button" value="Editar"/>
2	2018-08-22	2018-08-22	13:20:00	CAMARA3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="button" value="Editar"/>
3	2018-08-05	2018-08-10	15:33:21	CAMARA2	<input type="checkbox"/>	<input type="button" value="Editar"/>
4	2018-07-10	2018-07-29	18:00:10	CAMARA4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="button" value="Editar"/>

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Na página manutenção de sensores, ilustrada na Figura 28, é possível visualizar as seguintes informações:

- A) Data Aquisição: Se refere a data que o dispositivo foi previamente cadastrado no sistema.

- B) Data e Hora de Ativação: Descreve o dia e hora em que cada dispositivo foi ativado, colocado em funcionamento.
- C) Câmara: Condiz com a descrição da Câmara onde cada um dos dispositivos está instalado.
- D) Condição: Condiz com a situação de momento de cada um dos dispositivos cadastrados, se o mesmo estiver operando ou não.

Com os dispositivos sensores previamente cadastrados, e já tendo-o instalado e ativo em alguma câmara fria, é possível obter dados de controle e monitoramento de temperatura, e através destes dados, obter relatórios de problemas ocorridos nas temperaturas durante o monitoramento.

4.7 Visualização dos dados coletados

Para o projeto proposto neste trabalho, sempre que ocorra alguma alteração fora dos padrões de temperatura estipulados, a aplicação notifica os operadores, ativando um alerta sonoro e uma sirene de modo que possam evitar que qualquer produto sofra alguma contaminação que possa estragá-lo. Tal funcionalidade é demonstrada na Figura 29, 30 e 31, onde são exibidas algumas dessas notificações.

Figura 29 – Página de monitoramento de carcaças.

N° Registro	Data/Hora	Sensor	Câmara	Temperatura	Status Sensor	Status LED
42	2018-09-16 16:48:12	4	CAMARA 1	23.06	✓	LED ON
41	2018-09-15 16:47:32	4	CAMARA 3	25.06	✓	LED ON
40	2018-09-15 16:46:57	4	CAMARA 1	23.06	✓	LED ON
39	2018-09-15 16:46:37	4	CAMARA 2	23.06	✓	LED ON
38	2018-09-15 16:46:12	4	CAMARA 1	23.06	✓	LED ON

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Na Figura 29, tem-se ilustrado o monitoramento das carcaças dentro das câmaras de refrigeração, onde:

- A) Traz a data e hora da leitura de cada registro coletado pelo dispositivo descrito na coluna Sensor.
- B) Descreve a câmara fria em que o dispositivo está em operação.
- C) Ilustra a temperatura da carcaça registrada pelo sensor posicionado na mesma.
- D) Na coluna Status Sensor, é possível monitorar o estado do dispositivo, se o mesmo está ativado no sistema.
- E) Status LED, é a mais importante informação visualizada mediante aplicação, pois, caso ocorra alguma diversidade nas temperaturas das carcaças que estão sendo mo-

monitoradas, um alerta no formato de sirene acionará, assim, deixando os operadores avisados do acaso.

A página de monitoramento de carcaças traz sempre os últimos 10 registros coletados pelos sensores espalhados nas câmaras frias, e tem atualização na visualização destes registros a cada 15 segundos.

Figura 30 – Página de monitoramento de câmaras frias.

Nº Registro	Data/Hora	Sensor	Câmara	Temperatura	Status Câmara	Status LED
42	2018-09-16 16:48:12	4	CAMARA 1	28.34	OK	User Icon
41	2018-09-15 16:47:32	4	CAMARA 3	26.34	Alert	User Icon
40	2018-09-15 16:46:57	4	CAMARA 1	26.34	OK	User Icon
39	2018-09-15 16:46:37	4	CAMARA 2	26.02	Alert	User Icon
38	2018-09-15 16:46:12	4	CAMARA 1	26.34	OK	User Icon

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Assim como na página de monitoramento de carcaças, na Figura 30, é possível observar o monitoramento de câmaras frias, onde:

A) Traz a data e hora da leitura de cada registro coletado pelo dispositivo descrito na coluna Sensor.

B) Descreve a câmara fria em que o dispositivo está em operação.

- C) Ilustra a temperatura da câmara fria registrada pelo sensor instalado na mesma.
- D) Na coluna Status Câmara, é possível monitorar o estado da câmara, se a mesma está operando ou está parada.
- E) *Status LED*, é a mais importante informação visualizada mediante aplicação, pois, caso ocorra alguma diversidade nas temperaturas das câmaras em operação, um alerta no formato de sirene acionará, assim, deixando os operadores avisados do acaso.

Assim como na página de monitoramento de carcaças, a página de monitoramento de câmaras traz sempre os últimos 10 registros coletados pelos sensores, e tem atualização na visualização destes registros a cada 15 segundos.

Figura 31 – Página de monitoramento geral de câmaras e suas carcaças.

Nº Registro	Data/Hora	Sensor	Câmara	Temperatura	Status Câmara	Status LED
42	2018-09-16 16:48:12	4	CÂMARA 1	28.34	✓	👤
41	2018-09-15 16:47:32	4	CÂMARA 3	26.34	🔴	👤
40	2018-09-15 16:46:57	4	CÂMARA 1	26.34	✓	👤
39	2018-09-15 16:46:37	4	CÂMARA 2	26.02	🔴	👤
38	2018-09-15 16:46:12	4	CÂMARA 1	26.34	✓	👤

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

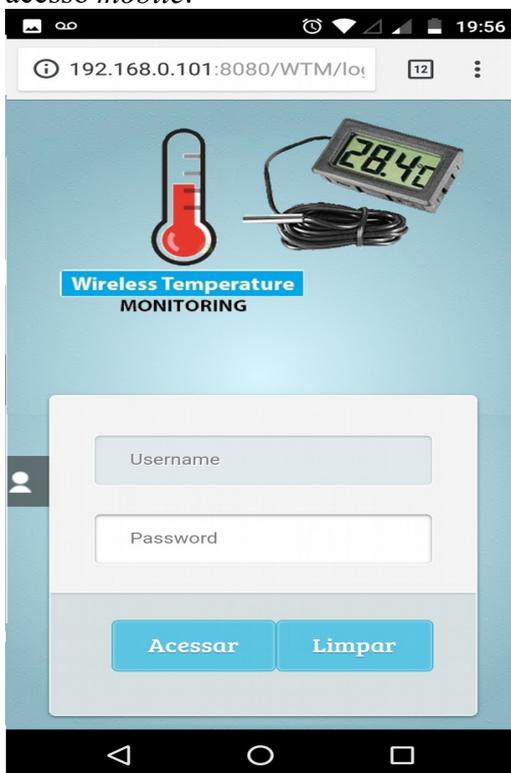
Na página de monitoramento geral, ilustrada na Figura 31, é possível visualizar as seguintes informações:

- A) A data e hora da leitura de cada registro coletado pelo dispositivo descrito na coluna Sensor.
- B) Traz a situação do dispositivo sensor, se o mesmo está operando ou inoperante.
- C) Descreve a câmara fria em que o dispositivo está em operação.
- D) Temperatura da Câmara, disponibiliza o controle da temperatura de cada câmara fria em operação, onde é registrado a temperatura a cada instante de tempo, por dispositivo em funcionamento dentro de cada uma das câmaras frias.
- E) Na coluna Status Câmara, é possível monitorar o estado da câmara, se a mesma está operando ou está parada.
- F) Status LED Câmara, é a mais importante informação visualizada mediante aplicação, pois, caso ocorra alguma diversidade nas temperaturas das câmaras em operação, um alerta no formato de sirene acionará, assim, deixando os operadores avisados do acaso.
- G) Temperatura da Carça, disponibiliza o controle da temperatura de cada carça, onde é registrado a temperatura a cada instante de tempo, por dispositivo posicionado nas carças dentro das câmaras de refrigeração.
- H) Status LED Carça, é a mais importante informação visualizada mediante aplicação, pois, caso ocorra alguma diversidade nas temperaturas das carças que estão sendo monitoradas, um alerta no formato de sirene acionará, assim, deixando os operadores avisados do acaso.
- I) *Buzzer*, nesta página é o diferencial, ele tem a função de alertar emitindo um som de alerta diante da aplicação, deixando o operador ciente de problemas em cada uma das câmaras de refrigeração da empresa, além de ilustrar através de uma imagem a situação de momento.

4.8 Gerenciamento da aplicação Mobile

Estando uma vez autenticado, é possível o gerenciamento total da aplicação também via acesso de qualquer dispositivo móvel, onde o Operador autenticado tem acesso aos cadastros: manutenção de Operadores, manutenção de Usuários, manutenção de Sensores. Também estando o Operador autenticado, estará disponível a visualização e monitoramento das câmaras de refrigeração, de carcaças e da página principal onde é possível monitorar todas as alterações de temperaturas tanto das câmaras frias quanto das carcaças. A página de autenticação via acesso mobile é demonstrada na Figura 32.

Figura 32 – Página de autenticação, via acesso *mobile*.



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Uma das páginas principais da aplicação é a de manutenção de dispositivos sensores, onde são cadastrados todos os dispositivos em funcionamento ou não, a Figura 33, demonstra esta página aberta por um dispositivo móvel, estando bem visível suas opções, informações,

oferecendo ao operador uma maior praticidade de controle de temperatura em qualquer local de alcance da rede interna de sua empresa.

Figura 33 – Página de manutenção de dispositivos sensores, via acesso *mobile*.

Código	Data Aquisição	Data Ativação	Hora Ativação	Câmara	Condição
1	2018-05-21	2018-05-07	19:10:30	CAMARA 1	✓
2	2018-05-10	2018-05-10	11:11:23	CAMARA 3	⚠
4	2018-05-23	2018-05-23	12:12:22	CAMARA 1	✓

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Assim como na página de manutenção de dispositivos sensores, as páginas de monitoramento via acesso mobile, também oferece bastante praticidade de controle das temperaturas, como é possível observar na Figura 34, a página de monitoramento de Câmaras frias, onde as informações são bem claras, e também tem a funcionalidades de alerta sonoro caso haja alterações fora dos padrões estipulados pelas normas descritas na seção 2.7 da revisão bibliográfica.

Figura 34 – Página de monitoramento de câmaras frias, via acesso *mobile*.

N° Registro	Data/Hora	Sensor	Câmara	Temperatura	Status Câmara
42	2018-09-15 16:48:12	4	CAMARA 1	26.34	OK
41	2018-09-15 16:47:32	4	CAMARA 1	26.34	OK
40	2018-09-15 16:46:57	4	CAMARA 1	26.34	OK
39	2018-09-15 16:46:37	4	CAMARA 1	26.02	OK
38	2018-09-15 16:46:12	4	CAMARA 1	26.34	OK

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

O sistema WEB também oferece a geração de alguns relatórios para análise, prevenção e redução de problemas decorrentes por alterações nas temperaturas dos ambientes frigoríficos e suas carcaças.

4.9 Teste com dois dispositivos em operação

Para comprovar o pleno funcionamento do sistema embarcado proposto para este projeto, foi posto em operação os dois dispositivos embarcados desenvolvidos. Por não ter como efetuar os testes em uma câmara de refrigeração, o teste teve que ser executado dentro de uma sala totalmente fechada e isolada, estando a mesma sendo resfriada por um ar-condicionado.

As temperaturas da câmara fria adequada para a perfeita conservação das carcaças estão descritas nas seções 2,7 e 2,8 da revisão bibliográfica, onde a temperatura adequada para

as câmaras de refrigeração deve estar entre -4°C e 0°C , ou seja, em um intervalo de 5°C , e suas carcaças devem ser mantidas a uma temperatura que varia entre -1°C e 1°C , ou seja, em um intervalo de 3°C . Porém, para conseguir simular estas temperaturas, foi utilizado no caso da câmara fria -4°C (18°C) e 0°C (22°C), já para simulação das carcaças -1°C (17°C) e 1°C (19°C).

O teste iniciou, após a sala ser refrigerada por um período de 5 minutos, onde nos primeiros 3 minutos de teste, destinados, apenas a coleta dos dados sem que haja alterações fora dos padrões estipulados nas normas descritas na seção 2.7 e 2.8, tendo passado este período, o próximo teste foi simulado alterações nas temperaturas, com intuito de testar eventuais problemas. Obtendo os seguintes resultados, ilustrados na Figura 35.

Figura 35 – Resultado do teste com mais de um dispositivo.

Monitoramento Geral de Câmaras										
Nº Registro	Data/Hora	Sensor	Status Sensor	Câmara	Temperatura Câmara	Status Câmara	Status LED Câmara	Temperatura Carcaça	Status LED Carcaça	Status Buzzer
33	2018-10-20 12:16:36	1	✔	CÂMARA2	22.1	✔	🔴	19.44	🔴	🔊
31	2018-10-20 12:16:34	2	✔	CÂMARA2	22.1	✔	🔴	19.42	🔴	🔊
30	2018-10-20 12:16:04	1	✔	CÂMARA2	21.36	✔	🔴	19.19	🔴	🔊
11	2018-10-20 12:16:03	2	✔	CÂMARA2	20.8	✔	🔴	18.56	🔴	🔊
10	2018-10-20 12:15:35	2	✔	CÂMARA2	19.75	✔	🔴	18.12	🔴	🔊
9	2018-10-20 12:15:32	1	✔	CÂMARA2	19.86	✔	🔴	18.12	🔴	🔊
7	2018-10-20 12:15:05	2	✔	CÂMARA2	18.11	✔	🔴	17.66	🔴	🔊
8	2018-10-20 12:15:01	1	✔	CÂMARA2	18.22	✔	🔴	17.66	🔴	🔊
6	2018-10-20 12:14:28	1	✔	CÂMARA2	18.21	✔	🔴	18.44	🔴	🔊
5	2018-10-20 12:14:25	2	✔	CÂMARA2	18.33	✔	🔴	18.44	🔴	🔊
4	2018-10-20 12:12:46	1	✔	CÂMARA2	18.45	✔	🔴	18.56	🔴	🔊
3	2018-10-20 12:12:42	2	✔	CÂMARA2	18.49	✔	🔴	18.56	🔴	🔊

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

É possível observar alguns detalhes na Figura 35, como:

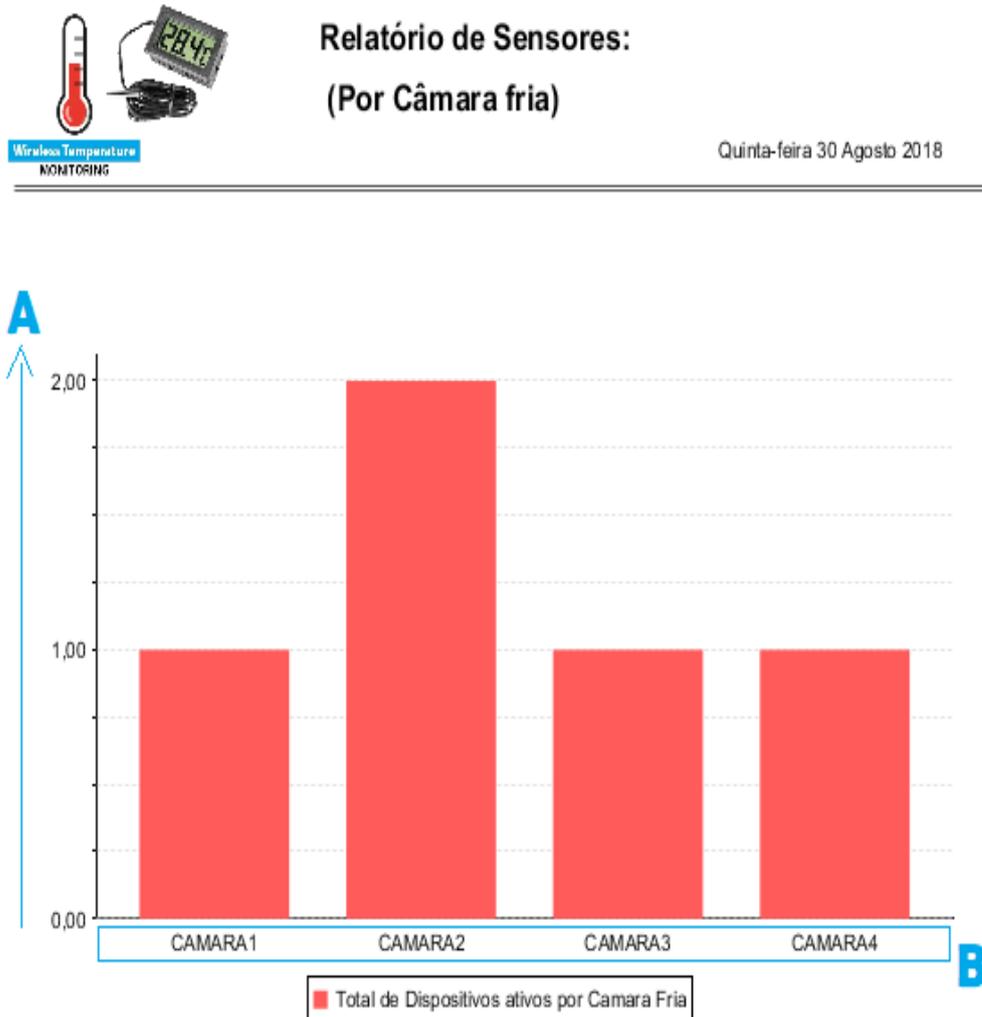
- A) Nestes dados coletados pelos sensores dos dispositivos desenvolvidos no projeto, ao simular falha na refrigeração do ambiente da sala, houve êxito no teste, pois, ocorreu o acionamento dos LEDs e do alarme sonoro do *buzzer*, ao se ter a temperatura fora dos padrões exigidos na legislação.
- B) Para estes dados registrados, também obteve-se êxito no teste, já que não houve acionamento de nenhum LED e do *buzzer*, como também a temperatura da câmara fria e de suas carcaças mantiveram-se nas temperaturas adequadas.

4.10 Relatórios gerais

Um dos relatórios que o sistema oferece, é o Relatório de Sensores onde é possível analisar o número correto de dispositivos de monitoramentos ativos, e em perfeito funcionamento, o mesmo pode ser visto na Figura 36, onde:

- A) A coluna vertical traz o número total de sensores ativos em funcionamento.
- B) A coluna horizontal informa a descrição da câmara onde tais sensores estão operando. Na Câmara 1, Câmara 3 e Câmara 4 temos apenas 1 dispositivo sensor instalado, já na Câmara 2 temos 2 dispositivos sensores em funcionamento.

Figura 36 – Relatório geral de sensores ativos por câmara de refrigeração.



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Outro relatório disponível para o usuário autenticado no sistema, é o relatório de Inconformidades de temperatura das câmaras e suas carcaças. Este relatório é gerado acessando a página ilustrada na Figura 37, onde deve ser informado um período entre datas para geração do mesmo.

Figura 37 – Página para geração do relatório de inconformidades de temperatura.

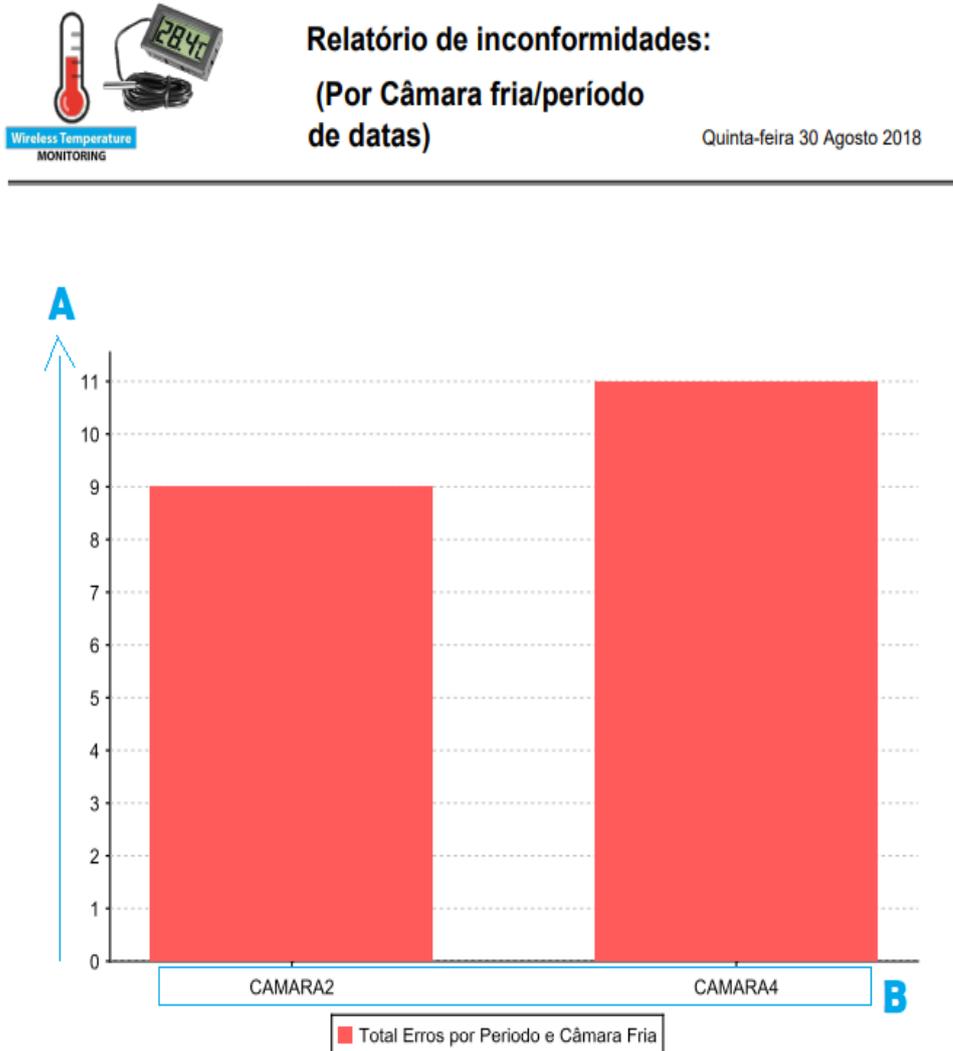


Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Após informar as datas que deseja gerar o relatório, temos na Figura 38, ilustrado um exemplo de relatório gerado, onde:

- A) A coluna vertical indica o número total e dispositivos instalados e que tiveram inconformidades em suas temperaturas, estando estas fora do padrão estipulados nas Normas descritas na seção 2.7 e 2.8 da revisão bibliográfica.
- B) A linha horizontal informa a descrição da câmara onde ocorreu tais inconformidades de temperatura. Na Câmara 2 ocorreu 9 inconformidades de temperatura, enquanto que na Câmara 4, teve uma maior ocorrência, tendo 11 acontecimentos de inconformidade dentro do período analisado.

Figura 38 – Relatório geral de inconformidades por câmara de refrigeração.

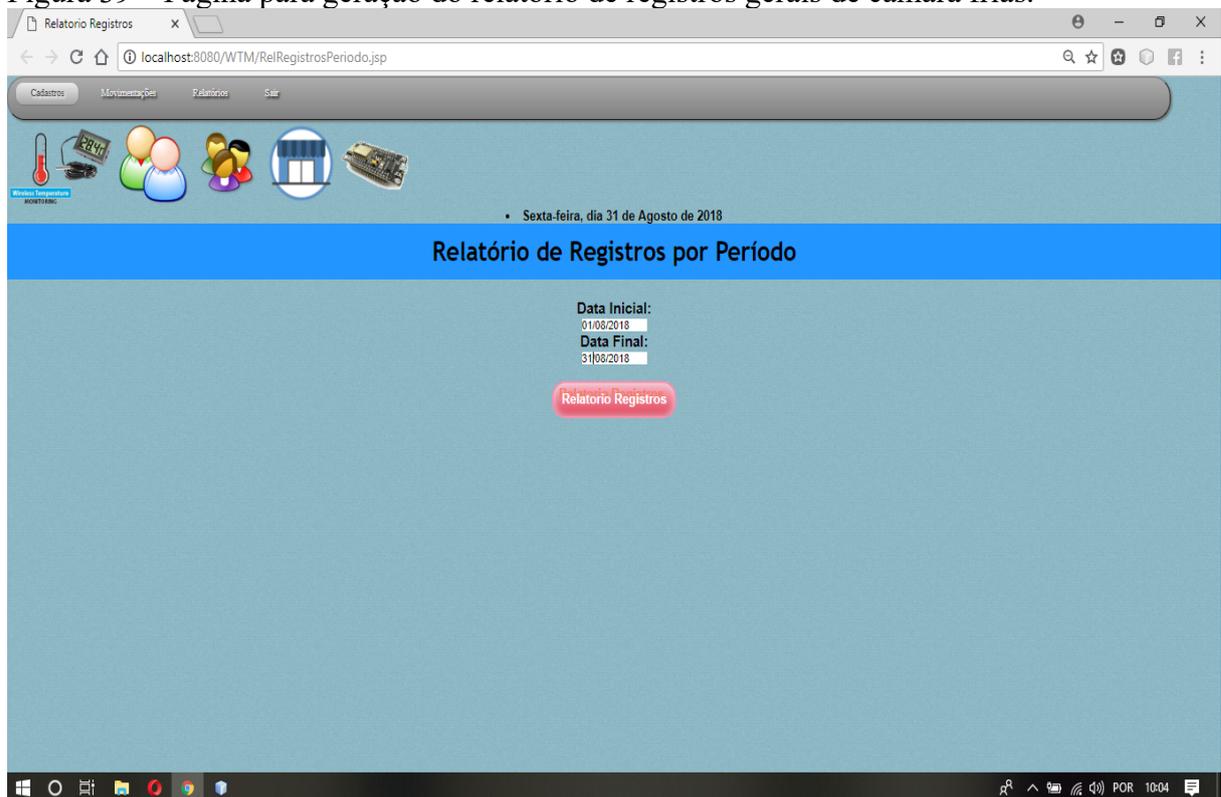


Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Com este relatório é possível analisar de forma mais concreta cada uma das câmaras em funcionamento, podendo qualificá-las de acordo com o número de ocorrências de problemas de temperatura.

Também está disponível relatórios com informações de históricos gerais, como: Registros de todas as Câmaras cadastradas no sistema, onde para gerar tal relatório, basta acessar a página de Relatório de registros por período, conforme demonstrado na Figura 39.

Figura 39 – Página para geração do relatório de registros gerais de câmara frias.



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Nesta página, deve-se preencher as datas em que deseja gerar o relatório e clicar no botão Relatório Registros. Na Figura 40, tem-se ilustrado um relatório gerado com as datas inseridas 01/08/2018 à 31/08/2018.

Figura 40 – Relatório geral de registros por período/câmara fria.



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

O relatório da Figura 40, aglomera uma especificação mais detalhada de cada Câmara de refrigeração, trazendo algumas informações, como: Id de cada uma das Câmaras, a data de cada registro coletado, descrição da câmara, assim como, sua temperatura, e a condição do seu LED, se houve ou não inconformidade em sua temperatura.

4.11 Comentários sobre a utilização do sistema proposto

O sistema desenvolvido também foi avaliado pelo ponto de vista de um operador. No teste, o operador foi instruído da utilização do sistema e dos módulos embarcados e, após, utilizou-se um questionário a fim de verificar as vantagens e desvantagens encontradas na ferramenta. O questionário está disponível no Apêndices A.

Como vantagens do projeto proposto, apontadas pelo operador profissional, citaram-se, em especial, as seguintes:

I. Por serem móveis, e operarem via comunicação Wi-Fi, disponibilizam uma maior facilidade de ser instalados em diversas câmaras.

II. Possibilidade de analisar cada uma das câmaras separadamente, assim, podendo qualificá-las, conforme o comportamento de suas temperaturas coletadas.

III. Informações mais detalhadas de cada uma das Câmaras e suas cargas, pois, coletará os dados de diferentes pontos dentro de cada uma das Câmaras de refrigeração.

IV. Diante da aplicação proposta, será possível analisar cada um dos dados coletados, em um período maior, tendo assim uma média de problemas ocorridos em cada uma das Câmaras ativas e/ou inativas.

V. O monitoramento será mais constante, pois, com os alertas sonoros e visuais que a aplicação traz, os operadores de cada uma das Câmaras serão informados mais rapidamente dos problemas.

VI. O custo de aquisição do dispositivo será consideravelmente menor que os utilizados atualmente, assim como a mão de obra e manutenção.

Como desvantagem, foi apontado pelo operador profissional a necessidade da recarga ou troca da bateria do dispositivo de monitoramento proposto. Como sugestão do que poderia ser melhorado no projeto, o operador destacou que poderia haver uma integração com o supervisório hoje utilizado pela Empresa.

Contudo o profissional, mencionou que o projeto proposto é bem visado e será bem-vindo para quem sabe futuramente ser utilizado pela sua Empresa como ferramenta de estudo de eficiências das Câmaras frias.

5 CONCLUSÃO

Ao final do desenvolvimento do projeto, tanto do servidor quanto os dispositivos embarcados, observou-se a forma como ambos operam em conjunto. Com o experimento, pôde-se observar que ambos atenderam às expectativas propostas neste trabalho. O servidor conseguiu gerenciar de forma eficaz suas funções de armazenamento dos dados, protocolos de segurança e requisições geradas pelo sistema. Já os dispositivos embarcados conseguiram realizar os monitoramentos e coletas dos dados para as quais foram desenvolvidos, considerando-se que seus módulos são carregados dinamicamente, além de ter conseguido interagir com o servidor.

Diante dos testes realizados com os dispositivos embarcados, pode-se perceber que os mesmos oferecem uma funcionalidade que atende os objetivos visados no projeto, onde os dados de temperatura da câmara fria e suas carcaças são coletados pelos sensores de forma correta, sem nenhuma ocorrência de perda de qualquer informação ou falha na comunicação para envio dos dados.

Nas simulações em que houve alterações nas temperaturas fora dos padrões exigidos pelas normas, os componentes do dispositivo embarcado destinados a alertar os operadores entraram em operação no exato momento em que foram programados para operarem, tanto no monitoramento das câmaras de refrigeração quanto das carcaças, demonstrando que o sistema distribuído funciona com plena confiabilidade.

A partir da aplicação WEB desenvolvida, tornou-se possível extrair dados importantes para quantificar o funcionamento das câmaras de refrigeração, onde através de relatórios disponibilizados por ela, tem-se um histórico bem detalhado de cada uma das câmaras e suas cargas, como também, o número exato de dispositivos instalados operando por câmara fria, disponibilizando ao operador um controle maior na tomada de decisão no que diz respeito a problemas de variação de temperatura e/ou falhas de algum dispositivo em operação, podendo reduzir assim, os custos em manutenção e mão de obra, pois, os problemas serão constatados em um menor tempo e poderão ser solucionados com uma eficiência maior.

Através de um questionário e testes expostos a um operador que atua no setor de câmara frigorífica, pode-se concluir que o projeto proposto possui grande viabilidade, sendo considerado pelo técnico de grande eficácia para monitoração das temperaturas das câmaras frias e cargas de sua empresa, garantindo uma qualidade maior ao produto final, além de reduzir a mão de obra e gastos com infraestrutura, tornando flexível a adição de novos sensores, assim como, a substituição dos mesmos no caso de apresentarem problemas.

Durante o desenvolvimento deste trabalho, diante de todos os testes realizados, observou-se alguns pontos em que é possível adquirir melhorias. Tais pontos observados para obter uma evolução do dispositivo são citados abaixo, sendo considerados como propostas para trabalhos futuros:

- I. Para tornar comercializável o produto, sugere-se que seja transferido para uma placa impressa de forma que fique melhor estruturado.
- II. Atualmente a carga da bateria não é monitorada; sugere-se que seja criada uma função que monitore sua carga e emita alertas ao usuário da aplicação.
- III. Como forma de utilização das tecnologias que já existem na empresa, sugere-se integrar o dispositivo de monitoramento ao supervisor de controle de processos da empresa.

REFERÊNCIAS

ALVES, Gustavo F. **O que é um SGBD**. 2013. Disponível em: <<https://dicasdeprogramacao.com.br/o-que-e-um-sgbd/>>. Acesso em: 01 agosto 2018.

ANDRADE, Fernando S.; OLIVEIRA, André S. **Sistemas Embarcados: Hardware e Firmware na Prática**. 1. ed. São Paulo: Editora Érica Ltda, 2006. 316 p.

CARRO, Luigi; WAGNER, Flávio R. **Sistemas Computacionais Embarcados**. 2003. Artigo. Disponível em: <<ftp://ftp.inf.ufrgs.br/pub/flavio/cmp231/jai2003.pdf>>. Acesso em: 13 março 2018.

CHASE, Otávio. **Sistemas Embarcados**. 2007. Artigo. Acesso em: 26 fevereiro 2018.

CISCO. **Cisco visualizations**, 2011. Disponível em <<http://share.cisco.com/internetof-things.html>>. Acesso em: 01 agosto 2018.

COSTA, J. N. P; SANTOS, V. V. M; SILVA, G. R; MOURA, F. M. L; SIQUEIRA, M. G. F. M; GURGEL, C. A. B; MOURA, A. P. B. L. **Condições de armazenamento e acondicionamento de carnes in naturais comercializadas em minimercados**. 2007. Artigo. Disponível em: <<http://www.journals.ufrpe.br/index.php/medicinaveterinaria/article/viewFile/607/486>>. Acesso em: 8 maio 2018.

CUNHA, Alessandro F. O que são sistemas embarcados?. **Saber Eletrônica**, ano 43, ed. 414, jul. 2007. Disponível em: <http://files.comunidades.net/mutcom/ARTIGO_SIST_EMB.pdf>. Acesso em: 8 maio 2018.

FÁVERO, Jerônimo A.; BELLAVER, Claudio. Produção de carne de suínos. In: Congresso brasileiro de ciência e tecnologia de carnes, 2001, São Pedro, SP. **Anais...** São Pedro/SP: ITAL, Instituto de Tecnologia de Alimentos, 2001. Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_arquivos/palestras_q7t2f5k.pdf>. Acesso em: 23 março 2018.

HEUSER, Carlos Alberto. **Projeto de Banco de Dados**. 2015. Artigo. Disponível em: <http://blog.samuelcavalcante.com/itil/Carlos_Alberto_Heuser_-_Projeto_de_Banco_de_Dados.pdf>. Acesso em: 15 março 2018.

JÚNIOR, Carlos D. S. **Desenvolvimento de protótipo de rede de sensores sem fio**. Monografia (Graduação) - Curso de Engenharia de Automação Industrial, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, 2017. Disponível em: <<http://www.eng-automacao.araxa-cefetmg.br/wp-content/uploads/sites/152/2018/01/TCC-CARLOS-APROVADO.pdf>>. Acesso em: 27 março 2018.

JUNIOR, Francisco A. R. **Programação Orientada a Eventos no lado do servidor utilizando Node.js**. 2012. Artigo. Disponível em: <http://infobrasil.inf.br/userfiles/16-S3-3-97136-Programa%C3%A7%C3%A3o%20Orientada_.pdf>. Acesso em: 21 março 2018.

LEITE, Jair C. **Notas de aula de Engenharia de Software**. 2000. Disponível em: <<https://www.dimap.ufrn.br/~jair/ES/c4.html>> Acesso em: 18 Outubro 2018.

MENDES, Leandra. **TCP/IP Protocolos e Tecnologias**. 2002. Livro. Disponível em: <www.rerigueri.com.br/telecomunicacoes/Arquivos/tcpipInternet.doc> Acesso em: 20 março 2018.

MILANI, Fábio R. **Banco de Dados I**. 2010. Apostila. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/doc/37452635/Banco-de-Dados-I-Apostila>>. Acesso em: 16 março 2018.

MOMBACH, Odair J; PEREIRA, Francisco A. R; COSTA, Fernando P. Proposta de um modelo de gestão pela qualidade para uma abatedouro/frigorífico de suínos. **Revista Agrain**, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, 2010. Disponível em: <<http://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/903/667>>. Acesso em: 7 março 2018.

OLIVEIRA, Ricardo R. **Uso do microcontrolador ESP8266 para automação residencial**. 2017. Monografia (Graduação) - Curso de Engenharia de Controle e Automação, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <<http://www.monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10019583.pdf>>. Acesso em: 13 março 2018.

PELOSO, José V. Tratamento pós-abate das carcaças e os desvios de qualidade na transformação músculo-carne em suínos. In: Conferência internacional virtual sobre qualidade de carne suína, 2000, concórdia, sc. **Anais**, Sadia S/A, 2000. Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/anais00cv_peloso_pt.pdf>. Acesso em: 24 março 2018.

PEREIRA, Luiz A. M; CARVALHO, Francine R; BORTOLUCCI, Thatiane; MORAES, Marcelo Henrique. **Redes de Computadores**. 2015. Artigo. Disponível em: <www.pgsskroton.com.br/seer/index.php/rcext/article/download/2308/2208>. Acesso em: 25 março 2018.

REZENDE, Leonardo B; BITENCOURT, Mayra B; GONÇALVES, Renato S. **Tecnologia da informação e rastreabilidade: Relações Sistêmicas dos ambientes e a estrutura de governança do sistema agroindustrial da carne bovina brasileira**. 2006, Belo Horizonte, MG. Artigo. PUC, 2006. Disponível em: <<https://ageconsearch.umn.edu/bitstream/148216/2/697.pdf>>. Acesso em: 5 abril 2018.

CISPOA . Secretaria da agricultura e abastecimento departamento de produção animal coordenadoria de inspeção sanitária dos produtos de origem animal. Apoio aos diálogos setoriais união europeia. **Normas técnicas de instalações e equipamentos para funcionamento de matadouros-frigoríficos de suínos (E JAVALIS)**. Rio Grande do Sul, 2016. Disponível em: <<http://www.agricultura.rs.gov.br/upload/arquivos/201608/25140951-matadouro-frigorifico-de-suinos.pdf>>. Acessado em: 16 março. 2018.

ROCHA, Julio F.; DIAS, Jaime W. **Importância do Banco de Dados nas aplicações**. 2015. Artigo. Universidade Paranaense (UNIPAR), 2015. Disponível em: <http://web.unipar.br/~seinpar/2015/_include/artigos/Julio_Fernandes_Rocha.pdf>. Acesso em: 15 março 2018.

ROÇA, Roberto de Oliveira. **Refrigeração**. 2011. Tese. Disponível em: <<http://www.fca.unesp.br/Home/Instituicao/Departamentos/Gestaoetecnologia/Teses/Roca108.pdf>>. Acesso em: 8 março 2018.

ROSA, Alessandra F; GOMES, Jacinta D. F; MARTELLI, Milena R; SOBRAL, Paulo J. A; LIMA, César G; BALIEIRO, Julio C. C. Características de carcaça de suínos de três linhagens genéticas em diferentes idades ao abate. **Revista Ciência Rural**, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, 2008. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/html/331/33113632035/>>. Acesso em: 23 março 2018.

SCHROEDER, Ricardo; SANTOS, Fernando. **Arquitetura e testes de serviços web de alto desempenho com Node.js e MongoDB**. 2014. Artigo. Disponível em: <http://www.ceavi.u-desc.br/arquivos/id_submenu/787/ricardo_schroeder_versao_final_.pdf>. Acesso em: 21 março 2018.

SILVEIRA, Rayanne M; LEITE, Shigeaki L. **Sistema de Controle de Acesso Baseado na Plataforma NodeMCU**. 2016. Artigo. Disponível em: <<http://sistemas.deinf.ufma.br/anais-jim/artigos/2016/201601.pdf>>. Acesso em: 12 março 2018.

TANENBAUM, Andrew S. **Redes de Computadores**. 2003. 4. ed. Rio de Janeiro: Editora Estúdio Castellani, 2003. 945 p.

TANENBAUM, Andrew S.; STEEN, Maarten Van. **Sistemas Distribuídos: princípios e paradigmas**. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007. 402 p.

THALIN, Patrick. **Power Meter pulse logger with ESP8266 running NodeMCU**. Disponível em: <<http://www.thalin.se/2015/05/power-meter-pulse-logger-with-esp8266.html>>. Acesso em: 10 abril de 2018.

VENTURINI, Katiani S; SARCINELLI, Miryelle F; SILVA, Luís C. **Abate de suínos**. 2007. Boletim Técnico. Disponível em: <http://www.agais.com/telomc/b01407_abate_suinos.pdf>. Acesso em: 9 março 2018.

VICENZI, Alexandre. **NodeMCU: Lua para o ESP8266**. 2016. Artigo. Disponível em: <<https://butecoopopensource.github.io/nodemcu-lua-para-o-esp8266/>>. Acesso em: 17 abril 2018.

WU, Miao; LU, Ting-lie; LING, Fei-Yang; SUN, Ling; DU, Hui-Ying. **Research on the architecture of Internet of things**. 3rd International Conference on Advanced Computer Theory and Engineering (ICACTE). 2010, v.5, p. V5-484 – V5-487.

APÊNDICES

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO

Qual é a sua função dentro da empresa?

1. Qual relação o seu trabalho tem com o projeto?
2. Quais as vantagens que o projeto proposto apresenta?
3. Quais as desvantagens que o projeto proposto apresenta?
4. Qual é a sua opinião geral sobre o projeto proposto?
5. O que você acha que poderia melhorar no projeto proposto?

