

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO ESTADO DO PARÁ
ÁREA DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

Felipe Fernando Barbosa Lobato

OPERAÇÃO DE UM SISTEMA ESPECIALISTA EM
MONITORAMENTO DE DATA CENTER

Belém

2019

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO ESTADO DO PARÁ
ÁREA DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

Felipe Fernando Barbosa Lobato

OPERAÇÃO DE UM SISTEMA ESPECIALISTA EM
MONITORAMENTO DE DATA CENTER

Trabalho de Curso na modalidade Monografia, apresentado como requisito parcial para obtenção do grau em Bacharelado em Ciência da Computação do Centro Universitário do Estado do Pará – CESUPA, sob orientação do Professor Esp. Itamar Brito.

Belém

2019

OPERAÇÃO DE UM SISTEMA ESPECIALISTA EM MONITORAMENTO DE DATA CENTER

Trabalho de Curso apresentado na modalidade Monografia, apresentado como requisito parcial para obtenção do grau em Bacharelado em Ciência da Computação do Centro Universitário do Estado do Pará – CESUPA.

Data da Defesa: 14/Junho/2019

Banca Examinadora:

Prof. Esp. Orientador Itamar Brito - CESUPA

Prof. Esp. Marcos Douglas - CESUPA

Prof. Esp. Polyana Nascimento - CESUPA

**Belém
2019**

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, depois a todas as pessoas envolvidas no meu processo de graduação que estiveram ao meu lado todos esses anos e as pessoas que me ajudaram na elaboração deste trabalho. Agradeço também ao corpo docente da instituição de ensino pelo aprendizado. Em especial dedico esse trabalho a minha avó Ana Celia e a os meus familiares.

Epígrafe

Seja bendito o nome de Deus para todo o sempre, porque são dele a sabedoria e a força. Ele muda os tempos e as estações; ele remove os reis e estabelece os reis; é ele quem dá sabedoria aos sábios e entendimento aos entendidos.

Daniel 2:20-21

RESUMO

Este trabalho tem como principal objetivo descrever a operação de um sistema especialista em monitoramento de Data Center, tendo como ponto de partida seus principais conceitos, inventário dos componentes, montagem da estrutura, métodos e procedimentos utilizados para o desenvolvimento do sistema. Após, mostra-se qual foi a melhor forma escolhida para desenvolver uma única solução que atende todas as exigências do sistema de monitoramento. Mostra-se de forma detalhada diagramas estruturados para compreensão do fluxo do sistema e passo-a-passo da utilização de suas funcionalidades até a exibição do sistema em funcionamento. Tendo como resultado os parâmetros de ambiente como: temperatura, umidade carga da bateria do nobreak, circuito de câmera interno e interação com usuário disparando comandos de entrada e saída como: abrir ou fechar a porta do ambiente.

Palavras-chave: Data Center. Monitoramento. Sistema

ABSTRACT

The main objective of this work is to describe the operation of a specialized system in Data Center monitoring, starting with its main concepts, inventory of components, assembly of the structure, methods and procedures used for the development of the system. Next, it shows you the best way to develop a single solution that meets all the requirements of the monitoring system. Structured diagrams for understanding the flow of the system and step-by-step of the use of its functionalities up to the running system display are shown in detail. Having as a result the ambient parameters such as: temperature, humidity battery charge of the nobreak, internal camera circuit and interaction with user firing input and output commands such as: open or close the door of the environment.

Keywords: Data Center. Monitoring. System

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Ilustração das formas de energia em um sensor.....	13
Figura 2: Ilustração dos sensores mais utilizados para obtenção de dados.	14
Figura 3: Ilustração de uma grande física (Temperatura) de forma analógica.....	14
Figura 4: Ilustração da variação da posição de um objeto.....	15
Figura 5: Ilustração do fluxo de funcionamento do sensor HWg-STE	15
Figura 6: Componente MI0800 - COMMBOX.....	16
Figura 7: Ilustração do fluxo de funcionamento do componente COMMBOX.....	17
Figura 8: Ilustração do Microcontrolador Raspberry Pi 3 modelo B.	18
Figura 9: Ilustração do ambiente de desenvolvimento do RAD STUDIO	19
Figura 10: Ilustração de compilação para múltiplas plataformas	19
Figura 11: Ilustração dos blocos básicos da IoT.....	21
Figura 12: Ilustração do esquema de conexão Arduino com sensor de umidade e temperatura	26
Figura 13 Ilustração do esquema de conexão Raspberry Pi com sensor de umidade e temperatura.	26
Figura 14: Conexão dos componentes no Microcontrolador Raspebery Pi	28
Figura 15: Conexão I/O MIO800	28
Figura 16: Estrutura dos equipamentos e componentes conectados.....	29
Figura 17: Layout do painel principal do sistema de monitoramento	30
Figura 18: Diagramação Geral do Sistema.....	31
Figura 19: Diagrama de Caso de Uso	32
Figura 20: Caso de uso 1 – Acesso e Configuração do sistema	33
Figura 21: Caso de uso 2 – Temperatura e Umidade	34
Figura 22: Caso de uso 3 – Carga da Bateria do Nobreak.....	35
Figura 23: Caso de uso 4 – Câmera Interna.....	36
Figura 24: Caso de uso 5 – Acionar Alarme	37
Figura 25: Caso de uso 6 – Abrir Porta	38
Figura 26: Caso de uso 7 – Carga Elétrica Nobreak.....	39
Figura 27: Diagrama de Sequência do sistema de monitoramento	40
Figura 28: Diagrama de Sequência – Abrir Porta	40
Figura 29: Diagrama de Sequência – Fechar Porta	41
Figura 30: Diagrama de Sequência – Acionar Alarme.....	41
Figura 31: Diagrama de Sequência – Desativar Alarme	42
Figura 32: Tela inicial do sistema de monitoramento	43
Figura 33: Tela de configuração do sistema de monitoramento.....	44
Figura 34: Tela inicial do sistema de monitoramento com perfil cadastrado.....	45
Figura 35: Painel principal do sistema de monitoramento	46
Figura 36: Demonstração temperatura e umidade do ambiente	46
Figura 37: Demonstração parâmetros dos nobreaks.....	47
Figura 38: Área de interação do usuário com o sistema de monitoramento.....	48
Figura 39: Operação do circuito de câmera interno	48

LISTA DE SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

ASHRAE - American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers

CMsys - Coded Monitoring System

BLE - Bluetooth Low Energy

DSL - Digital Subscriber Line

GPIO - General-purpose input/output

HDMI - High-Definition Multimedia Interface

IBM - International Business Machines

IoT - Internet of Things

IP - Internet Protocol

PPPeO - Point-to-Point Protocol over Ethernet

RAM – Random Access Memory

SNMP - Simple Network Management Protocol

TI - Tecnologia da Informação

USB – Universal Serial Bus

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
1.1 OBJETIVOS	12
1.2 OBJETIVO GERAL	12
1.3 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	12
1.4 JUSTIFICATIVA.....	12
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1 SENSORES	13
2.1.1 Sensor Analógico.....	14
2.1.2 Sensor Digital	14
2.1.3 Sensor HWG-STE.....	15
2.2 COMBOX.....	15
2.3 RASPBERRY PI.....	17
2.4 RAD STUDIO	18
2.5 INTERNET DAS COISAS – (IOT)	19
2.6 SISTEMAS ESPECIALISTAS.....	21
3. METODOLOGIA.....	22
4. DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA DE MONITORAMENTO	24
5. DIAGRAMA OPERACIONAL.....	31
6. DIAGRAMA DE CASO DE USO	32
7. DIAGRAMA DE SEQUÊNCIA	40
8. DEMONSTRAÇÃO DO SISTEMA EM OPERAÇÃO	43
9. CONSIDERAÇÕES FINAIS	49
9.1 DIFICULDADES ENCONTRADAS	49
9.2 PROPOSTA DE TRABALHOS FUTUROS.....	49
10. REFERÊNCIAS	50

1. INTRODUÇÃO

Com a evolução tecnológica, o Data Center, a cada dia, se torna mais complexo, exigindo soluções integradas e confiáveis de infraestrutura para garantir a continuidade das operações. Porém, muitas das vezes, as organizações não têm um espaço adequado disponível, pensando nisso surgiu no mercado o Data Center Container, que é um ambiente pré-montado e oferece uma boa solução, destacando-se pela facilidade de instalação e por ser muito prático para locais remotos.

O Data Center é um ambiente desenvolvido para armazenar servidores e outros dispositivos como *switches*, *roteadores* entre outros. Seus equipamentos processam e armazenam as informações da empresa, dando vida aos sistemas e ferramentas digitais que utilizamos diariamente para exercermos nossas atividades. Ele tem como função de proporcionar um ambiente seguro e climatizado para que os equipamentos funcionem em máximo desempenho. Com isso percebe-se que o Data Center é extremamente importante para a área de TI (Tecnologia da Informação).

Diariamente ambientes com essas proporções, estão sujeitos a sofrer perdas súbitas, interrupções, blecautes e superaquecimento causando transtorno para a empresa, diminuindo diretamente seu lucro e afetando sua imagem. No mundo inteiro, gestores de rede e manutenção calculam que mais de 60% das falhas nesse ambiente podem ser atribuídas à energia ou relacionamento de infraestrutura. A confiabilidade no fornecimento de energia e refrigeração tem um papel significativo em aplicações de Data Center (IBM, 2018).

Por este motivo é muito importante acompanhar o comportamento do Data Center através de um sistema especialista em monitoramento, que obtém informações capturadas por sensores em tempo real que são localizados em pontos estratégicos e que permitem ao gestor receber alertas e alarmes decorrente de eventuais incidentes, além de outros parâmetros como: temperatura do ambiente, carga elétrica dos equipamentos e combate a incêndio.

1.1 OBJETIVOS

1.2 OBJETIVO GERAL

Demonstrar a operação de um sistema especialista em monitoramento de Data Center

1.3 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Inventario de equipamentos e componentes
- Diagramar a estrutura operacional
- Descrever a performance da operação em tempo real
- Descrever a interface do painel principal do sistema monitoramento

1.4 JUSTIFICATIVA

Devido ao enorme avanço tecnológico nos últimos anos, as pessoas tiveram uma tendência maior em cogitar a ideia de prevenir situações ao invés de somente remediar os problemas relacionados a tecnologia. Em face disso, vem o advento de criações de sistemas especialistas específicos, que com a proposta vinda da IoT (Internet of Things) de conectar todos os objetos tendo uma interação com o mundo, faz com que a gente tenha uma real noção de qual a necessidade da utilização de sistemas especialistas com o intuito de trazer uma nova característica em relação a formas mais eficazes de prevenção, controle e reserva do ambiente que está sendo analisado.

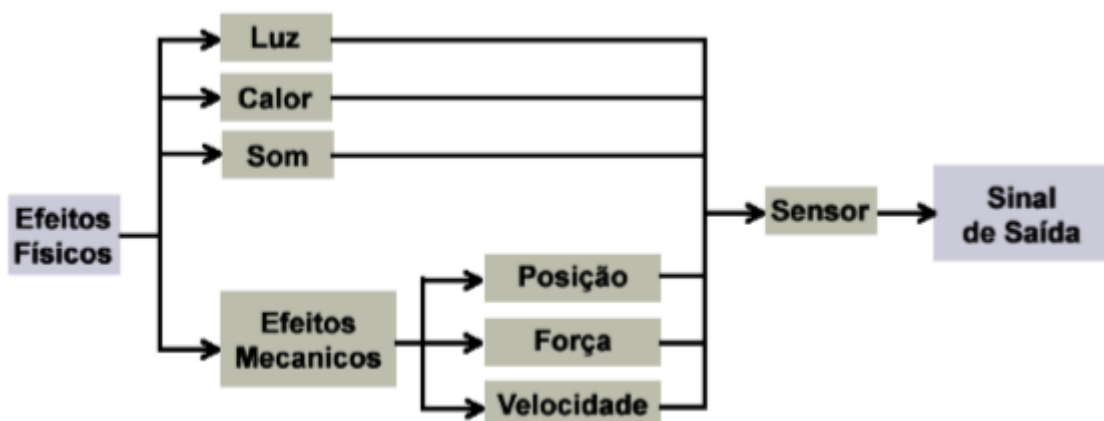
Para uma total disponibilidade do serviço que se propõe, foi desenvolvido um sistema especialista para monitoramento de prevenções de falhas de equipamentos. O “CMsys” (Coded Monitoring System), que foi feito para analisar, monitorar, impedir determinados problemas e verificar se ambiente em algum momento pode se tornar hostil para os equipamentos, garantindo que o Data Center esteja sempre disponível e que seus recursos não tenham nenhum tipo de problema.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 SENSORES

Os sensores têm como característica a recepção de sinais físicos, passando por um processo de conversão transformando em sinais elétricos. De acordo com Daniel Thomazini e Pedro Urbano Braga o conceito de sensores pode ser definido como dispositivos eletrônicos sensíveis a alguma forma de energia do ambiente que pode ser luminosa, térmica, cinética, relacionando informações sobre uma grandeza que precisa ser medida, como: temperatura, pressão, velocidade, corrente, aceleração, posição etc. Normalmente o seu sinal de saída deverá passar por um processo de manipulação antes de sua leitura no sistema de controle que é realizado com um circuito de interface para a produção de um sinal que possa ser lido pelo controlador como pode ser visto na Figura 1.

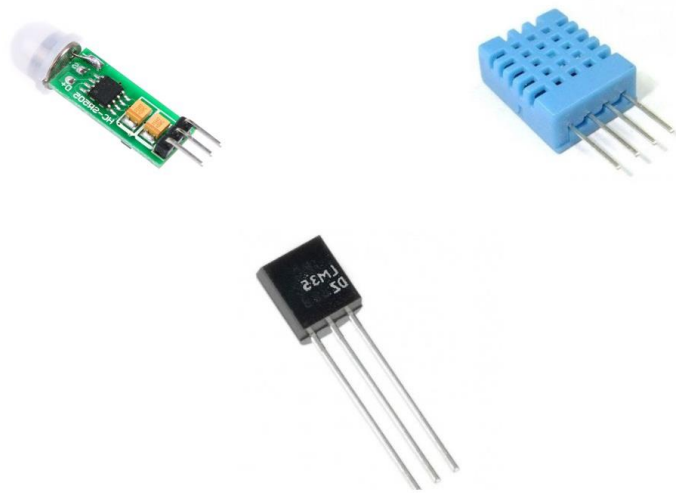
Figura 1: Ilustração das formas de energia em um sensor



Fonte: Sensores Industriais, (THOMAZINI, ALBUQUERQUE,2009)

De acordo com o seu sinal de saída, os sensores podem ser classificados como analógicos ou digitais. Existe uma infinidade de modelos no mercado atualmente, os mais utilizados em Microcontroladores para obtenção de resultados são os DHT11, LM35 e HC-SR505 Figura 2.

Figura 2: Ilustração dos sensores mais utilizados para obtenção de dados.

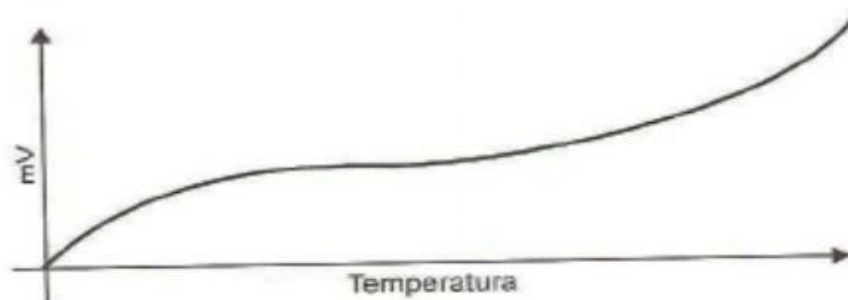


Fonte: autor. (2019)

2.1.1 Sensor Analógico

Os sensores analógicos podem assumir qualquer valor no seu sinal de saída ao longo do tempo, desde que esteja dentro da sua faixa de operação. Algumas das grandezas físicas podem assumir qualquer valor ao longo do tempo são: Pressão, Temperatura, Umidade, Vazão, Força, entre outros. Estas variáveis são mensuradas por elementos sensíveis com circuitos eletrônicos que não utilizam Microcontroladores.

Figura 3: Ilustração de uma grande física (Temperatura) de forma analógica.

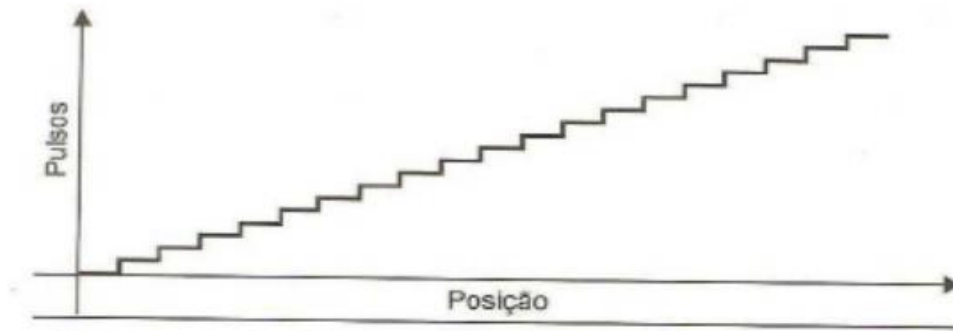


Fonte: Sensores Industriais, (THOMAZINI, ALBUQUERQUE,2009)

2.1.2 Sensor Digital

Os sensores digitais podem assumir apenas dois valores no seu sinal de saída ao longo do tempo, que podem ser interpretados como zero ou um. Não existem naturalmente grandezas físicas que assumem estes valores, mas eles são assim mostrados ao sistema de controle convertido pelo circuito eletrônico do transdutor. É utilizado, por exemplo, em detecção de passagem de objetos, encoders na determinação de distância e velocidade, etc.

Figura 4: Ilustração da variação da posição de um objeto.

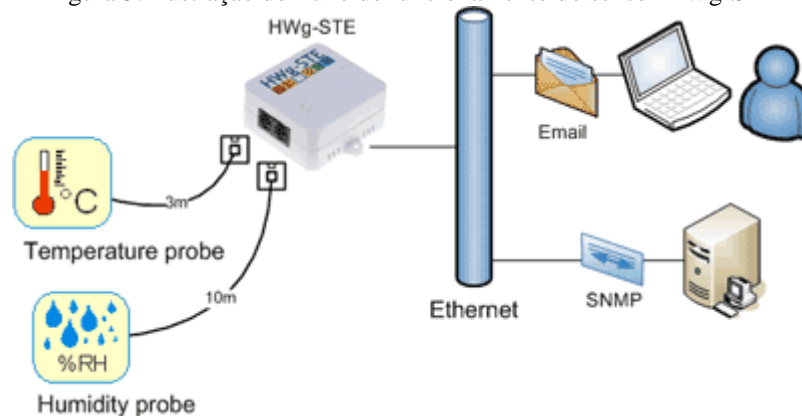


Fonte: Sensores Industriais, (THOMAZINI, ALBUQUERQUE,2009)

2.1.3 Sensor HWG-STE

O HWg-STE é um sensor digital de temperatura e umidade por Ethernet (IP), usando Simple Network Management Protocol (SNMP) pode conectar-se a qualquer sistema de interface web (HWG-STE,2019). Este é o sensor base utilizado no trabalho aqui desenvolvido.

Figura 5: Ilustração do fluxo de funcionamento do sensor HWg-STE



Fonte: Documentação do sensor HWg-STE

2.2 COMBOX

Fundada em 2005, a Commbbox Tecnologia é especializada na fabricação e desenvolvimento de hardware e software para o segmento de segurança eletrônica corporativa. Focada em controle de acesso, alarme e automação, suas soluções são baseadas em tecnologia IP e atendem aos mais variados mercados (COMBOX,2019).

Entre seus componentes de automação existe a linha de módulos Multi I/Os, que foi idealizada para aplicações em projetos de segurança, sendo utilizados no acionamento de cargas

como lâmpadas, portões, sirenes, bem como no monitoramento de sensores em geral. Na Tabela 1 uma demonstração dos modelos disponíveis no mercado.

Tabela 1 – Características dos componentes de automação produzido pela COMMBOX.

	MI0402	MI0400	MI0800	MI02408
Entrada	4	4	8	24
Saídas	2	4	8	8
Consumo máximo (mA)	250	250	550	600
Dimensões (LxAxP-mm)	85x35x70	130x32x82	192x32x82	205x32x102
Peso (g)	250	400	500	650

Fonte: Documentação de Componentes da COMMBOX.

Os componentes da série Multi I/O, são dispositivos dotados de entrada e saídas acessíveis através de rede IP (Ethernet). Todos os pontos de I/O e status do componente são sinalizados através de leds no próprio painel. Os componentes já são integrados com os softwares fornecidos pela própria empresa, mas, podem ser integrados com outros softwares de controle.

O componente utilizado para o desenvolvimento do sistema de monitoramento de Data Center, foi o COOMBOX modelo MI0800, que suporta 8 entradas, 8 saídas, tem um consumo máximo de 550 (mA), tendo como dimensões 192x32x82 (LxAxP-mm) e seu peso de 500 (g) como pode ser visto na Figura 6.

Figura 6: Componente MI0800 - COMMBOX.

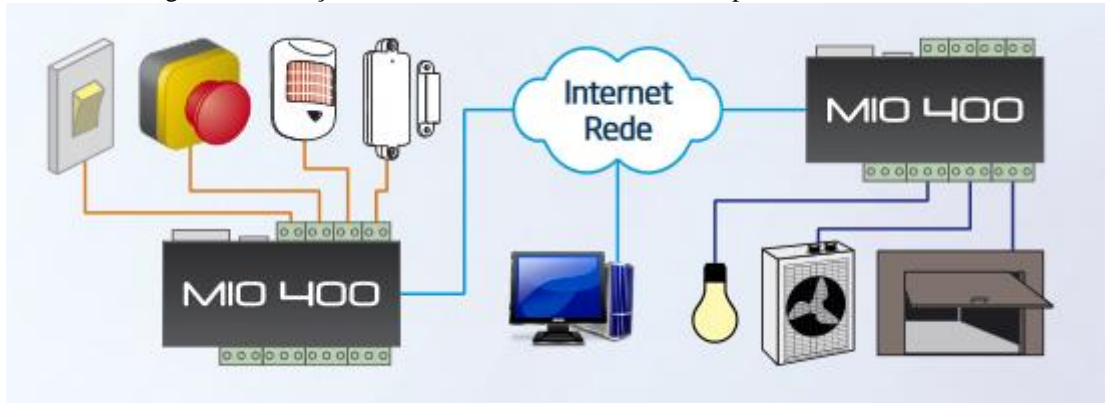


Fonte: Documentação de Componentes da COMMBOX.

A estrutura do componente tem um design simples e gabinete de aço que lhe proporciona uma ótima apresentação e robustez. As aplicações mais típicas que utilizam esses tipos de componentes são: acionamento de iluminação, abertura/fechamento de portões/portas, acionamento de dispositivos de segurança como sirenes, sinalizadores etc. e monitoramento de

sensores em geral. Na Figura 7 a demonstração do fluxo de funcionamento do componente integrado a diversas aplicações.

Figura 7: Ilustração do fluxo de funcionamento do componente COMMBOX.



Fonte: Documentação de Componentes da COMMBOX.

2.3 RASPBERRY PI

Um Microcontrolador com uma unidade de processamento bastante funcional, o Raspberry Pi tem o tamanho de dimensões bem pequena proporcional a um cartão de credito, e bastante funcional fazendo o mesmo papel de um computador pessoal. (RASPBERRY PI FOUNDATION, 2019)

O Raspberry Pi é uma instituição de caridade localizada no Reino Unido, que trabalha para colocar o poder da produção digital nas mãos das pessoas de todo o mundo, para que elas sejam capazes de entender e moldar nosso mundo cada vez mais digital. A instituição fornece micro controladores de baixos custo e alto desempenho, com o intuito de disponibilizar para as pessoas aprender, resolver problemas e se divertir, além disso na instituição existe programas de educação para ajudar as pessoas a aprender sobre computação e como fazer coisas com computadores e treinamento de educadores para orientação para outras pessoas aprender.

A primeira apresentação do Raspberry Pi, aconteceu em agosto de 2011 com uma série de aproximadamente 50 placas. Elas serviam principalmente como uma plataforma para desenvolvedores, para depuração e para fins de demonstração. Originalmente, os designers haviam previsto dois modelos A e B, que diferem principalmente no número de portas USB, na disponibilidade de uma porta Ethernet e evidente mente o preço que varia de 25 a 35 dólares nos Estados Unidos. Atualmente apenas o modelo B está disponível.

Para a construção do nosso sistema de monitoramento de Data Center, foi utilizado o Raspberry Pi 3, modelo B, faz parte da terceira geração do Raspberry Pi. Suas principais especificações são: Quad Core 1.2GHz, 1GB RAM, BCM43438 wireless LAN and Bluetooth Low Energy (BLE) on board, 40-pin extended GPIO, 4 entradas USB, HDMI e entrada para cartão micro SD. Na Figura 8 pode ser visto o modelo completo.

Figura 8: Ilustração do Microcontrolador Raspberry Pi 3 modelo B.



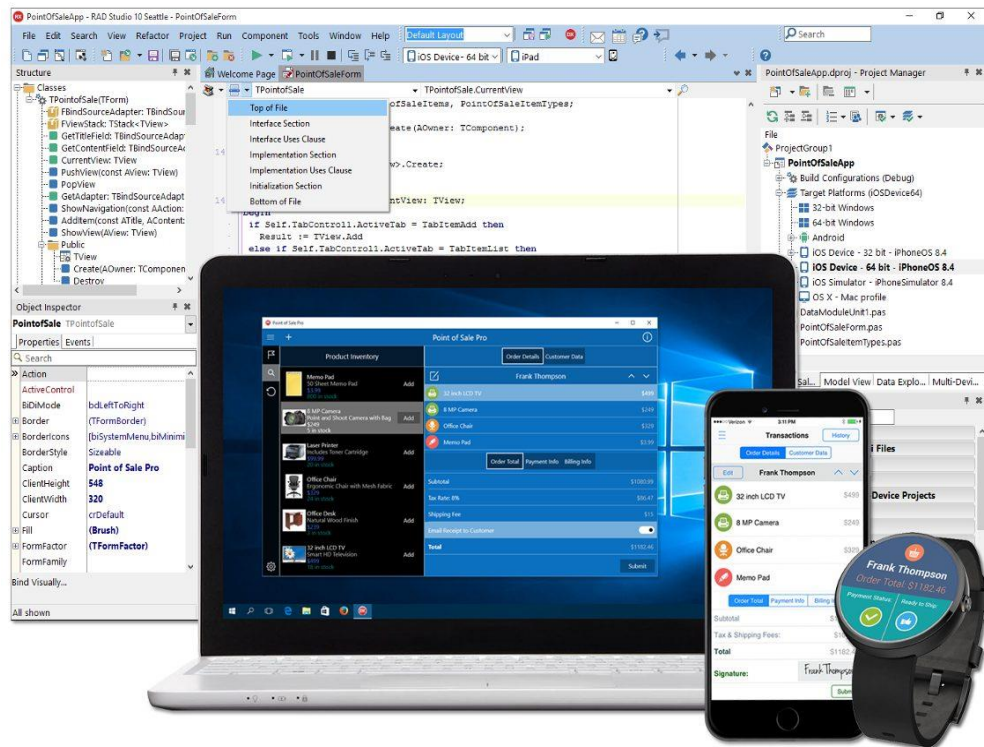
Fonte: Documentação do Raspberry Pi 3 modelo B

2.4 RAD STUDIO

É uma IDE que ajuda desenvolvedores a programarem de forma mais rápida e inteligente por prática de programação orientada a objetos, em conjunto com estruturas sólidas e oferece vários recursos. Como suporte para equipes de desenvolvimentos ágil em todo o mundo, desenvolvedores inteligentes projetam, realizam a fatoração e desenvolvem código mais rapidamente usando o RAD Studio. (EMBARCADEIRO,2019)

Possui diversas classes e interfaces que proporcionam um designer polimórfico, oferece aos desenvolvedores a opção de duas linguagens de programação (Delphi e C ++ aprimorados). Além de oferecer recursos de linguagem de programação genética e assíncrona. Também oferece uma maneira mais rápida e fácil de criar aplicações multiplataformas nativas como Windows, macOS, iOS, Android e Linux.

Figura 9: Ilustração do ambiente de desenvolvimento do RAD STUDIO



Fonte: (RAD STUDIO, 2019)

Figura 10: Ilustração de compilação para múltiplas plataformas



Fonte: (RAD STUDIO, 2019)

2.5 INTERNET DAS COISAS – (IoT)

A Internet das Coisas (Internet of Things (IoT)) surgiu de avanços tecnológicos de várias áreas como sistemas embarcados, microeletrônica, comunicação e sensoriamento. Ao longo da sua evolução, a IoT passou a ser bastante utilizado no setor da indústria, devido os recursos fornecidos, auxiliando de forma geral as atividades dentro desse meio conectando as pessoas com os objetos.

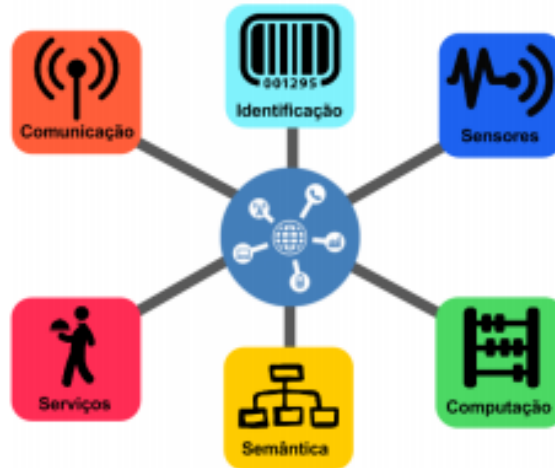
Segundo Zambarda (2014) a ideia de conectar objetos é discutida desde 1991 quando a conexão TCP/IP e a internet, começou a se popularizar. Em 1999, Kevin Ashton do MIT propôs o termo “Internet das Coisas” e dez anos depois escreveu o artigo “A coisa da Internet das Coisas”. Segundo o autor a “Internet das Coisas” se refere a uma revolução tecnológica que tem como objetivo conectar os equipamentos usados no dia a dia à rede mundial de computadores. Por volta de 2005 o termo IoT apresentou uma grande relação com redes de sensores sem fio (Wireless Sensor Networks - WSN). Com isso trouxe um grande avanço na automação residencial e industrial, utilizando diferentes técnicas para explorar limitações dos dispositivos. Ao longo do tempo por volta de 2010 a 2012 o termo internet das coisas ganhou bastante popularidade. Na mesma época foi previsto que a IoT levaria entre cinco a dez anos para ser totalmente adotada pelo mercado, hoje é vivenciado a utilização dessa tecnologia no âmbito acadêmico e industrial.

Existe um princípio básico para a construção da IoT que é formado por seis blocos: identificação, sensores/atuadores, comunicação, computação, serviços e semântica.

- **Identificação:** É um dos blocos mais importantes, tendo como a função primordial de identificar os objetos unicamente para conectá-los à Internet. Tendo como exemplos tecnologias como RFID, NFC e endereçamento de IP que podem ser utilizados para identificar os objetos.
- **Sensores/Atuadores:** Sensores coletam informações em tempo real com base onde o objeto se encontra e envia para um data warehouse ou centro de armazenamento. Atuadores podem manipular o ambiente ou reagir de acordo com os dados lidos.
- **Comunicação:** Trata-se das técnicas utilizadas para conectar os objetos. As tecnologias mais comuns utilizadas são WiFi, Bluetooth, RFID e IEEE 802.
- **Computação:** Unidades de processamentos como micro-controladores, e processadores, responsáveis por executar a lógica dos objetos inteligentes.
- **Serviços:** Os serviços que mais se destaca na IoT são os Serviços de Identificação, responsáveis por mapear Entidades Físicas (EF) em Entidades Virtuais (EV), como por exemplo temperatura e umidade de um local físico, coordenadas geográfica do sensor; Serviço de Agregação de Dados que coletam e resumizam dados obtidos dos objetos inteligentes; Serviços de Colaboração e Inteligência que agem sobre os serviços da agregação de dados para tomar decisão e reagir de acordo com cenário determinado.

- **Semântica:** Refere-se à habilidade de extração de conhecimento dos objetos na IoT, tratando-se da descoberta do conhecimento e eficiência dos recursos existente na IoT.

Figura 11: Ilustração dos blocos básicos da IoT.



Fonte: Internet das Coisas: Teoria e prática

2.6 SISTEMAS ESPECIALISTAS

Os Sistemas Especialistas são caracterizados como programas computacionais que simulam a capacidade de especialistas humanos na resolução de problemas em determinadas áreas de conhecimento específicas, por meio de inferência lógica utilizando fatos e regras. O especialista humano fornece o conhecimento de como serão inseridas as informações e como devem ser processadas para determinadas saídas. Os especialistas em Inteligência Artificial, com base nessas informações, implementam o conhecimento em programas, sempre com a supervisão analítica do especialista (FERNANDES, 2005; LUGER, 2004; REZENDE, 2005).

A finalidade básica de um Sistema Especialista é simular o comportamento de um especialista em uma determinada área de conhecimento e elaborar respostas como se fosse um especialista humano (FERNANDES, 2005).

3. METODOLOGIA

Para a construção deste trabalho a metodologia foi baseada em uma pesquisa descritiva sobre o tema e adota uma abordagem dupla. De um lado o objetivo e descrever características e funções dos elementos e componentes utilizado para o objetivo proposto, de outro a descrição da operação do sistema especialista quando instalado para cumprir a finalidade que foi proposto.

A descrição do inventario da estrutura operacional do sistema, está de forma detalhada no capítulo 2, destacando seus conceitos e suas principais funcionalidades. O trabalho apresenta de forma clara o funcionamento do sistema com a demonstração dos diagramas operacionais que são:

- Diagrama de caso de uso.
- Diagrama de Sequência
- Diagrama Operacional

Com o sistema em funcionamento, foi feito uma análise de performance de sua operação, capturando os dados parametrizados em tempo real. Enquanto ao layout do sistema, o trabalho descreve a funcionalidade de cada item.

A plataforma de monitoramento foi construída com base no Microcontrolador Raspberry Pi que se conecta de forma dinâmica com os outros componentes, formando a estrutura que processa informações de entrada e saída e tempo real do Data Center. O sensor HWG-STE, que é responsável por interceptar a temperatura e umidade, o sensor que captura a carga do nobreak e as câmeras de circuito de segurança são conectados via Ethernet (IP).

O COMBOX é um elemento importante para o desenvolvimento do projeto, conectado com o Raspberry Pi tem como função emitir reles de entrada e saída, que possibilita emissões de comandos para o sistema, como envio de e-mails relatando estados críticos do ambiente, disparo do alarme de incêndio e abertura da porta do Data Center.

As informações de entrada e saída podem ser classificadas como indicadores normais e indicadores críticos. Os componentes externos que através do COMBOX e capaz de tratar essas informações dentro da aplicação iniciando ou encerrando um determinado evento.

- Indicadores Normais: Trata-se de ocorrência de eventos comuns no ambiente, como exemplo temos: Abertura de portas e acionamento do sistema de refrigeração.
- Indicadores Críticos: Quando à uma falha no ambiente, é automaticamente enviado um evento que é responsável pelo envio de e-mail de alerta. Isso pode ocorrer quando a temperatura e a umidade do ambiente estão acima do normal.

4. DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA DE MONITORAMENTO

A ideia do sistema surgiu a partir de um problema técnico em um Data Center de uma empresa X, que por conta de uma má instalação, um dos componentes chegou a colapso de superaquecimento gerando fumaça, onde ocasionou o acionamento do alarme de incêndio. Com isso foi necessário desligar os servidores para regulamentar a situação, porém a empresa trabalha operando máquinas de produção 24/7 que necessitam dos sistemas que são executados nos servidores. Ou seja, com a parada de operação do Data Center o processo de produção é interrompido. Logo houve a necessidade de construir um Data Center secundário que reproduz as mesmas informações do principal, como se fosse um espelhamento, gerando um cenário produtivo sem interrupção de produção.

Para a instalação desse Data Center secundário, fizemos uma pesquisa no mercado e chegamos à conclusão que seria mais custo benefício para a empresa fazer uma adaptação de um Data Center container, que oferece uma boa solução pela sua facilidade de instalação e por ser muito prático para locais remotos. O Data Center container é um ambiente pré-fabricado e pré-montado, é bastante prático para demandas reduzidas, e temporárias. (ACESSO-TI, 2019). Além de custo benefício por baixo investimento para iniciar suas operações, tem como características, baixo consumo de energia para refrigeração, rápida implementação, configurações flexíveis e facilidade de expansão.

Com o andamento do processo de instalação do Data Center secundário chegaram ao ponto de que, se em um determinado momento fosse necessário parar os dois Data Center, iríamos chegar ao mesmo problema de parada de produção. Foi aí então que houve a necessidade de fazer a implantação de um sistema de monitoramento para prevenir essas possíveis paradas. No mercado existe várias empresas que disponibiliza software com essa solução, no entanto nenhuma atendia a necessidade da empresa, que pela a análise do cenário, exigia uma única solução que gerenciasse várias variáveis do ambiente em tempo real e reportasse por meio de envio de e-mail. Como não foi encontrado no mercado uma solução que atendesse essas exigências, desenvolvemos uma solução personalizada própria para a empresa.

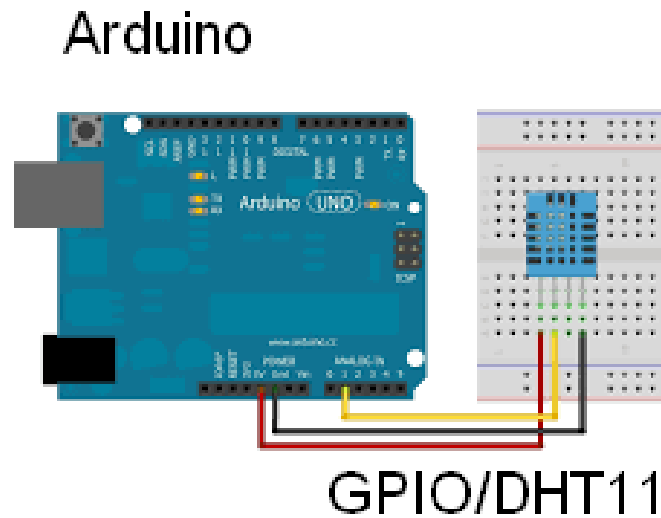
Para início do desenvolvimento dessa solução, fizemos um levantamento de requisito apontando os principais pontos e definindo as variáveis de ambiente que podem causar falhas no sistema prejudicando o Data Center, logo esse monitoramento será feito somente no Data Center secundário:

- Umidade e temperatura
- Superaquecimento
- Incêndio
- Danificação nos equipamentos
- Problema com água nos sistemas de refrigeração causando curto nos circuitos dos equipamentos.
- Falta de energia.
- Prevenção de acesso não autorizado.

Após essa definição, foi estipulado que seria necessário o acompanhamento das variáveis de forma que pudéssemos gerenciá-las em um painel que fosse acessado de qualquer dispositivo que estivesse conectado na rede interna. Em seguida foi feita uma pesquisa no mercado para encontrar um equipamento que pudesse auxiliar da melhor forma a desenvolver essa solução, de imediato encontramos dois equipamentos o Arduino e o Raspeberry Pi.

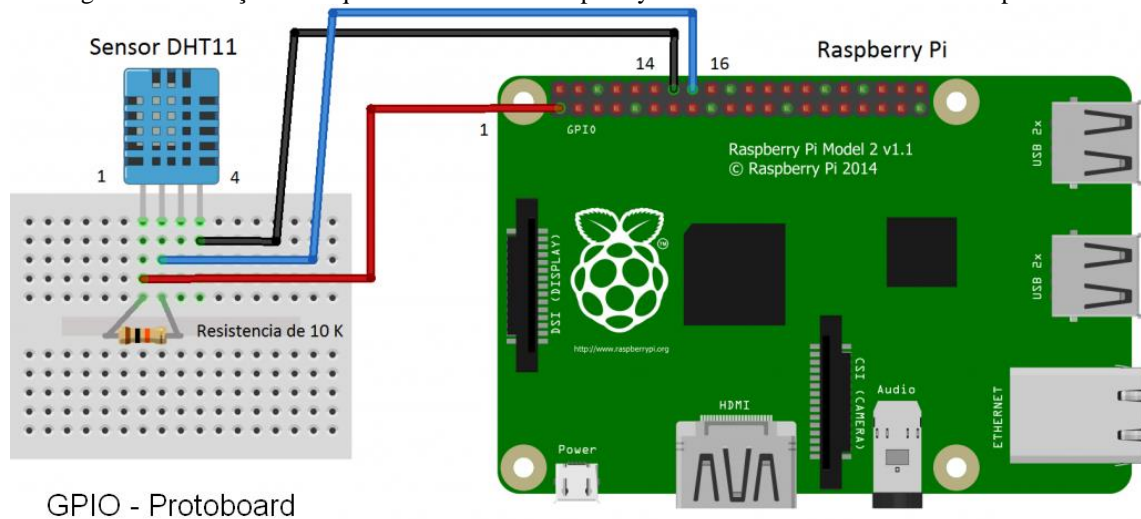
O Arduino é uma plataforma open-source de prototipagem eletrônica com hardware e software flexíveis e fáceis de usar, destinada a qualquer pessoa interessada em criar objetos ou ambientes interativos. (Arduino,2019). Porém o Arduino não disponibiliza um sistema operacional que pudesse ser compatível em proporcionar interação com o usuário. Por outro lado, o Raspeberry pi além de ser compatível com alguns sistemas operacional como Linux, Windows e Android, apresenta uma alta performance, baixo custo e suporta interação com sensores por meio de um recurso de pinos de conexões GPIO (General-purpose input/outoput). Com isso foi definido que o equipamento de auxilio no desenvolvimento da solução será o Raspeberry Pi.

Figura 12: Ilustração do esquema de conexão Arduino com sensor de umidade e temperatura



Fonte: Arduino, (FILIFELOP,2019)

Figura 13 Ilustração do esquema de conexão Raspberry Pi com sensor de umidade e temperatura.



Fonte: Raspberry Pi, (INTERNET DE LAS COSAS,2019)

Na configuração do equipamento, primeiramente fizemos a instalação do sistema operacional Linux, por ser um sistema operacional que apresenta tela de layout de interação com o usuário. Após essa instalação, chegamos ao passo de conexão dos sensores definidos para capturar as variáveis de ambiente em tempo real. Com o início das conexões foi identificado que mesmo com o sistema operacional Linux, alguns sensores apresentavam sua própria linguagem de interação, o que dificultaria em desenvolver uma única solução, além de

que os sensores conectados nas placas de GPIO não apresentavam dados precisos e com variações de energia acabava sendo danificado.

Os resultados obtidos até então, fez com que procurássemos equipamentos que apresentassem soluções mais robustas e com mais precisão em termos de sensores. A partir disso abandonamos a estrutura de GPIO e adotamos a estrutura de PPPeO (Point-to-Point Protocol over Ethernet). Que se refere a um protocolo de rede para conexões de usuários que trabalha com tecnologia Ethernet, utilizada para ligar uma placa de rede a um ou vários usuários em uma rede LAN através de uma linha DSL (CANALTEC,2019). Com essa estrutura conseguimos integrar o componente MIO800 da fabricante COMBOX, que por natureza já é capaz de proporcionar uma estrutura de ótima apresentação e bastante robusta. Como citado no capítulo 2 o MIO800 é um componente da série Multi I/O, que adota entrada e saídas acessíveis através de rede IP (Ethernet). A partir dessa integração, as variáveis de ambiente passaram a responder resultados com mais precisão e sem causar danificação. Porém optamos por usar um sensor que encontramos no mercado que disponibilizava informações mais exatas e sua estrutura totalmente robusta, o sensor HWG-STE que foi citado no capítulo 2, é um dispositivo com suporte a SNMP (Simple Network Management Protocol), designados especificamente para medições de temperatura e umidade de ambiente, com a opção de conexão à internet via Ethernet e disponibiliza outras configurações de interação como programação de envio de e-mails caso o intervalo permitido de valores seja excedido (HWG-STE – HW-Group, 2019).

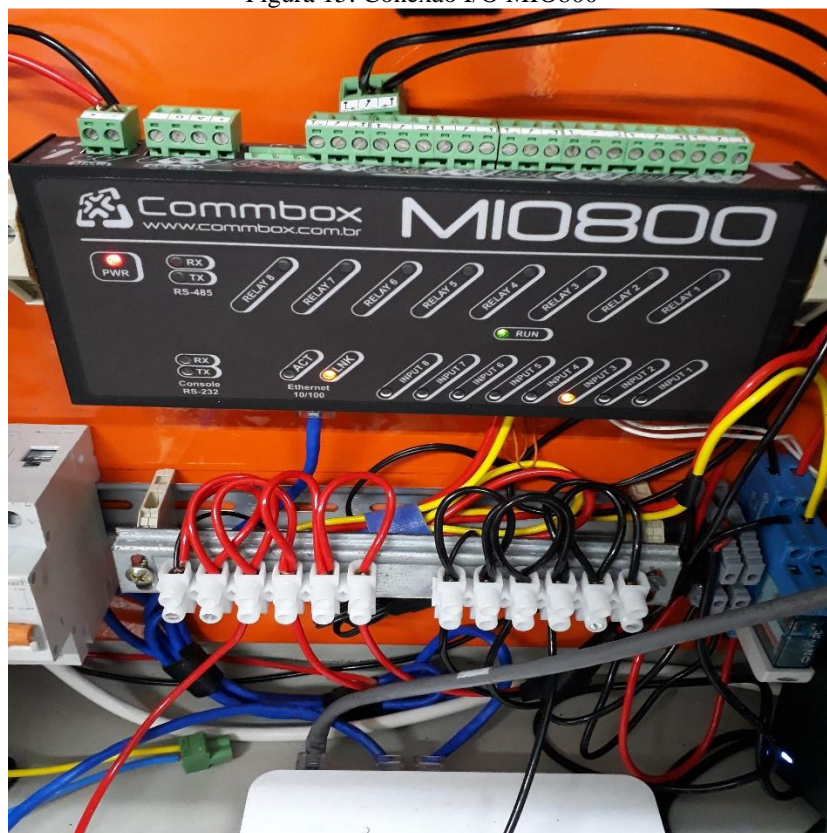
Na Figura 14 Está a representação do resultado final da montagem de todos os equipamentos e componentes integrados, para a utilização do sistema de monitoramento de Data Center

Figura 14: Conexão dos componentes no Microcontrolador Raspebery Pi



Fonte: Estrutura montada, (Autor,2019)

Figura 15: Conexão I/O MIO800



Fonte: Estrutura montada, (Autor,2019)

Figura 16: Estrutura dos equipamentos e componentes conectados



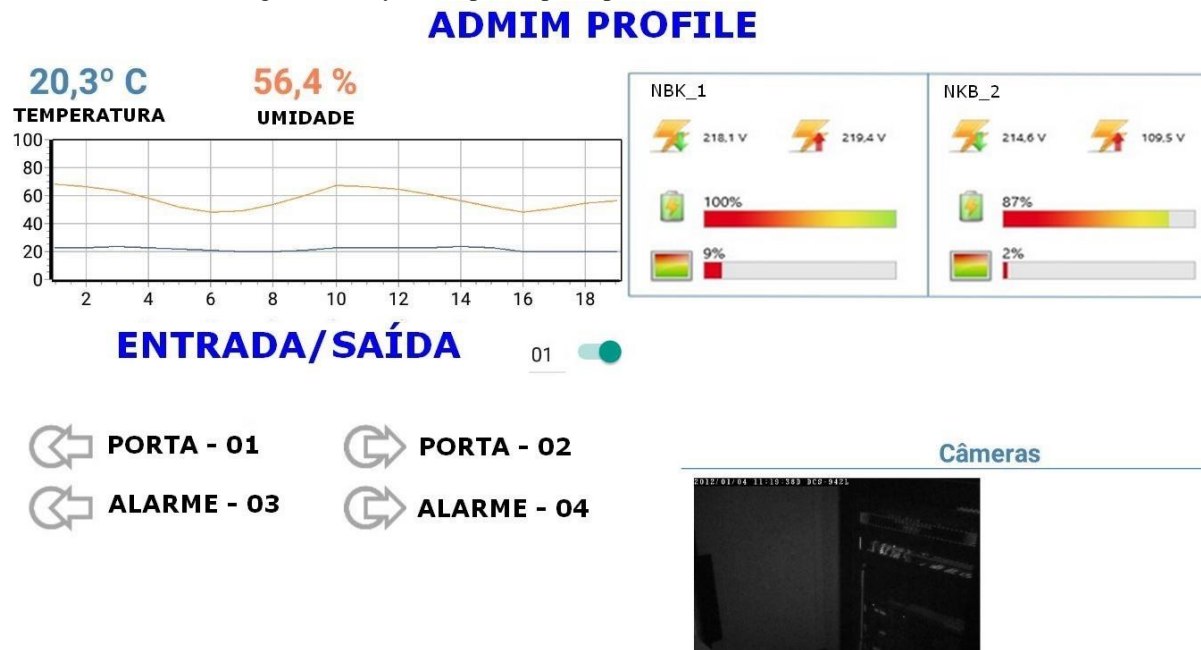
Fonte: Estrutura montada, (Autor,2019)

Com a estrutura de hardware pronta, o próximo passo, é o desenvolvimento de uma aplicação que faça a exibição de todas as variáveis de ambiente em um painel com interação do usuário. Primeiramente desenvolvemos um programa na linguagem Python, que tinha como funcionalidade concatenar as informações obtida da nossa estrutura de hardware construída a partir dos sensores e exibir para o usuário ter a possibilidade de gerenciamento e monitoramento. Porém essa solução apresentava um impedimento, pois o programa não suportava exibição de imagens como câmera interna do ambiente e de gráficos para medição do grau de umidade e temperatura do ambiente.

Para atender todos esses parâmetros desenvolvemos um a aplicação utilizando a ferramenta RAD STUDIO. Como foi citado no capítulo 2, é uma IDE que ajuda a desenvolver aplicações de forma mais rápida e inteligente por pratica de programação orientada a objetos. Possui diversas classes e interfaces que proporcionam um designer polimórfico, oferece aos desenvolvedores a opção de duas linguagens de programação (Delphi e C++). Além de oferecer os recursos de programação genética e assíncrona, também oferece uma maneira mais rápida e fácil de criar aplicações multiplataformas nativas como Windows, macOS, iOS, Android e Linux. (EMBARCADEIRO,2018). Nesse caso foi utilizado o Delphi para o desenvolvimento e a compilação da aplicação foi feita para plataforma nativa Android.

O sistema operacional Android foi escolhido, pois em geral os usuários utilizam essa tecnologia em grande maioria, além de que é um sistema mais fácil de manipular e disponibiliza bastante recurso que possibilita desenvolver uma única solução. Com isso foi feita a instalação do sistema operacional Android no Microcontrolador Raspberry Pi, a partir disso a aplicação que foi gerada na ferramenta RAD STUDIO, passou a ser executada diretamente no Microcontrolador, dando vida ao sistema de monitoramento de Data Center.

Figura 17: Layout do painel principal do sistema de monitoramento

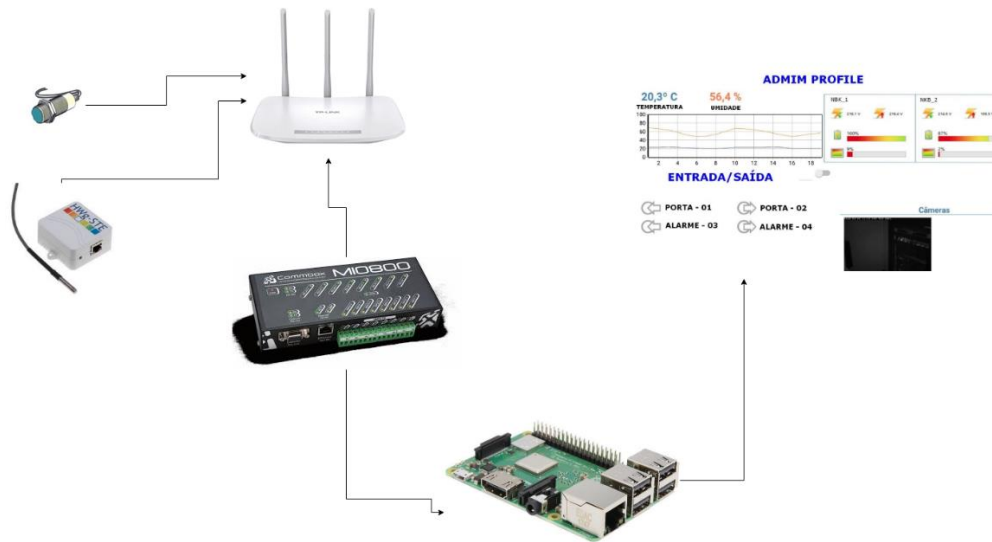


Fonte: Elaboração do autor. (2019)

5. DIAGRAMA OPERACIONAL

Na Figura 18 é possível visualizar uma representação da diagramação geral do sistema de monitoramento, que mostra passo a passo o fluxo de entrada e saída do mesmo.

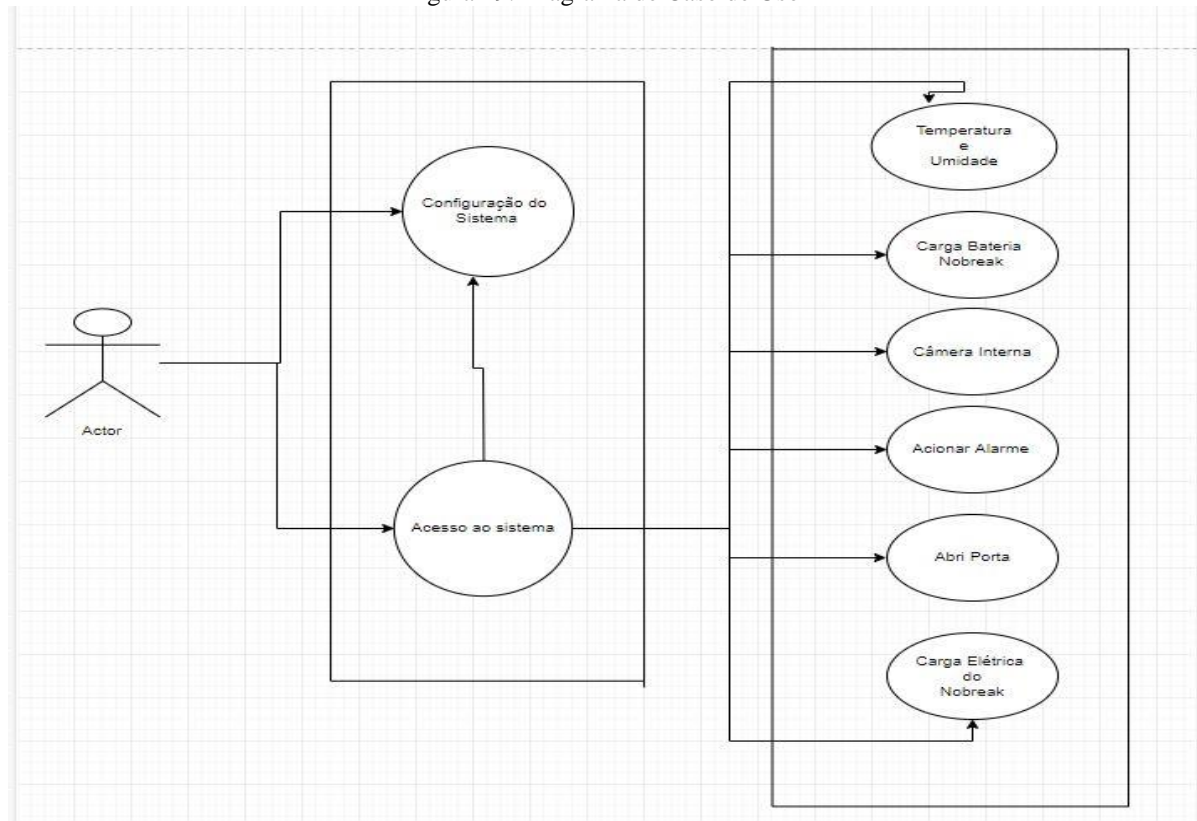
Figura 18: Diagramação Geral do Sistema



Fonte: Elaboração do autor. (2019)

6. DIAGRAMA DE CASO DE USO

Figura 19: Diagrama de Caso de Uso



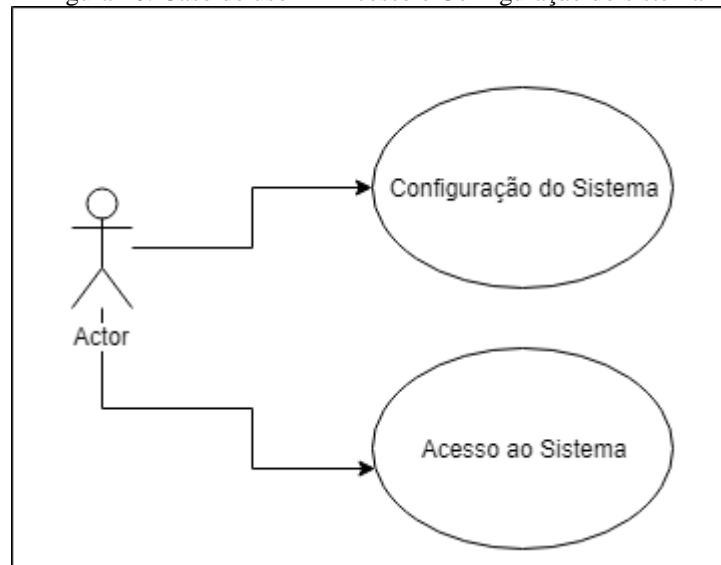
Fonte: Elaboração do autor. (2019)

6.1 ESPECIFICAÇÃO DO CASO DE USO.

Neste capítulo, será apresentado as especificações de caso de uso, onde é destacada a ação do usuário sobre o sistema.

6.1.1 ACESSO E CONFIGURAÇÃO DO SISTEMA

Figura 20: Caso de uso 1 – Acesso e Configuração do sistema



Fonte: Elaboração do autor. (2019)

1. Finalidade/Objetivo:

- Permitir ao usuário a acessar o sistema e configurar os parâmetros dos componentes integrados.

2. Ator:

- Usuário

3. Pré-Condições

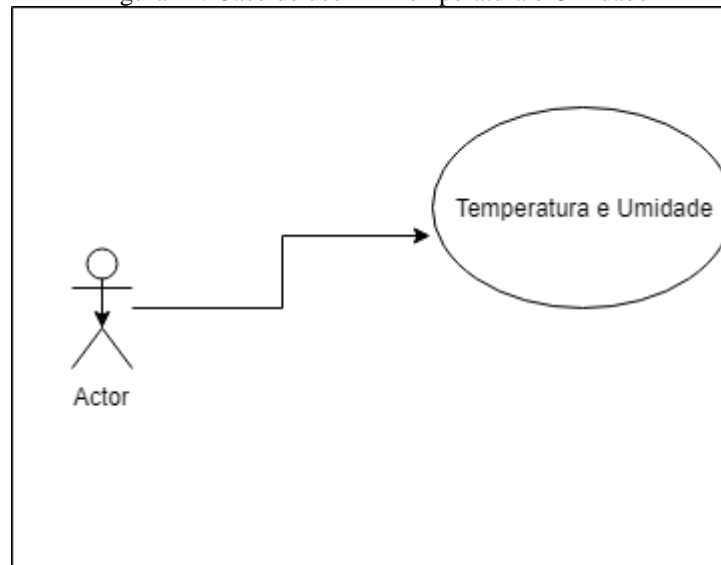
- O usuário precisa estar com seu dispositivo onde está sendo executado o sistema de monitoramento conectado na rede interna da empresa.

4. Fluxo Principal

- O usuário solicita o acesso ao painel principal do sistema.
- O sistema verifica se existe perfil cadastro.
- Configuração de perfil para o sistema.

6.1.2 TEMPERATURA E UMIDADE

Figura 21: Caso de uso 2 – Temperatura e Umidade



Fonte: Elaboração do autor. (2019)

1. Finalidade/Objetivo:

- Permitir ao usuário visualizar os parâmetros de umidade e temperatura do ambiente.

2. Ator:

- Usuário

3. Pré-Condições

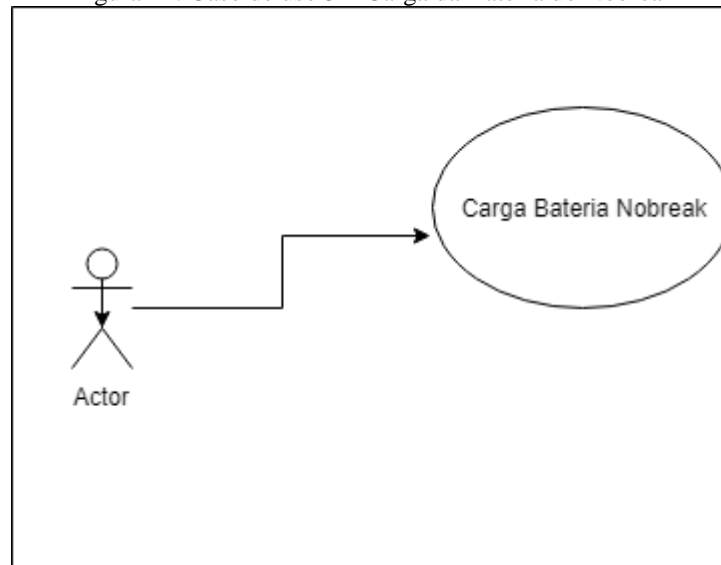
- O usuário precisa estar com seu dispositivo onde está sendo executado o sistema de monitoramento conectado na rede interna da empresa.

4. Fluxo Principal

- O usuário monitora os valores interceptados em tempo real pelo sensor de umidade e temperatura.
- O sistema mostra as variações dos parâmetros de temperatura e umidade de forma gráfica.

6.1.3 CARGA DA BATERIA DO NOBREAK

Figura 22: Caso de uso 3 – Carga da Bateria do Nobreak



Fonte: Elaboração do autor. (2019)

1. Finalidade/Objetivo:

- Permitir ao usuário que monitore o estado da carga da bateria do nobreak

2. Ator:

- Usuário

3. Pré-Condições

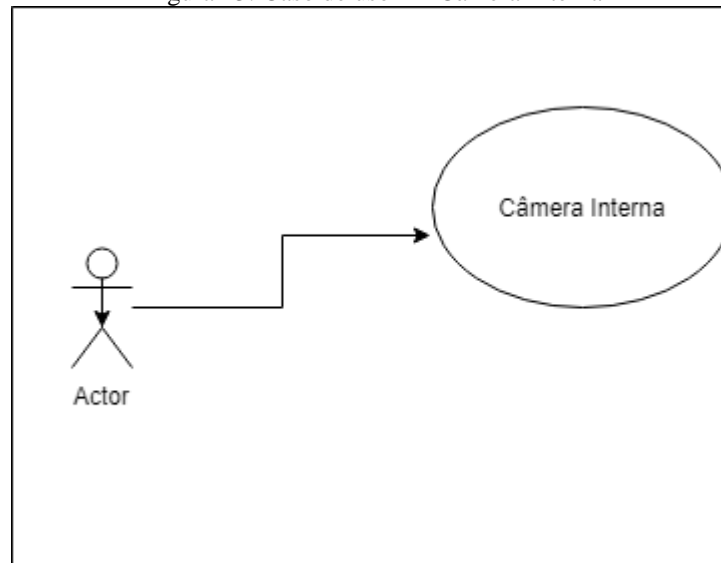
- O usuário precisa estar com seu dispositivo onde está sendo executado o sistema de monitoramento conectado na rede interna da empresa.

4. Fluxo Principal

- O usuário monitora os valores interceptados em tempo real da carga do nobreak conectado a estrutura do sistema.

6.1.4 CÂMERA INTERNA

Figura 23: Caso de uso 4 – Câmera Interna



Fonte: Elaboração do autor. (2019)

1. Finalidade/Objetivo:

- Permitir ao usuário visualizar em tempo real ambiente monitorado através da câmera.

2. Ator:

- Usuário

3. Pré-Condições

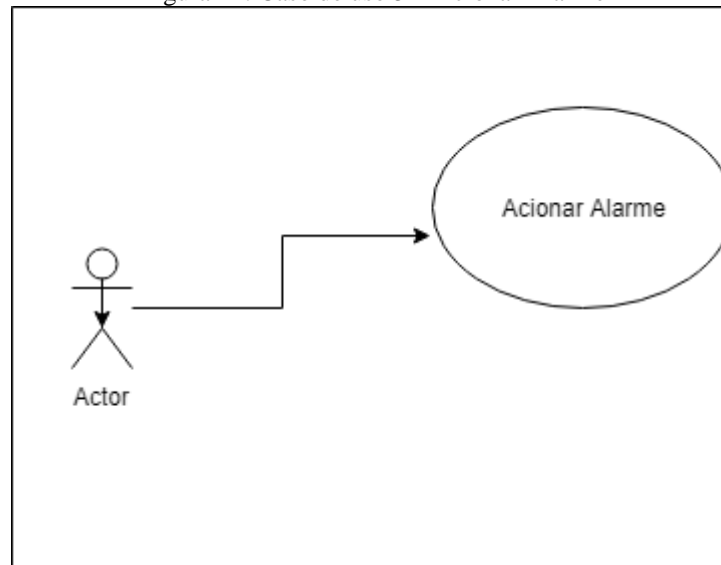
- O usuário precisa estar com seu dispositivo onde está sendo executado o sistema de monitoramento conectado na rede interna da empresa.

4. Fluxo Principal

- O usuário monitora o circuito interno de câmera.

6.1.5 ACIONAR ALARME

Figura 24: Caso de uso 5 – Acionar Alarme



Fonte: Elaboração do autor. (2019)

1. Finalidade/Objetivo:

- Permitir ao usuário acionar o alarme de incêndio por meio de interação do sistema.

2. Ator:

- Usuário

3. Pré-Condições

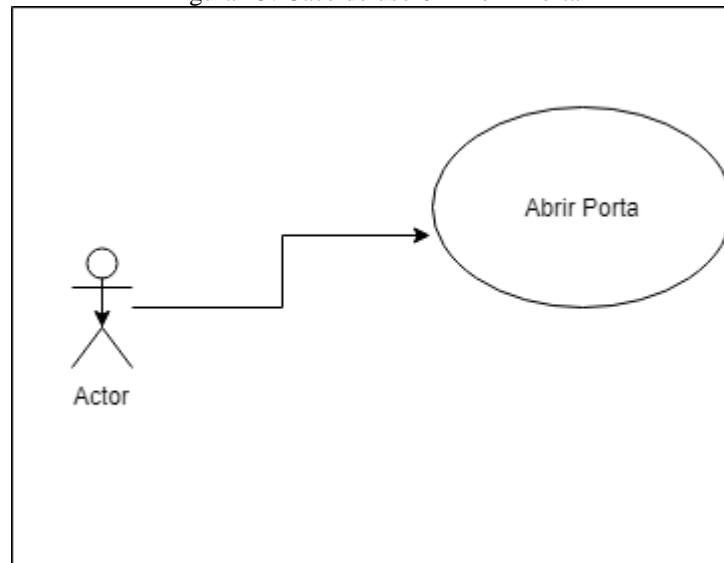
- O usuário precisa estar com seu dispositivo onde está sendo executado o sistema de monitoramento conectado na rede interna da empresa.

4. Fluxo Principal

- Interação do usuário com o sistema de monitoramento.

6.1.6 ABRIR PORTA

Figura 25: Caso de uso 6 – Abrir Porta



Fonte: Elaboração do autor. (2019)

1. Finalidade/Objetivo:

- Permitir ao usuário abrir a porta do ambiente por meio de interação do sistema.

2. Ator:

- Usuário

3. Pré-Condições

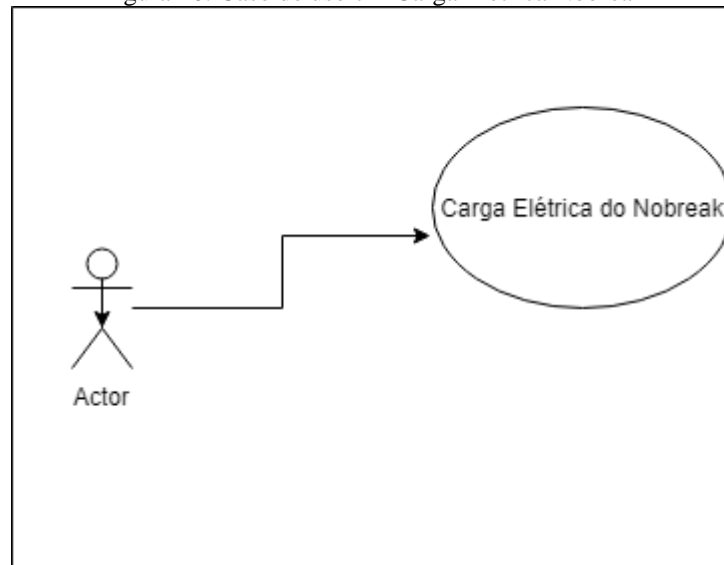
- O usuário precisa estar com seu dispositivo onde está sendo executado o sistema de monitoramento conectado na rede interna da empresa.

4. Fluxo Principal

- Interação do usuário com o sistema de monitoramento.

6.1.7 FLUXO DE CARGA ELÉTRICA DA REDE DO NOBREAK

Figura 26: Caso de uso 7 – Carga Elétrica Nobreak



Fonte: Elaboração do autor. (2019)

1. Finalidade/Objetivo:

- Permitir ao usuário que tenha um monitoramento da rede elétrica que o nobreak está ligado, a fim de manter o controle de sua capacidade e evitar superaquecimentos.

2. Ator:

- Usuário

3. Pré-Condições

- O usuário precisa estar com seu dispositivo onde está sendo executado o sistema de monitoramento conectado na rede interna da empresa.

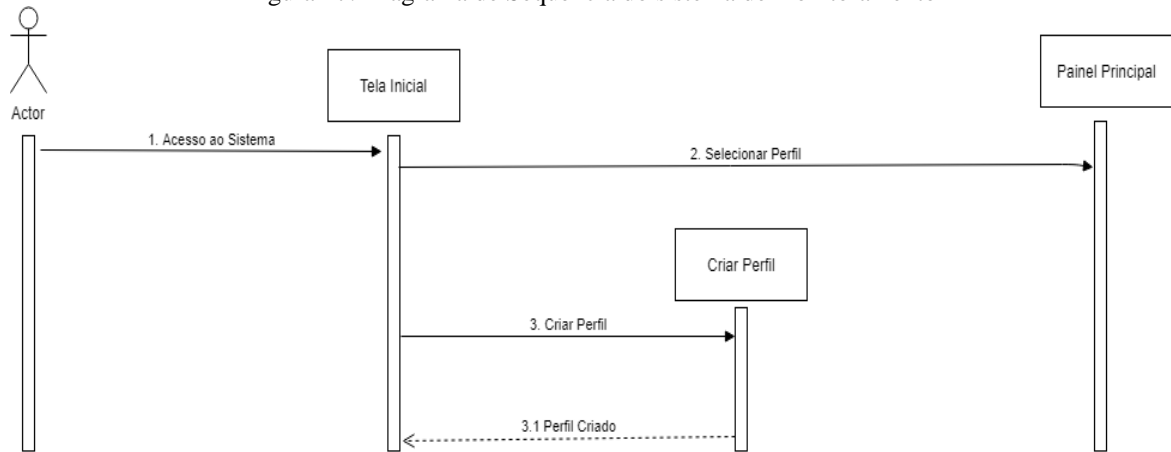
4. Fluxo Principal

- O sistema demonstra as informações da rede elétrica e sua relação com a carga e capacidade do nobreak.

7. DIAGRAMA DE SEQUÊNCIA

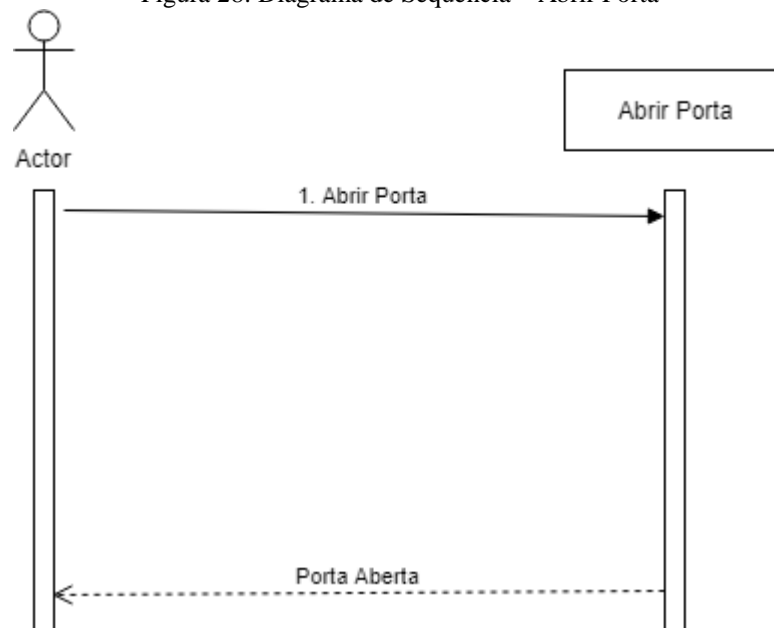
O diagrama de sequência mostra a interação entre o usuário e o sistema e representa a sequência de processos do sistema de monitoramento.

Figura 27: Diagrama de Sequência do sistema de monitoramento



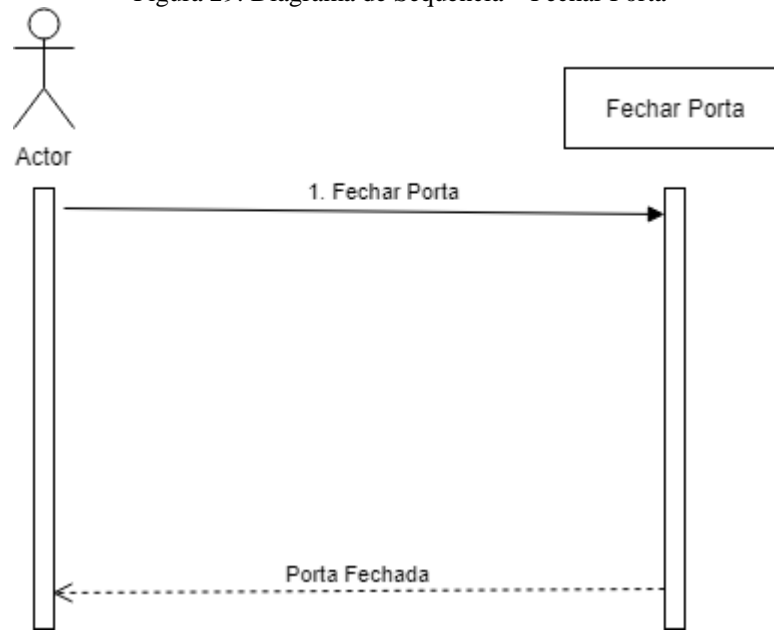
Fonte: Elaboração do autor. (2019)

Figura 28: Diagrama de Sequência – Abrir Porta



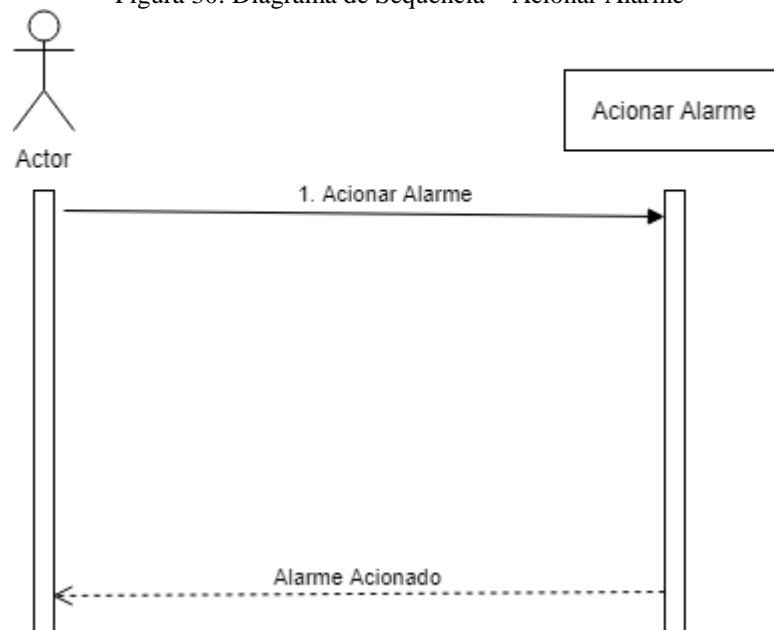
Fonte: Elaboração do autor. (2019)

Figura 29: Diagrama de Sequência – Fechar Porta



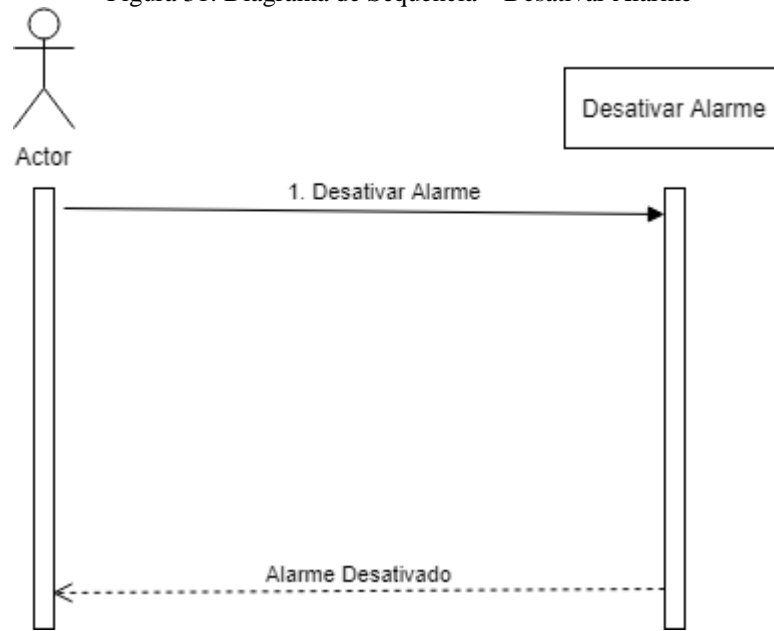
Fonte: Elaboração do autor. (2019)

Figura 30: Diagrama de Sequência – Acionar Alarme



Fonte: Elaboração do autor. (2019)

Figura 31: Diagrama de Sequência – Desativar Alarme



Fonte: Elaboração do autor. (2019)

8. DEMONSTRAÇÃO DO SISTEMA EM OPERAÇÃO

Neste capítulo, será feita a demonstração do sistema de monitoramento em operação, desde a sua execução, configuração até o carregamento completo de suas informações. Na figura 32, está a exibição da tela inicial do sistema.

Figura 32: Tela inicial do sistema de monitoramento



Fonte: Autor. (2019)

Como pode ser visto na figura 32, a tela inicial exige que você selecione um perfil para poder avançar para o painel principal do sistema, caso não tenha perfil cadastrado é necessário que você crie um, da seguinte forma. Execute a ação do botão gerenciar, para ser direcionado a tela de cadastro.

Para a criação de um novo perfil basta inserir os dados nos campos indicados, como mostra a figura 33.

Figura 33: Tela de configuração do sistema de monitoramento

The screenshot shows a mobile application interface for system configuration. At the top, there is a status bar with signal strength, Wi-Fi, and battery icons, and the time 11:41. Below this is a table with two columns: 'Cód.' and 'Descrição'. The table contains the following entries:

Cód.	Descrição
IP HWG	IP Câmeras
IP No-Breaks (máx. 2)	Usuário Câma Senha C
Dispositivo COMMBOX MIO	
IP MIO	E-mails Críticos

Below the table, there are two sections: 'ENTRADAS' and 'SAÍDAS'. The 'SAÍDAS' section has a header and three buttons: '+', '✓', and '✗'. At the bottom right, there is a 'Salvar' button.

Fonte: Autor. (2019)

Na figura 33 existe os seguintes campos e suas funcionalidades:

IP - HWG: Inserir o IP de rede pertencente ao sensor de temperatura e umidade HWG

IP - CÂMERAS: Inserir o IP de rede pertencente ao circuito de câmera configurado. Em seguida o usuário e senha cadastrado do dispositivo.

IP – NOBREAK: Inserir IP dos Nobreaks, cadastrado na rede

IP - MIO: Inserir o IP de rede pertencente ao dispositivo MIO800

E-mails Críticos: Cadastrar e-mails que serão reportados caso aconteça alguma eventualidade no ambiente monitorado.

O cadastro de entradas e saídas funcionam da mesma forma, o botão com símbolo “+” executa a ação de cadastro de um novo item, em seguida inserir sua descrição e automaticamente o sistema atribui um código para esse item. Para registrar o item basta executar a ação do botão com um símbolo “✓” e para excluir o item, executar a ação do botão com o símbolo “×”. Com todas as informações inseridas para finalizar o cadastro de perfil executar o botão “Salvar”.

Com as configurações do cadastro de perfil efetuado, basta selecionar o perfil cadastrado na tela inicial e executar a ação do botão avançar como pode ser visto na Figura 34. Para ser direcionado para o painel principal do sistema de monitoramento.

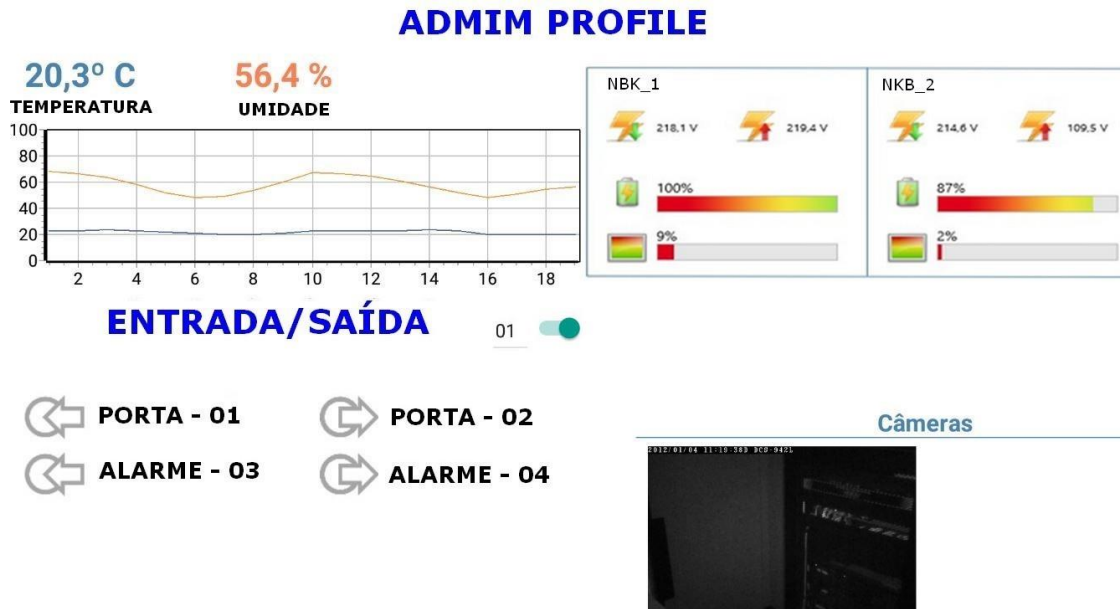
Figura 34: Tela inicial do sistema de monitoramento com perfil cadastrado



Fonte: Autor. (2019)

O painel principal do sistema de monitoramento apresenta todas as variáveis de ambiente que foram projetadas no desenvolvimento do sistema. Na figura 35 temos uma demonstração do sistema em operação em aspecto geral.

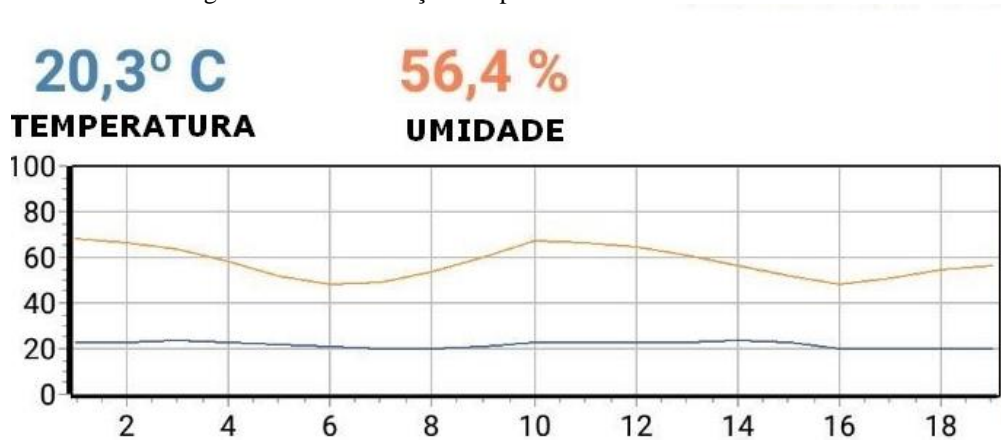
Figura 35: Painel principal do sistema de monitoramento



Fonte: Autor. (2019)

Para a melhor compreensão do painel principal do sistema de monitoramento, será feito a descrição de forma detalhada da sua interface. Na figura 36, está de forma destacada as informações de temperatura e umidade que são capturadas em tempo real do sensor HWG-STE, juntamente com um painel que mostra as variações dos parâmetros de forma gráfica.

Figura 36: Demonstração temperatura e umidade do ambiente



Fonte: Autor. (2019)

Com recomendação da ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers) a temperatura ideal na entrada de ar dos equipamentos críticos de TI é entre 18° C a 27° C com umidade relativa do ar entre 40 e 55%. A cima desses valores podemos considerar estado crítico do ambiente.

Uma outra área do painel principal do sistema de monitoramento, apresenta as informações dos nobreaks que estão conectados na estrutura montada. Na figura 37 o ícone que representa um raio com uma seta verde indica quanto de energia está entrando pela rede elétrica no nobreak e o de seta vermelha quanto ele está fornecendo de energia elétrica. O ícone da bateria, mostra em porcentagem o quanto tem de carga na bateria do nobreak. Por último o ícone de uma tela colorida, mostra a capacidade no nobreak, ou seja, o quanto de consumo já foi atingido de sua capacidade.

Figura 37: Demonstração parâmetros dos nobreaks



Fonte: Autor. (2019)

A área onde está indicada como ENTRADA/DAÍDA é a área de interação com o usuário, cada entrada e saída em específico tem uma numeração. Basta colocar o número que representa o item no campo e executar a ação no botão circular da cor verde como mostra a figura 37. Com essa interação o sistema dispara comando para o sistema que é possível ligar ou desligar os componentes cadastrados. Como exemplo, se usuário identificar que os parâmetros do ambiente estão acima do normal, ele pode disparar o alarme para que alguém possa verificar a situação do ambiente.

Figura 38: Área de interação do usuário com o sistema de monitoramento



Fonte: Autor. (2019)

Por últimos temos a aérea onde é feito o monitoramento da câmera instalada dentro do ambiente que exibe a filmagem em tempo real, como mostra a figura 39.

Figura 39: Operação do circuito de câmera interno



Fonte: Autor. (2019)

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em todos os cenários possíveis tecnologicamente falando e indispensável ter-se uma confiabilidade nas soluções que serão utilizadas. Nesse caso são necessários sistemas que se acoplem para permitir que os equipamentos não parem e que se apliquem no conceito 24/7 (24 horas por dia, 7 dias por semana). Para que esse ambiente aconteça devemos ter um cenário de monitoramento específico para prevenção de possíveis falhas e que criem ordens de prevenção, solução, serviços, manutenções preventivas e que crie laços e ciclos para que o nosso ambiente seja confiável e nunca pare.

Quanto mais a tecnologia avança, mais os usuários, clientes e consumidores exigem a disponibilidade total de determinados equipamentos e serviços, que necessitam basicamente de uma especialidade de análise do ambiente e que nos retorne qual a melhor forma de trabalhar/tratar, ou seja, formar sistemas que promovam e impeçam qualquer tipo de falha fatal.

Este trabalho teve como foco a descrição de um sistema especialista em monitoramento, que de forma geral apresenta algumas características que o diferencia de um Sistema de Informação tradicional, tais como: aumento da eficiência e da flexibilidade, possibilidade para construção de regras e tomada lógica de decisões. Também podem ser destacadas algumas vantagens da utilização de um SE (Sistema Especialista), como: velocidade na determinação de problemas, decisão fundamentada em uma base de conhecimento, segurança, pessoas para interagir com o sistema, estabilidade, flexibilidade e integração de ferramentas (FERNANDES, 2005; ANSELMO; SILVEIRA, 2009).

9.1 DIFICULDADES ENCONTRADAS

A principal dificuldade no decorrer deste trabalho foi encontrar equipamentos de alto desempenho que pudessem atender uma única solução para os objetivos propostos, sem causar danificação nos demais componentes integrados a estrutura montada.

9.2 PROPOSTA DE TRABALHOS FUTUROS

O objetivo para possíveis trabalhos futuros é, a utilização da mesma base de conhecimento apresentada nesse trabalho para monitoramento de demais ambientes como: área de produção de grandes indústrias e desenvolvimentos de automações residencial.

10. REFERÊNCIAS

ANDRARE, Maria Margarida de, **Introdução à metodologia do trabalho científico: elaboração de trabalhos na graduação**. São Paulo: Atlas, 2017.

ACESSO-TI. **Entenda o que são Data Centers em containers**. Disponível em < <http://www.acecoti.com/blog/entenda-o-que-sao-data-centers-em-containers-e-data-centers-modulares-outdoor>>. Acesso em: 10 de abr. 2019.

ARDUINO. **O que é Arduino**. Disponível em < <http://arduino.labdegaragem.com/> >. Acesso em: 20 de Mai. 2019.

ANSELMO, M. P. A.; SILVEIRA, S. R. (2009) Previdex: Sistema Especialista para a área de Direito Previdenciário. Disponível em: Trabalho de Conclusão de Curso, Bacharelado em Sistemas de Informação. Porto Alegre: UniRitter. Acesso em: 22 abr 2019.

BRAGA; R. B.; SILVEIRA, S. R. (2009) Sistema Especialista para o Apoio ao Diagnóstico de Transtorno de Hiperatividade e Déficit de Atenção. Anais do Workshop de Engenharia e Tecnologia – WET. Lajeado: UNIVATES.

CANAL TECH. **O que é PPPoE?**. Disponível em < <https://canaltech.com.br/produtos/O-que-e-PPPoE/> >. Acesso 20 Mai. 2019.

COMMBOX TECNOLOGIA. **A COMMBOX**. Disponível em < <http://commbbox.com.br/sobre/> >. Acesso em: 19 Mar. 2019.

EMBARCADEIRO. **Rad Studio – Visão Geral**. Disponível em < <https://www.embarcadero.com/br/products/rad-studio>>. Acesso em: 20 Mar. 2019.

FERNANDES, A. M. R. (2005) Inteligência Artificial: noções gerais. Florianópolis: Visual Books.

IBM. **Solução de Monitoramento Remoto 24x7 Parada Data Center**. Disponível em < <https://www.ibm.com/br/services/sf/pdf/rms.pdf>>. Acesso em: 23 Mar. 2019.

RASPBERRY PI FOUNDATION. **ABOUT US**. Disponível em < <https://www.raspberrypi.org/about/> >. Acesso em: 25 Mar. 2019.

REZENDE, Solange Oliveira. **Sistemas Inteligentes: fundamentos e aplicações**. Barueri, SP: Manole, 2005, 525 p.

LUGER, G. F. (2004) Inteligência artificial: estruturas e estratégias para a resolução de problemas complexos. 4. ed. Porto Alegre: Bookman.

THOMAZINE, Daniel; ALBURQUERQUE, Pedro Urbano Braga de. **Sensores Industrial Fundamentos e Aplicação**. São Paulo: Erica, 2012.

HW GROUP. **HWG-STE**. Disponível em <<https://www.hw-group.com/device/hwg-ste>>. Acesso em: 19 Mar. 2019.

ZAMBARDA, Pedro. '**Internet das Coisas**': entenda o conceito e o que muda com a tecnologia. Disponível em <<https://www.techtudo.com.br/noticias/noticia/2014/08/internet-das-coisas-entenda-o-conceito-e-o-que-muda-com-tecnologia.html>>. Acessado em:05 de abr. 2019.