

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS
ENGENHARIA MECÂNICA
JOÃO HENRIQUE BATISTA**

INTERNET DAS COISAS NA INDÚSTRIA

VARGINHA

2018

JOÃO HENRIQUE BATISTA

INTERNET DAS COISAS NA INDÚSTRIA

Estudo de Pesquisa apresentado ao Curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas como pré-requisito para obtenção de grau de Bacharel em Engenharia Mecânica sob orientação do Prof. Roberto Lazarino do Prado Mudesto.

VARGINHA

2018

JOÃO HENRIQUE BATISTA

INTERNET DAS COISAS NA INDÚSTRIA

Estudo de Pesquisa apresentado ao Curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas, como pré-requisito para obtenção do grau de (bacharel ou licenciatura) pela Banca Examinadora composta pelos membros:

Aprovado em / /

Prof(s).

Prof(s).

Prof(s).

OBS:

Dedico este trabalho a Deus e a minha Família por sempre me apoiar durante os Estudos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que me ajudaram a desenvolver este Estudo de pesquisa, e aos Professores pelo conhecimento transmitido nesta jornada.

“Somos quem podemos ser , Sonhos que podemos ter”

Engenheiros do Hawai

RESUMO

Estudo de pesquisa abordando os desafios da instalação, desenvolvimento e utilização da internet das coisas na indústria. Faz-se necessário divulgar esta pesquisa no meio acadêmico para influenciar a todos sobre o assunto e gerar curiosidade para que outros também expressem suas opiniões e demonstrem suas maneiras de pensar sobre o tema, até que se tenha conhecimento o bastante para que mais livros específicos sobre internet das coisas sejam criados para ficar acessível a todos. O principal objetivo é pesquisar de maneira a fazer entender a princípio como funciona e funcionará a internet das coisas na indústria utilizando material referenciado em artigos científicos respeitados e métodos descritivos para explicar e questionar os possíveis padrões de instalação e utilização. A pesquisa comprova que os equipamentos industriais que utilizarem internet das coisas têm de mandar dados continuamente uns para os outros para que possam ser ajustados parâmetros de forma aleatória e precisa, sem problemas de conexão persistentes. Por isso além das redes transmitirem informações diversas em velocidade específica será necessário coordenar os impactos de recebimento de acordo com o tipo de equipamento, tipos de sensores utilizados para determinados tipos de dados e a forma como devem ser interpretados.

Palavras-chave: Internet das coisas. Quarta revolução industrial. Internet. Indústria

ABSTRACT

Research study addressing the challenges of installing, developing and using the internet of things in the industry. It is necessary to disseminate this research in the academic world to influence everyone on the subject and to generate curiosity so that others also express their opinions and demonstrate their ways of thinking about the subject until one knows enough so that more specific books on internet of things are created to be accessible to all. The main goal is to research in order to make it understood at first how the internet of things in the industry works and works using material referenced in respected scientific articles and descriptive methods to explain and question possible patterns of installation and use. Research has proven that industrial equipment that uses the Internet of Things has to send data continuously to each other so that parameters can be adjusted randomly and accurately without persistent connection problems. Therefore, in addition to the networks transmitting different information at specific speeds, it will be necessary to coordinate the reception impacts according ^{to} the type of equipment, types of sensors used for certain types of data and how they should be interpreted.

Keywords: *Internet of things. Fourth industrial revolution. Internet. Industry*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01- Exemplo de controlador lógico programável	15
Figura 02- Placa Arduino Industrial	16
Figura 03- Exemplo de utilização da placa Arduino Uno	17
Figura 04- Exemplo de utilização da placa RaspBerryPi	18
Figura 05- Exemplo de utilização da placa Intel Galileo	19
Figura 06- Exemplo de utilização da placa <i>Spark Core</i>	19
Figura 07- Exemplo de utilização da placa <i>SparkElectron</i>	20
Figura 08- Funcionamento de sensor Capacitivo	22
Figura 09- Funcionamento de sensor Magnético	23
Figura 10- Funcionamento de sensor Eletrostático	23
Figura 11- Funcionamento de sensor Indutivo	22
Figura 12- Exemplo de sensor de Segurança	24
Figura 13- Funcionamento de sensor Óptico	25
Figura 14- Diagrama de funcionamento da supervisão	42
Figura 15- Diagrama do circuito elétrico	43
Figura 26- Interface de supervisão Elipse Scada	44

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 Conectando redes independentes unidas a redes industriais	12
1.2 Internet das coisas X Internet Industrial das Coisas	12/13
1.3 Monitoramento de produção e manutenção em tempo real	13
1.4 Padronização e segurança das informações nas redes	13
2 ALGUNS COMPONENTES DE HARDWARE	14
2.1 Controlador lógico programável	14/15
2.2 Placas	15
2.2.1 Placa Arduino Industrial	16
2.2.2 Placa Arduino Uno	16/17
2.2.3 Placa RaspBerryPi	17/18
2.2.4 Placa Intel Galileo	18/19
2.2.5 Placa Spark Core	19
2.2.6 PlacaSparkElectron.....	20
2.3 ATUADORES	20/21
2.4 SENSORES	21/22
2.4.1 Sensores capacitivos	22
2.4.2 Sensores Magnéticos	22/23
2.4.3 Sensores Eletrostáticos	23
2.4.4 Sensores Indutivos	24
2.4.5 Sensores Magnéticos com função de segurança.....	24
2.4.6 Sensores ópticos	25
3 PROTOCOLOS DE REDE E COMUNICAÇÃO	26
3.1 Ethernet	27
3.2 Bluetooth low energy	27
3.3 Lora Wan	27
3.4 SigFox	27/28
3.5 ZigBee	28
3.6 3G/4G	28
3.7 Wi-Fi	28/29
3.8 ModBus	29
4 ALGUNS SOFTWARES	30
4.1 LiteOS	30
4.2 Ubuntu Core	30
4.3 FreeRTOS	31
4.4 Nano RK	31
4.5 TinyOS	31
4.6 Contiki	31
4.7 MantiOS	32
4.8 Eclipse scada	32

5 LINGUAGENS DE PROGRAMAÇÃO MAIS COMUNS.....	33
5.1 Linguagem Java	33
5.2 Linguagem C	33
5.3 Linguagem C++	33
5.4 Linguagem JavaScript	34
5.5 Linguagem Python.....	34
5.6 Linguagem Node.js	34
6 ALGUNS SISTEMAS DE BANCOS DE DADOS	35
6.1 MySQL Databases	35
6.2 MongoDB.....	35
6.3 PostGreSQL	35/36
6.4 Apache Cassandra	36
6.5 Amazon Web Services-AWS.....	36
6.6 Microsoft Azure	36
6.7 Kubernetes	37
7 METODOLOGIA.....	38
8 RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
8.1 Perspectiva de Aplicação.....	39/40
8.2 Perspectiva econômica	40/41
8.3 Perspectiva Social	41/42
8.4 Prática de simulação de internet das Coisas	42/44
9 CONCLUSÃO.....	45
REFERÊNCIAS	46/48

1 INTRODUÇÃO

Se observarmos as redes em geral e como as coisas vêm se comunicando, podemos perceber que o termo internet já está bastante globalizado ao ponto de não ser apenas uma rede de computadores e sim estar se tornando uma rede avançada de objetos inteligentes com envio de informações em tempo real, possibilitando que novas formas de compreensão dos dados sejam criadas. A essa revolução no sensoriamento dos objetos e na comunicação de status vem sendo chamada internet das coisas (do inglês *internet of things(IOT)*).

Segundo Mancini (2017)Em 1990, John Romkey criou o primeiro dispositivo em internet das coisas. Esse autor criou uma torradeira que poderia ser ligada e desligada pela Internet e a apresentou na *INTEROP '89Conference*.

Além disso, Um fato muito interessante é que hoje em dia pela internet já estão disponíveis kits de hardware para desenvolvimento de sistemas embarcados de internet das coisas que realizam comunicação e podem enviar seus dados a servidores de bancos de dados em nuvem que também disponibilizam espaço gratuitamente.

Alguns softwares, disponíveis gratuitamente, proporcionam aos iniciantes a oportunidade de desenvolver sistemas utilizando placas e componentes eletrônicos diversos em simulação,isso viabiliza uma maneira de difundir essa novidade tecnológica em diferentes classes, transformando os impactos de aprendizagem na sociedade moderna.

Segundo Gharegozlou (2016) A Internet Industrial das Coisas surge realmente para trabalhar e impulsionar a inovação no mundo real, ela não pode ser limitada a alguns ecossistemas fechados que estabelecem um controle indesejado sobre a velocidade de evolução técnica.

Portanto, Internet das coisas é um sistema inovador de comunicação, localização e transmissão de dados de objetos (TVs, Maquinas, Notebooks, Celulares, Câmeras entre outros) que ainda é tratado como novidade inovadora, os riscos são vários principalmente em questões como instalações padronizadas, viabilidade financeira e máquinas com tecnologia muito avançada trabalhando junto às pessoas o que pode gerar problemas de segurança.

As questões de interoperabilidade viabilizaram a quantidade de investimento financeiro feito, considerando que de acordo com ambiente, os componentes de hardware pode ter preços muito variados de acordo com sua resistência mecânica e durabilidade em padrões de garantia, muitas vezes poderá ser inviável em lugares onde exista comunicação de rede cabeada e sem fio juntas,pois os oscilações e interferências podem ser um problema constante para a manutenção gerando custos não previstos.

De acordo com fontes do mercado, o investimento global em Internet Industrial das coisas chegará a US \$ 500 bilhões até 2020. Estima-se que as empresas que introduzem automação articulada com tecnologias flexíveis de produção podem aumentar a produtividade em até 30%. Além disso, a manutenção preditiva dos ativos, proporcionada pela introdução do analytics, pode garantir economias de 12% em comparação com reparos programados, além reduzir os custos gerais de manutenção em até 30% e eliminar as avarias em 70%. (GHAREGOZLOU,2016,p.1)

Segundo Romano (2016) Em contrapartida, que as previsões mais otimistas apresentam que o valor gerado pelo investimento em *IIoT*(do Português Internet industrial das coisas) chegará a US \$ 15 trilhões do PIB global até 2030.

Dessa forma, não é interessante que os equipamentos tenham de ficar contornando erros nos dados obtidos, isto tornaria a velocidade de comunicação e processamento das informações inferior a solicitada e geraria mais custos. Mesmo que exista no software ferramentas capazes de ajustar os erros garantindo a continuidade do funcionamento correto da comunicação dos objetos. Silva (2016) “Explica se o mais importante for conseguir os mais diversos dados para criar uma média, ele fará. O sistema não precisa ser a prova de falhas, mas precisa contornar a falha e continuar o seu trabalho.”

As principais dificuldades que podem ser enfrentadas em um controle a distância são:

- Alimentação elétrica insuficiente para demanda quando os dados são transmitidos e eventuais quedas de energia, podendo desencadear perda de dados ou desconfiguração nos padrões estabelecidos para o funcionamento das máquinas;
- Defeitos decorrentes como queima de sensores e problemas em linhas de produção controladas remotamente;
- Tempestades magnéticas;
- Oscilações na velocidade da transmissão dos dados, oscilação da frequência;
- Vírus desenvolvido para infectar maquinários mais computadorizados, interrupção no envio e recebimento das informações do maquinário e suas funções, causada por falha humana ou obstrução por pequenos animais.

Segundo Romano (2016) Apesar de que já existem algumas empresas trabalhando e investindo nessa área, *IIoT*, ainda é um conceito complexo. Os principais desafios são interoperabilidade, segurança e grande volume de troca de dados.

Para a realidade da maioria das fábricas observa-se que um dos maiores desafios inicialmente, seria a necessidade de modernização de toda a estrutura das instalações elétricas

e mecânicas de suas plantas, para que posteriormente, seus aplicativos e sensores fossem melhorados.

Segundo Romano (2016) A interoperabilidade é a capacidade de diversos sistemas e organizações trabalharem em conjunto. A segurança é um desafio porque as empresas precisam saber que seus dados estão seguros. Ainda existe um conservadorismo em relação a segurança hoje.

Além disso, Pode-se de certa forma segregar os tipos de ambientes industriais em questões de insalubridade e periculosidade e aplicar normas regulamentadoras as circunstâncias para adequar a segurança dos funcionários de forma que os equipamentos e máquinas projetados para compor o sistema executem suas funções sem prejudicar as rotinas de trabalhos envolvidas. Segundo Gharegozlou (2016)“Estes setores ainda precisam enfrentar a questão da interoperabilidade, já que a incompatibilidade do legado com os novos padrões de tecnologia acaba representando um obstáculo à transformação digital.”

1.1 Conectando redes independentes unidas a redes industriais

Basicamente não existe um tipo de padronização para instalação de sistemas de internet das coisas nas indústrias, pois a diversidade de produtos e tipos de trabalhos desenvolvidos em diferentes plantas de fábricas é muito grande e necessita de diferentes padrões de segurança de instalação para cada situação. Segundo Silva(2016) “Para se utilizar a *IoT* dentro de uma empresa, três itens são essenciais: sensores para gerar os dados, Big Data para receber essas informações e o *analytics* ou *Business Intelligence*, para entender esses dados e gerar as ações.”

Para se criar um sistema em rede onde dados oriundos da produção e das atividades de manutenção se cruzem e possam se tornar informações que gerem benefícios para outros setores tanto externos quanto internos, é necessário que seja projetado de forma a observar critérios da planta envolvida como tipos de ambiente de linhas de produção monitorados e tipos de clientes e fornecedores atendidos para compor as partes de funcionamento do que for projetado para internet das coisas industrialmente.

1.2 Internet das coisas X Internet Industrial das Coisas

Em questões de internet das coisas sempre que novas tecnologias de protocolos de rede, *Hardwares* específicos e *softwares* surgirem novos padrões de instalação estarão sendo

criados, pois os ambientes industriais tendem a solicitar componentes mais resistentes e com capacidades de funcionamento mais robustas para os diferentes tipos de demanda.

Portanto, não existe um padrão de utilização e instalação específico para internet das coisas ou internet industrial das coisas, vale destacar que para instalações comerciais e residenciais os componentes de hardware e software poderão ser mais facilmente encontrados para compra, enquanto para indústria deverão atender as necessidades de cada tipo de projeto de acordo com o que for solicitado.

1.3 Monitoramento de produção e manutenção em tempo real

Basicamente, deve-se inicialmente fazer um levantamento de acordo com o tipo de maquinário a ser monitorado, e verificar se vai se tornar viável instalar componentes de hardware nessas máquinas. Do contrário, uma solução alternativa pode ser a de comprar máquinas novas que permitam aplicar através de seu projeto de componentes eletrônicos uma coleta de informações mínima para se criar um sistema de monitoramento, tanto do que está sendo produzido e também quais componentes como atuadores e sensores enviam informações sobre falhas que necessitem de reparos por parte da manutenção.

Em questões de software e programação lógica a criação de redes para monitoramento e controle de produção não terá grandes problemas, só não é garantido que exista um tipo de padrão onde todos os sistemas de vários tipos de empresas se conectem e gerem contribuições umas para as outras. O que já vem acontecendo são que algumas empresas conseguem fazer seus sistemas de rede independente funcionar de forma a gerar curiosidade de outros empresários para aplicação e desenvolvimento de internet das coisas em suas empresas.

1.4 Padronização e segurança das informações nas redes

A codificação bem como a criptografia correta dos dados é de extrema importância para estabelecer a segurança do funcionamento dos equipamentos inteligentes participantes de um sistema integrado, não pode existir interferência muito menos incoerência no cruzar de informações tudo deve ser compreendido e emitido ao endereçamento certo em fluxo de tempo pré-definido pelos intervalos de troca de informações para não haver falhas.

2 ALGUNS COMPONENTES DE HARDWARE

Para estruturação dos sistemas de internet das coisas na indústria, são utilizados alguns componentes de hardware para compor inicialmente parte do funcionamento, que estabelecem a comunicação de sensores e atuadores instalados nas máquinas e equipamentos para a coleta de dados e controle dos movimentos e possíveis ajustes, enviando-os por uma conexão rápida e segura. Segundo Mancini(2017) “Existe uma grande divergência teórica conceitual sobre Internet das Coisas, existe um mercado promissor para sua implantação, e muitos desafios tecnológicos na gestão dos projetos para os gerentes de projeto.”

Dessa forma, os componentes apresentados a seguir representam itens de sistemas naturalmente encontrados na maioria das empresas, e podem ser observados em determinadas máquinas, modificados adequados para testes de aplicação no ambiente industrial.

2.1 Controlador Lógico Programável

É muito utilizado nos meios industriais, como um computador em pequena escala, este dispositivo compartilha termos comuns de um computador convencional, sendo ele composto por uma CPU, ROM (memória de apenas leitura), memória RAM (memória de leitura e gravação) e também portas de comunicação como serial rs-485(COMs) e outras redes comerciais, um modelo básico pode ser visto na Figura 1. A principal diferença é que um CLP geralmente é projetado para trabalhar em ambientes agressivos e condições industriais extremas, suportando poeiras, fumos, temperaturas, oscilações e vibrações.

Por permitir a customização torna-se mais uma opção para internet das coisas auxiliando softwares supervisórios, pois é capaz de atender diversas configurações e abranger tanto as aplicações pequenas ou as maiores e mais complexas, que em sua maioria, utilizam a linguagem Ladder(linguagem desenvolvida tendo a finalidade de simular os circuitos elétricos e facilitar a programação).No mercado existem diferentes marcas com formatos e tamanhos distintos sendo os principais fabricantes Siemens, WEG,Schneider, Mitsubishi, Festo, Ace Schmersal entre outras.

Figura 1: Exemplo de Controlador lógico programável



Fonte: (WEG,2018,p.1)

2.2 Placas

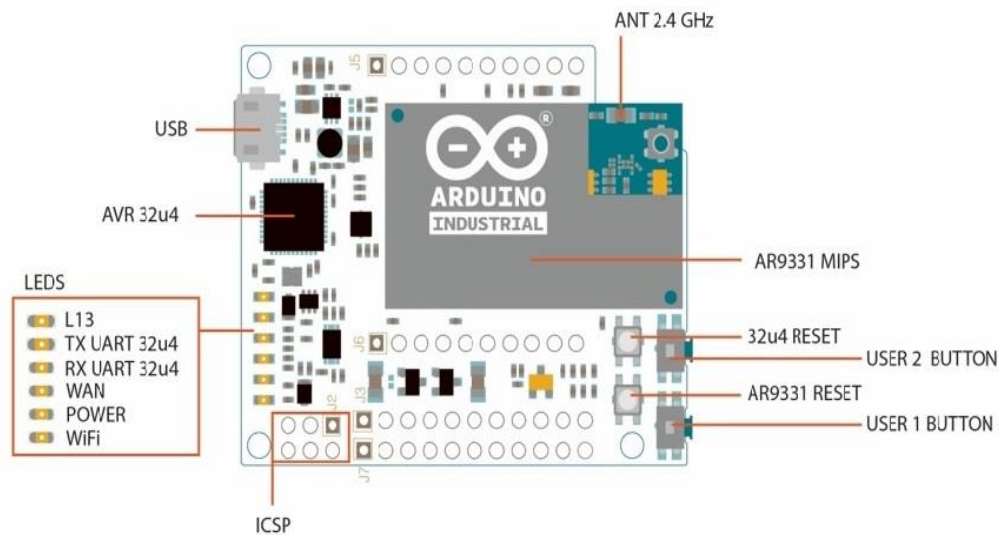
As placas são sistemas embarcados e podem ser utilizadas para implantar inicialmente internet das coisas nas máquinas indústrias e equipamentos, não fazem apenas a coleta e leitura dos dados obtidos mais também conseguem controlar ações como, por exemplo, o ligar e desligar de uma lâmpada via rede mundial de computadores, como benefício dentro das empresas isso já geraria uma grande lucratividade com tempos em chão de fábrica e diminuição nas contas.

Com aplicação de etiquetas inteligentes em determinados produtos já é possível identificá-los independentemente proporcionando que sistemas de varredura trabalhem dentro de lojas de grande porte onde facilitam a localização dos mesmos de acordo com suas características. Segundo Alerim (2017) “Uma empresa, porém, pode contar com um sistema M2M (*Machine-to-Machine*), ou seja, um mecanismo de comunicação máquina a máquina. Pense como exemplo, em uma fábrica que possui um mecanismo que verifica a qualidade de peças que acabaram de ser produzidas.”

2.2.1 Placa Arduino Industrial 101

Esta placa de avaliação de processos possui um microcontrolador do tipo Atmega32U4 que está integrado ao módulo Arduino LGA 101 e suporta uma distribuição de programação em Linux baseada no *OpenWRT* chamado *lininoOS* que permite que o microcontrolador controle as funções do microprocessador ,além de antena wi-fi embutida aceitando velocidades até 150Mbps e podendo ser desabilitado caso necessário, possui 4 entradas analógicas e uma USB conforme visto na Figura 2.

Figura 2:Placa Arduino Industrial



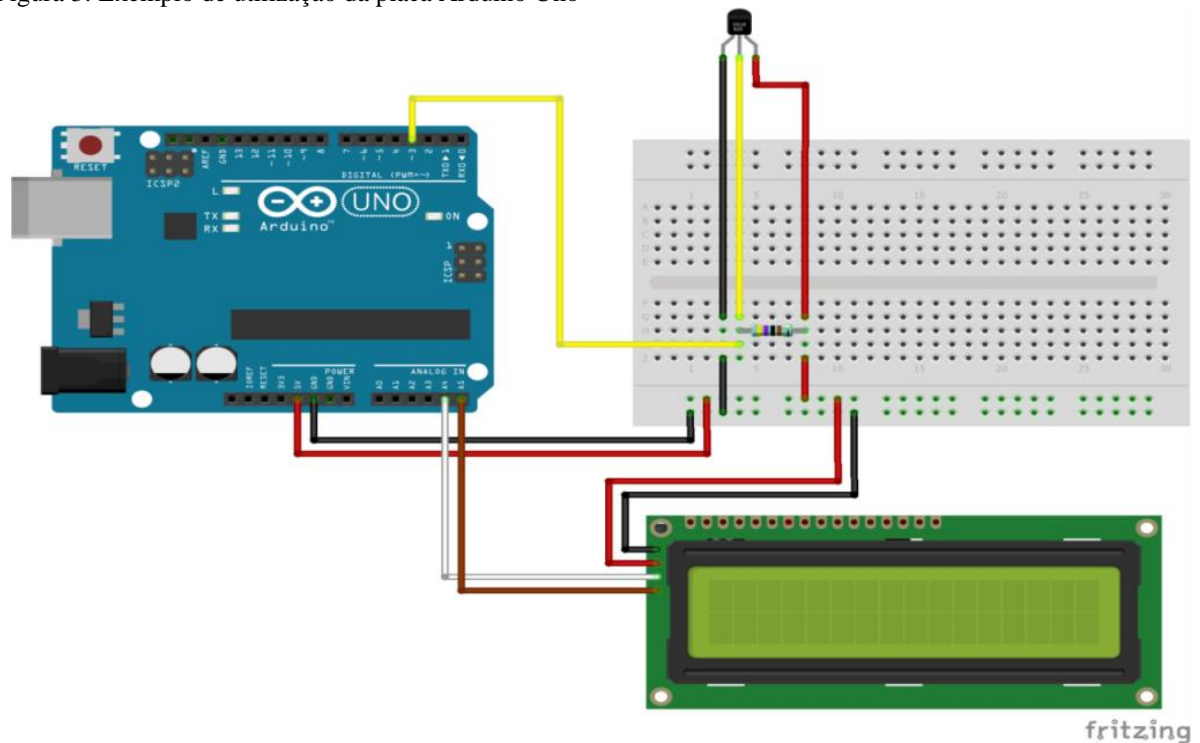
Fonte: (FRITZING,2018,p.1)

2.2.2 Placa Arduino Uno

É uma placa microcontroladora baseada no Atmega328P que possui 14 pinos de entrada/saída digital(das quais algumas podem ser usadas como saídas PWM), e 6 entradas analógicas,uma conexão USB, um conector ICSP,um conector de energia e um botão de reset.

Este modelo de placa é muito utilizado para uma diversidade de projetos podendo ser programada sem a preocupação com que ocorram muitos erros, na Figura 3 é apresentado uma aplicação como exemplo utilizando um display com sensor de umidade e temperatura que pode ser utilizado na indústria para monitorar a qualidade do ar de ambientes onde são guardadas matérias-primas.

Figura 3: Exemplo de utilização da placa Arduino Uno



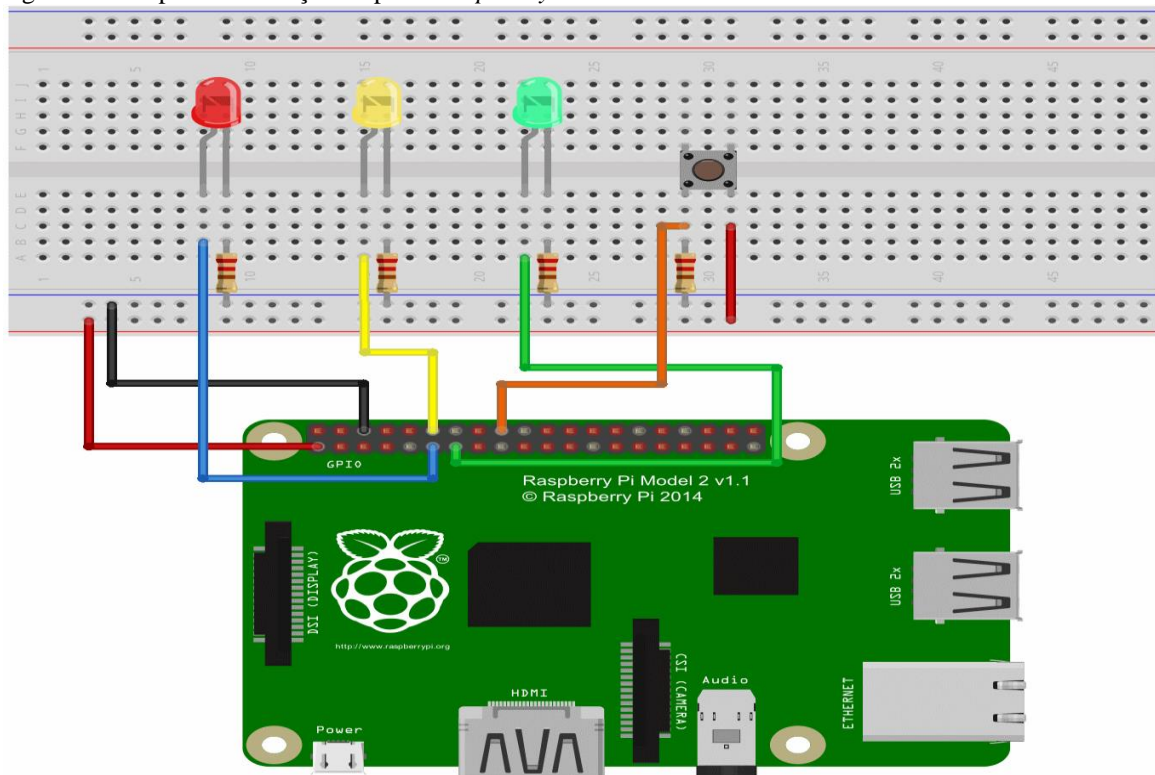
Fonte: (FRITZING,2018,p.1)

2.2.3 Placa *RaspberryPi*

O *RaspberryPi* 1 é constituído por sistema de chip (*SoC*) *Broadcom BCM2835*, que compartilha de um processador *ARM1176JZF-SDE* de 700 MHz, 512 MB de memória RAM e GPU *VideoCore IV* em sua última revisão, esta placa é praticamente um computador em tamanho reduzido porém não disponibiliza uma memória não-volátil como do tipo disco rígido convencional, mas possui uma entrada para cartão SD armazenando alguns dados.

Existem vários outros modelos de placas fundamentadas neste mesmo desenvolvedor, sendo utilizadas para difundir nas escolas o ensino de internet das coisas e de ciências da computação. Na Figura 4 pode ser visto um exemplo de utilização do *RaspberryPi* comandando lâmpadas *led* (diodo emissor de luz), por meio de pequeno botão de toque.

Figura 4: Exemplo de utilização da placa *RaspBerryPi*



Fonte: (FRITZING,2018,p.1)

2.2.4 Placa Intel Galileo

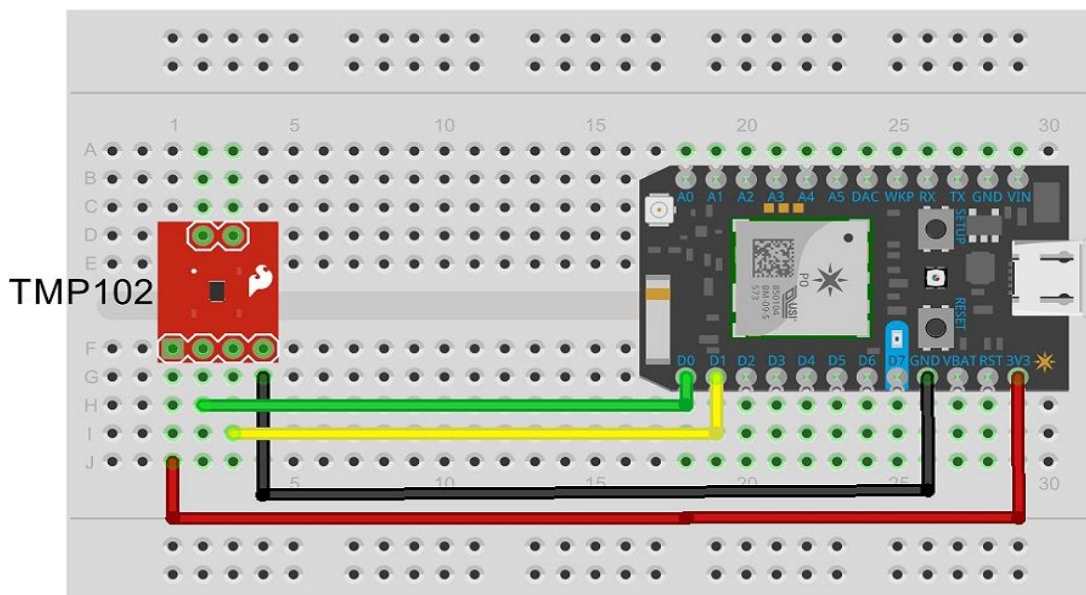
A placa Intel Galileo é constituída de um processador de aplicativo do Intel® *Quark SoC X 1000*, iniciando a primeira board Arduino com tecnologia da Intel (Figura 5). Conectores da placa se baseiam praticamente no modelo de pinos do conector de 1.0 Arduino encontrados nas placas Arduino Uno R3, as portas seriais Wi-Fi e os pinos de board podem ser acessados usando linguagens de programação como a *Secure Shell (SSH)*, *Python* e *Node.js*. Isso fornece a capacidade da utilização compatível de blindagens contra interferência eletromagnética (no caso para utilização em indústria em maquinário mais antigo onde oscilações podem atrapalhar o funcionamento de envio de comandos periféricos), permitindo que a funcionalidade da placa seja estendida.

Como o Arduino Uno, ela possui 14 pinos de entrada/saída digitais, 6 entradas analógicas, uma porta serial e um conector ICSP comum para a programação serial. Os recursos da placa são projetados para a Internet das coisas especificamente. Ele é menor e mais eficiente, excelente para projetos pequenos, de baixo consumo de energia.

2.2.6 Placa *SparkElectron*

Esta placa é constituída em seu núcleo por um microcontrolador *ARM Cortex M3* oferecendo conectividade 2G e 3G, um total de 36 pinos e 128k de memória RAM é uma ótima opção para utilização para conexão com aparelhos celulares já que esta personalizada com uma antena de celular integrada permitindo que de acordo como projeto as informações possam ser enviadas diretamente para aplicativos, abaixo na figura demonstra um exemplo de utilização de sensor de temperatura com a *SparkElectron* e um sistema pré-programado para captação dos dados.

Figura 7: Exemplo de utilização da placa *SparkElectron*



Fonte: (FRITZING,2018,p.1)

2.3 Atuadores

Os atuadores representam componentes do sistema de internet das coisas que possibilitam que remotamente funções operacionais em robôs e equipamentos possam ser ajustadas e modificadas auxiliando o ganho produtivo na indústria economizando tempo e logística de manutenção, o Quadro 1 apresenta características de alguns dos principais atuadores utilizados atualmente na maioria das indústrias. Segundo Taurion (2014) “Com Internet das coisas os objetos começam a ganhar inteligência e se conectar aos poucos: carros autônomos, residências inteligentes. No segundo estágio começaremos a coletar dados de todos os dispositivos conectados e que façam sentido para determinados negócios.”

Quadro 1: Características dos atuadores

Características	Tipos de Atuadores		
	Elétricos	Hidráulicos	Pneumáticos
Controle	Fácil, Possibilidade de ser elaborado	Hoje em dia mais fácil com as eletro servo-válvulas	Muito difícil, Devido a questões de compressibilidade do ar.
Velocidades	Grande	Média/Grande	Muito Grande
Torque a baixa velocidade	Pequenos/Médios	Grande	Pequenos
Precisão	Boa. Limitada pelo uso de transmissão	Boa	Má, Exceto em operações a posições fixas.
Funcionamento em situação estática	Mau. Requer travões	Excelente. Trata-se de funcionamento normal	Bom. Não há riscos de danificação do sistema
Questões ambientais	Os arcos elétricos podem ser indesejáveis.	Perigo de fuga de óleos.	Sistemas Limpos, Poluição sonora de componentes, compressores e das fugas.
Custos	Relativamente baixos	Altos	Relativamente baixos

Fonte: (O Autor, 2018)

2.4 Sensores

Os sensores são para monitoramento e transmissão de informações referentes a parâmetros que estão ocorrendo nas máquinas e equipamentos em tempo real em sua grande parte estão geralmente conectados a um CLP que pode receber os dados e transmiti-los via rede através de programas de supervisão.

Segundo Romano (2016) Os dados gerados através dos sensores, permite que a análise industrial transforme esses dados em *insights* valiosos. Esses *insights* servem para tomada de decisão e planos de ações.

Segundo Alerim (2017) Hoje, já contamos com chips e sensores minúsculos que, além de prover recursos de comunicação e monitoramento, consomem pouca energia elétrica, o que os torna ideais para dispositivos pequenos.

Ao passo que, para internet das coisas funcionar na indústria de forma autêntica, pode-se utilizar uma placa com sistema tipo Arduíno, que além de controlar o envio de dados dos sensores, consegue fazê-los funcionar juntamente com atuadores para transmitir comandos de movimentos remotamente, e através de informações recebidas e enviadas a todo o momento para um servidor nuvem ajustar parâmetros para garantir o funcionamento correto dos objetos inteligentes (máquinas diversas e equipamentos).

Segundo Romano (2016) Dados brutos são transformados em *insights* valiosos sobre as condições da planta industrial. O gerenciamento desses alarmes facilita o trabalho do operador

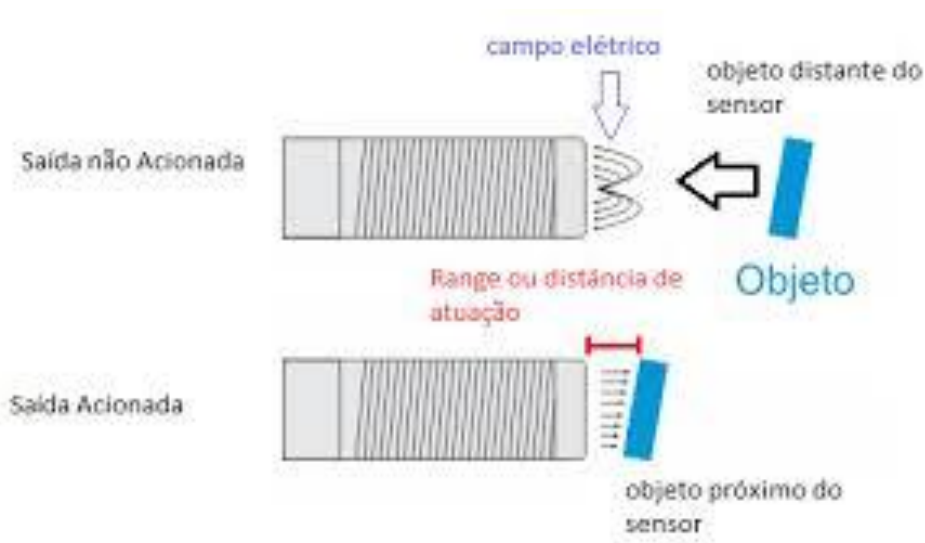
que consegue controlar a planta com maior precisão, aumentando a produtividade e diminuindo as perdas.

É importante destacar que muitos dos sensores disponíveis no mercado tem de ser adaptados para trabalhar com envio de dados de forma contínua, pois isso exige esforços mecânicos e elétricos além dos especificados para seu funcionamento padrão. No texto a seguir é citado alguns tipos de sensores utilizados na indústria normalmente e suas características:

2.4.1 Sensores Capacitivos

São sensores de proximidade, o qual seu funcionamento está baseado na mudança da capacitância da placa detectora localizada na região denominada face sensível. São acionados quando qualquer elemento sólido (polímeros, pedras até fluidos) invade sua área sensível, promovendo a mudança de seu status lógico (WEG, 2018). Podemos visualizar na Figura 8.

Figura 8: Funcionamento de sensor capacitivo

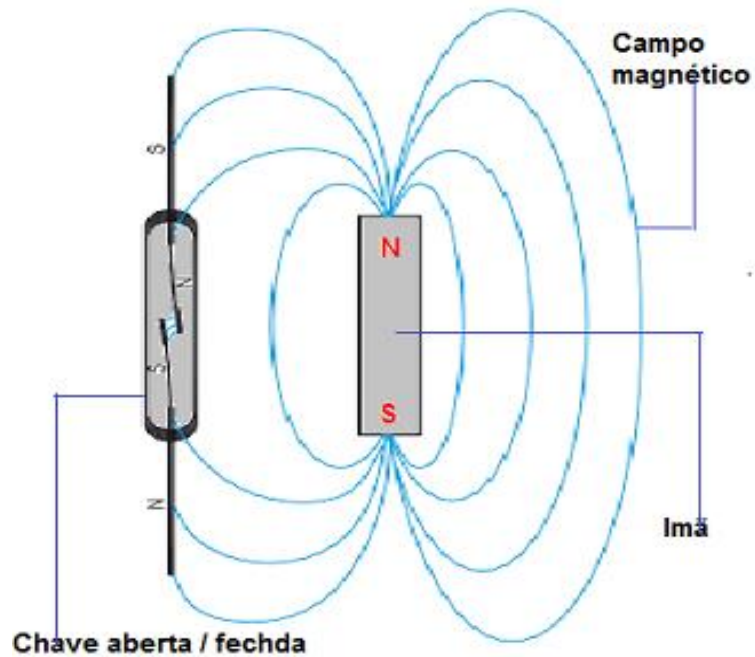


Fonte: (COLASSANTE,2018,p.1)

2.4.2 Sensores Magnéticos

São sensores que efetuam um chaveamento eletrônico mediante a presença de um campo magnético externo, próximo e dentro da área sensível, (Figura 9). Esses sensores podem ser sensíveis aos pólos do imã ou somente a um pólo. São acionados mediante a presença de um campo magnético externo, proveniente de um imã permanente. (WEG, 2018)

Figura 3:Funcionamento de sensor Magnético

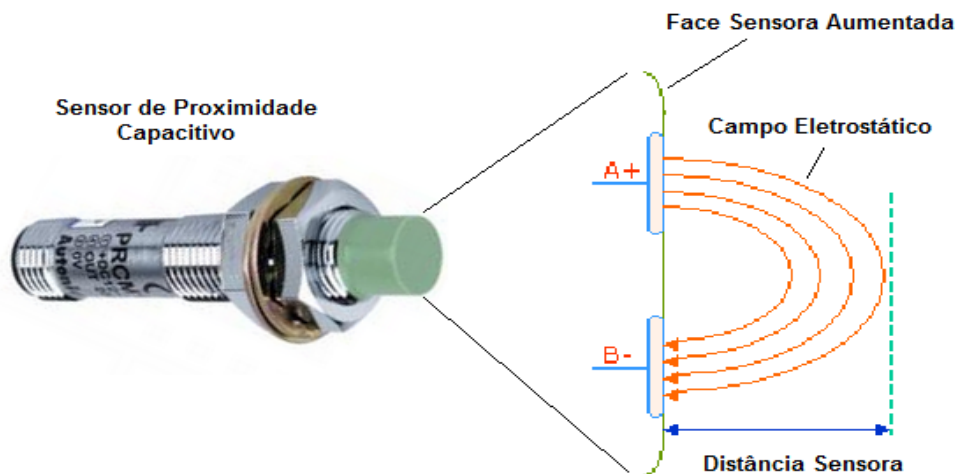


Fonte: (PORTALELETRICISTA,2018,p.1)

2.4.3 Sensores Eletrostáticos

São sensores capazes de captar a energia estática de fios sintéticos ou naturais quando eles estão em movimento. É utilizado para detectar o rompimento dos fios em máquinas têxteis naturais ou sintéticos quando em movimento. Podendo ser utilizados sensores capacitivos para a função, como exemplificado na Figura 10(WEG,2018).

Figura 10: Funcionamento de sensor eletrostático

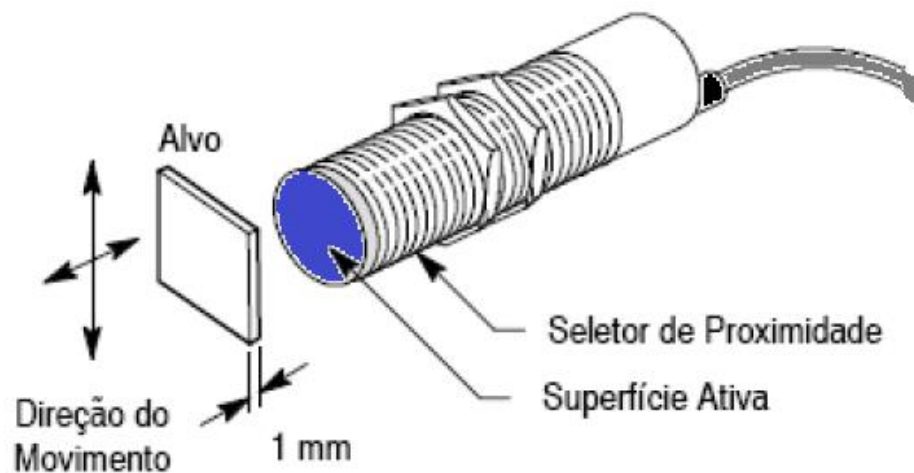


Fonte: (OLIVEIRA,2018,p.1).

2.4.4 Sensores Indutivos

São sensores que executam uma comutação eletrônica quando um objeto metálico invade seu campo eletromagnético, causando a mudança de seu estado lógico (Figura 11). São utilizados largamente em lugares onde as condições de trabalho são extremas tais como: óleos solúveis, óleos lubrificantes, óleos de corte, onde são exigidos altos níveis de vedação e resistência mecânica. (WEG ,2018)

Figura 11: Funcionamento de sensor Indutivo

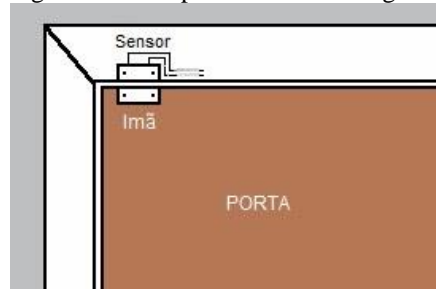


Fonte: (GOMES,2018,p.1)

2.4.5 Sensores Magnéticos com função de segurança

Os sensores magnéticos, já citados no texto anteriormente, podem ser utilizados como função de segurança, e destinados às aplicações onde se deseja monitorar grades, portas, proteções de máquinas, portões ou similares, como visto na Figura 12. (WEG,2018).

Figura 12: Exemplo de sensor de segurança

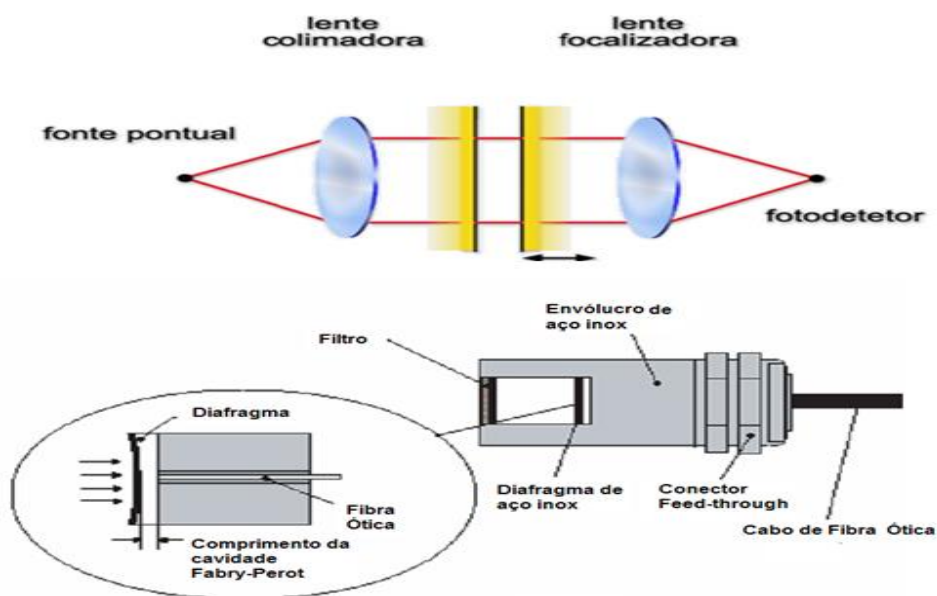


Fonte: (ELETROESTE ,2018,p.1)

2.4.6 Sensores Ópticos

São sensores cujos elementos de emissão e recepção estão justapostos no mesmo conjunto óptico (Figura 13). Os raios emitidos pelo transmissor refletem na superfície do objeto detectado e retornam ao elemento receptor. São utilizados juntamente com elemento foto sensível (sistema por barreira, reflexão e difusão) que reflete o feixe de luz gerado durante seu acionamento. (WEG,2018)

Figura 13: Funcionamento do sensor óptico



Fonte: (SMAR, 2018,p.1)

Ao passo que, sensores, placas e CLPs precisam ser conectados de alguma forma a redes de comunicação para enviar os dados de status ao sistema

3 PROTOCOLOS DE REDE E COMUNICAÇÃO

Sobre a construção das redes que se for utilizar pela internet das coisas, deve-se considerar que máquinas, equipamentos, computadores e celulares inicialmente vão se comunicar uns com os outros.

Estando conectados a um sistema de cabeamento que protege contra oscilações e vibrações, e ainda outros protocolos que podem ser aplicados no setor fabril, como solução para cada máquina que deverá possuir basicamente uma placa com sistema embarcado para controle das funções mecânicas dos atuadores e envio de dados dos sensores. Segundo Alerim (2017) “A expectativa é a de que o 5G esteja pronto para ser usado massivamente em 2020. Nesse ano, estima-se que haverá cerca de 50 bilhões de dispositivos on-line, com esse número devendo crescer rapidamente a partir daí.”

Alguns protocolos como *zigbee* e *lorawan* (Quadro 2) conseguem enviar dados por banda como a dos celulares possibilitando a utilização de sistemas sem fio o que melhora por demais a utilização dos espaços já que cabos podem eventualmente causar incêndios ou sofrerem rupturas ocasionais. Santos (2016) “Afirma que a conexão com a rede mundial de computadores viabilizará, primeiro, controlar remotamente os objetos e, segundo, permitir que os próprios objetos sejam acessados como provedores de serviços.”

Quadro 2 : Comparativo entre protocolos de rede

Protocolo	Taxa de transferência	Frequência	Alcance
Ethernet	10Gbps	-	2000 Metros
Wi-fi	1300Mbps	5GHz	50 Metros
Bluetooth	1Mbps	2.4GHz	80 Metros
Zigbee	250Kbps	2.4GHz	100 Metros
Sigfox	1000bps	902MHz	50 Kilômetros
3G/ 4G	10Mbps	2500MHz	200 Kilômetros
<i>Lorawan</i>	50Kbps	Sub-GHz	5 Kilômetros

Fonte: (O Autor,2018)

Segundo Alerim (2017) Esse aspecto não impede as redes atuais de serem utilizadas para *IoT*, mas uma otimização para dispositivos variados é necessária, principalmente para garantir o baixo consumo de energia e de recursos de processamento.

3.1 Ethernet

Segundo Santos (2016) O padrão *Ethernet* (IEEE 802.3) foi oficializado em 1983 pelo IEEE e está presente em grande parte das redes locais com fio existentes atualmente. Sua popularidade se deve à simplicidade, facilidade de adaptação, manutenção e custo. Atualmente existem dois tipos de cabos utilizados par trançado e fibra óptica, que oferecem taxas de comunicação bem diferentes. O uso do padrão *Ethernet* é sugerido para dispositivos fixos e sem mobilidade.

3.2 Bluetooth lowenergy

Os dispositivos que trabalham com Bluetooth podem ter duas funções diferentes em uma conexão comum, Dispositivo Central ou Dispositivo Periférico. Geralmente os dispositivos centrais são telefones celulares, tablets, computadores, entre outros. São dispositivos centrais que recebem dados. Já os dispositivos periféricos são sensores e dispositivos *low power* que se conectam a um dispositivo central. Podemos pensar também como uma estrutura cliente/servidor, onde um celular é o cliente e o sensor é o servidor que “serve” seus dados para o cliente de acordo com suas necessidades. (BAUETMEISTER,2018,p.2)

3.3 LoraWan

O protocolo *LoRaWAN*TM implementa os detalhes de funcionamento, segurança, qualidade do serviço, ajustes de potência visando maximizar a duração da bateria dos módulos, e os tipos de aplicações tanto do lado do módulo quanto do servidor. Suas principais aplicações são sistemas de internet das coisas como sensores e monitores remotos (pressão, luz, on-off, temperatura, entre outros ...) , sobretudo aqueles operados a bateria, mensagens curtas e em alguns casos em locais de difícil acesso (JUNIOR,2016,p.1).

3.4 SigFox

A tecnologia oferece uma solução de comunicação baseada em software, onde toda a complexidade da rede e da computação é gerenciada em nuvem e não nos dispositivos. Fornece também o ponto de entrada para os diferentes componentes do ecossistema integrado para interagir com o sistema através de interfaces de atendimento na web ou APIs. Segundo

WndBrasil(2017) “Ela também inclui módulos e recursos que são essenciais para garantir a implantação, operação e o monitoramento da rede, como o sistema de suporte empresarial para pedidos e cobranças, e suporte de rádio para garantir o bom funcionamento da rede.”

3.5 ZigBee

O *ZigBee* é um protocolo que utiliza o *standard IEEE 802.15.4* como base e acrescenta uma funcionalidade muito útil: a capacidade de estabelecer redes e de fazer *routing*. Segundo (SALEIRO e EY,2017,p.3) “A *ZigBee Alliance* é um grupo de empresas que trabalharam em conjunto para desenvolver um protocolo para o estabelecimento de redes que pudessem ser utilizadas em diversos ambientes, como por exemplo o comércio e a indústria, em que não se exigem taxas de transmissão elevadas.”

O tipo de rede em malha (*mesh networking*) é principalmente utilizado em aplicações em que se pretende efetuar transmissão de dados entre dois pontos que não estão fora do alcance um do outro. Deste modo, os dados são transmitidos para outros pontos intermediários que fazem o redirecionamento da informação até que esta chegue ao destinatário.

3.7 3G/4G

Santos (2016) Afirma que os padrões de telefonia celular 3G/4G também podem ser aplicados à *IoT*. Projetos que precisam alcançar grandes distâncias podem aproveitar as redes de telefonia celular 3G/4G. Por outro lado, o consumo energético da tecnologia 3G/4G é alto em comparação a outras tecnologias. Porém, a sua utilização em locais afastados e baixa mobilidade podem compensar esse gasto.

3.8 Wi-Fi

A tecnologia *Wi-Fi* é uma solução de comunicação sem fio bastante popular, pois está presente nos mais diversos lugares, fazendo parte do cotidiano de casas, escritórios, indústrias, lojas comerciais e até espaços públicos das cidades. Segundo Santos(2016) “O *Wi-Fi* foi desenvolvido como uma alternativa ao padrão cabeado *Ethernet*, com pouca preocupação com dispositivos que possuem consumo energético limitado, como é o caso das aplicações para internet das coisas.” Contudo, o *Wi-Fi* possui algumas vantagens, como

alcance de conexão e vazão de dados, o que o torna adequado para navegação na Internet em dispositivos móveis, como *smartphones e tablets*. A principal desvantagem do *Wi-Fi* é o maior consumo de energia, quando comparado com outras tecnologias de comunicação sem fio.

3.9 ModBus

CitySystems(2017) Explica que é um protocolo de comunicação serial desenvolvido pela Modicon em 1979 para ser utilizado em controladores lógicos programáveis (CLPs), transmite sobre redes seriais que conectam dispositivos como sensores e atuadores. Sua configuração mais simples seria um cabo serial conectando portas seriais de dois dispositivos (*Master e Slave*) enviando os dados em uma série de zeros e uns (0's e 1's) chamados de bits, onde cada bit é enviado como tensão de voltagem sendo que os 0's são voltagens positivas e os 1's voltagens negativas. As informações são armazenadas no dispositivo *Slave* em quatro tabelas diferentes, onde duas tabelas armazenam valores discretos ligado/desligado(bobinas) e outras duas tabelas armazenam valores numéricos variáveis (registros).

As redes de comunicação devem atender também os requisitos exigidos pelos softwares.

4 ALGUNS SOFTWARES

Os softwares são muito importantes para aplicação de internet das coisas na indústria de modo geral, já que permitem o controle dos sensores e atuadores que se conectam as placas com sistemas embarcados enviando dados de seu status, para essa finalidade é recomendado a utilização de sistemas operacionais em tempo real que trazem para o sistema embarcado a possibilidade de correção de falhas durante comandos executados de forma equivocada e um sincronismo mais eficaz para o controle via remoto de máquinas e equipamentos inteligentes. Também é interessante utilizar juntamente aos sistemas embarcados softwares de gerenciamento Sistemas de Supervisão Elipse Scada, para melhorar ainda mais as aplicações utilizando comunicação a longa distância ou sem fio.

Alerim (2017) “Afirma que a conectividade serve para que os objetos possam ficar mais eficientes ou receber atributos complementares. Mas também é importante que os objetos possam se comunicar com outros sempre que cabível. “

4.1 *LiteOS*

Software de código aberto desenvolvido pela *Huawei* para ser utilizado em sistemas de internet das coisas que consomem pouca energia e comunica vários tipos de sensores de maneira rápida e eficiente além de suportar diferentes plataformas de nuvem para armazenamento das informações obtidas.

4.2 **Ubuntu Core**

É um sistema operacional construído sobre a arquitetura e a infraestrutura do Debian, atualizações regulares para o sistema operacional e aplicativos protegem os dispositivos contra ataques contínuos de hackers, resolvendo problemas de segurança automaticamente. O Ubuntu Core alimenta uma nova onda de aplicativos na robótica com aprendizado de máquina e inteligência artificial para aplicações industriais avançadas e inteligência, além de conectar sensores e atuadores às nuvens, ao mesmo tempo em que fornecem análises e inteligência de ponta.

4.3 FreeRTOS

É um sistema operacional em tempo real para dispositivos embarcados com pequena potencia que basicamente compacta e executa os comandos a uma velocidade eficiente sem gravar padrões como por exemplo contas de usuário, sendo portado para vários microcontroladores. Ele é distribuído sob a GPL e encontrado em versão gratuita com menos recursos.

4.4 Nano RK

Este software suporta a configuração do gerenciamento de informações de sensores e atuadores em tempo real onde as tarefas são realizadas dentro de um espaço de tempo pré-programado de acordo com um limite, por exemplo, de 0 a 100 milissegundos onde também a quantidade de memória e energia utilizados seguem a média estipulada pelo comando configurado no temporizador causando uma reserva de recursos que pode ser utilizada por outras ações.

4.5 TinyOS

Este software permite a manipulação do recebimento de comandos já que é projetado para não bloquear tarefas ordenadas para dispositivos sem fio com baixa potência, como aqueles utilizados em redes de sensores, redes de área pessoal, computação ubíqua, edifícios inteligentes e medidores inteligentes. Para sua utilização é necessária a configuração de atalhos de encadeamento para possível interrupção ou adiamento de um determinado comando isto é quase uma interpretação proporcionada pelo sistema o que faz mostrar a inteligência envolvida na programação.

4.6 Contiki

Software altamente portátil e de código aberto para sistemas embarcados em rede com memória eficiente de alta velocidade e redes de sensores sem fio. *Contiki* tem sido usado em uma variedade de projetos, tais como monitoramento de incêndios, detecção de intrusão, monitoramento em redes de vigilância.

4.7 Mantis OS

Este software possui um sistema de economia de energia que monitora o ciclo de trabalho do sistema embarcado de acordo com ações agregadas as quais quando finalizadas fazem com que o micro-controlador entre num estado de espera ficando praticamente desligado retornando sempre que algum sensor gerar informação de comando.

4.8 Elipse Scada

Elipse Scada é um projeto desenvolvido em julho de 2013, que fornece um sistema scada de código aberto completo e avançado que pode ser usado imediatamente ou como uma plataforma para criar uma solução personalizada para monitoramento e controle dos processos, oferecendo escalabilidade constante e evolução para diferentes tipos de aplicações industriais, desde simples interfaces IHM até complexas operações em tempo real. Compõe uma forma avançada de supervisão integrada para o usuário, permitindo ao gestor visualizar e operar o sistema via *tablets e smartphones*, gerando indicadores, manipulando grandes massas de dados ou gerenciando alarmes da aplicação. Tem interoperabilidade com a maioria dos equipamentos disponíveis no mercado.

Todos os softwares possuem uma linguagem de programação específica ou utilizam um padrão usual.

5 LINGUAGENS DE PROGRAMAÇÃO MAIS COMUNS

As linguagens de programação são de grande importância para o desenvolvimento e funcionamento de internet das coisas por serem responsáveis por coordenar a maneira com que um sistema vai trabalhar os dados aproveitando recursos e economizando tempo.

5.1 Linguagem Java

É uma linguagem largamente utilizada em dispositivos para internet das coisas por não estar vinculada a um único sistema operacional ou hardware específico, foi desenvolvida na década de 1990 pela equipe de programadores da empresa *Sun Microsystems* que vendeu seus direitos a *Oracle* em 2008. Esta linguagem oferece aos seus desenvolvedores segurança e portabilidade por permitir que via rede comandos possam ser executados de formas restritivas a modificações involuntárias vindas de fontes exteriores como *bots, robôs* entre outros.

5.2 Linguagem C

Esta linguagem foi criada nos laboratórios da *Bell Telephone* em 1972 por Dennis Ritchie com propósito de ser usada no desenvolvimento de uma nova versão do sistema operacional Unix. Um programa escrito em C pode ser facilmente utilizado em qualquer plataforma e capaz de gerar programas extremamente rápidos em tempo de execução, possui instruções de alto nível e com uma sintaxe simples e poderosa. C é uma linguagem bastante popular e existem vários compiladores C disponíveis para todas as plataformas. A *ANSI American National Standards Institute* foi a entidade encarregada de realizar a padronização da linguagem a fim de garantir compatibilidade e portabilidade.

5.3 Linguagem C++

O desenvolvimento desta linguagem começou na década de 80 por Bjarne Stroustrup baseada inicialmente em linguagem C, foram acrescentados elementos de outras linguagens de vários níveis na tentativa de criar novos elementos sem trazer problemas para a programação, com intuito de melhorar uma versão do núcleo Unix. Permite ao programador escolher as opções mesmo sendo a opção incorreta e suporta múltiplos paradigmas sendo bastante utilizada no meio acadêmico devido ao seu grande desempenho.

5.4 Linguagem JavaScript

Segundo Canaltech(2015) Esta linguagem foi criada por Brendan Eich em 1995 enquanto trabalhava na *Netscape Communications Corporation*, com propósito de oferecer aos programadores formas de tornar determinados processos de páginas web mais dinâmicos e de uso mais agradável. Os *Scripts* de código permitem, por exemplo, atualizar parte do conteúdo de uma página web sem carregá-la totalmente, assim como no *Google Docs* que utiliza esta linguagem que também pode ser aplicada para desenvolvimento de aplicativos para smartphones e até mesmo programas *Desktop*.

5.5 Linguagem Python

Esta linguagem foi desenvolvida em 1991 por Guido Von Rossum sendo de licença livre para projetos comerciais é dinâmica, robusta, multi-paradigma, multi-plataforma, (orientação a objetos, imperativa, refletiva e funcional) e está preparada para executar em JVM e *NET.framework*. Prioriza a legibilidade do esforço do programador sobre o código computacional é principalmente utilizada para processamento de textos, criação de CGIs para páginas personalizadas da web e a leitura de dados científicos.

5.6 Linguagem Node.js

Foi apresentada pelo programador Ryan Dahl na conferência europeia *JSconf 2009* o projeto combinava em uma plataforma a máquina virtual JavascriptV8 criando um interpretador escrito em C++. A linguagem Node utiliza um modelo de programação orientada ao evento e tem como vantagem a manipulação de dezenas de conexões simultâneas rodando em seu servidor onde está instalado com suas bibliotecas, ao contrário de PHP e Java. Possui código aberto focado em migrar *JavaScript* do lado do cliente para servidores desenvolvendo aplicações de alta escalabilidade organizacional.

Independente da linguagem utilizada, todo o sistema desenvolvido deve possuir um banco de dados seguro e de fácil acesso.

6 ALGUNS SISTEMAS DE BANCOS DE DADOS

Os sistemas de gerenciamento de banco de dados são de extrema importância para as aplicações de internet das coisas já que são eles que armazenam os dados obtidos dos sensores e permitem ao usuário do sistema acessar estes insights valiosos para poder obter informações diversas de processos industriais entre outros parâmetros. Segundo Alerim (2017) “Se a unidade fabril for muito grande, um sistema de Big Data pode ser usado para otimizar a produção indicando que tipo de peça dá mais defeitos, quais máquinas produzem mais, se a matéria-prima de determinado fornecedor tem um histórico de problemas mais expressivo.”

6.1 MySQL Databases

O sistema de databases foi desenvolvido pela empresa *MySQL AB* em maio de 1995 e atualmente é propriedade da *Oracle Corporation* em borá tenha mantido a versão para a comunidade em geral, os desenvolvedores criaram,então,o projeto MariaDB para continuar desenvolvendo o código da versão 5.1 de MySQL de forma aberta e gratuita.Segundo Techtudo(2012) “É necessário instalar um servidor e uma aplicação cliente que se comunique com o servidor através do SQL utilizando a interface gráfica *MySQL Workbench*, pode-se executar consultas SQL,administrar o sistema,modelar,criar e manter a base de dados dentro de um ambiente integrado.”

6.2 MongoDB

É um sistema de gerenciamento de banco de dados com código aberto, lançado em fevereiro de 2009 pela empresa 10gen. Orientado à documento e sem esquemas e foi escrito praticamente na linguagem C++ o que o torna portátil a diferentes sistemas operacionais, permitindo que as aplicações modelem informações aninhando os dados em hierarquias complexas continuando a ser indexáveis e fáceis para localização.

6.3PostGreSQL

Devmedia (2015) Este sistema de gerenciamento de banco de dados tipo objeto-relacional foi desenvolvido na Universidade da Califórnia em Berkeley e foi o pioneiro em muitos dos conceitos que só se tornaram disponíveis em alguns sistemas de banco de dados de

código aberto. Suporta uma grande parte dos padrões SQL e oferece diversas características modernas como operadores, *datatypes*, chaves estrangeiras entre outros. Nenhum dos clientes tem acesso aos arquivos do banco de dados diretamente o que é deixado inteiramente para o servidor.

6.4 Apache Cassandra

Este gerenciador de banco de dados funciona com uma implementação de família em colunas NOSQL, é primordial para o desenvolvedor observar os detalhes e os pontos difíceis de solução da programação para conhecer as peculiaridades desse sistema. Suas principais vantagens são esquema para armazenamento de dados flexível, suporte para replicação e consistência ajustável além de conter uma linguagem de consulta semelhante ao SQL e suportando procura por índices secundários com rendimento de gravação alto e um bom rendimento de leitura.

6.5 Amazon Web Services– AWS

Esta plataforma de serviços de computação em nuvem lançado oficialmente em 2006 possui uma ampla variedade de mecanismos de banco de dados. Segundo *Aws* (2018) “Configurações de servidor, criptografia, excelentes ferramentas de big data, Amplos recursos de certificação de segurança e acreditação, criptografia de dados em repouso e em trânsito, módulos de segurança de hardware e forte segurança física e ferramentas integradas”. Permitem que o usuário execute aplicações híbridas em serviços locais e na nuvem.

6.6 Microsoft Azure

Esta plataforma de execução de aplicativos baseada em conceitos de computação em nuvem foi lançada oficialmente no ano de 2010 possui ferramentas e infraestrutura para criar experiências executadas por inteligência artificial, com funcionalidades de serviço gerenciado, detecção de ameaças, monitoramento integrado e aplicação de patches automática e backups. Permite a produtividade do desenvolvedor e do usuário final com uma abordagem comum para criação de aplicativos e a flexibilidade de implantar esses aplicativos na nuvem ou localmente de forma consistente com toda a organização.

6.7 Kubernetes

É uma plataforma que funciona com uma variedade de ferramentas de containerização que automatiza a implantação, o dimensionamento e a gestão de aplicações em contêineres de dados que foi lançado pelo Google em 2014, fornece aos contêineres seus próprios endereços IP e um único nome DNS para um conjunto de contêineres implementando progressivamente alterações em determinado aplicativo ou na configuração monitorando a integridade para garantir que instancias não sejam eliminadas ao mesmo tempo aumentando a utilização e economizando ainda mais recursos.

7 METODOLOGIA

Neste estudo de pesquisa foi utilizado o método descritivo para expressar opiniões e o que foi compreendido observando detalhes em comum entre os autores pesquisados de acordo com seus pontos de vista em relação ao tema.

O referencial teórico foi todo retirado de artigos postados recentemente em sites institucionais e informativos publicados por acadêmicos com experiência nas questões estudadas, a forma como os tópicos do estudo foram organizados no conteúdo relaciona os principais assuntos que fazem com que a construção ideológica funcional do tema propriamente dito possa ser compreendido de maneira simples e construtiva, portanto as informações analisadas serão transmitidas de forma a passar abordagens verídicas com resultados tratados de forma qualitativa para uma conclusão consistente.

8 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo contém considerações relacionadas ao que foi entendido sobre o estudo e o que se desenvolveu na prática.

8.1 Perspectiva de Aplicação

A indústria em si sempre fez uso das inovações tecnológicas que se desenvolvem no mercado e que se aplicam diretamente no chão de fábrica, caso fosse contrário muitas empresas teriam falido por motivos óbvios de concorrência contra concorrência. Segundo Romano (2016) “A utilização de serviços digitais ainda melhora o relacionamento com o cliente. Pois, a entrega do produto possibilita diferentes pontos de contatos que geram informações valiosas para o cliente. É criada uma relação de confiança e lealdade.”

O funcionamento de objetos inteligentes não trará grandes dificuldades para as linhas de produção já que comunicando fatos ocorridos em tempo real o trabalho tornará bem mais organizado. E as perdas principalmente com refugos entre outros problemas com os clientes vão diminuir de maneira gradual até que os erros por sua lógica se tornem problemas causados por testes ou ajustes de manutenção previamente programados.

Algumas ferramentas de manufatura ao serem implantadas em empresas geram as vezes certa resistência de funcionários mais experientes que acreditam que seus métodos de produzir e fazer o trabalho sejam os mais eficazes e cômodos para determinado setor. Com internet das coisas não será diferente, muita robótica e automação com certeza vai surgir em locais diferentes das fábricas e trará conflitos entre homens e máquinas, por isso treinamentos bem aplicados aos funcionários serão de grande valia para o desenvolvimento contínuo desta nova tecnologia, já que isso depende principalmente do pessoal envolvido e motivado para tal propósito.

Muitas máquinas e equipamentos que já existem e funcionam hoje nas fábricas tem pouquíssimos recursos que podem ser aproveitados para um sistema de comunicação de objetos inteligentes de última geração assim dizendo. Segundo Romano (2016) “As diversas aplicações que podem ser criadas com essas máquinas inteligentes serão a força motriz para a geração de novas correntes de receita, isso reforça o conceito de modelo de negócio híbrido”.

Como pesquisado para início de conversa estes pouquíssimos recursos como sensores e placas podem ser modificados por projetos inovadores que aproveitem o máximo das estruturas eletrônicas e utilizem também sistemas embarcados trazendo ganhos de tempo, por

exemplo em linhas de produção principalmente e onde determinados tipos de softwares também já auxiliam no monitoramento dos dados operacionais.

Inicialmente os processos de produção ainda aceitaram equipamentos que de certa forma são importantes demais para serem substituídos por tecnologias mais avançadas, talvez a grande colaboração de internet das coisas seja a de melhoramento do que pode ser melhorado nas questões físicas para que os lucros aumentem constantemente, isto com um planejamento possível para equipamentos que independente do estado em que estejam consigam dar conta do que é necessário para garantir que produtos e serviços atendam aos clientes com qualidade.

Os sistemas que estão sendo desenvolvidos atualmente contam com sistemas embarcados controlados por um sistema operacional em tempo real compatível com o micro-controlador utilizado que consegue fazer com que atuadores e sensores trabalhem de forma padronizada sem que existam problemas de envio de informações, ao projetar-se um sistema de controle de objetos inteligentes deve ser observado se existem compatibilidade entre todos os componentes já que é um problema que ainda vem sendo solucionado e a questão de interoperabilidade entre fabricantes, constando que esta tecnologia ainda está sendo em alguns pontos testada.

As informações transmitidas entre os objetos inteligentes necessitaram de protocolos de conexão mais avançados como 5G que ainda está sendo desenvolvido e também de aceitar uma quantidade de endereços maior do que as disponibilizadas pelo ipv6 isto para conexões a distâncias maiores, contudo para gerenciar a comunicação de sistemas fechados como as indústrias as tecnologias Wi-fi e Bluetooth permitem que máquinas se comuniquem com máquinas atualizando padrões de programação em tempos compatíveis com a velocidade do desenvolvimento da produção.

8.2 Perspectiva econômica

Os lucros gerados pela implantação de sistemas de internet das coisas nas indústrias vão criar no mercado novas empresas especializadas na aplicação e desenvolvimento desta tecnologia além das que já existem que vão receber investimentos de até US \$ 15 trilhões do PIB global até 2030. Segundo Romano(2016) para aproveitar das melhores oportunidades que a *IIoT* oferece, as indústrias precisam investir em ciência da informação, desenvolvimento de software, engenharia de hardware, testes, operações, marketing e vendas.

Nas linhas de produção muitas das máquinas solucionaram seus problemas de maneira automática por já estarem programadas para trabalhar assim, monitorando ajustes de temperatura, oscilações de corrente, ajustes de parâmetros produtivos entre outros. Trazendo ganho de tempo ao pessoal encarregado da manutenção e para parte operacional que poderá se preocupar em aplicar de maneira mais eficaz ainda as tarefas para melhorar a qualidade do que está sendo produzido diminuindo refugos.

8.3 Perspectiva Social

Sabe-se que a internet das coisas mudará a forma com que as coisas são comercializadas, por exemplo as peças dos carros entre outras poderão ser identificadas individualmente por etiquetas inteligentes facilitando o atendimento ao cliente. Por exemplo, Em lojas de autopeças credenciadas que ao receberem um pedido podem identificar via celular ou computador a disponibilidade das mesmas e se estão sendo produzidas na cor ou modelo solicitados.

Em contratempo, o próprio cliente sem que acione a loja em si de qualquer lugar poderá fazer o pedido já tendo calculados os preços para entrega do produto diretamente do fabricante o que já acontece nas compras via internet porém com detalhes ainda mais apurados. Segundo Mancini (2017) “As revoluções tecnológicas estão impondo um novo paradigma para a sociedade e para as organizações. Neste cenário, surge a Internet das Coisas, como a grande mola propulsora dessas mudanças, porém apresenta diversos desafios, entre os quais conceituais tecnológicos e sociais.”

O impacto gerado para os empregados de vários setores se transformara em certa revolução de profissões que já vem acontecendo em pequena escala onde novas atribuições estão sendo dadas a funções já existentes no mercado de trabalho e aonde outras novas vem surgindo de acordo com a criatividade dos envolvidos nos setores que acolhem as novas tecnologias desenvolvidas.

Os atributos em questão de monitoramento de segurança serão incalculáveis se hoje as câmeras já auxiliam de forma adequada estando posicionadas de forma apenas a captar imagens para verificação, imagine as máquinas e equipamentos contendo inteligência avisando preventivamente operadores para se afastarem de determinado local por existir risco a sua integridade física.

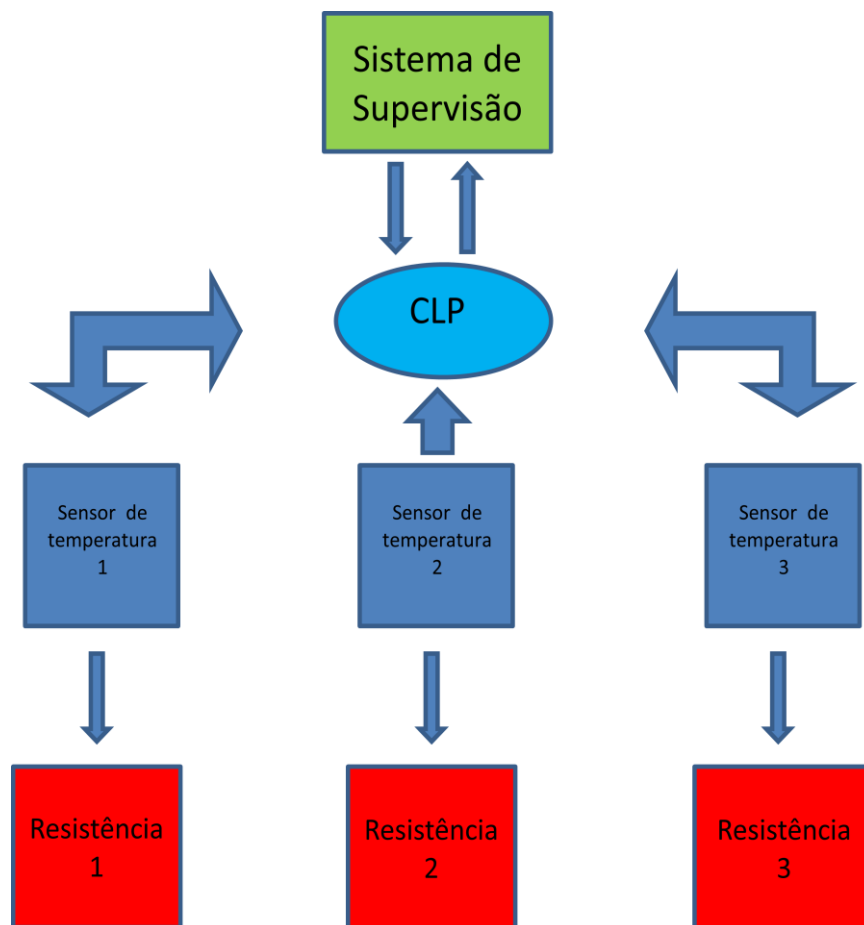
Alguns referenciados pesquisados entendem que deve existir leis para a maneira com que a inteligência desenvolvida para as máquinas seja tratada, pois isso pode gerar riscos a

humanidade caso essas tecnologias tomem proporções de utilização fora das possibilidades de controle, causando um certo tipo de liberdade auto-operacional se sistemas muito avançados obtiverem acesso a informações privilegiadas sobre interpretação de dados para sua programação.

8.4 Prática de simulação de internet das Coisas

Foi utilizado um Controlador lógico programável (CLP) para controlar e enviar comandos a atuadores (resistência) e sensores de temperatura, onde os parâmetros de ajuste puderam ser modificados e monitorados via software Elipse Scada, com protocolo modbus para fazer a comunicação serial entre o CLP e o computador onde o software esta instalado, como pode ser observado na Figura 14.

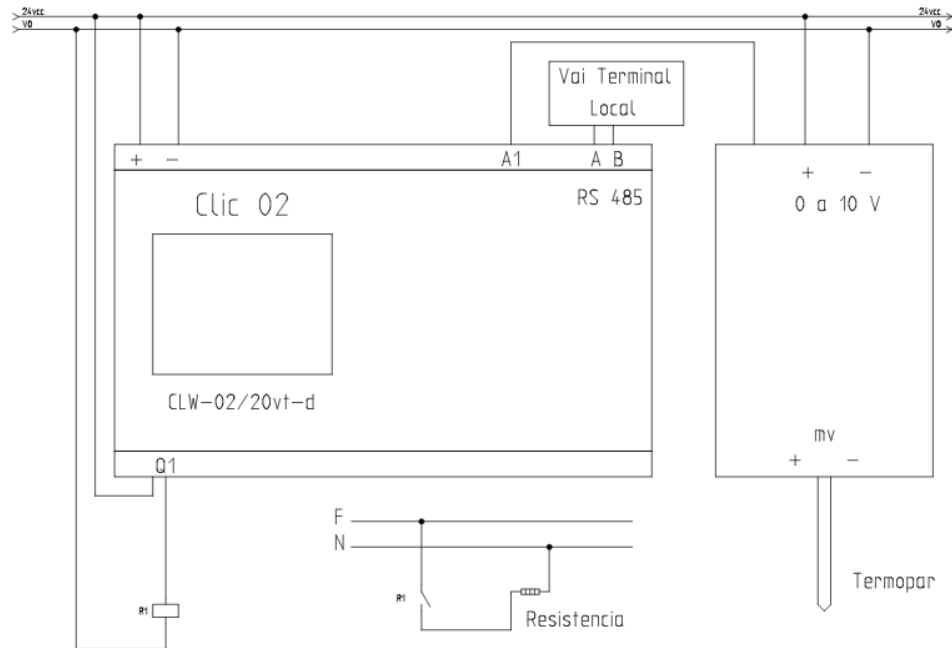
Figura 14:Diagrama de funcionamento da supervisão



Fonte: (O Autor,2018)

O diagrama da Figura 15 demonstra a forma como cada sensor de temperatura (termopar) e resistência foi conectado no CLP e na alimentação. Considerando que a conexão com a interface se faz pela RS 485.

Figura 15:Diagrama do circuito elétrico



Fonte: (O Autor,2018)

O sistema simulado conforme a Figura 16, se trata de um conjunto de 3 estufas para tratamento de materiais poliméricos onde os níveis de umidade e a temperatura devem ser controlados para que a qualidade do que for produzido seja mantida sem que apresente degradação ou manchas durante os processos. Considerando que cada uma das estufas contém materiais poliméricos diferentes.

Na Figura 16 o status das estufas é demonstrado por relógios displays onde o nível de cor amarelo representa temperaturas até 50°C, cor Verde até 150°C, cor Palha Esverdeado até 200°C e Vermelho 250°C. Os botões de desligado ficam Verdes quando ligados e estes acionam a resistência caso a estufa necessite ser aquecida, para simular esta situação foi utilizado um ferro de solda pra variação de temperatura do experimento. Considerando que as estufas podem estar em lugares diferentes conectados por cabeamento e seus dados estão sendo monitorados pelo computador facilitando o trabalho de quem as controla e fazendo economizar tempo.

9 CONCLUSÃO

Para internet das coisas funcionar com sucesso nos ambientes industriais os principais desafios serão questões como interoperabilidade e viabilidade financeira, os fabricantes de hardwares e softwares devem desenvolver ferramentas capazes de consertar possíveis erros já que em determinados casos isso poderia gerar acidentes ou outros tipos de prejuízos, em virtude de conflitos ocorridos entre componentes de placas ou sensores de diferentes marcas.

Uma alternativa seria padronizar os conectores em arquiteturas semelhantes para trabalhar em altas velocidades de transferência de dados, para o sistema embarcado isso facilitaria o funcionamento dos sistemas operacionais embutidos e geraria lucros na comunicação de comandos enviados aos atuadores nas máquinas que funcionariam com tempos parecidos sem grandes problemas para entender o que outros elementos estão fazendo em determinado instante

Para a complexidade dos processos os protocolos de rede devem garantir a segurança total dos dados caso sejam enviados para nuvens, as informações devem correr de dentro para fora ou de fora para dentro do sistema de forma a serem conferidos os endereços continuamente, se forem detectados informações de IP imprecisas devem ser logo reportadas a supervisão de controle podendo ser acionados aplicativos parecidos com programas antivírus ou de escaneamento para inicialmente poderem ser eliminados possíveis tentativas de invasão ou modificação na ordem de operação dos objetos inteligentes.

Integrando a indústria, futuramente internet das coisas só tem a dar lucros, pois vai tornar mais simples e organizado a forma dos procedimentos como manufatura em questões de qualidade, manutenções preditivas e preventivas, limpeza e vendas dos produtos pela internet.

REFERÊNCIAS

- ALERIM, Emerson. (2017, janeiro 17). **O que é internet das Coisas**.Disponível em: <https://www.infowester.com/iot.php>. Acesso em: 19 Fevereiro 2018.
- AZURE,(2018) .Disponível em: <https://azure.microsoft.com> ..Acesso em:16 setembro 2018.
- AWS,(2018) .Disponível em: <https://aws.amazon.com/pt/> .Acesso em:16 setembro 2018.
- BAUETMEISTER, Giovanni. (2018, Março 06). Disponível em: <https://www.filipeflop.com/blog/bluetooth-low-energy-com-esp32-e-dht11/> .Acesso em: 21 Junho 2018.
- CANALTECH,(2015, Janeiro 28).Disponível em:<https://canaltech.com.br/internet/O-que-e-e-como-funciona-a-linguagem-JavaScript/> .Acesso em:14 setembro 2018.
- COLASSANTE,(2015, Junho 01). Disponível em [:http://profcolassante.blogspot.com/2015/06/sensores-capacitivos-e-indutivos.html](http://profcolassante.blogspot.com/2015/06/sensores-capacitivos-e-indutivos.html) .Acesso em:08 Outubro 2018.
- CONTIKI, (2018) .Disponível em: <http://www.contiki-os.org> .Acesso em: 21 Junho 2018.
- CITISYSTEMS,(2017,Outubro 05). Disponível em: <https://www.citisystems.com.br/> .Acesso em: 16 Setembro 2018.
- DEVMEDIA,(2015,Junho 06).**Postgresql tutorial**. Disponível em:<https://www.devmedia.com.br/postgresql-tutorial/33025> .Acesso em 16 setembro 2018.
- ELETROESTE, (2014, Fevereiro 26). Disponível em: <http://eletroesters.blogspot.com/2014/02/seguranca-sensor-de-vibracao-x-sensor.html> .Acesso em:08 Outubro 2018.
- FREERTOS, (2018) .Disponível em: <https://www.freertos.org/> . Acesso em: 21 Junho 2018.
- FRITZING,(2018) .Disponível em: <http://fritzing.org/media/fritzing-repo/projects> .Acesso em: 21 Junho 2018.
- GOMES, Sinésio.(2017,Março 20).Disponível em:<http://controleeautomacaoindustrial3.blogspot.com/2015/04/revisao-01-sensores-de-proximidade.html> .Acesso em:08 Outubro 2018.
- GHAREGOZLOU, Matthew. (2016, Abril 06). **A abordagem industrial para internet das Coisas**. Disponível em: <https://ecommercenews.com.br/artigos/tendencias-artigos/a-abordagem-aberta-para-o-desenvolvimento-de-aplicacoes-para-a-internet-industrial-das-coisas-iiot/> .Acesso em: 22 Fevereiro 2018.
- INSTITUTO NEWTON C. BRAGA .(2018) .Disponível em: <http://newtoncbraga.com.br/index.php/38-newton-c-braga/conversando/10654-a-internet-das-coisas-industrial-art2489>.Acesso em 22 Fevereiro 2018.

JORGE MAIA,(2018) .Disponível em: https://qconsp.com/sp2015/system/files/presentation-slides/JORGEMAIA_IOTQCONSP2015.pdf . Acesso em 22 Fevereiro 2018.

JUNIOR, Vidal pereira. (2016, Abril 06). **Conheça a tecnologia lora e o protocolo lorawan.**Disponível em: <https://www.embarcados.com.br/conheca-tecnologia-lora-e-o-protocolo-lorawan/> . Acesso em: 21 Junho 2018.

KUBERNETES, (2018) .Disponível em: <https://kubernetes.io/> .Acesso 16 Setembro 2018.

LITEOS, (2018) .Disponível em: <http://www.huawei.com/liteos/> .Acesso em: 21 Junho 2018.

MANTISOS, (2018) .Disponível em: <http://mantisos.org/index> . Acesso em: 21 Junho 2018.

MANCINI, Mônica. (2017, Fevereiro 17). **Internet das Coisas: História, Conceitos, Aplicações e Desafios.** Disponível em: <https://pmisp.org.br/slideshow/2617-internet-das-coisas>. Acesso em : 22 Fevereiro 2018.

MENDEL, Gerardo.(2016,Outubro 03). **O que limita a internet das coisas.** Disponível em:<<http://cio.com.br/opiniao/2016/10/03/o-que-limita-a-internet-das-coisas/>> . Acesso em 05 Março 2018.

NANO, (2018). Disponível em: <<http://www.nanork.org/projects/nanork/wiki> > . Acesso em: 21 Junho 2018.

NODEBR, (2016, Novembro 14). **O que é Node.js?**.Disponível em:<http://nodebr.com/o-que-e-node-js/> .Acesso em:16 setembro 2018.

OLIVEIRA, Sergio, (2013, Abril 21). Disponível em:<http://www.plcmax.com.br/2013/04/o-que-entra-no-plc-parte-4.html> .Acesso em:08 Outubro 2018.

PORTALELETRICISTA, (2018). **Sensores Magnéticos.** Disponível em: <http://www.portaleletricista.com.br/sensores-magneticos/> .Acesso em: 08 Outubro 2018.

RASPBERRY, (2018) .Disponível em: <<https://www.raspberrypi.org/>>. Acesso em: 21 Junho 2018.

ROMANO, Matheus.(2016, Julho 2017). **Descubra o que é a internet industrial das coisas e porque isso é o futuro das indústrias de sucesso.** Disponível em:<<http://www.logiquesistemas.com.br/blog/internet-industrial-das-coisas/>> . Acesso em 07 Março 2018.

SALEIRO,Mário e EY,Emanuel.(2018) .Disponível em: <https://luserobotica.com/ficheiros/Introducao_ao_Zigbee_-_por_msaleiro.pdf> .Acesso em: 21 Junho 2018.

SANTOS P. Bruno et al. (2018) **.Internet das Coisas :da Teoria a pratica** Disponível em: <http://homepages.dcc.ufmg.br/~mmvieira/cc/papers/internet-das-coisas.pdf> . Acesso em: 19 Fevereiro 2018.

SILVA, Redson.(2016, Agosto 15). **Tudo que toda empresa deveria saber sobre internet das coisas**. Disponível em:<<http://cio.com.br/opiniaio/2016/08/15/tudo-que-toda-empresa-deveria-saber-sobre-internet-das-coisas/>>.Acesso em: 08 Março 2018.

SMAR,(2018).Disponível em:<http://www.smar.com/brasil/artigo-tecnico/sensores-de-pressao> .Acesso em:08 Outubro 2018.

TAURION, Cezar. (2014, Outubro 21). **Internet das Coisas e a Nova revolução Industrial**. Disponível em: <<http://cio.com.br/tecnologia/2014/10/21/internet-das-coisas-e-a-nova-revolucao-industrial/>>. Acesso em 22 Fevereiro 2018.

TECHTUDO, (2012, Abril 25).**O que é e como usar mySQL** .Disponível em:<https://www.techtudo.com.br/artigos/noticia/2012/04/o-que-e-e-como-usar-o-mysql.html> . Acesso 14 setembro 2018.

TINYOS,(2018) Disponível em: <<http://www.tinyos.net/>> .Acesso em: 21 Junho 2018.

WEG, (2018)Disponível em:https://www.weg.net/catalog/weg/BR/pt/Seguran%C3%A7a-de-M%C3%A1quinas-e-Sensores-Industriais/Sensores-Industriais/c/BR_WDC_SFY_SENSORS .Acesso em:21 Junho 2018.

WNDBRASIL, (2017, Agosto 02). Disponível em: <<https://www.embarcados.com.br/uma-visao-tecnica-da-rede-sigfox/>> .Acesso em: 21 Junho 2018.