

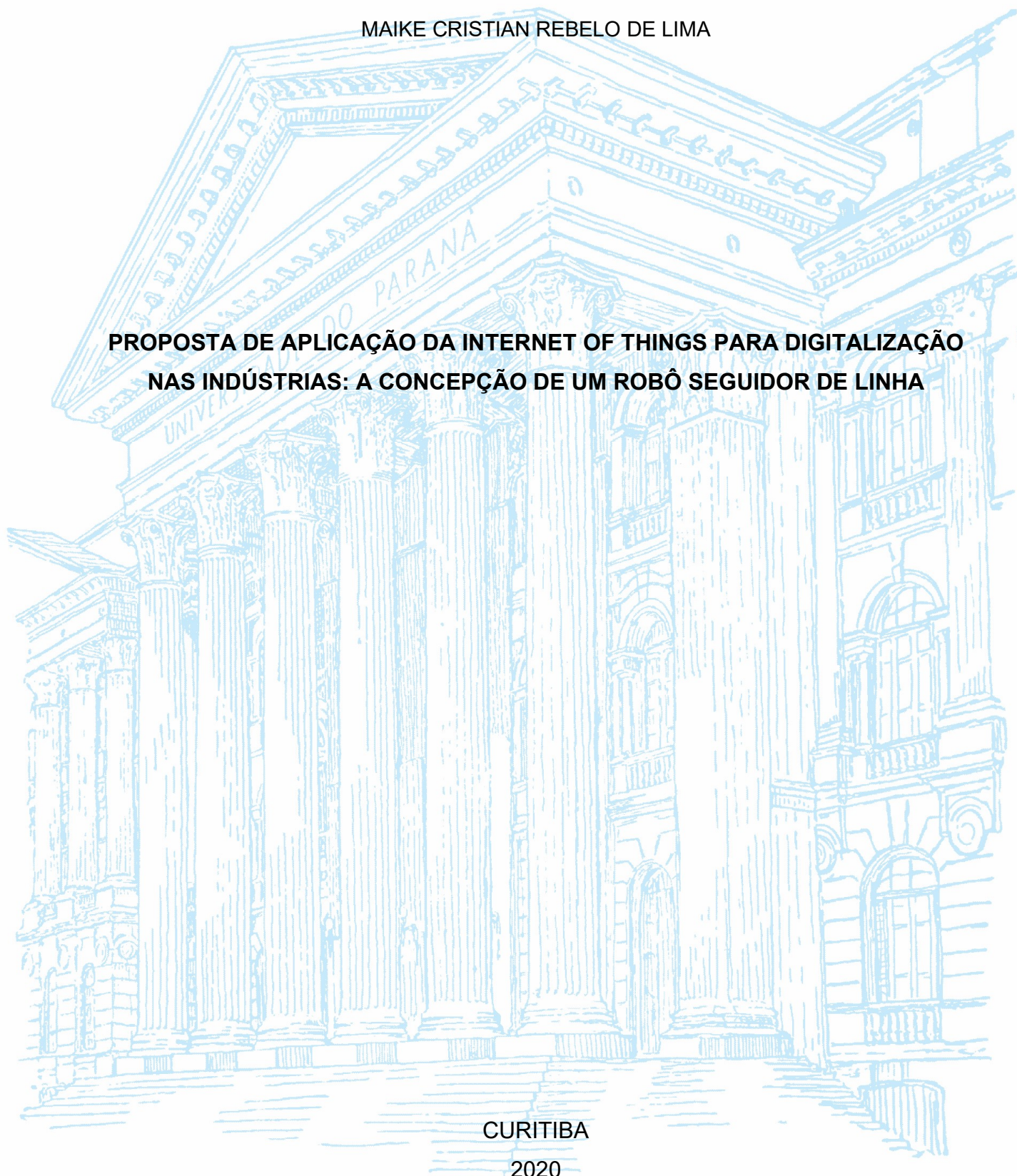
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

MAIKE CRISTIAN REBELO DE LIMA

**PROPOSTA DE APLICAÇÃO DA INTERNET OF THINGS PARA DIGITALIZAÇÃO
NAS INDÚSTRIAS: A CONCEPÇÃO DE UM ROBÔ SEGUIDOR DE LINHA**

CURITIBA

2020



MAIKE CRISTIAN REBELO DE LIMA

**PROPOSTA DE APLICAÇÃO DA INTERNET OF THINGS PARA DIGITALIZAÇÃO
NAS INDÚSTRIAS: A CONCEPÇÃO DE UM ROBÔ SEGUIDOR DE LINHA**

Trabalho de Conclusão do Curso apresentado ao curso de Gestão da Informação, Setor de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Gestão da Informação

Orientador: Prof. Dr. José Simão de Paula Pinto

CURITIBA

2020

TERMO DE APROVAÇÃO

MAIKE CRISTIAN REBELO DE LIMA

PROPOSTA DE APLICAÇÃO DA INTERNET OF THINGS PARA DIGITALIZAÇÃO NAS INDÚSTRIAS: A CONCEPÇÃO DE UM ROBÔ SEGUIDOR DE LINHA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Gestão da Informação, Setor de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Gestão da Informação.

Prof. Dr. José Simão de Paula Pinto

Orientador(a) – Departamento Ciência e Gestão da Informação,
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

Prof. Dr. Egon Walter Wildauer

Departamento de Ciência e Gestão da Informação, UNIVERSIDADE
FEDERAL DO PARANÁ

Prof. Dr. Cassius Tadeu Scarpin

Departamento de Administração Geral e Aplicada, UNIVERSIDADE
FEDERAL DO PARANÁ

Curitiba, 15 de Setembro de 2020.

Dedico este trabalho acadêmico à minha avó Neuza de Lima Rebelo (*in memoriam*). Grande mulher e ser humano, que me ensinou valores que vão além do que qualquer escola pode ensinar.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me proporcionar ter saúde em um momento complicado para a humanidade em conseguir finalizar meu trabalho acadêmico. Agradeço aos meus pais, Almir e Eliane, por me possibilitarem uma educação digna e de qualidade, mesmo com as dificuldades que a vida impõe, sempre prezaram pela educação e acreditaram que isso pudesse ser chave para poder alcançar algo melhor na caminhada.

Agradeço ainda aos meus pais, por serem incetivadores incansáveis deste trabalho, contribuindo com palavras de incentivo, motivação e estando presentes nos momentos difíceis durante esta jornada. Ao meu pai Almir José de Lima, agradeço imensamente pelas soldas, pelos conselhos, pelos fios que descascamos juntos e por estar sempre disposto a me auxiliar, em todas as áreas da minha vida. A minha mãe Eliane Mara Rebelo, por sempre conseguir expor uma palavra de consolo, conselhos e ser a calma da nossa casa.

Agradeço minha namorada Juliana Carolina Soldera da Silva, por todo o incentivo, por compartilhar das dores dessa caminhada comigo, por todos os dias me incentivar e cobrar o andamento do trabalho, por entender das dificuldades, ter paciência comigo nesta caminhada e não me deixar desistir da academia, mesmo com as dificuldades e os dias difíceis.

Agradeço imensamente aos Professores Egon Walter Wildauer e José Simão de Paula Pinto, por toparem o desafio de me orientar e dar vida a esse projeto tão importante na conclusão do meu curso. Foram de fundamental importância na construção da ideia. Ao Professor José Simão de Paula Pinto, agradeço por ter me dado os caminhos na parte prática, fazendo com que finalmente fosse realidade. Ao Professor Egon, agradeço por acreditar em mim, por ter participado da concepção da ideia.

Agradeço a Universidade Federal do Paraná, com ênfase aos Professores do Curso de Gestão da Informação que fizeram parte de todo o meu processo de formação, pessoal e profissional

Aos laços de amizade que criei na Universidade, deixo meu sincero agradecimento ao meu amigo Lucas Pol de Carvalho, por todas as conversas, o apoio e por estar presente na grande maioria dos momentos que vivi dentro da minha jornada acadêmica.

“Se o dinheiro for a esperança de independência você jamais a terá. A única segurança verdadeira consiste em uma reserva de sabedoria, experiência e de competência”. (Henry Ford)

RESUMO

O presente trabalho refere-se às aplicações de Internet das Coisas (IoT) com a Indústria. Este conceito de Internet das Coisas aplicada à Indústria denomina-se IIoT (*Industrial internet of Things*) e surge como uma oportunidade nos tempos atuais, pois a renovação e as novas tecnologias emergentes se renovam com uma velocidade dinâmica levando ao processo de implementação de soluções otimizadas, seja em termos de recursos humanos, tempo, monitoramento remoto, desperdício e redução de rejeitos da produção, dentre outras utilidades disponibilizadas pela IIoT. Neste ambiente, muitos dados são monitorados e capturados por sensores, havendo a necessidade de tratar e armazenar os dados utilizando-se técnicas de Big Data e Nuvem (*Cloud*), levando à necessidade de gestão destes dados e informações. Foi realizada uma revisão bibliográfica sobre os temas relacionados a IoT, IIoT, Banco de Dados, Big Data, *Cloud Computing* entre outras, utilizando técnicas de concepção da revisão de literatura da área para introdução dos temas. Foram buscados conceitos e exemplos de aplicação da IIoT baseados na plataforma Arduino. Considerando-se que a coleta/geração dos dados é a primeira etapa do ciclo, foi implementado um protótipo, de robô seguidor de linha, visando demonstrar como a Internet Industrial das Coisas (IIoT), pode ser um meio facilitador para soluções de automação de chão de fábrica e de logística de suprimentos.

Palavras-chave: Arduino. Big Data. Cloud. Internet das Coisas (IoT). Sensores.

ABSTRACT

The present work refers to the Internet of Things (IoT) applications with Industry. This concept of Internet of Things applied to Industry is called IloT (Industrial Internet of Things) and appears as an opportunity nowadays, as the renewal and new emerging technologies are renewed with a dynamic speed leading to the process of implementing optimized solutions , whether in terms of human resources, time, remote monitoring, waste and reduction of production waste, among other utilities provided by IloT. In this environment, a lot of data is monitored and captured by sensors, with the need to treat and store the data using the techniques of Big Data and Cloud (Cloud), leading to the need to manage this data and information. A bibliographic review was carried out on the themes related to IoT, IloT, Database, Big Data, Cloud Computing, among others, using techniques of conception of the literature review of the area to introduce the themes. Concepts and examples of application of IloT based on the Arduino platform were sought. It is the fact that data collection / generation is the first stage of the cycle, a prototype of a line-following robot was implemented, described as the Industrial Internet of Things (IloT), which can be a facilitating means for floor automation solutions factory and supply logistics.

Keywords: Arduino. Big data. A cloud. Internet of Things (IoT). Sensors.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - CRESCIMENTO DOS DISPOSITIVOS CONECTADOS	26
FIGURA 2 - ESTRUTURA FÁBRICA INTELIGENTE	30
FIGURA 3 - AVANÇO TECNOLÓGICO x OFERTA E DEMANDA	33
FIGURA 4 - 5 Vs DO BIG DATA	38
FIGURA 5 - REPRESENTAÇÃO DOS COMPONENTES DA IOT	43
FIGURA 6 - PRINCÍPIO DA REFLETÂNCIA.....	46
FIGURA 7 - SENSOR KY-033.....	47
FIGURA 8 - EXEMPLO DA DETECÇÃO DA LINHA	47
FIGURA 9 - EXEMPLO DE NÃO DETECÇÃO DE LINHA	48
FIGURA 10 - EXEMPLO DE PINAGEM DO SENSOR KY-033.....	48
FIGURA 11 - ESQUEMA FRITZING ROBÔ SEGUIDOR DE LINHA	50
FIGURA 12 - FUNCIONAMENTO DA PONTE H L298N.....	51
FIGURA 13 - ORDEM DE ATIVAÇÃO MOTOR A E MOTOR B.....	52
FIGURA 14 - LIGAÇÃO PRÁTICA PONTE H E MOTORES DC.....	56
FIGURA 15 - IMPLEMENTAÇÃO SENSORES E ARDUINO	56

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - PARADIGMAS DAS REVOLUÇÕES INDUSTRIAIS.....	17
QUADRO 2 - ÁREAS IMPACTADAS PELO ADVENTO DA IOT	27
QUADRO 3 - ESPECIFICAÇÃO DA PONTE H L298N	49

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 PROBLEMATIZAÇÃO	18
1.2 JUSTIFICATIVA	18
1.3 OBJETIVOS	19
1.3.1 Objetivo geral	20
1.3.2 Objetivos específicos.....	20
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	20
2 REVISÃO DE LITERATURA	22
2.1 GESTÃO DA INFORMAÇÃO	22
2.2 HISTÓRICO DA EVOLUÇÃO DA EVOLUÇÃO DA INDÚSTRIA.....	22
2.3 INTERNET DAS COISAS.....	24
2.4 INTERNET DAS COISAS INDUSTRIAIS.....	26
2.4.1 Aplicações de Internet das Coisas na Indústria.....	30
2.4.2 Análise de Dados na IIoT (Estatística e Analytics).....	31
2.4.3 . Tomada de Decisões com IIoT.....	33
2.5 DIGITALIZAÇÃO, CONVERGÊNCIA E VIRTUALIZAÇÃO	34
2.6 BANCO DE DADOS.....	36
2.7 BIG DATA.....	37
2.7.1 5 Vs do Big Data	38
2.8 CLOUD COMPUTING	39
2.9 EQUIPAMENTOS DA IOT.....	41
2.9.1 Arduino	41
2.9.2 Sensores	42
2.9.3 Arquitetura da IIoT.....	42
2.9.4 Protocolos de Comunicação de Dados	43
2.9.5 Segurança em Dispositivos Embarcados	44
3 MATERIAL E MÉTODOS	45
3.1 PESQUISA EXPLORATÓRIA	45
3.2 EXPERIMENTO	45
3.3 IMPLEMENTAÇÃO	46
3.3.1 Implementação Sensor KY-033.....	46
3.3.2 Implementação dos Motores DC e Ponte H	48

4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	50
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	59
5.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	59
REFERÊNCIAS.....	60

1 INTRODUÇÃO

As organizações têm por objetivo otimizar recursos com o intuito de aumentar sua eficácia e eficiência, sempre visando um aumento em sua lucratividade. Partindo-se deste ponto inicial, notou-se a necessidade de se alinhar os respectivos negócios das empresas com as tecnologias, visando um aumento de produtividade. Para Marcovitch (1979, p.72), define-se eficiência como sendo “a capacidade de gerar bens e serviços, utilizando-se de forma adequada os recursos humanos e materiais disponíveis”. Outro ponto que devemos atingir, é o da eficácia que é definido por Marcovith (1979) como:

“A eficácia de uma organização não decorre unicamente da capacidade de gerar produtos e serviços, utilizando-se os recursos disponíveis de forma adequada, mas, também, da adequação desses serviços às prioridades da comunidade, no nível de intensidade que esta exige.” MARCOVITCH (1979, p. 79)

Desta forma, é necessário realizar um levantamento das novas tecnologias que façam com que as organizações se tornem mais efetivas e produtivas, fazendo com que se utilize o seu potencial total ou para que haja menos desperdício de recursos humanos e industriais. Neste contexto, a Internet das Coisas, tem contribuição direta no controle de atividades nas indústrias, com estes controles serão gerados dados que deverão ser coletados, armazenados, receber o devido tratamento para servirem de insumo para tomada de decisão em diferentes níveis estratégicos dentro da organização.

A Internet das Coisas (IoT), caracteriza-se como sendo o conjunto de tecnologias capazes de proporcionar com que aparelhos sejam capazes de gerar dados e através de um conjunto de técnicas de programação embarcada, armazenamento de dados e análise de dados, seja possível realizar a retroalimentação de sistemas que terão inteligência capaz de fornecer visões para tomada de decisão sobre diversas áreas da vida cotidiana. Para o foco deste trabalho, o autor delimitou o escopo da Internet Industrial das Coisas (IIoT), que visa automação de processos de manutenção, defeitos, produtividade dos processos e dos equipamentos dos diversos setores da Indústria. A automação e monitoração dos processos produtivos, são tecnologias essenciais na conjuntura atual da denominada era da Indústria 4.0.

As indústrias vêm evoluindo com o passar dos anos desde as primeiras formas de automação até a interligação e conectividade entre módulos e setores da

organização, de forma a uniformizar a tomada de decisão cruzando dados dos diversos setores da empresa, visando sempre a agilidade em processos e automatização destas tarefas. Com o advento da Indústria 4.0 estas necessidades saem da forma emergente e se tornam mandatórias, uma vez que se fazem necessárias ao bom funcionamento da organização. O termo Indústria 4.0 está diretamente ligado aos meios de automação e interoperabilidade entre os diversos sistemas e setores das empresas fazendo com que com o avanço de protocolos de comunicação e das novas tecnologias responsáveis por possibilitar a interconexão entre os sistemas e equipamentos das diversas áreas, possibilitando assim a interoperabilidade horizontal (permitindo integrar de forma fácil dispositivos e plataformas diversos contidos na mesma organização), vertical (a possibilidade de correta comunicação entre os diversos subsistemas de uma mesma fábrica). Com a evolução do modo de se realizar a produção, monitoramento, manutenção e retroalimentação de sistemas diretamente ligados à Indústria, a Indústria 4.0, institui um novo paradigma dentro da Industrialização, conforme o QUADRO 1:

QUADRO 1 - PARADIGMAS DAS REVOLUÇÕES INDUSTRIAIS

Evento	Momento	Princípios Básicos	Equipamento Paradigmático
I Revolução Industrial	Aprox. 1770	Surgimento dos equipamentos movidos a vapor e carvão	Tear Mecânico
II Revolução Industrial	Final do Século XIX Início do Século XX	Produção em massa e divisão do trabalho baseado em equipamentos elétricos	Linha de Produção
III Revolução Industrial	Aproximadamente 1970	Utilização de ferramentas eletrônicas de automação	PLC (Controlador Lógico Programável)

IV Revolução Industrial	Dias Atuais	Manufaturas baseados em sistemas Cyberfísicos	CPS (Sistemas de Produção Ciberfísicos)
-------------------------	-------------	---	---

FONTE: FIPE (2016) adaptado pelo autor (2020).

1.1 PROBLEMATIZAÇÃO

Dentro da perspectiva Industrial, as organizações possuem uma gama de recursos materiais, humanos e de infraestrutura, que necessitam ser melhores utilizados. Isso se deve pela dinamicidade de mercado e velocidade com que as coisas necessitam acontecer, as organizações, portanto devem procurar alternativas para aumentar sua produtividade desta forma sendo mais efetivas em suas atividades. A IloT (*Industrial Internet of Things*), vem como um meio facilitador para que sejam gerados monitoramentos de produção, gasto de energia, tempo de produção e etc, gerando-se assim dados que serão insumos para tomada de decisão, fazendo com que seja possível se realizar ações assertivas nos pontos que as organizações possuem os gaps que serão mapeados com auxílio da tecnologia. Desta forma podemos ter como pergunta norteadora deste trabalho acadêmico: **Como a Internet das Coisas aliada às práticas de Gestão da Informação, podem auxiliar na melhoria de processos das organizações?**

1.2 JUSTIFICATIVA

A justificativa deste trabalho possui três frentes: a acadêmica, a profissional e a pessoal.

O tema escolhido para o trabalho, é um tema atual que se encontra em evidência dentro da área de interesse do autor, tecnologia da informação, que é um dos eixos do curso de Gestão da Informação. Motivou-se também pela abordagem de modelo de Gestão que pode ser aplicado com a implementação da IoT dentro das organizações, possibilitando através de um conjunto de novas práticas, a tomada de decisão quanto a temas críticos para as empresas. Atualmente, não existe uma disciplina específica que aborde o tema de Internet das Coisas dentro do curso de Gestão da Informação, porém por ser uma tecnologia emergente que se encontra em evidência, é relevante no que diz respeito a uma área a mais que o profissional

formado em Gestão da Informação pode atuar. As indústrias com o movimento para a Indústria 4.0, estão voltando seus esforços e o enfoque para o mercado de trabalho, na busca de profissionais que consigam suprir esta lacuna em realizar o estudo e implementação de IIoT nas indústrias, uma vez que se apresenta como um importante diferencial competitivo.

Sob a perspectiva acadêmica, este trabalho tem como intuito de ampliação do conhecimento sobre esta área, fazendo conexões com a Gestão da Informação, fazendo conexões com as diversas disciplinas e áreas de conhecimentos que são abordadas dentro do Curso como Tecnologia da Informação e Administração, bem como os fenômenos informacionais envolvidos com o tema que podem ser explicados pela Ciência da Informação. Ainda sob a perspectiva acadêmica pode ser apontado o fato do trabalho realizado, realizar a abertura de um nicho de mercado onde o Gestor da Informação poderá se inserir e agregar com as competências que são ministradas no Curso de Gestão da Informação da UFPR.

Sob a perspectiva profissional, este trabalho tem por objetivo ser um instrumento de investigação do autor, uma vez que poderá ser utilizado futuramente como meio de continuidade de pesquisa do tema, bem como desenvolvimento de novos produtos e serviços que sejam relacionados ao tema de Internet das Coisas (IoT), temas emergentes em Tecnologia da Informação e Programação Embarcada e Programação de Computadores.

Sob a perspectiva pessoal, o seguinte trabalho acadêmico pode ser considerado um instrumento de pesquisa em uma área de interesse do autor, que tem como intuito aumentar seu conhecimento sobre o tema abordado, visando um estudo pioneiro no Curso de Gestão da Informação, no que visa a Internet das Coisas (IoT) e Programação Embarcada.

1.3 OBJETIVOS

Este trabalho pretende demonstrar como as indústrias podem aumentar a produtividade, ou seja, velocidade de entrega dos seus serviços através de automatizações e do uso das novas tecnologias que estão ligadas a Internet das Coisas (IoT), que no presente trabalho se dará através da concepção de um protótipo de robô seguidor de linha, sendo capaz de provar o conceito de que podem-se haver

novas oportunidades de automação, visando a cadeia enxuta e fornecendo insumos para a tomada de decisão da organização.

1.3.1 Objetivo geral

Implementar um robô seguidor de linha, como proposta de Introdução à IloT e adoção de modelo prático para IloT.

1.3.2 Objetivos específicos

Foram definidos como objetivos específicos para este trabalho, os seguintes:

- a) Apresentar os conceitos relacionados a Internet das Coisas, relacionando com a sua prática e utilidade para a Indústria;
- b) Apresentar as técnicas de coleta e armazenamento destes dados, através das técnicas de *Big Data* e *Cloud Computing*;
- c) Apresentar uma introdução às práticas das Indústrias, no que diz respeito a aplicabilidade das técnicas de Internet das Coisas;
- d) Implementar o protótipo do robô seguidor de linhas.

Apresentação de um protótipo, que consistirá em um robô seguidor de linha que terá a finalidade de otimizar tempo e recurso humano em uma atividade de almoxarifado, por exemplo.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho constitui-se de quatro seções: sendo a primeira Introdutória trazendo o problema de pesquisa, o objetivo geral e os específicos, que tendem a responder à pergunta que norteia o presente trabalho.

A segunda seção do trabalho, visa apresentar o referencial teórico que irá embasar o trabalho, abordando os temas propostos e visando enriquecer as áreas que estão sendo exploradas.

A terceira seção, apresenta a visão metodológica do trabalho, buscando atender por meio dos instrumentos que serão selecionados, as perguntas que permeiam um trabalho acadêmico: Como fazer? O que será feito? Com o que será feito e quando será realizado? Foi definido que será realizado um estudo exploratório

da literatura e experimentos focados em Programação Embarcada voltada para Internet das Coisas (IoT) em Indústrias (IIoT).

Na quarta seção, serão apresentados os resultados dos experimentos, onde serão comparados os resultados colhidos com a literatura escolhida, bem como realizar uma perspectiva nova de como realizar um levantamento similar, que pode servir de base para trabalhos futuros.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Nesta seção, será apresentada a base de fundamentação teórica do trabalho, de onde foi extraído o referencial teórico que visa embasar a seguinte pesquisa.

2.1 GESTÃO DA INFORMAÇÃO

Segundo Ponjuán Dante (2007, p 19) apud Moraes e Fadel (2008, p 29), a gestão da Informação é: O processo mediante o qual se obtém, se desenvolve, ou se utilizam Recursos Básicos (econômicos, físicos, humanos, materiais) para o manejo da informação no âmbito e para a sociedade a qual serve. Tem como elementos básicos a gestão do ciclo de vida desse recurso, e ocorre em qualquer organização. É própria, também, de unidades especializadas que manejam esse recurso de forma intensiva, chamadas de unidades de informação. Esse processo de gestão da informação deve ser valorizado sistematicamente em diferentes dimensões e o domínio de suas essências permite sua aplicação em qualquer organização. Como descreve Marchiori (2002, p. 77), o profissional da gestão da informação “vai mapear os pontos de uso de informação, identificando as necessidades e requisitos indicados/negociados junto a seus clientes.”, outro ponto importante levantado pela autora, está no fato de que o profissional irá “implementar uma estratégia de acompanhamento de resultados, como parte de sua atuação integrada às equipes de trabalho da empresa/instituição”

2.2 HISTÓRICO DA EVOLUÇÃO DA EVOLUÇÃO DA INDÚSTRIA

A primeira revolução industrial, ocorreu entre 1760 e 1850 e se caracterizou pela troca da manufatura pelas primeiras máquinas e ferramentas e da utilização das máquinas a vapor e do uso do carvão para a produção da energia. O artesão que tinha controle sob todo o processo, desde a exploração da matéria prima até o produto final, passou a exercer uma função e a reportar a um patrão.

Conforme citado por COELHO (2016):

“até ao fim da segunda guerra mundial (1945), as evoluções foram significativas na área da indústria química, elétrica e do aço, assim como um aprimoramento significativo das técnicas existentes” (COELHO, 2016. p.14)

Houveram avanços nas tecnologias envolvidas nos processos produtivos, isso foi reflexo das guerras e houveram os primeiros barcos de aço, que eram movidos por motores movidos a vapor, o que deu um impulso para o transporte de cargas pesadas. Houve também a concepção das primeiras linhas de produção, que conseguiam produzir em massa com um custo baixo.

O movimento de revolução industrial que ficou conhecido como a terceira revolução industrial, se caracterizou como uma forte proliferação dos componentes similares ao que estamos vivenciando hoje. Para Coelho (2016):

“com a proliferação e uso dos semicondutores, dos computadores, automação e robotização em linhas de produção, com informação armazenada e processada de forma digital, as comunicações, os telefones móveis e a internet.” (COELHO, 2016. p.14)

Conforme citado pelo autor, pode-se verificar que o conceito do que estava sendo impulsionado pela terceira revolução industrial se assemelha com o que se está começando a amadurecer e que é a ideia em torno do presente trabalho, a produção de dados em diversos suportes e como fazer o uso e armazenamento desses mesmos dados para que gerem valor para a organização.

A Indústria 4.0, conforme apontado surgiu no início do século XXI, com a tônica de realizar uma transformação na indústria onde pela facilidade em adquirir os sensores, hardware e softwares cada vez mais sofisticados, a facilidade de as máquinas aprenderem e colaborarem realizando assim uma rede de “coisas”, onde será gerada uma transformação na industrialização e conseqüentemente na economia da forma que vemos hoje.

Segundo COSTA (2017), a indústria 4.0 pode ser definida como:

“O termo “Indústria 4.0”; “*smart factory*”; “*intelligent factory*”; “*factory of the future*” são termos que descrevem uma visão do que será uma fábrica no futuro. Nesta visão, as fábricas serão muito mais inteligentes, flexíveis, dinâmicas e ágeis. Outra definição para “*Smart factory*” é uma fábrica que faz produtos inteligentes, em equipamentos inteligentes, em cadeias de abastecimento inteligentes.” (COSTA,2017. p.7)

Ainda sobre a Indústria 4.0, será uma tendência que irá impulsionar as organizações a trabalharem em direção da inovação de seus produtos, levando em consideração as exigências dos seus clientes, que sempre irão procurar produtos mais inteligentes, para que suas necessidades sejam atendidas de forma mais efetiva. A indústria 4.0, irá afetar as organizações no que diz respeito à forma como as linhas

de produção são concebidas, pois as máquinas conforme citado, serão capazes de aprender e colaborar com a organização como um todo de forma mais eficaz. A colaboração das máquinas, vem no que diz respeito a gerar os dados que servirão de insumos para a tomada de decisão e as conseqüentes ações para que os recursos sejam cada vez mais otimizados.

COSTA (2017), cita quatro pilares que serão fundamentais para a indústria 4.0:

“a indústria 4.0 está fortemente focada na melhoria contínua em termos de eficiência, segurança, produtividade das operações e especialmente no retorno do investimento. São várias as tecnologias e tendências facilitadoras disponíveis. São consideradas como os principais pilares da indústria inteligente.” (COSTA,2017. p.8)

Para Val Roman (2017), o termo Industria 4.0, se refere ao advento de tecnologias que são vistas como um novo modelo de organização e gestão da cadeia de valor, através do controle do ciclo de vida dos produtos e dos sistemas de fabricação. Para o autor, este termo utilizado de forma geral na Europa, mas que tem origem na Alemanha, se sobrepõe com alguns termos utilizados no presente trabalho como por exemplo “Fabrica Inteligente”, “IIoT”, em linhas gerais trata-se da aplicação da Internet das Coisas em ambiente Industrial, visando a otimização de recursos, como tempo e Recursos Humanos, visando sempre a contenção de gastos e concepção de produtos mais “inteligentes”.

Desta forma, pode se verificar que a Indústria 4.0, sua evolução e os pontos que serão abordados neste trabalho acadêmico, podem ser classificados como pontos de como as novas fábricas serão concebidas no futuro, com cada vez mais automações e menos funções operacionais. Além da otimização de recursos, como tempo, dinheiro e realocação das posições operacionais, pode-se verificar que as fábricas irão caminhar e produzir cada vez mais artigos inteligentes, que se inter relacionam de forma a gerar uma grande rede de objetos conectados, podendo gerar inteligência para as populações e organizações, possibilitando assim se tomar desde decisões em suas casas até a tomada de decisão por um corpo de executivos em uma grande empresa.

2.3 INTERNET DAS COISAS

O conceito de interligar as “coisas” que a Indústria 4.0 está formando neste conceito, diz respeito a transpassar a chamada digitalização, que em resumo é o fato

de todas as pessoas possuírem um smartphone ou as indústrias possuírem grandes massas de dados geradas por seus inúmeros sensores com suas mais diversas funções. Estas são, em linhas gerais, abstrações da digitalização. O termo Internet das Coisas (IoT), está diretamente ligado aos diversos objetos físicos e virtuais que estão ligados à Internet. Segundo Costa (2017), a Internet das Coisas “tem suas raízes no MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) quando, em 1999, um grupo desenvolvia o seu trabalho na área da identificação por rádio frequência (RFID) conectada. ”

Desta forma, a Internet das Coisas encontra-se cada vez mais ligada ao aparecimento de sensores que é uso generalizado de sensores cada vez menores e baratos, assim como um avanço nos dispositivos móveis, comunicações wireless e tecnologias *cloud*. Atualmente, pode-se dizer que a Internet das Coisas está presente em nosso cotidiano desde quando utilizamos nosso aparelho celular para controlar nosso ar condicionado ou ligar a televisão, indo até a controlar a nossa produção e o desgaste dos equipamentos de uma linha de produção.

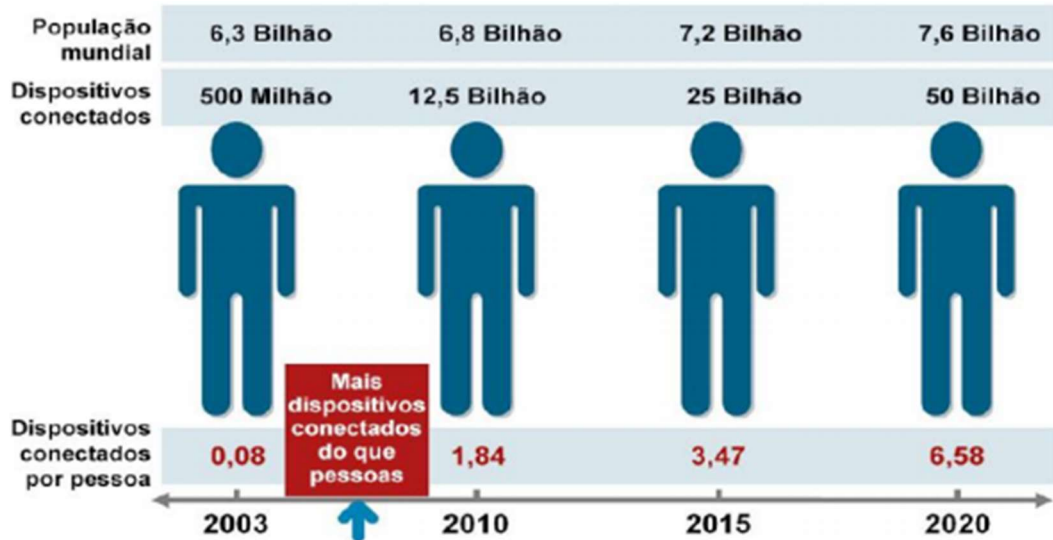
Serão obtidas formas de se realizar a facilidade de comunicação entre máquinas no chão de fábrica das organizações, fazendo com que possa se denominar as Indústrias de inteligentes, gerando um novo termo IIoT (Industrial internet of Things).

Chagas (2017, p.3) se refere a IoT como uma tecnologia que permite novas formas de coordenação, organização e gerenciamento, possibilitando novas formas de ação e interação, que deve ser entendida no nível de indivíduos, grupos e organizações. Em seu artigo, o Chagas (2017, p.2) propõe um modelo de monitoramento de equipamentos a distância, sendo este o benefício para a organização observado, pois a facilidade em se monitorar equipamentos sem estar fisicamente em um local, é uma das diversas possibilidades fornecidas pela implementação de técnicas de IoT, como forma de ser um facilitador para as organizações além de que com as devidas técnicas a serem utilizadas, pode-se haver um ganho em tomada de decisões M2M (*Machine to Machine*) e também do operador para com o equipamento que utiliza para desempenhar suas atividades.

Para Evans (2014), a IoT mudará tudo, inclusive os usuários. Será possível notar grandes alterações em áreas da educação, comunicação, negócios, ciência, governo e a na própria humanidade como um todo. Evans considera que a IoT é a evolução da internet e representa um substancial avanço em coleta, análise e

distribuição de dados para que se tornem informações, conhecimento e sabedoria, firmando-se assim como um bem importante. Na Figura 1, a previsão de crescimento de dispositivos conectados, em pesquisa efetuada pela Cisco, com a ressalva de que a IoT surgiu entre 2008 e 2009 (CISCO, apud Evans, 2011).

FIGURA 1 - CRESCIMENTO DOS DISPOSITIVOS CONECTADOS



FONTE: CISCO IBSG (2015).

2.4 INTERNET DAS COISAS INDUSTRIAIS

Como trata-se de um tema emergente, a Internet das Coisas está sendo explorada em diversas áreas. As *Smart Cities*, já são uma realidade com várias cidades realizando projetos para viabilizar as práticas e interligar as esferas em uma única plataforma ou de forma a se integrar de uma forma mais fácil. Para a indústria, não é diferente, pois as aplicações das práticas de Internet das Coisas, podem ser utilizadas como um meio de geração de valor para as indústrias, pois as tarefas de controle de produção, desperdício e até das manutenções dos equipamentos podem ser agendados e realizados pelas próprias máquinas, utilizando-se de sensores que irão realizar a coleta dos dados e armazenamento e que por meio de softwares, pode ser realizada a análise destes dados, possibilitando assim que as manutenções sejam realizadas.

Conforme citado em Dellinger (2016) cita em seu artigo que foi escrito para a revista :

“Instead of simply treating IIoT as a means of interconnecting devices, lowering operational costs, increasing throughput and enhancing visibility, they perceive it as a silver bullet that will help solve problems they didn't know they had. This has led to an increased demand from customers to

identify new and detailed use cases that demonstrate how IIoT can be applied to a facility or process, which can be like trying to find a needle in a haystack in these early days of IIoT adoption ”. (DELLINGER, 2016 p.5.)

Em linhas gerais, o autor comenta que a Internet das Coisas para Indústria, pode ser considerada além da visão de que é apenas um meio onde os dispositivos estarão interconectados, mas sim um meio de geração de valor que pode ser utilizado como um meio de agregar valor e possibilitar tomada de decisão da organização, porém no início da sua implementação, pode haver dificuldade na percepção destes valores, conforme citado por (DELLINGER,2016):

“In some cases, adopting an IIoT solution will offer additional functionality and flexibility compared with a traditional industrial automation system; however, the benefits it provides will be unique to the individual operation, facility or process where it is being applied. I believe the major disconnect between use cases and IIoT for some manufacturers lies in the simple fact that IIoT is not a technology. With that in mind, let’s start thinking about solving problems by applying the latest and greatest technologies—then we can call it IIoT”. (DELLINGER, 2016 p.6)

De acordo com um levantamento realizado pelo SENAI (2018), cerca de oito áreas serão impactadas diretamente. As oito áreas estão citadas no QUADRO 2:

QUADRO 2 - ÁREAS IMPACTADAS PELO ADVENTO DA IOT

Área	Descrição
Setor Automotivo	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento de produtividade - Robotização colaborativa - Linha de produção colaborativa - Comunicação entre máquinas (M2M) - Impressoras 3D - Simuladores de processos
Alimentos e Bebidas	<ul style="list-style-type: none"> - Softwares para controle de processos - Softwares de <i>Big Data</i> para previsão orçamentária Industrial

	<ul style="list-style-type: none"> - Uso de drones para monitoramento e segurança das áreas de plantio
Máquinas e Ferramentas	<ul style="list-style-type: none"> - Robotização da linha de produção - Uso de realidade virtual - Manufatura aditiva - Robotização da produção
Petróleo e Gás	<ul style="list-style-type: none"> - Sensores Inteligentes de <i>IoT</i> - Manutenção assertiva dos Equipamentos envolvidos neste processo
Têxtil e Vestuário	<ul style="list-style-type: none"> - Incorporação de tecnologias nos processos de criação, concepção e prototipagem - <i>Smart Clothes</i> - Aumento da automação em diversas partes da costura
Química e Petroquímica	<ul style="list-style-type: none"> - Automatização dos processos contínuos - Robotização dos processos discretos - <i>IoT</i> na comunicação entre etapas dos processos - Coleta de informações de mercado
Tecnologias da Informação e Comunicação	<ul style="list-style-type: none"> - Digitalização de etapas do processo produtivo - Uso intensivo de <i>IoT</i>

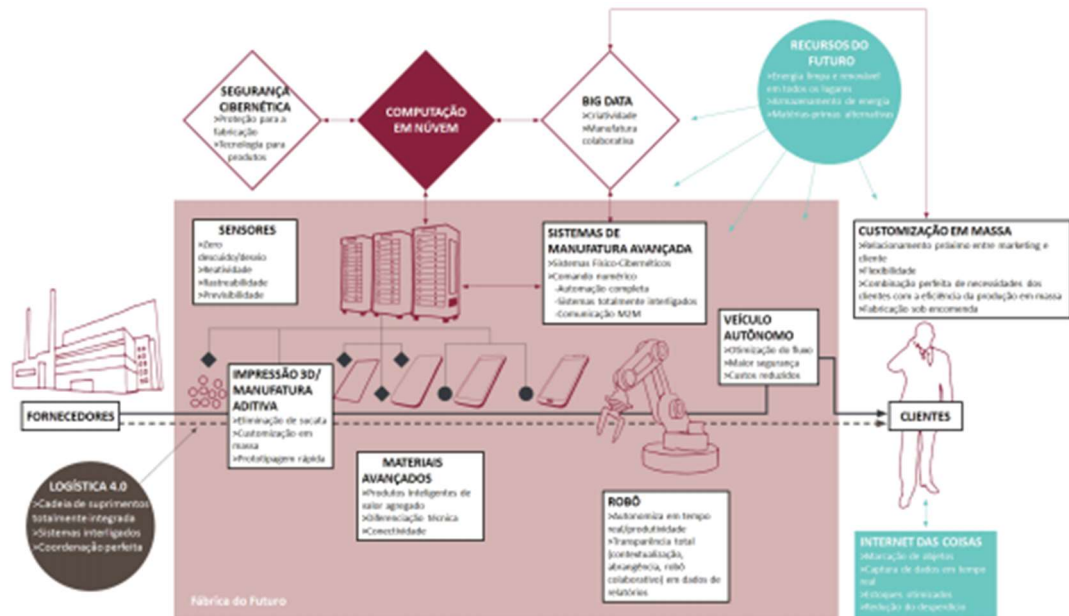
	<ul style="list-style-type: none"> - Uso de redes <i>Wireless</i> para comunicação da linha produtivas e entre robôs
Construção Civil	<ul style="list-style-type: none"> - Uso da Domótica (automação predial) e <i>IoT</i> para coleta de informações do canteiro de obras - Automação de processos ligados a <i>IoT</i> (Tiragem de pedidos de material e ferramentas) - Novas tecnologias para conforto térmico e acústico

FONTE: SENAI (2018) adaptado pelo autor (2019).

O levantamento realizado pelo SENAI (2018), reúne informações de tendências de aplicação da *IoT* (*Internet of Things*) visando aumento de produtividade e mudar o papel do colaborador do chão de fábrica de operacional para que conceba soluções de automação industrial, visando um processo mais inteligente e mais assertivo, de forma a se diminuir custo de produção e perdas e aumentar produtividade e assertividade. A comunicação da linha de produção (*Machine-to-Machine*), que é uma forma de se ter uma linha de produção totalmente interligada, visando desde as máquinas conseguirem se auto detectar falhas e pontos de manutenção, até a Integração com Sistemas de ERP, que são responsáveis pela partes de logística e estoque, fazendo com que estes sistemas possam ser retroalimentados sem ter interferência de um operador.

A Industrial Internet das Coisas (*IIoT*), trará benefícios realizando a interconexão entre os diversos setores da organização, possibilitando que o fim a fim passe por um fluxo único, que partirá de premissas que são advindas da Internet das Coisas, para que os processos sejam seguidos no fim a fim de maneira digital, fazendo com que seja possível realizar a comunicação do processo fabril inteiro, o que nos traz o conceito de *Smart Factories*, que pode ser caracterizado como o processo de fabricação e comunicação utilizando-se de novas tecnologias em uma linha de produção. A figura 2, demonstra a aplicação deste paradigma dentro de uma fábrica:

FIGURA 2 - ESTRUTURA FÁBRICA INTELIGENTE



FONTE: RODRIGUES *et al* (2016, p.39)

Em 2012 a General Eletrics, definiu como Internet Industrial, que por ter diversos equipamentos e sensores das máquinas sendo usados reativamente, pois uma luz vermelha no painel poderia mesmo refletir um problema, porém este já estaria ocorrendo. Desta forma, empregando alguns padrões e utilizando corretamente os dados fornecidos pelos sensores, realizando o emprego de técnicas de *Big Data* para encontrar padrões em dados e desta forma otimizar o algoritmo utilizado para que encontre padrões no conjunto de dados fornecido pelos equipamentos dos clientes, poderia ser valioso para a organização para a tomada de decisão. (GE, 2012).

Desta forma, pode-se concluir que o processo que iremos aplicar as práticas de IIoT serão concebidos de forma a gerar benefícios para as organizações de acordo com a maturidade das tecnologias aplicadas. A IIoT não se trata de uma tecnologia isolada, mas sim de um conjunto de tecnologias emergentes, que implementadas na indústria trazendo benefícios e flexibilidade para os processos que serão implementados irão trazer alguns benefícios que irão agregar valor ao negócio. Para que a implementação ocorra com sucesso, deve-se ser realizado um processo de “evangelização” dentro das organizações, onde a ideia das práticas de IIoT devem ser demonstradas como um benefício tangível em relação ao negócio.

2.4.1 Aplicações de Internet das Coisas na Indústria

A indústria 4.0 que visa a automação de processos para facilitar o monitoramento dos dos mesmos nas organizações, interoperabilidade entre áreas e análise de dados para que haja um aumento exponencial da produtividade, este movimento que visa a automação dos processos tornou-se realidade nas organizações pois com o aumento das demandas por produtos e com o objetivo de realizar a modularização de processos produtivos, assim como ter velocidade nas entregas a implementação de inteligência nos processos torna-se uma necessidade.

Pode-se destacar como um caso de sucesso, o caso do Sistema Hyundai de Produção, onde a montadora identificou a necessidade de inovar o processo de fabricação dos seus carros para aumentar a produtividade. O SHP (Sistema Hyundai de Produção), visa diminuir a interação de funcionários no processo, fazendo a substituição da mão de obra por automatizações. Para Salatier e Nunes (2017), o modelo do SHP baseia-se em modularização do processo produtivo e a engenharia e tecnologia orientadas para automação do processo produtivo, com pouco envolvimento do trabalhador. O crescimento da produtividade na linha de produção da Hyundai, fica evidente em números apresentados onde a companhia em 2014, a Hyundai produziu 8.008.987, com um crescimento estimado em 289%, o que demonstra uma exponencial melhora em números.

Outra aplicação demonstrada e comprovada por experiência de aplicação, pode ser descrita pelo modelo por FABRICIO (2018), onde o autor realizou o monitoramento de equipamentos industriais, através de *IoT*, onde o autor demonstra em seu trabalho a utilização da plataforma Arduino UNO R3 para capturar os dados fornecidos analogicamente pelas correntes presentes na máquina estudada e desta forma, transformava em dados digitais e armazenava em memória e transmitia os dados para um desktop externo, via USB fornecendo assim insumo para geração de uma planilha com os dados. Foi realizado neste trabalho pelo autor, o desenvolvimento de um programa em Linguagem Python, para que os dados dos sensores de tensão de corrente, fossem tratados para serem armazenados em Banco de Dados MySQL, para posterior recuperação e concepção de relatórios.

2.4.2 Análise de Dados na IIoT (Estatística e Analytics)

Com a diversa gama de dados gerados através dos sensores que compõe o sistema de IIoT implementados nas organizações, são utilizadas as técnicas que

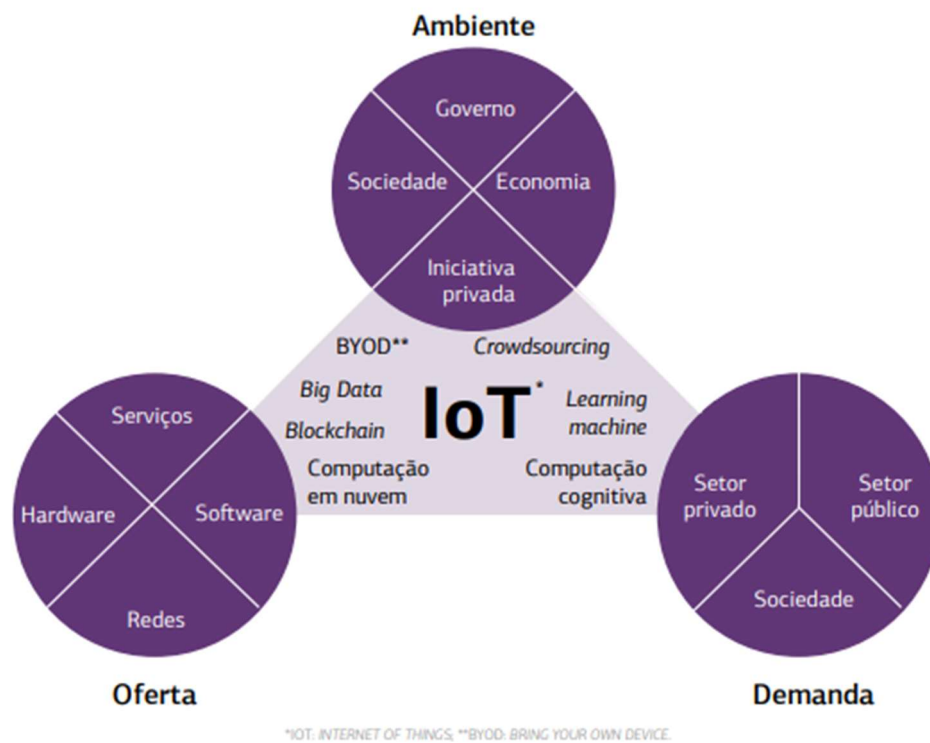
compõe a análise de dados, para que forneçam valor para a organização e apoiem a tomada de decisões. Para Santos (2016, p.48), para se realizar a análise de dados gerando conhecimento para as organizações, primeiramente deveremos nos concentrar em realizar a modelagem dos dados, que basicamente irá consistir em definir padrões em nossos dados, para que seja possível se realizar o tratamento desses dados e conseqüente geração de conhecimento através de técnicas de análises de dados e conseqüentemente mineração desses dados, após a padronização. A padronização destes dados, irá levar em consideração alguns atributos, como características, padrões nos dados e relações com os conjuntos de dados sensoreados. Santos (2016, p.48), cita que as representações que são mais frequentemente utilizadas são: *key-value*, *markup scheme*, *graphical*, *object based*, *logic based* e *ontology based modeling*. Cada uma das quais, será definida de acordo com o domínio específico dos dados capturados, uma vez que para cada domínio poderemos possuir uma necessidade de representar estes dados de uma forma única, fazendo com que ao empregar estes padrões seja possível realizar o descobrimento de conhecimentos, apoiando assim a tomada de decisão das organizações.

Para Albertin (2017. p.13), a Internet das Coisas pode ser entendida como sendo uma rede ubíqua e global que provê a funcionalidade de integrar o mundo físico. Isso pode ser concebido, pela coleta, processamento e análise dos dados gerados pelos sensores da IoT, que estarão presentes em todas as coisas e se integrarão por meio da rede pública de comunicação. Partindo deste pressuposto, “as coisas” que são colocadas no contexto do autor, são os sensores propriamente ditos, os equipamentos que são compostos por estes sensores e que trabalhando com suas funções, proporcionam uma grande massa de dados que deve ser aprimorado através de técnicas de processamento (Códigos em Linguagem de Programação) e Armazenamento (*Big Data e Analytics*), visando fornecer insumos para a tomada de decisão. Albertin (2017. p.14), discorre sobre a utilização da Internet das Coisas na Mineração, onde existe o exemplo aplicado pela Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), onde é utilizado o GPS para verificar o posicionamento dos caminhões nas estradas, verificando se a rota utilizada está de acordo com o planejamento e também se utiliza da tecnologia, para verificar se os caminhões estão abastecidos, em fila para abastecimento e até em manutenção. Desta forma estes recursos são utilizados da melhor maneira, fazendo com que haja uma diminuição de custos com manutenção, aumentar a disponibilidade dos equipamentos e baixar custo por tonelada. Outra área

importante que está sendo revolucionada com o advento da Internet das Coisas, é a do agronegócio. Em seu artigo, Albertin (2107. p.15), destaca a utilização dos sensores e drones, para mapeamento das áreas e também a utilização do que é denominado agropecuária de precisão, onde os drones realizam um mapeamento das áreas e após este mapeamento, disponibilizam estes dados para o sistema da colheitadeira, que irá realizar a colheita da safra.

Albertin (2017. p.16), descreve em seu artigo as diversas transformações tecnológicas, que permitiram o advento da Internet das Coisas e como pode ser útil para a sociedade e que não se trata apenas de Tecnologia explicando Tecnologia. A Figura 3 ilustra este comparativo:

FIGURA 3 - AVANÇO TECNOLÓGICO x OFERTA E DEMANDA



FONTE: ALBERTIN (2017. p.16)

2.4.3 . Tomada de Decisões com IIoT

Podemos definir tomada de decisão, como a capacidade que uma organização possui de através dos dados do seu ambiente interno e externo, realizar levantamentos e estudos de mercado e de uso de seus insumos, visando a otimização

de recursos e otimização na alocação de pessoal para atingir um nível competitivo que satisfaça o mercado, como forma de melhorar seu produto e melhorar sua efetividade e eficácia. Desta forma, a tomada de decisão é definida por

Com o advento da Quarta Revolução Industrial, novos modelos de conceitos já existentes como é o caso da Tomada de Decisão, serão empregados de uma forma remodelada. Com interoperabilidade e interconectividade das máquinas com operadores e com interação entre máquina e máquinas (M2M - *Machine to Machine*), ficou evidente o que se espera com a implementação de IIoT nas organizações, é que as pessoas consigam tomar decisões quanto aos diversos setores da organização, assim como as máquinas consigam tomar decisões entre si, fazendo com que efetivamente haja inteligência na IoT, conforme a proposta inicial deste trabalho. As diversas técnicas que se aplicam a este cenário, a principal dentre as várias é o *Big Data*, que com a grande capacidade de armazenamento de dados e com potencial oferecido para as organizações em oferecer a geração de conhecimento, se torna uma ferramenta de valor agregado dentro do processo, de forma a possibilitar que se apliquem técnicas de mineração de dados e análise do conhecimento, com a possibilidade de descoberta de padrões ou características de dados sensorados ou até mesmo de ser criada uma ontologia, que irá levar em conta as características em comum dos dados para que seja possível que se crie um dicionário de termos em comum para todos os dados daquele determinado domínio, o que é uma prática que encontra-se sendo muito utilizada.

Desta forma, a análise dos dados nos auxiliará na tomada de decisões e vice-versa, uma vez que os processos são interdependentes entre si e irão possibilitar que haja a análise destes padrões fornecendo assim insumo para a melhor escolha de representação destes dados.

Albertin (2017. p.15), em seu artigo, aponta o fato dos drones, sensores de agricultura de precisão fornecerem os dados necessários, como sendo um ferramental completo para apoio a tomada de decisão, de forma que as organizações ligadas a esta área de atividade econômica tenham a capacidade de realizar o apoio de níveis gerenciais e estratégicos com a utilização destes dados.

2.5 DIGITALIZAÇÃO, CONVERGÊNCIA E VIRTUALIZAÇÃO

Entende-se por digitalização sendo um termo utilizado para definir a interconexão entre os diversos aparelhos que estão no cotidiano. Tornou-se mais conhecida e abrangente, com a chegada da Internet das Coisas onde a interoperabilidade entre os diversos tipos de aparelhos que se encontram interconectados, torna-se cada vez mais forte e usual. Santella (2015, p.17) define a digitalização como “sendo a forma como qualquer fonte de informação pode ser classificada como uma cadeia de 0 e 1 e disponibilizadas em seu formato raiz”. No contexto da Internet das Coisas (IoT), podemos fazer um paralelo com a autora uma vez que para que tenhamos possibilidade de utilizar a Internet das Coisas como um diferencial competitivo, os diversos tipos de dados devem ser armazenados e analisados, de forma a gerar conhecimentos sobre a organização e, conseqüentemente, gerar valor para o negócio ao qual se encontra inserido.

Uma vez falando em digitalização, apresentando o termo necessitamos conceituar a convergência. A convergência entre computação, dispositivos e telecomunicações, além do surgimento do termo experiência digital ou organização digital, também contribuíram para a aceleração deste novo paradigma onde as diversas formas e possibilidades de digitalização emergiram e fizeram com que a sociedade digital tomasse forma. A ascensão das tecnologias sem fio (*wifi*, *bluetooth*) e o desenvolvimento de novas interfaces, somando-se às já existentes potencializou a conectividade das pessoas as redes, tornando esta tendência um facilitador no acesso a novos conhecimentos e, conseqüentemente, a resolução de problemas do dia a dia mais facilmente. Cavalheiro (2007, p.23) define convergência tecnológica como:

“A Convergência Tecnológica, tal como tratada nesse simpósio, refere-se à combinação sinérgica de quatro grandes áreas do do conhecimento: a Nanotecnologia, a Biotecnologia as Tecnologias da Informação e da Comunicação e as Ciências Cognitivas (Neurociência), campos que vêm se desenvolvendo com grande velocidade nas últimas décadas.” (CAVALHEIRO, 2007. p.23)

Desta forma, é visto que para que a implementação da IoT seja efetiva, devem ser desdobrados estes conceitos, de forma a se adquirir maior conhecimento sobre este tema.

Temos também a virtualização como prática fundamental para que a IoT e a IIoT sejam efetivas, pois como tendência dos dias atuais, cada vez mais existem

máquinas virtuais onde aplicações, bancos de dados, servidores de aplicação encontram-se e são fundamentais para o bom funcionamento de uma TI inteligente.

2.6 BANCO DE DADOS

Os bancos de dados podem ser definidos como uma técnica ou um mecanismo capaz de armazenar de forma estruturada e organizada coleções de dados de diversos formatos e tamanhos. Podem ser considerados como uma estrutura que pode servir para armazenar grandes massa de dados e, no caso de banco de dados relacionais, realizar a relação das estruturas de armazenamento de acordo com as regras de negócios que estão envolvidas na modelagem do banco de dados, que na maioria das vezes é realizada visando a agilidade e facilidade de busca se utilizando das cláusulas SQL. Desta forma, existem produtos no mercado que possuem este propósito de facilitar e ser um meio deste armazenamento e manipulação dos dados que estamos capturando. Estes conjuntos de softwares, são conceituados de Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados (SGBD). No contexto de Internet das Coisas, os grandes volumes de dados que serão capturados de diversos setores da organização de forma a necessitar de alternativas robustas para realizar este armazenamento destes dados, para que seja possível a realização da tomada de decisão com as informações que serão geradas através dos dados que serão gerados pelas mais diversas máquinas.

Existem banco de dados relacionais que são hierárquicos, com forte relação entre as entidades dentro do banco e que são os mais utilizados dentro das organizações, para que se realize o relacionamento mais conciso das informações. Como uma tendência, estão surgindo o banco de dados não relacionais, onde os dados são concentrados em grandes volumes de dados e ganhou campo pela sua real facilidade em escalar estes dados de forma mais rápida, gerando assim uma vantagem em sua utilização. (SILBERCHATZ, 2012)

Para as aplicações de IoT, fala-se muito em banco de dados não-relacionais (NoSQL), que são bancos de dados, onde os dados ficam armazenados de forma organizada, porém sem fortes relações com esquemas e tabelas. Sadalage e Fowler (2013), afirmam que a tecnologia NoSQL surgiu motivada pela necessidade de lidar com os grandes volumes de dados, uma vez que a tendência é que o volume dos dados continue a crescer. Seus defensores afirmam que os sistemas desenvolvidos

com essa nova tecnologia são mais flexíveis que os bancos de dados relacionais, já que são livres de esquemas rígidos, distribuídos, escaláveis, possuem melhor desempenho e não necessitam de uma infraestrutura robusta para armazenar seus dados.

Com estas constatações sobre banco de dados relacionais e não relacionais, trazendo as características, para o sistema de coleta e análise de dados que pode ser concebido através deste estudo, podemos ter duas camadas de banco, a primeira seria um banco de dados não relacional, que receberia dados dos sensores que estão contidos no contexto do trabalho, visando armazenar como chave e valor os dados; e uma camada de banco de dados relacional, onde após a aplicação manipular os dados diretamente dos sensores, seriam inputados no banco de dados relacional apenas dados já refinados e que realmente fizessem sentido para a concepção de relatórios sobre a solução, visando assim a tomada de decisão embasada nos dados refinados.

2.7 BIG DATA

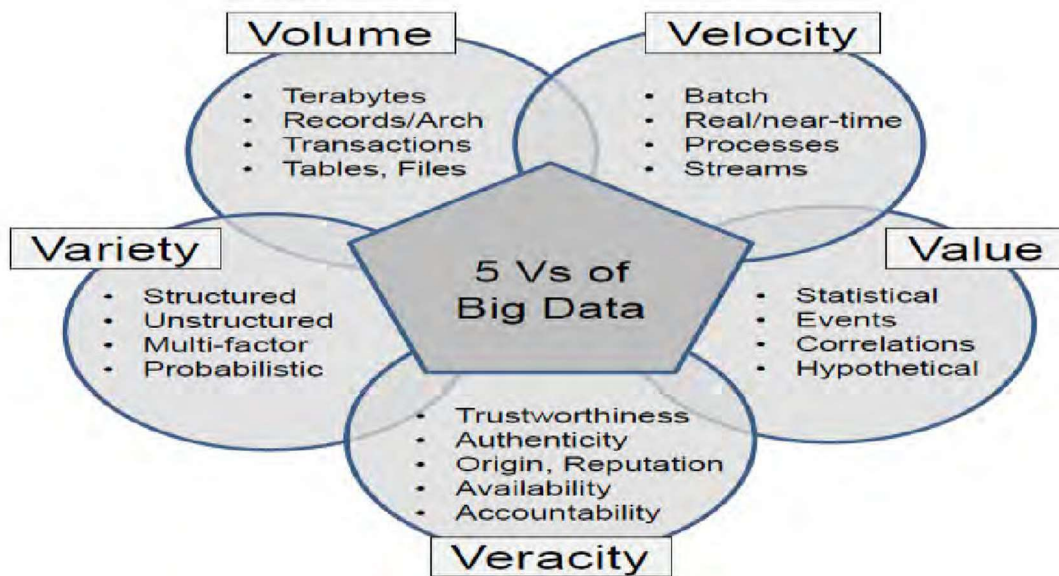
O autor define Big Data, como sendo o processamento de grandes volumes de dados que são gerados por diversos meios, fazendo com que se torne necessário utilizar ferramentas para que seja possível realizar o armazenamento e o tratamento e recuperação destes dados. O conceito de *Big Data* pode ser definido como “o fenômeno do processamento de grandes volumes de dados, com os quais as ferramentas tradicionais não são capazes de lidar na velocidade requerida” (LUVIZAN *et al* 2014, p.3). Estes grandes volumes de dados exigem uma capacidade de armazenamento maior e também exigem que se realize o tratamento apropriado utilizando-se de ferramentas que atendam esta necessidade. As tecnologias emergentes para tratamento de massas de dados, são *Spark* e *Hadoop* que estão sendo exploradas como concorrentes em diversos contextos, porém ao explorar a literatura o autor verificou que os especialistas entendem que as ferramentas trabalhando em conjunto, conseguem atender com maior eficiência as demandas por grandes volumes de dados. Estas ferramentas, utilizam o paradigma *MapReduce*, que consiste em ser um *framework* para clusterização. Ele segue o modelo de programação funcional, e executa a sincronização explícita por meio de etapas computacionais. Basicamente com o paradigma *MapReduce*, se tem a possibilidade de realizar o processamento em paralelo de diversos volumes de dados e

possibilitando um resultado assertivo e como se trabalha com grandes volumes de dados, existe a questão de performance e tempo, além do que o paradigma em si, assim como as soluções que possuem este paradigma existe o conceito de HDFS (*Hadoop Distributed File System*) que possibilita o armazenamento em memória dos dados dos nodes do cluster, realizando assim um custo menor de infraestrutura.

2.7.1 5 Vs do Big Data

Os 5vs do Big Data, são divididos em: volume, velocidade, variedade, valor e veracidade. Os conceitos, são definidos por Anuradha (2015), conforme a figura 4:

FIGURA 4 - 5 Vs DO BIG DATA



FONTE: ANURADHA (2015).

Verificando estas características e a velocidade das informações que o IloT gera, conseguimos realizar o paralelo entre o grande volume de dados produzidos, as formas de realizar o armazenamento e as técnicas para recuperação das informações que conseqüentemente utilizadas corretamente, irá gerar valor para as organizações.

Os 5vs são:

Volume: quantidade de dados que são gerados pelas diversas fontes de dados que enviam e trocam dados entre si, desta forma as ferramentas e as técnicas do Big Data, podem auxiliar neste processamento.

Velocidade: a velocidade é definida o movimento em que os dados são criados, processados, armazenados e recuperados, que é considerado uma função das ferramentas de Big Data.

Variedade: são os dados que são mistos. A maioria dos dados, podem ser armazenados em tabelas e também dados não estruturados, que também podem gerar valor para a organização, desta forma o conceito de variedade evidencia esta questão de que os dados podem conviver entre si e gerar valor de forma igual.

Veracidade: de forma a minimizar impactos de informações errôneas, com um conjunto de análises estatísticas e de levantamento de fontes para que os dados e informações disponibilizadas, atendam o preceito de serem verdadeiros.

Valor: grandes quantidades de dados, são relevantes, porém se não houver geração de valor para a organização não estará atingindo o objetivo de ajuda em tomada de decisão e consequente geração de valor. Desta forma o último V é o valor agregado que uma solução de Big Data pode gerar para a organização.

Em um estudo realizado em 2017 na *International Research Journal of Engineering and Technology* (IRJET), foi demonstrado a evolução dos Vs do *BigData* e, foi verificado que após a evolução das técnicas de *BigData*, temos 14 Vs, que são: volume, velocidade, valor, variedade, veracidade, validade, volatibilidade, visualização, viralidade, viscosidade, variabilidade, *venue* (origem dos dados), vocabulário e *vagueness* (imprecisão). PANIMALAR.S; SHREE.S; KATHRINE.A (2017). Ainda neste artigo, verificam-se ainda o surgimento emergente de mais 3 Vs, que são: verbosidade, voluntariedade e versatilidade. Desta forma, houve uma sensível evolução das características dos dados, de forma a podermos afirmar e verificar que cada vez mais, haverão características a mais dos dados, pois cada tempo que se passa, pelo volume dos dados e pelos usos que podem ser feitos dos mesmos, aumentam-se as características que são necessárias e até mesmo preponderantes para utilização destes dados.

2.8 CLOUD COMPUTING

O termo computação em nuvem é uma tendência cada vez mais forte em computação, onde se abstrai o estado físico de hardware e se começa a realizar provisionamento de componentes baseados em ambientes virtuais, proporcionando resiliência e escalabilidade cada vez maiores aos contratantes de um serviço desta

natureza. Sousa *et al* (2010), definem *Cloud Computing*, como sendo um conjunto de tecnologias capazes de fornecer um provisionamento de infraestrutura tanto para usuários finais, quanto para empresas que hospedam e fornecem este tipo de serviço a outras empresas. Ou seja, nesta definição, o autor enfatiza a gama de serviços que podem ser ofertadas com o advento da Computação em Nuvem, uma vez que se tornou uma realidade em pouco tempo.

Como forma de obtenção de alguns serviços que no modelo tradicionais ficariam em máquinas diferentes, dentro de um *datacenter* tradicional, existe o conceito de IaaS (*Infrastructure as a Services*), que em linhas gerais são todos os serviços apresentados na arquitetura tradicional, centralizados em uma única console de administração e onde podemos ter as facilidades de provisionar os serviços necessários para funcionamento do software de IoT que estaremos colocando nos ambientes de desenvolvimento e produção. Segundo CAMPOS (2016), podemos definir *Infraestrutura as a Service* (Infraestrutura como Serviço), como uma infraestrutura de TI completa que é consumida como um serviço, onde temos os serviços acoplados e os usuários acessa esse *pool* consolidado de recursos e paga apenas pelo seu consumo dos recursos. O autor ainda aponta os benefícios que temos com estas práticas, que são listadas:

Mais eficiência – os recursos são virtualizados e agrupados, garantindo que sua infraestrutura física seja usada no máximo de sua capacidade.

Mais agilidade – os recursos de TI podem ser provisionados sob demanda e devolvidos ao pool de recursos com a mesma facilidade.

Rápida escalabilidade – aloque os recursos de computação adicionais instantaneamente para atender às demandas de negócios devido aos momentos de pico e ao crescimento ou declínio da empresa.

Custos menores – os custos de infraestrutura, energia e instalação são usados no modelo de "pagamento conforme o uso".

Mais produtividade da equipe de TI – provisionamento automatizado por meio do portal de autoatendimento.

Redução dos recursos desperdiçados – processos transparentes de medição e definição de preços, além de ferramentas de chargeback, permitem que os administradores de TI identifiquem onde os custos podem ser reduzidos.

Maior utilização dos investimentos de TI

Mais segurança e proteção dos ativos de informação

Os principais benefícios desta prática de mercado são: baixo custo com alocação de infraestrutura, a flexibilidade quanto a substituição de recursos e a abstração de conceitos complexos de computação como *storage*, banco de dados e similares aos usuários finais, possibilitando assim uma facilidade em contratar e utilizar estes serviços.

2.9 EQUIPAMENTOS DA IOT

Os equipamentos de IoT, podem ser definidos como os sensores, placas que serão utilizadas ou concebidas de acordo com a necessidade e os motores que serão utilizados. Desta forma nas sessões a seguir, serão apresentados os equipamentos utilizados neste projeto, para viabilizar a concepção do protótipo de um carro seguidor de linhas.

2.9.1 Arduino

O Arduino é uma plataforma eletrônica de computação física aberta, com uma base em placa simples de entradas/saídas (input/output - I/O), assim como em um ambiente de desenvolvimento que implementa esta linguagem Processing. O Arduino pode ser utilizado para desenvolver objetos interativos independentes, ou conectado a softwares de seu computador (BANZI, 2012).

O Arduino é uma pequena placa de microcontrolador contendo um plugue de conexão USB que permite a ligação com um computador. Além disso, contém diversos outros terminais que permitem a conexão com dispositivos externos, como motores, relés, sensores luminosos, diodos a laser, alto-falantes e outros. Os Arduinos podem ser energizados por um computador através do plugue USB, por uma bateria de 9 V ou por uma fonte de alimentação. Eles podem ser controlados diretamente pelo computador, ou então podem ser programados pelo computador e, em seguida, desconectados, permitindo assim trabalharem independentemente do computador. O projeto da placa é aberto. Isso significa que qualquer um pode construir placas compatíveis com o Arduino. Essa competição resultou em placas de baixo custo (MONK, 2013).

A filosofia do Arduino concentra-se em desenvolver projetos, e não em falar sobre eles. Ela representa uma busca constante por meios mais rápidos e poderosos

para o desenvolvimento de protótipos. Citando Banzi (2012): “Exploramos muitas técnicas, de prototipagem e desenvolvemos formas de pensar cada vez mais práticas”.

2.9.2 Sensores

Os sensores na IoT, são elementos fundamentais para a implementação da IoT pois são os meios físicos utilizados para que seja possível realizar a captura dos dados das máquinas, de forma a fornecer insumos para coleta e o transmitir os dados para o armazenamento, de forma a fornecer insumos para tomada de decisão, decisões preditivas e inteligência nas organizações por meio dos dados coletados. Para SANTOS *et al* (2016), define sensores como coletores de informações onde os objetos que possuem sensores se encontram, fornecendo assim insumos para realização de análises e posteriores tomadas de decisão. Sensores podem ser classificados, dentre outros tipos, como: sensores de pressão, sensores de temperatura, sensores de vibração. Estes tipos citados, são de suma importância para a Internet das Coisas Industrial, pois captam as informações elementares e que podem interferir no funcionamento dos equipamentos, alterando performance e produtividade.

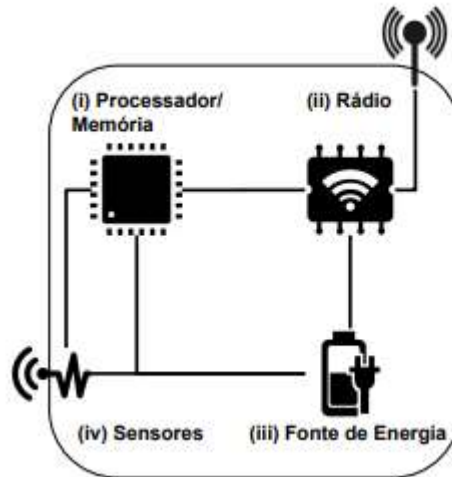
2.9.3 Arquitetura da IIoT

Segundo Santos *et al* (2016), a arquitetura da IoT é dividida em quatro unidades: processamento/memória, comunicação, energia e sensores atuadores. As unidades de processamento para este fim, geralmente são as mesmas utilizadas em dispositivos de computação embarcada. Estas unidades de processamento são divididas em duas partes para o processamento propriamente dito e outra para o armazenamento dos *logs* das aplicações. Não possuem alto nível de processamento, o que possibilita que sejam utilizadas para esta finalidade, pelo baixo custo em energia; unidades de comunicação com ou sem fio. Em sua maioria são utilizadas a comunicação sem fio, com plataformas de rádio de baixa frequência desta forma como as unidades de processamento, possuem um baixo custo de energia; fontes de energia são geralmente composta por um conversor AC/DC e uma bateria (recarregável ou não) com a função de alimentar os componentes do circuito; sensores e atuadores são os componentes que capturam grandezas como pressão,

temperatura, umidade e presença. Atuadores realizam alguma ação atendendo comando manuais, elétricos ou mecânicos.

A figura 5 representa os componentes básicos da arquitetura da IoT.

FIGURA 5 - REPRESENTAÇÃO DOS COMPONENTES DA IOT



FONTE: SANTOS (2016).

2.9.4 Protocolos de Comunicação de Dados

Protocolos de Comunicação, são protocolos convencionados para gerar interconexão entre redes, dispositivos e afins fazendo com que seja possível realizar a transmissão de dados fazendo com que os dados sejam trafegados por redes diversas. Santos *et al* (2016), conceitua os protocolos mais utilizados sendo eles os seguintes:

- Ethernet
- Wi-Fi
- ZigBee
- MQTT
- REST

O ZigBee, é uma tecnologia emergente, com baixo custo de energético e com frequência reduzida, fazendo com que seja mais leve o processamento de dados. Desta forma é um protocolo muito utilizado para a prática de Internet das Coisas. Segundo Dignani (2011), o ZigBee é definido como um padrão que define um conjunto de protocolos para redes sem fio e com baixa velocidade de dados. O autor ainda

define alguns conceitos aos quais estão contidos no desenvolvimento do padrão ZigBee, que consistem em: ultra baixo consumo permitindo uso de baterias como fonte de energia; baixo custo de implementação e desenvolvimento; alcance curto (limitado a 50 metros); velocidade de transmissão inferior a 250kbps. Por essas características, o ZigBee é considerado o mais aceito protocolo para desenvolvimento de aplicações de IoT, pela sua performance e pelo seu baixo custo energético.

O MQTT, conforme Martins e Zem (2015), conceituam o MQTT como um protocolo de publicação/subescrever, voltados para dispositivos restritos e redes inseguras com baixa largura de banda e alta latência. Suas características se assemelham em alguns aspectos com o ZigBee, onde preza pela baixa largura de redes e pela capacidade de realizar a transmissão dos dados e realizar a comunicação desses dados com redes sem fio. O MQTT, utiliza o protocolo TC/IP, para fornecer a conectividade de equipamentos para M2M e para a finalidade deste trabalho, que é uma aplicação de transmissão e coleta de dados para IIoT.

2.9.5 Segurança em Dispositivos Embarcados

Na era das “coisa interligadas”, um fator que deve ser levado em consideração, é o da Segurança desses dispositivos e da comunicação entre os dispositivos. Visto isso, verifica-se que o tema segurança para Internet das Coisas, já foi elaborado. Segundo JUNIOR E MORENO (2015), mostra-se um desafio realizar a segurança das diversas camadas dos dispositivos interconectados. Visto isso, o aspecto de segurança para Internet das Coisas torna-se um tema sensível, pois temos duas camadas mais iminentes de ficar vulnerável neste contexto: a camada de nuvem e a cama de rede sem fio, por onde irão trafegar as informações dos diversos dispositivos envolvidos. Desta forma, as evoluções no tema tangem como aplicar técnicas que sejam realmente efetivas para se realizar a parte de segurança da informação destes dispositivos, redes e camadas, visando a confiabilidade dos dados trafegados entre as redes, dispositivos, sensores que serão os atores do processo.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O caráter deste trabalho acadêmico, é exploratório pois como objetivo final, poder obter após o levantamento bibliográfico, um resultado de implementação e coleta de dados de uma arquitetura de IIoT para armazenamento e análise de dados que estejam intrínsecos nas variáveis que estão relacionadas ao ambiente industrial, isto é, temperatura, número de desvios na produção e produtividade.

Será concebido um robô seguidor de linha, que tratará uma necessidade específica das organizações, visando realizar o teste de parâmetros relacionados com falhas e produtividade em um ambiente organizacional, com a finalidade de se concluir se é possível uma melhor tomada de decisão baseada nos dados fornecidos pelos sensores da IoT.

3.1 PESQUISA EXPLORATÓRIA

A pesquisa se exploratória se caracteriza por ser uma pesquisa onde deve ser desenvolvida de modo a acrescentar conhecimento sobre um determinado problema, afim de responder as perguntas de pesquisa. Para GIL (2008), pode ser caracterizada como:

“proporcionar maior familiaridade com o problema (explicitá-lo). Pode envolver levantamento bibliográfico, entrevistas com pessoas experientes no problema pesquisado. Geralmente, assume a forma de pesquisa bibliográfica e estudo de caso”. GIL (2008).

3.2 EXPERIMENTO

O estudo caso que será apresentado neste trabalho, será demonstrar por meio de um projeto de robô seguidor de linha, o ganho de tempo e economia de recursos e tempo quanto a atividades repetitivas realizadas por um operador, que poderão ser substituídas por um robô que terá uma rota bem definida e o operador apenas alimentando o mesmo com os materiais que irá fazer o transporte, de maneira a poder remanejar os recursos humanos para outras atividades. O projeto será realizado na plataforma Arduino, utilizando de codificação em Linguagem C para Arduino, de forma a fazer os programas para os sensores de linha e para os motores de passo. Será realizado a concepção do circuito, que será concebido no software web Fritzing, utilizado para conceber os circuitos que serão responsáveis por guiar o

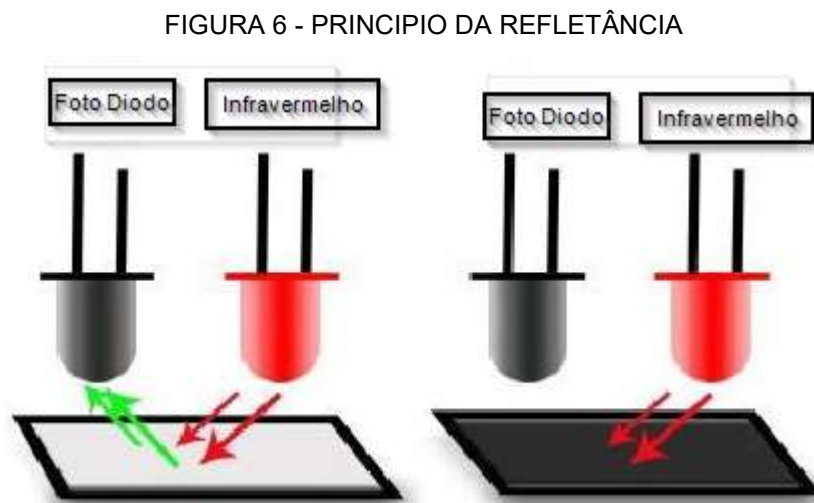
desenvolvimento e disposição dos sensores que serão utilizados para a construção deste projeto.

3.3 IMPLEMENTAÇÃO

Nesta seção do trabalho, será apresentado o procedimento que foi realizado para que se chegou ao produto final deste trabalho, que é o carro seguidor de linha que visa ilustrar como a IIoT pode ser um facilitador dentro do contexto das Indústrias, no que fiz respeito ao chão de fábrica em tarefas de almoxarifado e estoque.

3.3.1 Implementação Sensor KY-033

O sensor KY-033, é um sensor de detecção de linha, que é utilizado para que através de uma linha preta ou branca, se defina uma rota e por reflexão, o sensor capta os sinais com ausência de cor e neste caso aponta como “fora da linha”, executando neste caso a função de baixar a velocidade de um dos motores, para que se corrija a rota como se fosse uma curva suave, fazendo com que quando o sensor encontre a linha novamente, o mesmo siga a rota. Na figura, podemos verificar o princípio da refletância que é utilizado pelo sensor de linha:



FONTE: O Autor (2020).

Essa figura demonstra os dois estados onde o sensor identifica se está dentro da rota definida ou não. O primeiro estado, é o definido como valor de refletância alto,

onde o infravermelho é lançado e reflete sob a linha, fazendo com que através da lógica utilizada, o sensor mostre na tela “Sensor está sob a linha”. O segundo estado, a refletância mostra que o valor recebido pelo sensor é baixo, pois a refletância não existiu, fazendo com que seja mostrado na tela “Sensor está fora da linha”.

A codificação utilizada por sensor KY-033 para que este identifique a linha e, em caso de não identificar mostrar a mensagem que o sensor está fora da linha. Serão utilizados no presente trabalho, dois sensores de linha que serão dispostos a direita e a esquerda.

O sensor detecta se uma área refletora ou absorvente de luz está na frente dele. Este mostra qual das duas áreas é via saída digital, como você pode ver na figura abaixo. A sensibilidade (alcance mínimo) do sensor pode ser ajustada pelo controlador. Esse comportamento pode ser usado para seguir automaticamente uma linha com um robô.

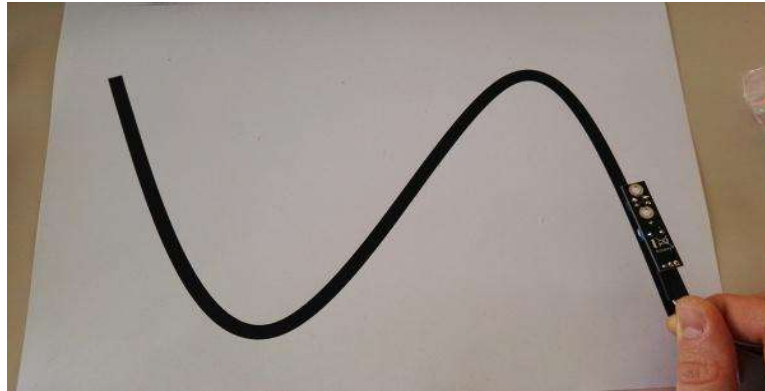
FIGURA 7 - SENSOR KY-033



FONTE: O autor (2020)

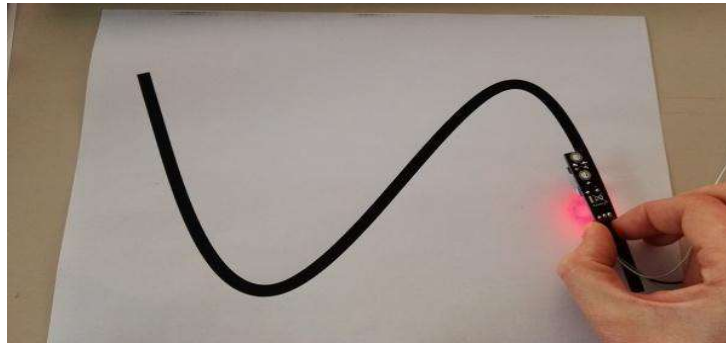
Conforme exemplificado acima, o sensor possui dois estados, quando está com a leitura de um valor alto e quando está com a leitura de um valor baixo. Desta forma, podemos ilustrar o exemplo desses estados através das figuras 8 e 9, conforme segue:

FIGURA 8 - EXEMPLO DA DETECÇÃO DA LINHA



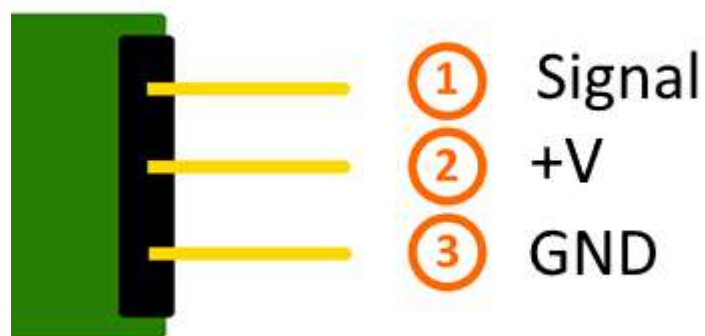
FONTE: O autor (2020)

FIGURA 9 - EXEMPLO DE NÃO DETECÇÃO DE LINHA



FONTE: O autor (2020)

FIGURA 10 - EXEMPLO DE PINAGEM DO SENSOR KY-033



FONTE: O autor (2020).

3.3.2 Implementação dos Motores DC e Ponte H

A implementação dos motores utilizados com a ponte H, foi realizada seguindo por base alguns trabalhos e artigos de alguns sites voltados para Robótica e Arduino, afim de realizar a prova do conceito. Serão apresentadas as etapas das escolhas realizadas abaixo.

Primeiramente no quadro 3, temos a especificação dos materiais utilizados, da Ponte H e dos Motores.

QUADRO 3 - ESPECIFICAÇÃO DA PONTE H L298N

Especificações
Tensão de Operação: 4~35v
Chip: ST L298N
Controle de 2 motores DC ou 1 motor de passo
Corrente de Operação máxima: 2A por canal ou 4A max
Tensão lógica: 5v
Corrente lógica: 0~36mA
Limites de Temperatura: -20 a +135°C
Potência Máxima: 25W
Dimensões: 43 x 43 x 27mm
Peso: 30g

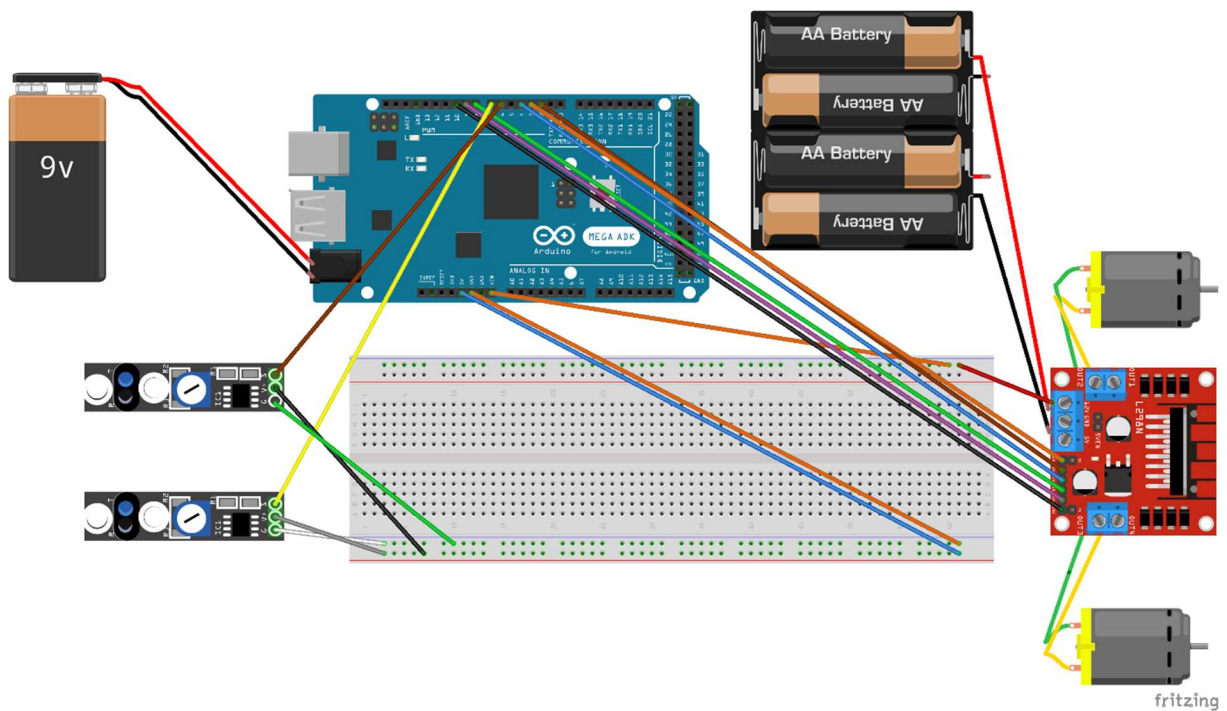
FONTE: O Autor adaptado de Filipeflop (2013).

Com as informações das especificações técnicas relacionadas ao Modelo de Ponte H L298N, a figura 11, demonstra os componentes da Ponte H para utilização dos Motores do Protótipo que foi concebido como resultado deste trabalho.

4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

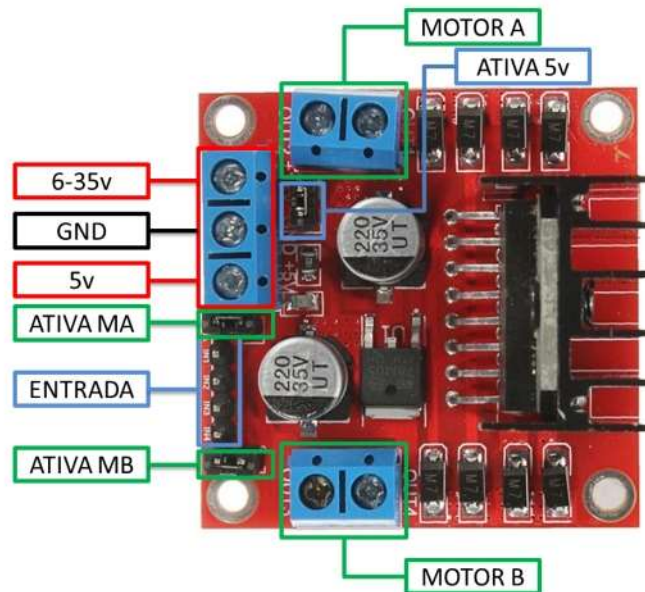
Como resultados deste experimento, obteve-se um protótipo de um robô seguidor de linha, que tem por finalidade realizar a otimização de recursos em linhas de produção, ajudar a otimizar processos de linhas de produção, logísticos em ambientes fabris que sejam interconectados com o modelo de IoT. Como resultado pra seguir com a prototipação deste robô seguidor de linhas, teremos o esquema que representa a montagem do mesmo interligando todos os componentes, que será representado pelo seguinte modelo:

FIGURA 11 - ESQUEMA FRITZING ROBÔ SEGUIDOR DE LINHA



FONTE: O Autor (2020).

FIGURA 12 - FUNCIONAMENTO DA PONTE H L298N



FONTE: FILIPEFLOP (2013).

As funções indicadas acima, podem ser explicadas da seguinte maneira:

- **(Motor A) e (Motor B)** se referem aos conectores para ligação de 2 motores DC ou 1 motor de passo
- **(Ativa MA) e (Ativa MB)** – são os pinos responsáveis pelo controle PWM dos motores A e B. Se estiver com jumper, não haverá controle de velocidade, pois os pinos estarão ligados aos 5v. Esses pinos podem ser utilizados em conjunto com os pinos PWM do Arduino
- **(Ativa 5v) e (5v)** – Este Driver Ponte H L298N possui um regulador de tensão integrado. Quando o driver está operando entre 6-35V, este regulador disponibiliza uma saída regulada de +5v no pino (5v) para um uso externo (com jumper), podendo alimentar por exemplo outro componente eletrônico. Portanto não alimente este pino (5v) com +5v do Arduino se estiver controlando um motor de 6-35v e jumper conectado, isto danificará a placa. O pino (5v) somente se tornará uma entrada caso esteja controlando um motor de 4-5,5v (sem jumper), assim poderá usar a saída +5v do Arduino.
- **(6-35v) e (GND)** – Aqui será conectado a fonte de alimentação externa quando o driver estiver controlando um motor que opere entre 6-35v. Por exemplo se

estiver usando um motor DC 12v, basta conectar a fonte externa de 12v neste pino e (GND).

- **(Entrada)** – Este barramento é composto por IN1, IN2, IN3 e IN4. Sendo estes pinos responsáveis pela rotação do Motor A (IN1 e IN2) e Motor B (IN3 e IN4).

No Projeto realizado, as funções de PWM foram utilizadas, afim de controlar os motores A e B, para que as rotações fossem passadas corretamente via código. Os motores utilizados no Projeto foram DC (*direct current*), que são denominados como motores de corrente direta. Foram utilizados dois motores DC no projeto. Desta forma a figura 13, vai ilustrar como é realizada a passagem dos comandos enviados pelas entradas.

FIGURA 13 - ORDEM DE ATIVAÇÃO MOTOR A E MOTOR B

MOTOR	IN1	IN2
HORÁRIO	5V	GND
ANTI-HORÁRIO	GND	5V
PONTO MORTO	GND	GND
FREIO	5V	5V

FONTE: O Autor adaptado FILEFLOP (2013).

Para realização do controle do robô seguidor de linha, foi concebido o seguinte código:

```

/*DECLARAÇÃO DE VARIÁVEIS*/
1 const int MotorA_sentido1 = 2;
2 const int MotorA_sentido2 = 4;
3 const int MotorB_sentido1 = 8;
4 const int MotorB_sentido2 = 9;
5 const int MotorA_PWM = 3;
6 const int MotorB_PWM = 10;
7
8 int vSpeed = 80;    // MAX 255
9 int turn_speed = 100; // MAX 255
10 int turn_delay = 8;
11
12 const int Sensor_direita = 6;

```

```
13 const int Sensor_esquerda = 7;
14
15 int direita;
16 int esquerda;
17
18 void setup() {
19   Serial.begin(9600);
20   pinMode(MotorA_sentido1, OUTPUT);
21   pinMode(MotorA_sentido2, OUTPUT);
22   pinMode(MotorB_sentido1, OUTPUT);
23   pinMode(MotorB_sentido2, OUTPUT);
24   pinMode(MotorA_PWM, OUTPUT);
25   pinMode(MotorB_PWM, OUTPUT);
26
27 }
28 void loop() {
29   //Leituras dos Sensores
30   direita = digitalRead(Sensor_direita);
31   esquerda = digitalRead(Sensor_esquerda);
32   Serial.print(direita, DEC);
33   Serial.print(" || ");
34   Serial.println(esquerda, DEC);
35
36   if(direita == true && esquerda == true){
37
38     digitalWrite (MotorA_sentido2,LOW);
39     digitalWrite(MotorA_sentido1,HIGH);
40     digitalWrite (MotorB_sentido2,HIGH);
41     digitalWrite(MotorB_sentido1,LOW);
42
43     analogWrite(MotorA_PWM, vSpeed);
44     analogWrite(MotorB_PWM, vSpeed);
45
46     delay(turn_delay);
```

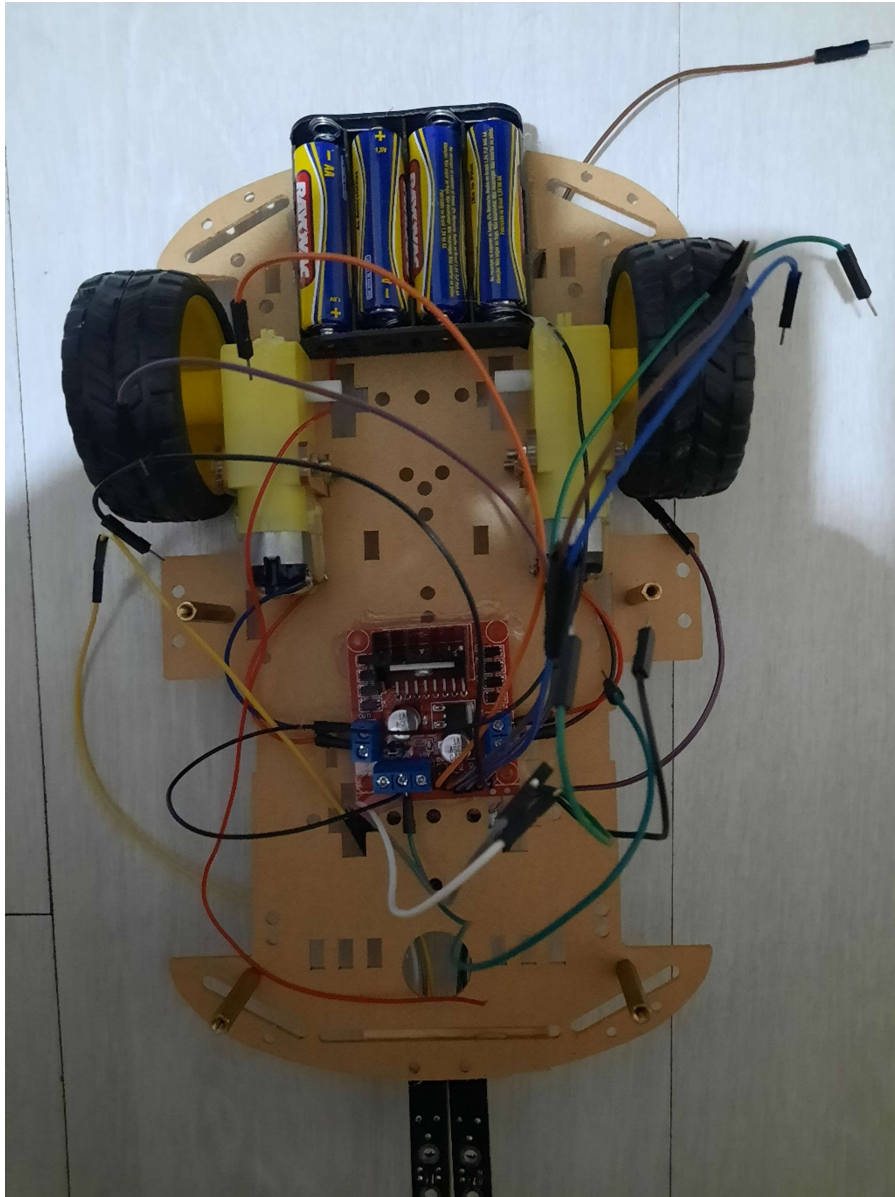
```
47
48 }
49 if(direita == true && esquerda == false){
50 digitalWrite (MotorA_sentido1,LOW);
51 digitalWrite(MotorA_sentido2,HIGH);
52 digitalWrite (MotorB_sentido1,LOW);
53 digitalWrite(MotorB_sentido2,HIGH);
54
55 analogWrite (MotorA_PWM, vSpeed);
56 analogWrite (MotorB_PWM, turn_speed);
57
58
59 }
60
61 if(direita == false && esquerda == true){
62 digitalWrite (MotorA_sentido1,HIGH);
63 digitalWrite(MotorA_sentido2,LOW);
64 digitalWrite (MotorB_sentido1,HIGH);
65 digitalWrite(MotorB_sentido2,LOW);
66 }
67
68 analogWrite (MotorA_PWM, turn_speed);
69 analogWrite (MotorB_PWM, vSpeed);
70
71 if(direita == false && esquerda == false){
72
73 analogWrite (MotorA_PWM, 0);
74 analogWrite (MotorB_PWM, 0);
75 }
76 }
```

O código das linhas 1 a 7, traz a inicialização das variáveis de controle dos motores e do controle PWM, que é responsável por modificar as velocidades dos motores. Nas linhas 8 a 10, são inicializadas as variáveis *int vSpeed*, *int turn_speed* e

int turn_delay. A variável *vSpeed*, é a variável que os motores irão ter igual para iniciar a rotação em sentido igual. Ao precisar realizar uma curva, a lógica que utilizamos é diminuir a rotação do motor contrário à direção que se quer virar, desta forma utilizamos a variável *vTurn*, para acelerar o motor que irá ser responsável pela curva. Nas linhas 12 e 13, pode-se verificar a definição das variáveis para controle dos sensores infravermelhos. A linha 18, possui a função *setup()* é chamada quando um sketch inicia. Use-a para inicializar variáveis, configurar o modo dos pinos (INPUT ou OUTPUT), inicializar bibliotecas, etc. A função *setup()* será executada apenas uma vez, após a placa ser alimentada ou acontecer um reset. (ARDUINO, 2019). As linhas 19 a 34, são utilizadas como forma de converter os valores captados pelos sensores infravermelhos pelas variáveis direita e esquerda, onde se capta o sinal digital e realiza o *print* na console para ter controle do que estamos passando do sensor para o Arduino, afim de ajudar em *Debugs*, tratamento, armazenamento desses dados para análises futuras. As linhas 36 a 41, descrevem a função que faz com que o robô ande em linha reta, recebendo o valor igual para as variáveis *MotorA_PWM* e *MotorB_PWM*. As linhas 49 a 56, são referentes a curva para a esquerda, pois o valor da variável *MotorB_PWM*, recebe a variável *vTurn*, ou seja, a variável de controle *MotorA_PWM*, continuará com o valor inicial (80) e a variável *MotorB_PWM*, irá receber o valor da variável *vTurn* (100), fazendo com que faça uma leve correção do sentido para a esquerda. Nas linhas 61 a 69, teremos a curva para a direita onde o valor da variável *MotorA_PWM*, será alterado para o valor da variável *vTurn* (100) e a variável *MotorB_PWM*, ficará com o valor inicial da variável *vSpeed* (80). Desta forma realizará a correção da trajetória para a direita. As linhas 71 a 74, serão quando os dois sensores estiverem com o valor *false*, onde as variáveis *MotorA_PWM* e *MotorB_PWM*, irão receber zero, ou seja, é uma função que caracterizará a parada do robô.

O produto deste trabalho realizado foi um robô seguidor de linha, que poderá ajudar em Indústrias que tenham processos manuais em chão de fábrica, visando a excelência em qualidade desses processos e enxugar os processos, visando agilidade, ganho em tempo e melhor utilização do capital humano dessas organizações. Pode-se ver abaixo a reprodução do esquema ilustrado na figura 11 de forma prática. A figura 14, é a representação da aplicação dos conceitos da ligação entre a Ponte H e os motores, assim como de sua alimentação externa que é feita por 4 Pilhas 1,5v.

FIGURA 14 - LIGAÇÃO PRÁTICA PONTE H E MOTORES DC

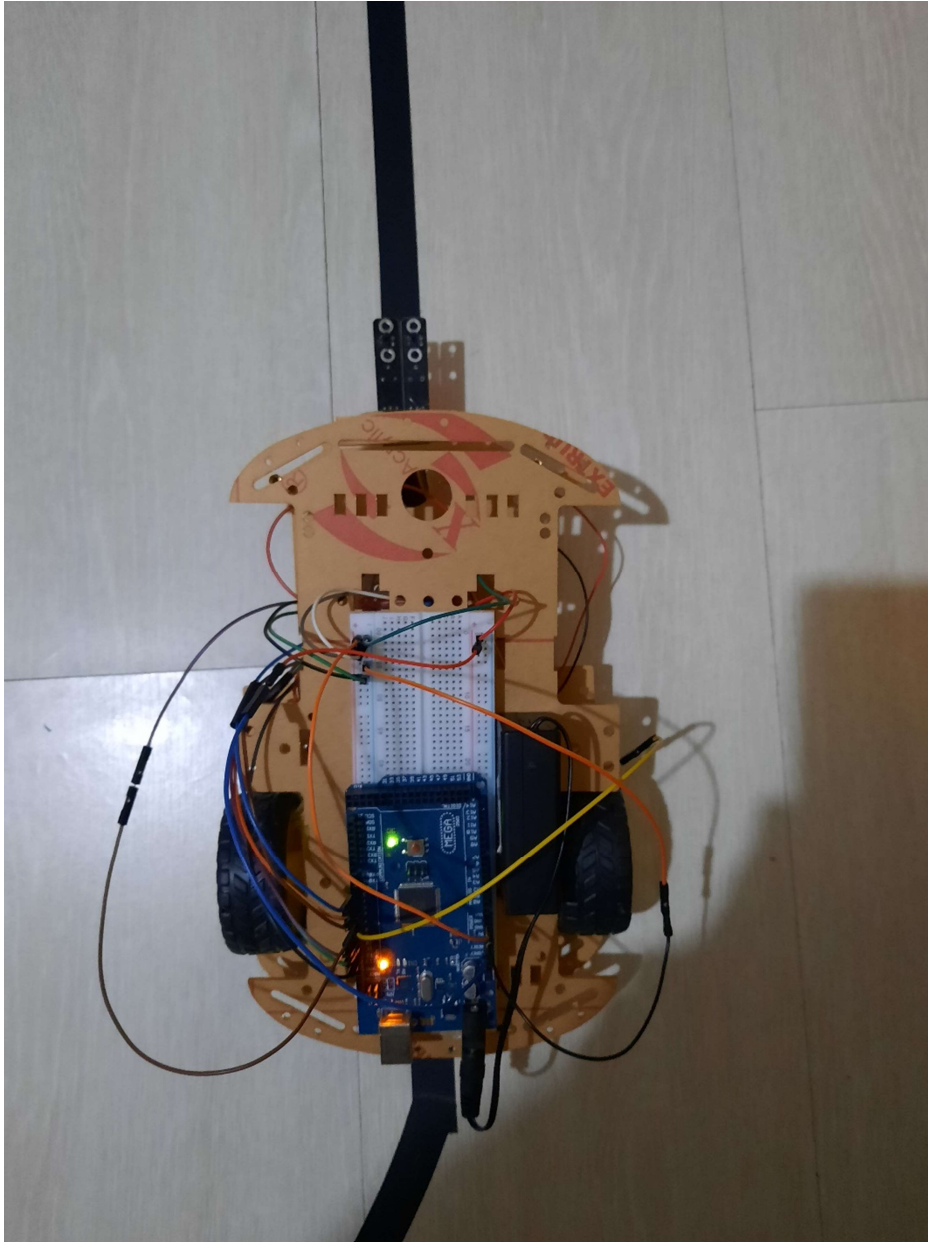


FONTE: O Autor (2020).

Desta forma verifica-se a aplicabilidade do conceito e implementação da Ponte H para controle dos Motores DC.

A Figura 15, demonstra a aplicação do conceito das implementações dos sensores e sua pinagem com o Arduino, assim como a pinagem realizada pelos motores, fontes de energia, conforme esquema Fritzing (Figura 11).

FIGURA 15 - IMPLEMENTAÇÃO SENSORES E ARDUINO



FONTE: O Autor (2020).

Existiram percalços no caminho onde realizou-se a concepção dos projetos, desta forma o quadro 4, retrata as dificuldades, os dias e as formas de resolução dos problemas encontrados no caminho pra concepção do robô seguidor de linha, que é o produto final deste trabalho acadêmico.

Quadro 4 - Gestão de Problemas do Projeto

Data	Descrição do Problema	Solução Adotada
04/05/2020	Não havia esquema Fritzing para descrever o experimento	Criado Fritzing descritivo na primeira versão

30/05/2020	Início dos Testes	Realizada solda dos motores e ligação com o modulo Ponte H
22/06/2020	Robô Rodando em Volta do Próprio Eixo	Revisão de Código e Ligações esquemáticas do Arduino
23/06/2020	Robô parado após os ajustes	Revisão a nível de código, para que fosse possível realizar a fase final do trabalho
25/06/2020	Robô saindo direto, sem sensibilidade da linha	Realizado ajuste de calibração dos sensores
24/07/2020	Calibração dos Sensores	Após acerto de calibração e o carrinho testado, deu-se por finalizado o protótipo pois estava funcional

FONTE: O autor (2020).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os objetivos deste trabalho de cunho acadêmico, foram atingidos gerando um material pertinente que condensa diversos temas nas seções propostas para o trabalho, visando enriquecimento do conhecimento do autor, gerar trabalhos futuros em conjunto com o orientador e realizando uma contribuição significativa, no que diz respeito à IoT dentro do Curso de Gestão da Informação da Universidade Federal do Paraná, pois foram definidos os objetivos que consistem em através de um referencial teórico pertinente, realizar o embasamento do tema, para que houvesse a confiabilidade de fontes de informação, a concepção do carro seguidor de linha e com os dados coletados dos sensores, conceber um sistema de informação para que seja possível realizar a gestão dos sensores, gestão de dados, ingestão dos dados, escolha de histórico e apresentação destes dados em forma de visualização gráfica, que permitiriam realizar controles das atividades que o trabalho se propõe a resolver.

Houveram algumas dificuldades em conceber o carro seguidor de linha, dentre elas podemos citar: curva de aprendizado do *Framework* (Linguagem C, Arduino, Ponte H) utilizado para a concepção do robô, aprendizado de conceitos básicos de eletrônica para que pudesse ser realizada a ligação dos componentes nas placas e o fator tempo para a concepção do sistema responsável pela apresentação dos dados.

Este trabalho, proporcionou um aprendizado extenso, no que diz respeito a tecnologias emergentes, aos conceitos de Internet das Coisas, no que tange o conceito geral e diversos ferramentais que podem ser aplicados não só em Internet das Coisas mas em temas de computação em geral.

5.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Existe a possibilidade da concepção do sistemas para Gestão de Dados dos Sensores, que pode ser tratado como uma oportunidade futura, onde podem ser usadas novas tecnologias como *React.js*, *Vue.js* que são *Frameworks* de desenvolvimento de *Front-End*, que podem ser integrados facilmente ao backend ou até mesmo alguns outros como o *Node.js*, que faz o papel de *frontend* e *backend* nativo Javascript, fazendo com que se abranja mais um novo nicho de desenvolvimento e inovação.

REFERÊNCIAS

ALBERTIN, L. A., & ALBERTIN, M. R. M., (2017). **A internet das coisas irá muito além das coisas**. GVEXECUTIVO, 16 (2), 13-17

ANURADHA, J. (2015), **A brief introduction on Big Data 5Vs characteristics and Hadoop technology**. Procedia Computer Science, Vol. 48, pp. 319-324.

ARDUINO. Disponível em: <http://www.arduino.cc>. Acesso em: 06/05/2020

BANZI, M. **Primeiros Passos com Arduino**. São Paulo: Novatec, 2012.

CATALAN, Carlos; SERNA, Félix; BLESÁ, Alfonso. Industria 4.0 en el Grado de Ingeniería Electrónica y Automática.. A: JENUI 2015. **Actas de las XXI Jornadas de la Enseñanza Universitaria de la Informática**. Universitat Oberta La Salle ed. Andorra la Vella: Universitat Oberta La Salle, 2015, p. 327-332. Disponível em: <http://hdl.handle.net/2117/78299>. Acesso em: 17 set. 2019.

CAVALHEIRO, Esper A. **A nova convergência da ciência e da tecnologia**. Novos estud. - CEBRAP [online]. 2007, n.78, p.23-30. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-33002007000200004&lng=en&nrm=iso. ISSN 0101-3300. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-33002007000200004>. Acesso em: 05 nov. 2018.

CHAGAS, Everton. **Tecnologia Ubíqua e IoT: Benefícios para gestão do negócio em Pequenas Empresas**. 2017. 110 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Administração de Empresas, Fundação Getulio Vargas, São Paulo, 217. Cap. 1. Disponível em: <https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/20683/Dissertacao%20IoT%20Everton%20Chagas%20%28final%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 14 nov. 2018.

COELHO, Pedro Miguel Nogueira. **Rumo à Indústria 4.0**. 2016. 65 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia e Gestão Industrial, Engenharia Mecânica,

Faculdade de Ciências e Tecnologia Universidade de Coimbra, Coimbra, 2016. Disponível em: <<https://estudogeral.uc.pt/bitstream/10316/36992/1/Tese%20Pedro%20Coelho%20Rumo%20%C3%A0%20Industria%204.0.pdf>>. Acesso em: 05 nov. 2018.

DA COSTA, Cesar. **Indústria 4.0: o futuro da indústria nacional**. POSGERE- PósGraduação em Revista/IFSP-Campus São Paulo, v. 1, n. 4, p. 5-14, 2017.

ERIK DELLINGER. (2016). **How to Get Your Industrial Internet**. How to Get Your Industrial Internet of Things Prescription, 5-7.

EVANS D. **A Internet das Coisas - Como a próxima evolução da Internet está mudando tudo**. 2011. Cisco (IBSG), abr. 2011.

FABRICIO, Marcos Aurelio. **Monitoramento de Equipamentos Elétricos Industriais Utilizando IoT**. 2018. 73p. Dissertação(Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica) - Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas-SP.

FIPE. **A Quarta Revolução Industrial: Internet Industrial e o Projeto de Desenvolvimento Digital Alemão**. Set/2016 Disponível em: <http://downloads.fipe.org.br/content/downloads/publicacoes/bif/bif432-22-25.pdf>. Acesso em: 02 nov. 2018.

FILIPEFLOP. **Motor DC com Driver Ponte H L298N**. 2013. Disponível em: . Acesso em: 01 ago. 2017.

JESUS JUNIOR, Airton A. de; MORENO, Edward David. **Segurança em infraestrutura para internet das coisas**. Revista Gestão.Org, v. 13, 2015. Edição Especial. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/gestaoorg/article/download/22122/18487>. Acesso em: 10 ago. 2020.

LUVIZAN, Simone; MEIRELLES, Fernando; DINIZ, Eduardo Henrique. **Big Data: publication evolution and research opportunities**. Proceedings Of The 11th

Contecsi International Conference On Information Systems And Technology Management, [s.l.], p.1-18, 30 maio 2014. TECSI.

MARCHIORI, Patrícia Zeni. **A ciência e a gestão da informação: compatibilidades no espaço profissional**. Ci. Inf., Brasília, DF, v. 31, n. 2, p. 72-79, maio/ago. 2002.

MARTINS, Ismael Rodrigues, ZEM, José Luís. **Estudo dos protocolos de comunicação MQTT e COaP para aplicações machine-to-machine e Internet das coisas**. Revista Tecnológica da Fatec Americana. Americana, v.3, n.1, p.64-87, mar./2015. Disponível em: http://www.fatec.edu.br/revista_ojs/index.php/RTecFatecAM/article/view/41/50. Acesso em 19 de setembro de 2019.

MONK, S. **Programação com Arduino**. São Paulo: Bookman, 2013.

MORAES.C.R.B ; FADEL,B. **Triangulação metodológica para o estudo da gestão da informação e do conhecimento em organização**. In VALENTIM, M. (Org) . Gestão da informação e do conhecimento no âmbito da ciência da Informação. São Paulo: Polis: Cultura acadêmica, 2008.

OCAMPOS, Tito. **Internet das Coisas nas Nuvens. [Editorial]**. Revista Computação Brasil, n.29, p. 19-22, 2015. Disponível em: <http://www.ifba.edu.br/professores/leonardobcampos/Disciplinas/Internet_das_Coisas/Internet_das_Coisas_Apresenta%C3%A7%C3%A3o%2001%20-%20Internet%20das%20Coisas%20nas%20Nuvens.pdf>. Acesso em: 07 ago. 2020.

PANIMALAR.S, Arockia; SHREE.S, Varnekha; KATHRINE.A, Veneshia. **The 17 V's Of Big Data**. International Research Journal Of Engineering And Technology, Tamilnadu, v. 4, n. 9, p.329-333, set. 2017. Disponível em: <<https://www.irjet.net/archives/V4/i9/IRJET-V4I957.pdf>>. Acesso em: 24 set. 2019.

RODRIGUES, L. F.; JESUS, R. A.; SCHUTZER, K.2016. **Indústria 4.0: Uma revisão da Literatura**. Revista de Ciência e tecnologia, v.19, n.38, p.33-45.

SADALAGE, Pramod J., FOWLER, Martin. **NoSQL distilled: a brief guide to the emerging world of polyglot persistence**. Pearson Education, Inc., 2013.

SALATIEL, Mathias Ferreira; Renan & Nunes, Fabiano. (2017). **Indústria 4.0 e Sistema Hyundai de Produção: suas interações e diferenças**.

SANTAELLA, Lucia et al. **Desvelando a Internet das Coisas**. Revista GEMInIS, [S.l.], v. 4, n. 2, p. 19-32, dez. 2013. ISSN 2179-1465. Disponível em: <<http://www.revistageminis.ufscar.br/index.php/geminis/article/view/141>>. Acesso em: 05 nov. 2018.

SANTOS, B. P., SILVA, L. A., CELES, C. S., BORGES, J. B., NETO, B. S. P., VIEIRA, M. A. M., VIEIRA, L. F. M., Goussevskaia, O. N., and Loureiro, A. A. (2016). **Internet das coisas: da teoria à prática**. Minicursos SBRC-Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos.

SENAI. (2018). **Indústria 4.0 : O futuro das Profissões**. 5-29

SILBERCHATZ, A; KORTH, H; SUDARSHAN, S. **Sistema de Banco de Dados**. ELSEVIER, 6 Edição, 2012.

SOUSA, F., MOREIRA, L. & MACHADO, J. (2009). **Computação em nuvem: conceitos, tecnologias, aplicações e desafios**. ERECEMAPI.

VAL ROMAN, J., & VAL ROMAN, J. (2017). **Industria 4.0: la transformación digital de la industria**. coddinforme (págs. 1-10). Bilbao, España: Facultad de Ingeniería de la Universidad de Deusto.

