

e-TEC

EDITORA FACULDADE DE TECNOLOGIA SENAI LONDRINA

Jornadas de Aprendizagem 2020!

Engenharias e Tecnologias

Edição V3 - ano 2020 - Londrina Paraná

e-TEC

Revista de
Tecnologia e
Ciência

Corpo Editorial

Editora Chefe – Edição V3-2020
Prof.(a) Adriana Gisele L. Carvalho

Comitê Executivo

Prof.^a Adriana G. Carvalho
Prof.^a Dra. Camila F. de Oliveira
Prof. MS.c. Fábio R. Milanez
Prof. MS.c Renato Kazuo Miyamoto
Prof. Dr. Rodolfo A. Hildebrandt
Prof. Dr. Vicente de Lima Gongora
Prof. Wesley Candido da Silva

Editora: Faculdade de Tecnologia Senai Londrina
ISSN: 2358-5528

Direitos reservados

Faculdade de Tecnologia SENAI Londrina

Rua Belém, 844 – Londrina PR.

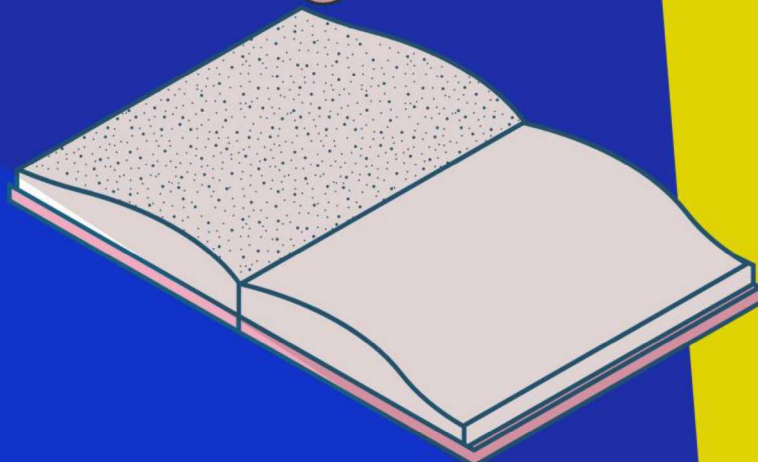
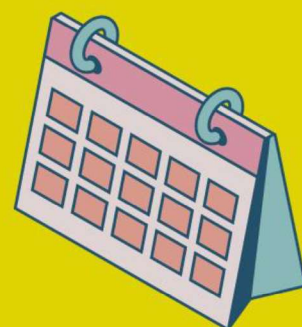
43 - 3294-5100 – faculdade.londrina@sistemafiep.org.br

Partes desta publicação, ou todo, pode ser utilizado para fins didáticos somente, desde que, citadas as fontes. Este periódico publica nomes individuais, comerciais, marcas registradas e produtos pertencentes a diversas companhias. O Editor utiliza-se destes nomes somente para fins editoriais e em benefício dos proprietários dos nomes e marcas, sem intenção de atingir seus direitos. Observa-se ainda que os dados contidos nos artigos são de responsabilidade dos próprios autores.

TUDO DIA É UM BOM DIA PARA APRENDER!

NOVA METODOLOGIA DE APRENDIZAGEM
NESTA VOLTA ÀS AULAS PARA VOCÊS!

"JORNADAS DE APRENDIZAGEM"



Carta ao leitor!

Olá leitores! Esta é mais uma edição da Revista e-Tec de tecnologia e ciência da Faculdade de Tecnologia SENAI Londrina. Conta com uma coletânea de publicações; e agora também, possui o objetivo de informar nossa comunidade acadêmica sobre as novidades de mercado; visando, facilitar o aprendizado nos cursos ofertados pela nossa instituição. Este ano, você já percebeu algumas novidades editoriais tal qual, o "Open-tec" que leva os leitores a refletirem sobre questões relevantes das ciências e tecnologias foi uma delas; outra é, desafiar os leitores para trazerem projetos para serem desenvolvidos; e, que de alguma forma se articula com os objetivos e as temáticas de nossos cursos. Quer outra novidade? A "Análise crítica de produções"; incorporada nesta publicação; pois através de análise de produções de outros autores; muito podemos enriquecer a experiência da nossa comunidade; além disso, a nova experiência, pode ser utilizada para aperfeiçoar tanto a forma de se escrever ou contribuir no desenvolvimento de um novo projeto e quem sabe abrir portas para novas parcerias! Já que mencionamos parcerias e projetos, vem a mente a palavra inovação! Neste segundo semestre de 2020, a nossa Mantenedora lançou a metodologia ativa e inovadora as "**Jornadas de aprendizagem**" e com a colaboração de todos os docentes e o engajamento dos discente; já estamos experimentando os primeiros resultados; e, de fato uma grande onda de energia contagiante, mesmo na pandemia, vem com força total para implementar esta grande inovação na educação superior.

As Jornadas de aprendizagem, contam com estações, cujo objetivo é trazer novas experiências no aprendizado, que incluem a troca de ideias, vivência na indústria, trazer a experiência do mundo exterior para dentro da academia, tempo de falar e o próximo desafio a ser enfrentado; tudo isso com o propósito de resolver problemas da indústria o que faz nossos acadêmicos construir soluções utilizando-se e aplicando os conhecimentos adquiridos nas disciplinas do curso.

É o SENAI, mais uma vez, inovando no ensino superior, uma estratégia que nasce em plena pandemia, mas com certeza, logo logo teremos uma geração de profissionais que contribuirão de forma efetiva para acelerar a competitividade industrial.

Vamos em frente! Ótima jornada a todos!

Prof. Dr. Vicente Gongora



Faculdade de Tecnologia SENAI Londrina

Vai nessa?
Só no SENAI!!!

FACULDADES DA
INDÚSTRIA

INDICOU, GANHOU!

FACULDADES DA INDÚSTRIA

Cada amigo
matriculado



Uma mensalidade
grátis para você

Ofereça essa oportunidade para os
seus amigos serem parte da geração i

Promoção válida a partir da publicação do regulamento até 10/09/2020, podendo ser prorrogada sem aviso prévio.

Mais informações na **secretaria das Faculdades da Indústria.**

faculdadesdaindustria.com.br/geracaoi

Sistema
Fiep



Sumário

Capítulo I – Open Tec – Teoria e prática no ensino superior: conferir potencialidades para atuação interdisciplinar.....	6
Capítulo II – Manutenção Produtiva Total: Os Impactos da Implantação da Metodologia nas Indústrias Brasileiras	12
Capítulo III - Acionamento e Supervisão de Motores Elétricos Via WiFi, Abordando o Conceito de Internet das coisas (IoT)	32
Capítulo V - Bebedouro Microcontrolado Adaptado a Portadores de Necessidades Visuais.....	58

Capítulo I – Open Tec – Teoria e prática no ensino superior: conferir potencialidades para atuação interdisciplinar.

Prof. Dr. Vicente Gongora ¹

Prof.(a). Adriana Gisele L. Carvalho ²

Prof. Aparecido Serapião dos Santos ³

Prof. Antônio Carlos Rodrigues ⁴

Prof. Fábio Rodrigo Milanez ⁵

Prof. Wesley Candido da Silva⁶

RESUMO

Um dos importantes atrativos da Faculdade da Indústria SENAI Londrina, que se salienta neste open-tec, é a quantidade de propostas inovadoras que os professores implementam de forma continuada, para atrair e engajar os discentes. Estas atividades são geralmente discutidas pelo Nde e colegiado dos cursos e realizadas em sala; algumas delas são executadas em forma de minicurso, mini vídeo, palestras com convidados externos, além de visitas técnicas; cujo objetivo é complementar informações que contribuem para a formação das competências gerais e específicas estabelecidas no perfil profissional do egresso. Desta forma, os discentes podem usufruir de outras experiências tanto dos próprios professores, que oportunizam outros saberes além dos conteúdos formativos de suas disciplinas, como dos profissionais convidados e ou participantes das inúmeras atividades realizadas.

Palavras chave: Aprendizagem significativa. Interdisciplinaridade. Jornada de aprendizagem.

¹ Docente da Faculdade da Indústria Senai Londrina; e-mail: vicente.gongora@sistemafiep.org.br

² Docente da Faculdade da Indústria Senai Londrina; e-mail: adriana.gisele@sistemafiep.org.br

³ Docente da Faculdade da Indústria Senai Londrina; e-mail: aparecido.serapiao@sistemafiep.org.br

⁴ Docente da Faculdade da Indústria Senai Londrina; e-mail: Antonio.rodrigues@sistemafiep.org.br

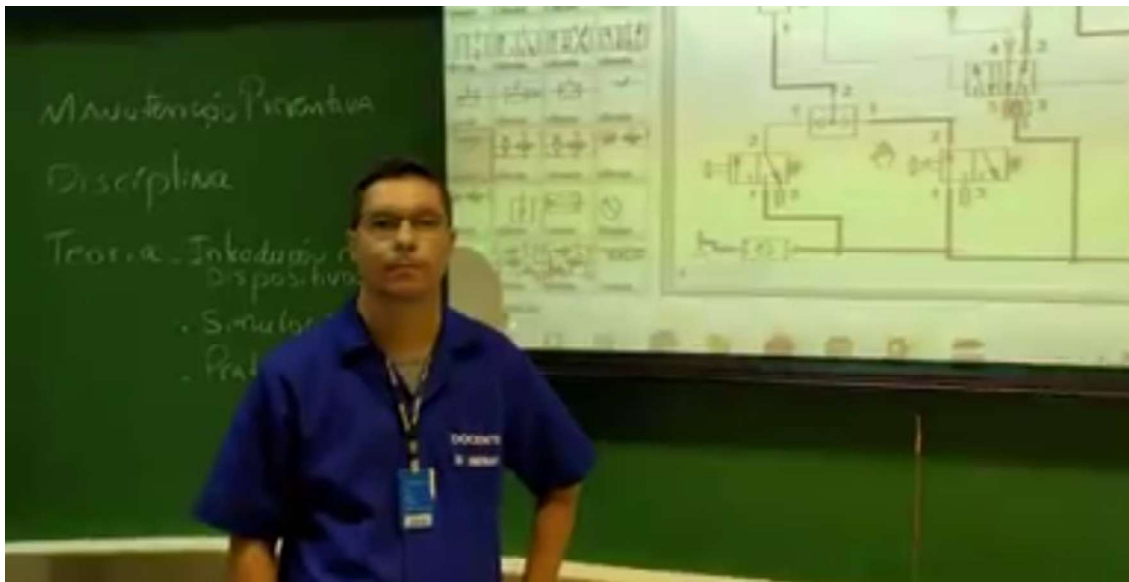
⁵ Docente da Faculdade da Indústria Senai Londrina; e-mail: fabio.milanez@sistemafiep.org.br

⁶ Docente da Faculdade da Indústria Senai Londrina; e-mail: wesley.candido@sistemafiep.org.br

Com o objetivo de esclarecer os cuidados necessários que empresas devem observar com a questão do ar comprimido em suas instalações! O prof. Aparecido Serapião editou vídeo, elucidando os principais pontos característicos que devem ser observados, pelas empresas e profissionais da área da Manutenção industrial; este material pode ser consultado on-line na página do *facebook* da Faculdade da Indústria SENAI Londrina através do Link:

<https://www.facebook.com/faculdadesenailondrina/videos/662339091159848>

Figura 1. Prof. Aparecido Serapião, explica os cuidados com o ar comprimido, nas indústrias.



Fonte: Dos autores.

Outro exemplo de ações exitosas, que contribuem com a formação do perfil do egresso da comunidade acadêmica da Faculdade da Indústria SENAI Londrina, é protagonizado pela professora Dra. Camila Oliveira; que através de um vídeo publicado na página do *facebook* da Faculdade da Indústria SENAI Londrina; mostra os vários softwares de modelagem matemática, que podem auxiliar em análises e soluções dos problemas de aprendizagem, propostos pelos professores nas, mais variadas disciplinas dos cursos; O vídeo em questão está disponível em:

<https://www.facebook.com/faculdadesenailondrina/videos/716333705856478>

Figura 2. Prof. Camila Oliveira, em *live*, explica os softwares de modelagem matemática.



Fonte: Dos autores.

Quer conhecer um pouco mais sobre gestão? Oportunidade que os professores Dr. Edgard Menezes e MS.c. Marco Arbex, discutiram em apresentação ao vivo, neste segundo semestre de 2020; onde foi salientada a importância e o futuro da tecnologia e da Engenharia. Da mesma forma as divulgações acadêmicas estão disponíveis através do link de acesso em:

<https://www.facebook.com/faculdadesenailondrina/videos/741173493367774>

Figura 3. Os professores Edgar Menezes e Marco Arbex, durante “live” A importância e o futuro da Tecnologia e da Engenharia”.



Fonte: Dos autores.

A comunidade acadêmica teve oportunidade de aprender um pouco mais sobre a importância da Tecnologia e da Engenharia” este bate-papo também se

encontra disponível no link do Youtube:

<https://www.youtube.com/watch?v=QmBN57Q6uTg>

E falando em Engenharias, destaca-se a Engenharia elétrica, com seus inúmeros e atraentes desafios! Muitos alunos perguntam, por que existe tanta física e tanto cálculo em engenharia? Um dos motivos é devido ao fato deste curso estar, originalmente, ligado ao de Física até por volta de 1885, quando as Universidades e Institutos de tecnologia tais como, o Massachusetts (MIT) e a Universidade de Cornell, resolveram fundar os primeiros cursos de Engenharia elétrica.

A partir de então, muita coisa mudou; atualmente não podemos sequer imaginar um mundo sem a energia elétrica.

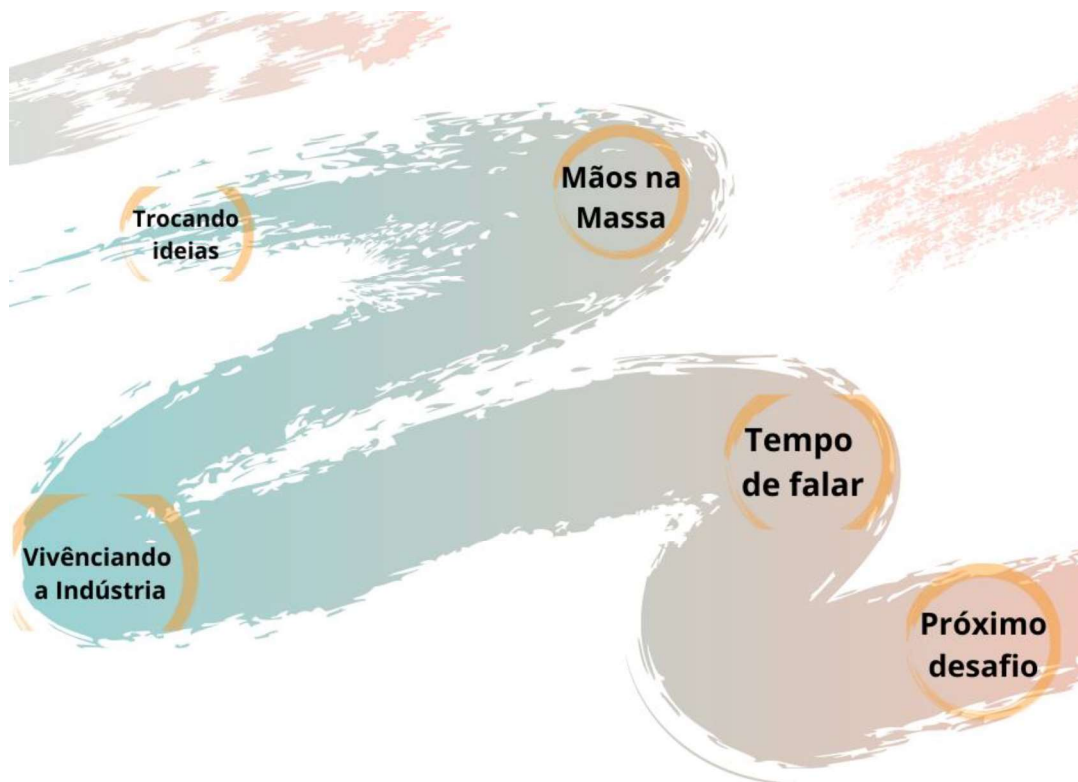
Podemos pensar em sistemas inteligentes, comunicação entre dispositivos, utilizar robôs para os mais variados tipos de serviços, hoje já é possível gerar a própria energia através de sistemas solares; e, até mesmo possuir um carro elétrico autônomo e quem sabe daqui a legislação permita dormir ao volante; tudo isso graças em grande parte a Engenharia Elétrica e suas modalidades!

Os Engenheiros Eletricistas são empreendedores natos e podem ser responsáveis pelo projeto e segurança de modernas máquinas, equipamentos elétricos e eletrônicos; projetos de iluminação e força de edifícios e instalações industriais devendo considerar a eficiência energética e a sustentabilidade.

Podem ainda, construir grandes usinas geradoras de energia elétrica para que a energia gerada, possa permitir e acelerar o desenvolvimento industrial.

Enfim esta profissão, regulamentada pelo Confea/Crea é ofertada na Faculdade da Indústria SENAI Londrina, desde 2019; outras Engenharias são igualmente ofertadas; vale destacar os Bacharelados em Engenharia de Software e o de Engenharia Mecânica, todos já adaptados às novas diretrizes curriculares; além de incluírem a nova metodologia ativa “Jornadas de Aprendizagem” para a educação superior!

Figura 4. Jornadas de aprendizagem, a nova metodologia ativa do ensino superior.



A FACULDADE DA INDÚSTRIA SENAI LONDRINA É 10!

Fonte: Dos autores.

Chamadas “Jornadas de aprendizagem” que iniciaram neste segundo semestre de 2020; E já se pode observar a curiosidade da comunidade acadêmica em como a metodologia vai funcionar. As ações da jornada são organizadas através do NDE e Colegiado e podem fazer uso de várias ferramentas inspiradoras das trilhas de inovação do SENAI entre outras que possa contribuir com a formação profissional, descrita no PPC do curso em questão.

Nesta primeira etapa os cursos de Engenharia Elétrica, Engenharia Mecânica, e Tecnologias em Automação Industrial e Manutenção Industrial; ficou estabelecido o desenvolvimento dos seguintes projetos:

- 1- Turma da Tecnologia em Manutenção industrial V período, projeto da prensa hidráulica programável utilizando-se clp;
- 2- Turma da Manutenção industrial VI período, desenvolvimento e implementação do triciclo solar;
- 3- Turma da Engenharia Elétrica – desenvolvimento do projeto do kit didático solar noturno.

4- Turma da Engenharia mecânica – projeto e construção de um triciclo solar.

Em meio as indefinições, características do momento em que vivemos, não é certo que se consiga finalizar os projetos e ficou claro que não será avaliado a finalização e sim o caminho o engajamento e claro os resultados que foram alcançados; sabemos que a determinação e coragem tanto de professores quanto dos alunos, que se entregaram aos projetos de corpo e alma, são merecedores de todo apoio que conseguirmos para o desenvolvimento desta nova jornada, vamos em frente pessoal, contamos com todos vocês!

Capítulo II – Manutenção Produtiva Total: Os Impactos da Implantação da Metodologia nas Indústrias Brasileiras

Matheus Henrique Segré⁷

Rodolfo Hildebrandt⁸

Antonio Carlos Rodrigues⁹

Aparecido Serapiao Dos Santos¹⁰

Adriana Giseli Leite Carvalho¹¹

RESUMO

O estudo e a análise desta pesquisa apresenta os impactos provenientes da implantação da metodologia de manutenção produtiva total nas indústrias brasileiras, ao longo do texto apresenta-se uma revisão sobre a metodologia TPM abordando brevemente suas principais características, posteriormente foram analisados estudos de casos publicados nos últimos anos que apresentam os resultados obtidos e mensurados provenientes da implantação desta metodologia no Brasil. O critério para escolha das pesquisas foram os trabalhos que apresentaram de forma fragmentada os resultados encontrados em cada pilar de implantação da metodologia, e apesar de encontrarem em grande parte dos casos uma alta dificuldade de aceitação por parte dos colaboradores quanto a metodologia, após vencido o preconceito inicial quanto as mudanças e burocracias da metodologia, é visível as melhorias nos processos para a empresa que implementa este método.

Palavras-chave: Manutenção Produtiva Total. Gestão da Manutenção. Manutenção Autônoma.

Total Productive Maintenance: The results of the implementation of the Methodology in Brazilian Industries

ABSTRACT

The study and analysis of this research will present the impacts arising from the implementation of the total productive maintenance methodology in Brazilian industries, throughout the text a review of the TPM methodology will be presented, briefly addressing its main characteristics, later case studies published in the last few years that present the results obtained and measured from the implementation of this methodology in Brazil. The criteria for choosing the research were the works that presented in a fragmented way the results found in each pillar of implementation of the methodology, and despite finding in most cases a high difficulty of acceptance by employees about the methodology, after prejudice initial as the changes and bureaucracies to the methodology, the improvements in the processes are visible and significant for the company that adopts it.

⁷ Esp. Gestão da Manutenção industrial, Faculdade da Indústria Senai Londrina, Matheus H. Segré.

⁸ Docente da Faculdade de Tecnologia Senai Londrina. E-mail: rodolfo.hildebrandt@sistemafiep.org.br

⁹ Docente da Faculdade de Tecnologia Senai Londrina. E-mail: antonio.rodrigues1@sistemafiep.org.br

¹⁰ Docente da Faculdade de Tecnologia Senai Londrina. E-mail: aparecido.serapiao@sistemafiep.org.br

¹¹ Docente da Faculdade de Tecnologia Senai Londrina. E-mail: adriana.carvalho@sistemafiep.org.br

Key-words: Total productive maintenance. Maintenance management. Autonomous Maintenance.

1. INTRODUÇÃO

A gestão da manutenção é um assunto amplo no meio industrial, com o avanço das tecnologias, da globalização e do crescimento acelerado industrial, as empresas precisaram pensar em formas de reduzir seus gastos operacionais para se manterem competitivas no mercado. Desta forma iniciaram-se estudos sobre a gestão da manutenção, a qual vem se provando uma forma eficaz de mitigar os custos de produção resultando no aumento da lucratividade.

Dentre as diversas técnicas e metodologias de manutenção já aplicadas ao longo dos anos na indústria a metodologia de Manutenção Produtiva Total, é uma das que mais recebe destaque no Brasil. Suas propostas inovadoras de modelo de gestão veem agradando grande parte dos empresários e gestores de grandes indústrias. Mas qual a real eficiência desta metodologia no meio industrial.

Esta pesquisa terá como objetivo apresentar por meio de revisão literária os resultados encontrados a partir das aplicações da metodologia de MPT em indústrias brasileiras, demonstrando vantagens e desvantagens obtidas com a implantação de modo a caracterizar sua eficiência no país. Bem como apresentar as dificuldades encontradas durante o processo de implantação. De modo a preparar as empresas que pretendem adotar esta metodologia em seu processo produtivo em busca de melhorar os resultados adquiridos com a implantação.

2. O INÍCIO DA MANUTENÇÃO

Desde o início dos tempos o homem reconhece a necessidade da manutenção, efetuando reparos e cuidados em suas ferramentas de trabalho buscando garantir que não ocorram falhas em momentos de necessidade. Foi com a chegada da revolução industrial (1760) que se iniciou o reconhecimento da real importância da manutenção. Dois séculos depois (1970) a manutenção foi introduzida aos meios acadêmicos como objeto de estudo. (SHIGUNOV NETO e SCARPIM, 2014)

Almeida (2016, p. 16) define a manutenção como “o conjunto de cuidados e procedimentos técnicos necessários ao bom funcionamento e ao reparo de máquinas, equipamentos, peças, moldes, estampos, ferramentas e instalações”.

Já para Shigunov Neto e Scarpim (2014, p. 53) a manutenção tem como objetivo “efetuar reparos e consertos em máquinas, equipamentos e instalações para que possam funcionar em perfeito estado”.

Ao longo dos anos a manutenção Industrial vem evoluindo e conforme os estudos avançaram nesta área pode-se classificar manutenção em diversos tipos, técnicas e metodologias, dentre essas as mais reconhecidas são: corretiva, preventiva, preditiva, Manutenção produtiva total (TPM), Manutenção centrada na Confiabilidade (MCC). (ALMEIDA, 2016)

2.1 A evolução da manutenção industrial

A história da Manutenção industrial pode ser dividida em seis grandes fases, como demonstrando na Figura 1.

Figura 1 – Fases da Manutenção



Fonte: Adaptado de Shigunov Neto e Scarpim (2014)

A respeito das fases históricas da manutenção os autores Shigunov Neto e Scarpim (2014) explicam que:

A primeira fase iniciada por volta do século V se estendeu até o surgimento do Feudalismo. É conhecida como a fase onde o homem se preocupava com a manutenção de suas ferramentas de sobrevivência procurando manter seu equipamento sempre pronto para utilização.

A segunda fase aparece entre o período feudal e o início do capitalismo onde existiu um grande aumento das atividades agrícolas e conseqüentemente a preocupação em manter uma boa condição dos equipamentos e ferramentas utilizados.

A terceira fase inicia-se na idade contemporânea, junto a revolução industrial (1750) onde a manutenção passa a ser vista como uma atividade importante para a indústria, o objetivo da manutenção neste período era basicamente manter as máquinas em funcionamento.

A quarta fase foi destacada como a da mecanização, teve início no ano de 1900 e se estendeu até a segunda guerra mundial (1945), durante este período os maquinários da indústria eram superdimensionados e cabia a manutenção manter o funcionamento destes equipamentos e dos meios de comunicação disponíveis na época.

Na quinta fase (1945) devido a guerra e a necessidade de dispor soldados na frente batalha a indústria se viu com uma escassa quantidade de mão de obra e uma alta demanda de produtos a serem produzidos, resultando na necessidade de maquinários confiáveis e disponíveis a todo tempo, inicia-se então estudos aprofundados sobre métodos para evitar a falha dos equipamentos.

Na sexta fase, conhecida como *Total Productive Maintenance* foram introduzidos os conceitos de parada zero por manutenção nas indústrias, onde o objetivo da manutenção é aumentar a confiabilidade e disponibilidade do equipamento de modo a nunca interferir na capacidade de produção da indústria.

2.2 Tipos de Manutenção

2.2.1 Manutenção Corretiva

De acordo com Wyrebski (1997) a manutenção corretiva é uma técnica de manutenção reativa, ou seja, quando a falha ocorre os responsáveis pela manutenção precisam encontrar meios de colocar a máquina em funcionamento o mais breve possível, a manutenção ocorre quando o equipamento já está quebrado.

Para Almeida (2016 p. 17) “manutenção corretiva é aquela de atendimento imediato à produção, ou seja, o equipamento parou e a equipe de manutenção deve consertá-lo imediatamente para sanar a falta na produção”.

Já a Associação Brasileira de Normas Técnicas (1994) define manutenção corretiva como: “aquela efetuada após a ocorrência de uma pane e é destinada a recolocar um item em condições de executar uma função requerida”.

Ou seja, a manutenção corretiva é aquela que tem caráter reativo à uma falha, a falha deve ocorrer, o equipamento ser paralisado ou sua funcionalidade comprometida para que ocorra a manutenção.

2.2.2 Manutenção Preventiva

De acordo com Monchy (1989 p.40) “manutenção preventiva é uma intervenção de manutenção prevista, preparada e programada antes da data provável do aparecimento de uma falha”.

Para Branco Filho (2004 p.86) “manutenção preventiva é todo o serviço de manutenção realizado em máquinas que não estejam em falha , ou antes da falha, estando com isto em condições operacionais ou no máximo em estado de defeito.”

De acordo com Nunes (2001 p. 13):

A manutenção preventiva, por sua vez, é definida para a situação em que não se caracterizou um estado de falha. Sendo assim, essa forma de manutenção é aquela realizada em um equipamento com a intenção de reduzir a probabilidade de ocorrência da falha. É uma intervenção de manutenção prevista, preparada ou programada antes da data provável do aparecimento da falha.

A manutenção preventiva é o tipo de manutenção que tem por objetivo evitar que o equipamento falhe. Esta técnica de manutenção utiliza análise do projeto e de vida útil dos componentes internos da máquina para definir os prazos ideais para realizar a troca dos componentes de modo a prevenir que a falha ocorra de forma imprevista. As intervenções desta técnica de manutenção são geralmente executadas no contraturno da produção de modo a minimizar as paradas por manutenção e maximizar a produção.

2.2.3 Manutenção Preditiva

Com o processo de implantação de manutenção preventiva nas indústrias foi observado que o custo com a manutenção estava se elevando drasticamente. Notou-se também que em grande parte dos componentes, as trocas periódicas não condiziam com a capacidade real de vida útil atribuída, ocasionando na troca de componentes prematura, ou seja, ainda em bom estado para utilização. Com isto em vista foram estudadas formas de reduzir este desperdício, resultando na manutenção preditiva.

Para Otani e Machado (2008, p. 4) manutenção preditiva “é um conjunto de atividades de acompanhamento das variáveis ou parâmetros que indicam o desempenho dos equipamentos, de modo sistemático, visando a definir a necessidade ou não de intervenção”

De acordo com Seleme (2015, p 46) a manutenção preditiva é mais que só o monitoramento:

É o meio de melhorar a produtividade, a qualidade do produto e a eficiência geral da fabricação e das plantas de produção. Vai além do monitoramento de vibrações, da análise de uma imagem térmica ou ensaios de viscosidade do óleo ou qualquer uma das outras técnicas, dos ensaios não destrutivos.

A manutenção preditiva pode ser definida como a associação entre técnicas de manutenção preventiva com a atribuição de monitoramento e diagnóstico das condições reais dos componentes internos do maquinário. De modo a só realizar a troca de algum dos componentes quando o mesmo esteja realmente prestes a apresentar algum defeito que prejudique sua função na máquina.

3. MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL (MPT)

A Manutenção Produtiva total foi implantada primeiramente no Japão, na empresa Nippondenso, integrante do grupo Toyota. Trata-se de uma metodologia de manutenção que adota os princípios de trabalho em equipe e tem como principais objetivos a melhoria contínua e redução de falhas nos processos industriais. Seu maior diferencial em relação as outras metodologias é o conceito de manutenção autônoma, onde o operador do equipamento é capacitado para realizar pequenas manutenções de rotina e zelo por seu instrumento de trabalho, trazendo consigo o senso de dono. (SELEME, 2015)

A MPT é uma metodologia complexa, como o próprio nome sugere (total) é uma manutenção que envolve todos os setores, equipamentos e funcionários da empresa, não importando o cargo exercido.

Em definição, para Shigunov Neto e Scarpim (2014, p. 72):

Manutenção Produtiva Total é uma atividade integrante da manutenção, que visa aperfeiçoar o gerenciamento orientado para seus equipamentos, sendo compatível com as necessidades da sociedade atual. Pode também ser definida como uma filosofia de manufatura que enfoca e valoriza o relacionamento efetivo dos operadores com o equipamento e suas funções, objetivando a eliminação total das perdas, por intermédio do melhoramento contínuo das habilidades das pessoas e do desempenho de seus equipamentos.

De acordo com Martins e Laugeni (2005 apud. SELEME, 2015) a MPT recomenda análise de seis grandes perdas, as quais devem ser controladas e reduzidas de modo possibilitar o aumento da produtividade dos equipamentos, sendo estas:

- I. Perda por quebra/falha de equipamentos
- II. Perda por mudança de Linha/Regulagem (*setup*)
- III. Perda por paradas Temporárias
- IV. Perda por baixa velocidade
- V. Perda por Qualidade Insatisfatória
- VI. Perda por entrada em regime e queda de rendimento (*startup*)

As análises devem ser sempre constantes, podendo ser organizadas e apresentadas por meio de indicadores. É importante ressaltar que não basta apenas

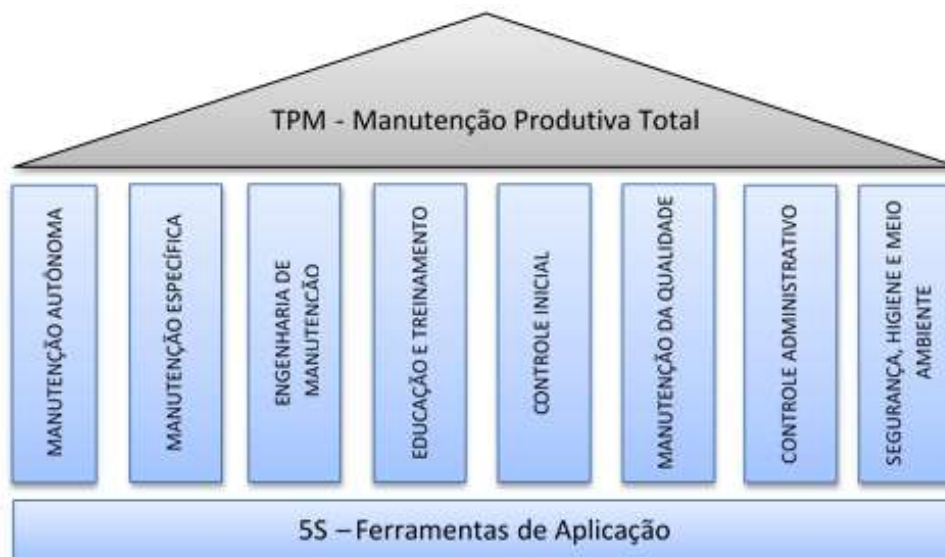
verificar e tabular estas perdas, deve-se elaborar planos de ação almejando a redução dos valores encontrados, para maximizar a produção.

3.1 Os Pilares da Manutenção Produtiva Total

A Manutenção Produtiva total, por se tratar de uma metodologia complexa e de difícil implantação, pode ser dividida em pilares, os quais podem ser implementados no processo produtivo gradativamente. (SELEME, 2015)

De acordo com Shigunov Neto e Scarpim (2014) embora não exista em literatura uma ordem fixa para a implantação de cada pilar, ou uma definição única e unanime a respeito de quais são estes pilares, serão classificados neste artigo os oito pilares que representam a forma como a manutenção é estruturada. A Figura 2 apresenta os oito pilares da Manutenção de acordo com os autores Shigunov Neto e Scarpim. (2014).

Figura 2 – Os Oito Pilares da Manutenção Produtiva Total



Fonte: Adaptado de Seleme (2015)

A seguir será apresentado cada pilar da Figura 2, para deixar claro como deve funcionar cada etapa da implementação, como mencionado anteriormente, a ordem de implantação nunca é fixa, entretanto, quando é realizada a etapa de educação e

treinamento do pessoal prioritariamente o resultado da implantação pode ser potencializado.

3.1.1 Manutenção Autônoma

De acordo com Shigunov Neto e Scarpim (2014) o objetivo do pilar de manutenção autônoma é capacitar os operadores de modo que se tornem responsáveis pelas máquinas e equipamentos que utilizam durante sua jornada de trabalho, ou seja, cabe ao operador realizar os serviços rotineiros de manutenção, como limpeza periódica, lubrificação, pequenas substituições e reparos de componentes da máquina, identificar e reportar anomalias encontradas de modo a evitar paradas não programadas na produção. Deixar o operador consciente a respeito de seu equipamento, suprindo as necessidades rotineiras da máquina e deste modo, reduzindo o número de quebras e aliviando a equipe de manutenção para realizar outras atividades de manutenção planejada na fábrica.

Para Seleme (2015) utilizar um técnico altamente qualificado ou um engenheiro para realizar tarefas de manutenção básicas não é rentável. Com o treinamento dos operadores para realização destas atividades, além do acréscimo do nível de habilidade do operador, a indústria consegue liberar o pessoal mais qualificado para realização de tarefas mais complexas o que acaba reduzindo custos das tarefas mais simples.

Para Britto e Pereira (2004, p. 4) “O Pilar de Manutenção Autônoma é uma das partes mais visíveis da Manutenção Produtiva Total, onde o impacto visual e as mudanças no ambiente de trabalho são percebidas com o aumento do comprometimento dos operadores e manutentores. ”

3.2.2 Manutenção Específica

Este pilar visa à redução de perdas, em consequência, o aumento da disponibilidade dos maquinários e potencial produtivo dos ativos, resultando em um maior lucro operacional. É o pilar que mais apresenta resultados da metodologia, nele são abordados as técnicas e metodologias para a eliminação das seis grandes perdas

e a eficiência Global dos equipamentos pelo indicador OEE. (BRITTO e PEREIRA, 2004)

Shigunov e Scarpim (2014) apresentam dois exemplos de metodologias utilizadas neste pilar, sendo: a redução de pequenas paradas, a qual objetiva aumentar a disponibilidade do equipamento durante seu regime de trabalho, reduzindo a ocorrência de pequenas paradas no equipamento e a redução de setup, a qual objetiva reduzir o tempo necessário para configurar o equipamento na troca de produto.

3.2.3 Engenharia de Manutenção

A Engenharia de Manutenção é o pilar responsável pelo planejamento e controle do setor de manutenção da indústria, seu objetivo é preparar estrategicamente o setor de manutenção da empresa, de modo que consigam efetuar as manutenções planejadas sem impactar negativamente na produção, visando alcançar o nível de quebras zero e maximizando o rendimento operacional da indústria. Utiliza de diversas técnicas para estruturar classificar e organizar os equipamentos, pessoal e peças de reposição. (BRITTO e PEREIRA, 2004)

É neste pilar que será estudado a melhor forma de realizar a manutenção nos equipamentos, decidido se serão realizados procedimentos preventivos, preditivos, ou até mesmo corretivos para manter a produção eficaz. Grandes empresas possuem um setor especializado apenas para esta função denominado PCM (Planejamento e Controle da Manutenção) com profissionais capacitados para desenvolver e executar as estratégias de manutenção da indústria.

3.2.4 Educação e Treinamento

Para Shigunov Neto e Scarpim (2014 p. 77) “a educação e o treinamento buscam elevar continuamente o nível de capacitação de cada colaborador. Este componente é responsável por identificar e desenvolver as habilidades, os conhecimentos e as atitudes de todos os colaboradores.”

De acordo com Britto e Pereira (2004) o treinamento é um meio de atingir um objetivo, mas não basta a empresa disponibilizar o treinamento para seus

colaboradores, os mesmos devem aceitar a capacitação. Além disso, cabe a empresa acompanhar as habilidades adquiridas de modo a tornar o processo de capacitação contínuo. Destacando que o ser humano gosta de ser elogiado e entende críticas construtivas, o que torna o processo de treinamento mais eficaz.

3.4.5 Controle inicial

Para Seleme (2015, p 71) este pilar “consiste no conjunto de atividades e que visa à redução das perdas do período entre o desenvolvimento do produto e o início da produção plena.”

De acordo com Britto e Pereira (2004, p. 5)

O Pilar de Controle Inicial tem como objetivo romper a premissa do projeto focado no equipamento. Busca uma abordagem que considere o equipamento como sendo um sistema homem máquina, embutido em uma condição ambiental e condição de produção. A ideia básica é conceber equipamentos capazes de garantir as características de confiabilidade, qualidade, segurança, como também a economia de recursos.

Para Shigunov Neto e Scarpim (2014) o objetivo do Controle inicial é reduzir o tempo de início de novos produtos e equipamentos e processos, garantindo sua implantação em conformidade com os outros pilares da TPM, como manutenção autônoma, qualidade, segurança, meio ambiente, manutenção planejada, entre outros.

3.4.6 Manutenção da Qualidade

Pilar responsável por adequar as máquinas e equipamentos para a obtenção de “defeitos zero” dos produtos fabricados, neste pilar se enquadram todas as atividades destinadas a definir, controlar, e otimizar as condições operacionais do equipamento para que não ocorra defeitos na produção.

Para Shigunov Neto e Scarpim (2014, p. 79-80) “a manutenção da qualidade busca incessantemente três objetivos: Zero defeito; Zero retrabalho; Zero Rejeito.” Sendo que para Seleme (2015, p 70) uma das técnicas mais eficazes de obter estes resultados é a aplicação do “6M” que consiste em:

Mão de Obra, máquina, Material, método, medida e meio ambiente. Estes seis fatores incidem diretamente sobre a qualidade, sendo que o objetivo básico é a transformação deles em condições ideais. Uma análise de causas em conjunto de propostas de melhorias reduzem a variabilidade e aumentam a qualidade.

Existem diversas outras técnicas que podem ser aplicadas neste pilar, Britto e Pereira (2004) citam que a eliminação da deterioração dos equipamentos também é uma importante condição para a obtenção de defeito zero na linha produtiva

3.4.7 Controle Administrativo

Este pilar pode ser considerado uma expansão da metodologia para as áreas não produtivas da empresa. Com o objetivo de eliminar as perdas administrativas, utiliza de técnicas de controle da logística, compras, programação, almoxarifado, evitando o excesso ou falta de peças de reposição em estoque, melhorando o tempo de resposta destes setores em relação a indústria, garantindo qualidade e confiabilidade das informações trocadas entre os setores.

De acordo com Britto e Pereira (2004, p. 6) o controle administrativo “ é um pilar que consiste em processar informações de maneira rápida, com qualidade e confiabilidade, a fim de otimizar processos administrativos e reduzir perdas administrativas.”

Para Shigunov Neto e Scarpim (2014) as áreas administrativas funcionam como fábricas de informação e tais informações devem ter tanta qualidade quanto um produto fabricado, logo, os mesmos conceitos aplicados as áreas produtivas, devem ser aplicados as áreas administrativas, ou seja, perda zero.

3.4.8 Segurança Higiene e Meio Ambiente

Para Seleme (2015) este pilar é de suma importância pois a Metodologia de Manutenção Produtiva Total também estabelece a meta de acidentes zero. Consiste no planejamento e atividades relacionadas a eliminar os índices de acidentes de trabalho e contaminação ambiental, propiciar um ambiente seguro para os trabalhadores e capacitá-los a realizar a avaliação de riscos das tarefas que irão desenvolver durante as manutenções autônomas.

Para Britto e Pereira (2004, p. 6) “é o pilar responsável pelo estabelecimento do sistema de gestão que proporcione à empresa a oportunidade de atingir acidente zero, doença ocupacional zero e danos ambientais zero.”

Além da importância interna para a fábrica, as atividades aplicadas neste pilar auxiliam na imagem externa da empresa, perante o mercado, devido as considerações feitas com relação ao meio ambiente e os impactos ambientais. (SHIGUNOV NETO E SCARPIM, 2014)

4. METODOLOGIA

Foi realizada uma revisão de Literatura sobre a implantação da metodologia de Manutenção Produtiva Total nas indústrias Brasileiras. Foram pesquisados em livros, artigos e revistas de caráter científico por obras literárias que fundamentaram o tema para apresentá-lo de maneira sucinta ao leitor. Em seguida, iniciou-se o trabalho de pesquisar por estudos de caso, publicados nos últimos 20 anos, os quais, abordaram a implantação da metodologia em indústrias brasileiras de variados setores e apresentaram resultados referentes a implantação da metodologia no Brasil.

Foram utilizadas apenas as referências que apresentaram os resultados obtidos com a implantação da metodologia em indústrias brasileiras, sejam negativos ou positivos. A pesquisa foi realizada de forma não sendo pré-selecionados nenhum dos estudos com o intuito de promover ou destacar apenas as que obtiveram resultados positivos ou negativos. Procurou-se também demonstrar a ao fim da pesquisa pode-se obter uma visão macro de como as indústrias brasileiras reagem ao processo de implantação, quais os principais desafios encontrados durante o processo e finalmente, quais foram os principais benefícios adquiridos com a utilização da TPM.

Foram selecionados trabalhos e artigos científicos recentes, publicados em revistas e anais de manutenção como critério de inclusão foram escolhidas as obras que apresentaram os resultados obtidos provenientes da implantação da metodologia TPM no Brasil.

5. DISCUSSÃO

Ao longo da pesquisa foi possível perceber que a Manutenção produtiva total oferece inúmeras vantagens para as indústrias que optam por sua escolha como metodologia de produção/manutenção. A seguir serão apresentados alguns estudos de caso de aplicações desta metodologia nas indústrias brasileiras, de modo a caracterizar e relatar a real eficácia do método quando aplicado a realidade industrial do país.

Cury Netto (2008) apresentou em sua pesquisa os resultados da implantação do TPM em duas renomadas indústrias no Brasil, a primeira, Natura, uma empresa de cosméticos, a implantação da TPM resultou na redução do índice de defeitos de produção em aproximadamente 35%, além disso, elevou-se o indicador OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) utilizado para medir a eficiência global do equipamento em 11%. Na segunda indústria citada pelo autor, V&M do Brasil, empresa siderúrgica situada em Belo Horizonte, foram encontradas reduções: do tempo de limpeza dos equipamentos (64%), do tempo de processo (14,7%), de paradas não programadas (34,1%) e do custo de manutenção (62,5%). Além disso elevou-se o OEE dos maquinários em 54,9%, concluindo que a TPM se mostrou uma metodologia eficaz no que se propõe e por isso é tão utilizada.

Amaral Junior (2012) apresentou os resultados obtidos com a implantação da metodologia em uma indústria de bens de consumo no Paraná. Em sua pesquisa o autor destaca que a produção obteve uma redução de 92% na quantidade de intervenções de manutenção e os produtos com refugo também foram reduzidos em 94%. Concluindo que as melhorias resultantes da implantação dos conceitos de TPM na indústria foram nítidas, mais especificamente, neste caso, os conceitos da manutenção autônoma.

Padovan e Adamovicz (2013) em sua pesquisa avaliaram a implantação de um time de TPM em uma cervejaria em Ponta Grossa, PR. O time em questão responsável pela redução de riscos nas atividades de recebimento do Controle de Qualidade (pilar de Segurança Higiene e Meio Ambiente) obteve com a utilização de técnicas de TPM uma redução de 65% no nível de acidentes, melhorando de forma significativa os indicadores da companhia.

Marocco (2013) apresenta em sua pesquisa os resultados da implantação do TPM em uma indústria fabricante de produtos médicos hospitalares, localizada em

Juiz de Fora – MG. Foi identificada uma queda de 55% das não conformidades de produção (pilar Manutenção da Qualidade) e atingida a meta de acidentes 0 na indústria. O autor relata em sua pesquisa que os resultados encontrados foram positivos para a empresa, a qualidade dos produtos melhorou de forma considerável, entretanto, também encontrou dificuldades durante a implantação para disciplinar as pessoas e encontrar momentos propícios para realizar o treinamento dos operadores (parar a produção).

Em outra pesquisa Bazi (2014) demonstrou os resultados da implantação do TPM em uma cervejaria de Ponta Grossa, PR. De acordo com o autor, obteve-se uma redução do set up de máquina de aproximadamente 71%, além de uma redução de 53% no número médio de paradas por turno para manutenção, resultando em um ganho de 29 minutos no tempo total de produção. A implantação da metodologia na fábrica resultou em um ganho de quase 40% na eficiência da linha de produção e proporcionou aos funcionários um ambiente de trabalho mais seguro e agradável.

Alves e Oliveira (2014) em sua pesquisa realizada em uma empresa alimentícia localizada em Minas Gerais notaram uma expressiva evolução nos indicadores da empresa, além de um aumento de 120% da capacidade de produção e a redução dos custos de mão de obra com a implantação do TPM, concluindo que: “é Impossível negar o efeito benéfico causado pela implantação da TPM. ” (ALVES E OLIVEIRA, 2014 p. 22)

Zorzenon (2015) em sua pesquisa numa multinacional do setor alimentício do interior de São Paulo constatou que a metodologia apresentou uma redução de 26% do prejuízo com as linhas piloto da fábrica, além de uma economia de aproximadamente 30% com materiais da mesma linha. Foi identificado também um aumento médio de 67% da quantidade de horas de treinamento na fábrica e uma perceptível redução de produtos com defeito do processo. Os resultados encontrados foram promissores, entretanto, a autora deixa claro que existiram uma série de dificuldades encontradas durante o processo de implantação da metodologia, como: falta de adesão dos colaboradores as mudanças, a alta rotatividade dos funcionários da empresa, problemas de gestão do tempo, concluindo que o maior desafio da empresa é mudar a visão dos colaboradores sobre o TPM.

Ferreira (2016) em sua pesquisa implantou a Manutenção autônoma em uma linha branca no polo Industrial de Manaus. Como principais resultados, observou-se

um aumento na produtividade, maior envolvimento dos operadores com suas atividades e queda de 34% no registro de paradas no setor de produção. O autor observou também que com os operadores realizando pequenos ajustes e reparos nos maquinários a disponibilidade do pessoal de manutenção aumentou para que solucionem problemas mais complexos. Concluindo que a TPM tornou a empresa mais competitiva no mercado e sustentável.

Melo e Loos (2017) apresentaram em sua pesquisa uma situação exitosa da implementação da TPM. A indústria apresentada é de grande porte e do ramo alimentício, situada em Fortaleza – Ceará. Foram observados incrementos na qualidade e produtividade da indústria, observaram também um aumento motivacional dos funcionários e da consciência de trabalho em equipe em relação a importância das atribuições de cada indivíduo. Concluíram que a prática dos conceitos da TPM refletiram diretamente nos resultados operacionais da empresa, entretanto, levantaram a problemática que a metodologia gerou excedente mão de obra em seu processo, o qual poderia ser melhor explorado caso aderissem à ideia de Ferreira (2016) citado acima, que direcionou seu pessoal de manutenção para tarefas mais complexas, como a otimização do pilar de Engenharia de Manutenção por exemplo.

Biehl e Sellitto (2015) descreveram com sua pesquisa a aplicação da manutenção autônoma em uma área-piloto de uma indústria metalmeccânica brasileira. Os resultados mais eficazes encontrados foram de um aumento de mais de 700% no tempo médio entre falhas (MTBF), a redução de 40% no tempo médio até o reparo (MTTR) e a redução de 60% dos custos de insumos para manutenção. Os autores concluíram a partir de sua pesquisa que o TPM pode aumentar a eficiência da manutenção como fator estratégico para aumentar a competitividade da indústria no mercado.

Silva et. Al. (2017) demonstrou a eficiência da implantação do TPM em uma indústria papelreira em São Paulo. Como principais resultados encontrados, o tempo médio de ocorrência de paradas não planejadas na produção (indicador MTBF) foi aumentado de 1,5 dias para 31 dias e o tempo médio para reparar tais falhas (indicador MTTR) foi reduzido de 1,5 horas para 1,2 horas. O autor constatou também que foi encontrada grande dificuldade durante a implantação do projeto devido a mudança de cultura dos funcionários da empresa.

Klems e Nunes (2017) estudaram uma indústria de médio porte localizada na região de Irati – Paraná e demonstraram o impacto causado pela implantação da TPM nas atividades de manutenção da empresa. Constataram avanço na redução das quebras de 47,74%, aumento da confiabilidade e manutenibilidade dos equipamentos e diminuição do refugo de produção. Concluíram que a empresa só obteve vantagens ao aplicar a metodologia, entretanto, deixaram explícito que a falta de envolvimento, a cultura da empresa, a falta de investimento inicial e principalmente o comprometimento da alta direção com a metodologia foram fatores que dificultaram o processo de implantação.

A Metodologia de Manutenção Produtiva Total, em grande parte das implantações (100% dos casos citados no trabalho) se mostra uma metodologia muito eficaz para o processo produtivo industrial. No Brasil, de acordo com o documento Nacional disponibilizado pela ABRAMAN (2013) aproximadamente 13% das empresas utilizam a metodologia TPM como ferramenta para promover a qualidade e de acordo com a revisão aqui apresentada grande parte das implantações, apesar das dificuldades encontradas quanto a cultura, tempo e dinheiro são eficazes e proporcionam melhorias significativas para as empresas.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que os impactos que a metodologia de Manutenção Produtiva Total traz as indústrias brasileiras, em grande maioria dos casos são positivos, desde que seja corretamente implantada.

A metodologia traz consigo diversas vantagens, como o aumento da produtividade, qualidade e segurança, redução dos custos da manutenção, quebras de equipamento e tempo necessário para realizar os reparos, tendo como principais desvantagens um elevado custo inicial e a necessidade de que toda a indústria incluindo a alta gerência aceitem a metodologia e pratiquem suas filosofias, uma tarefa que se mostrou trabalhosa, mas possível no Brasil.

Com a revisão dos estudos de caso apresentados, comprova-se que esta metodologia é eficiente e apesar de todas as dificuldades encontradas durante o processo de implantação é de grande valia para as Indústrias que desejam aumentar

sua capacidade produtiva, a qualidade de seus produtos e otimizar os custos de produção para se manter competitivas no mercado.

REFERÊNCIAS

ABRAMAN - Associação Brasileira de Manutenção e Gestão de Ativos. A situação da Manutenção no Brasil. In: 28° CONGRESSO BRASILEIRO DE MANUTENÇÃO E GESTÃO DE ATIVOS / 5° CONGRESSO MUNDIAL DE MANUTENÇÃO E GESTÃO DE ATIVOS. Documento nacional. Salvador, Bahia, 2013 Disponível em: <http://www.abraman.org.br/Arquivos/403/403.pdf> Acesso em: 20 jun. 2019.

ALMEIDA, Paulo Samuel de. Manutenção Mecânica Industrial Princípios Técnicos e Operações. São Paulo: Érica, 2016.

ALVES, Leandro Martins; DE PAULA OLIVEIRA, Francisco. Estudo de implementação do sistema TPM na indústria de alimentos e seus ganhos. **Revista do Curso de Administração—PUC Minas. Edição**, 2014

AMARAL JUNIOR, Renato Saens. Implantação do pilar manutenção autônoma em equipamento de carga de gás de uma indústria de bens de consumo. 52f. Monografia (Especialização em Engenharia de Produção) Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2012. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/44853/R%20-%20E%20-%20RENATO%20SAENS%20AMARAL%20JUNIOR.pdf?sequence=1&isAllowed=y> acessado em : 24 jun. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5462: Confiabilidade e manutenibilidade**. ABNT, 1994.

BAZI, Frank de Lima. AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS ALCANÇADOS APÓS IMPLANTAÇÃO DA MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL (TPM / MPT) EM UMA INDÚSTRIA DE CERVEJA. 70f. Monografia (especialização em engenharia de Produção). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2015. Disponível em: http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/5920/1/PG_CEEP_2014_1_09.pdf Acessado em: 18 jun. 2019.

BIEHL, Norberto Carvalho; SELLITTO, Miguel Afonso. TPM e manutenção autônoma: estudo de caso em uma empresa da indústria metal-mecânica. **Revista Produção Online**, v. 15, n. 4, p. 1123-1147, 2015.

BRANCO FILHO, Gil. Dicionário de termos de manutenção, confiabilidade e qualidade. ABRAMAN, 2004.

BRITTO, Ricardo Pitelli de; PEREIRA, M. A. Manutenção Autônoma: Um estudo de caso em empresa de porte médio do setor de bebidas. In: VII Semead - FEA USP, 2004, São Paulo. Anais do VII Semead, 2004. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/14571447-Manutencao-autonoma-estudo-de-caso-em-empresa-de-porte-medio-do-setor-de-bebidas.html>> acessado em: 25 jun. 2019.

FERREIRA, Cloves Wanderlande Torres. **MANUTENÇÃO AUTÔNOMA APLICADA NA MELHORIA DA QUALIDADE DA PRODUÇÃO: UM ESTUDO DE CASO**. 66f. Dissertação de mestrado (Pós-Graduação em Engenharia de Processos). Universidade Federal do Pará. Belém, 2016. Disponível em: <<http://ppgep.propesp.ufpa.br/ARQUIVOS/dissertacoes/Dissertacao2016-PPGEP-MP-ClovesWanderlandeTorresFerreira.pdf>> acessado em: 29 jun. 2019.

KLEMS, Ronaldo Kosinski. Estudo de Caso: Impacto causado pela implantação do TPM na gestão de manutenção em uma indústria de médio porte da região de Irati-Paraná. **Revista TechnoEng-ISSN 2178-3586**, v. 1, n. 14, 2017.

MAROCCO, Gustavo Salomão. A importância da Manutenção Produtiva Total na melhoria contínua do processo: um estudo de caso. 44f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenheiro de Produção). Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, 2013. Disponível em: <http://www.ufjf.br/engenhariadeproducao/files/2014/09/2013_1_Gustavo.pdf> acessado em: 25 jun. 2019.

MARTINS, Petrônio Garcia; LAUGENI, Fernando Piero. **Administração da produção**. São Paulo: Saraiva, 2005.

MELO, Fábio Teixeira; LOOS, Mauricio Johnny. Análise da metodologia da Manutenção Produtiva Total (TPM): Estudo de caso. **Revista Espacios**, v. 39, n. 03, 2018.

MONCHY, François. A Função Manutenção-Formação para a gerência da Manutenção industrial. **São Paulo: Editora Durban Ltda**, p. 3, 1989.

NETTO, Wady Abraão Cury. A importância e a aplicabilidade da manutenção produtiva total (TPM) nas indústrias. 63f. Monografia (Engenharia de Produção). Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, 2008. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/ep/files/2010/05/Wady-UFJF-Engenharia-Monografia.pdf>> acessado em: 15 jun. 2019.

NUNES, Enon Laércio. Trabalho de Dissertação: Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC) Análise da implantação em uma sistemática de manutenção preventiva consolidada. 146f. Dissertação de Pós-graduação em Engenharia de Produção Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, UFSC, 2001.

Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/30363146.pdf>> acessado em: 22 jun. 2019

OTANI, Mario; MACHADO, Waltair Vieira. A proposta de desenvolvimento de gestão da manutenção industrial na busca da excelência ou classe mundial. **Revista Gestão Industrial, Ponta Grossa**, v. 4, n. 2, p. 1-16, 2008.

PADOVAN, Bruna Caroline; ADAMOVICZ, Jully Anne Luchs. Avaliação da implantação de um time TPM: estudo de caso em cervejaria. 44f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Alimentos). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2013. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/7686/1/PG_COALM_2013_1_11.pdf> acessado em: 22 jun. 2019.

SELEME, Robson. Manutenção industrial: mantendo a fábrica em funcionamento. Curitiba: Inter saberes, 2015.

SHIGUNOV NETO, Alexandre; SCARPIM, João Augusto. Terceirização em serviços de Manutenção Industrial 1. Ed. Rio de Janeiro Interciência. 2014

SILVA, D. F.; ONO, I. T. B.; QUINTINO, L. F.; OLIVEIRA, R. R.; SOUZA, R. S.; ALMEIDA, W. L. EFICIÊNCIA DA GESTÃO DE TPM APLICADA NA INDÚSTRIA PAPELEIRA. Revista Científica Semana Acadêmica, v. 01, p. 1-14, 2017.

WYREBSKI, Jerzy. Manutenção produtiva total-um modelo adaptado. 124f. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC. 1997. Florianópolis. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/158161/108695.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acessado em 20 jun. 2019.

ZORZENON, Taís. Análise dos pilares do TPM: estudo de caso em uma indústria do setor alimentício. 77f. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Escola de Engenharia São Carlos da Universidade de São Paulo. São Carlos, 2015. Disponível em: <<http://www.tcc.sc.usp.br/tce/disponiveis/18/183500/tce-03052018163427/?&lang=br>> acesso em: 28 jan. 2019.

Capítulo III - Acionamento e Supervisão de Motores Elétricos Via WiFi, Abordando o Conceito de Internet das coisas (IoT)

Giancarlo Piazza Bellafronte¹²

Renato Kazuo Miyamoto¹³

Fábio R. Milanez¹⁴

Wesley Candido da Silva¹⁵

RESUMO

A Internet das Coisas (IoT) tem oferecido, uma variedade de recursos, com objetivo de facilitar comunicação e gerenciamento de dispositivos. Assim, este trabalho apresenta o desenvolvimento de um protótipo, com objetivo de efetuar o acionamento e o monitoramento de sinais de corrente elétrica e de potência em um motor de indução trifásico por meio de uma rede sem fio (WiFi). O método de partida utilizado foi do tipo estrela triângulo e o acionamento foi executado por uma página de servidor web. Para efetuar a coletas de dados da corrente trifásica consumida da rede elétrica, utilizou-se o sensor de corrente não invasivo SCT-013. Os dados coletados do monitoramento foram enviados e armazenados a uma nuvem da *ThingSpeak*, da empresa *Matlab*. Nesta nuvem, foram gerados gráficos dos valores da corrente e da potência elétrica, para possíveis análises de anormalias do funcionamento do motor.

Palavras-chave: comunicação rede *WiFi*, nuvem monitoramento, Internet das coisas

DEVELOPMENT OF A PROTOTYPE IN THE OPERATION AND MONITORING OF ELECTRIC MOTORS APPLIED IN THE CONCEPT OF THE INTERNET OF THINGS (IoT)

ABSTRACT

The Internet of Things (IoT) has offered a variety of features to facilitate communication and device management. That way, this article presents a prototype development, with the intention of facing a three-phase electric drive motors and the electric current data monitoring, consumed by wireless WiFi network. The used start system was the triangle star, which where the electric drive executed by a web server page, where contained the on and off commands. For collect data of these consumed currents of phases R, S, T were used a noninvasive current sensor SCT-013. The monitoring collected data were sent and stored inside a *Matlab's ThingSpeak Cloud*, in this cloud graphs were generated representing the current and power's values, for possible analysis of motor operating abnormalities.

Key-words: WiFi network communication, cloud monitoring, Internet of Things

¹² Pós-graduação em Engenharia de Automação Industrial; Faculdade da Indústria SENAI Londrina. E-mail: giancarlo.piazza10@hotmail.com

¹³ Prof. MS.c. Faculdades da Indústria Senai Londrina. E-mail: renato.miyamoto@sistemafiep.org.br

¹⁴ Prof. Faculdades da Indústria Senai Londrina. E-mail: fabio.milanez@sistemafiep.org.br

¹⁵ Prof. Faculdades da Indústria Senai Londrina. E-mail: wesley.candido@sistemafiep.org.br

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de novas tecnologias em sistemas eletrônicos embarcados e na área da tecnologia de informações, contribuiu para a impulsão da 4^o revolução industrial, mais conhecida como indústria 4.0. Um dos principais pilares da indústria 4.0 é a Internet das Coisas (IoT - *Internet of Things*) que permite que circuitos eletrônicos embarcados sejam responsáveis por efetuar comandos, coleta de dados de processos de fabricação e monitoramento remoto das máquinas (PEREIRA et al., 2016, p 20, 21).

O conceito de Internet das Coisas (IoT) integra o sistema físico de aquisição de dados com uma rede internet e realiza o envio dessas informações na nuvem onde são armazenadas. Outro benefício que o IoT propicia é a utilização do sistema M2M (Machine-to-Machine) que tem como objetivo tornar as fábricas inteligentes por meio de sensores e atuadores (NETO et al., 2018, p. 10, 11, 12).

Diante da evolução desta tecnologia e de sua implantação no chão de fábrica, houve o surgimento dos custos elevados, para efetuar a comunicação dos equipamentos, com uma central de controle e monitoramento, por meio de cabos ou fibra ópticas.

Deste modo, percebe-se a relevância de pesquisas que empregam a comunicação sem fio via WiFi, como uma alternativa de baixo custo na integração de IoT em meios físicos, e como consequência, há uma redução significativa da necessidade do uso de cabos ou fibra ópticas (PILON, 2009, p. 9).

Em Maestrelli, Napoleão (2018) foi proposto um projeto de automação residencial, cujo objetivo foi de efetuar comandos das cargas (lâmpadas) e a aquisição de dados do consumo de corrente e tensão elétrica por meio de sensores conectados com um módulo ESP 8266 da Espressif. Tal módulo é responsável por efetuar os comandos, conectar com a rede de internet e enviar os dados coletados para a nuvem.

De acordo com Aita (2017) foi realizado uma automatização de sistemas de irrigação na agricultura com comunicação sem fio. O projeto utilizou o módulo ESP 32 NodeMCU para efetuar a coleta de dados de umidade e PH do solo. A ação de controle consiste no acionamento de um sistema de irrigação de acordo com a leitura de dados de umidade. O projeto não utilizou sistema IoT e armazenamento de dados na nuvem.

A proposta deste trabalho consiste no desenvolvimento de um protótipo, para utilização em ambiente industrial, capaz de realizar acionamentos de motores elétricos por meio de servidor web e coleta de dados. Assim, utiliza-se dois módulos de comunicação Wifi do modelo ESP8266 NodemCU. Os dados coletados: corrente e potência, serão enviados na nuvem da ThingSpeak com uma interface gráfica contendo leitura instantânea e histórico.

O projeto traz uma solução de baixo custo para integração com a indústria 4.0 e manufatura enxuta com a redução da quantidade de cabos e/ou fibra ópticas na instalação. A aquisição dos dados contribui para o processo de manutenção preditiva e monitoramento de anomalias na máquina.

Assim para a realização deste projeto, foram utilizados conceitos de sistemas embarcados, microcontroladores e de sistemas de comunicação sem fio. Tais aspectos serão abordados no tópico 2.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nos dias atuais podemos encontrar circuitos eletrônicos, sendo utilizados em veículos automotores, aviões, máquinas industriais entre outros equipamentos com a finalidade de efetuar funções específicas, pois possuem microcontroladores em sua construção podendo ser programados (OLIVEIRA, ANDRADE, 2012, p, 17).

2.1 SISTEMAS EMBARCADOS

De acordo com Oliveira; Andrade e Souza (2012, p. 17), os sistemas embarcados podem ser compostos por uma infinidade de unidades de processamento, como componentes programáveis, ou seja, componentes que necessitam que seu software (firmware) seja alocado interiormente.

Os microcontroladores são circuitos integrados programáveis, que podem ser conectados a sensores, atuadores em seus pinos de entrada e saída. Segundo Oliveira; Andrade e Souza (2012, p. 34), os microcontroladores possuem uma grande quantidade de periféricos podendo controlar atuadores, efetuar aquisição de sinais digitais e analógicos. Dessa forma, os microcontroladores têm um papel fundamental no sistema de automação.

Com o avanço da eletrônica embarcada, podemos encontrar no mercado uma ampla variedade circuitos eletrônicos, contendo em sua construção microcontroladores de última geração, com capacidade de efetuar comandos e se conectar a uma rede de WiFi. A Figura 01 ilustra o módulo de WiFi.

Figura 01: Módulo de WiFi ESP8266 NodemCU



Elaborado pelo autor (2019)

O ESP8266 NodemCU pode ser programado em linguagem Lua e pela IDE Arduino que se utiliza a Linguagem C. No quadro 01 ilustra suas especificações.

Quadro 01: Características do ESP8266 NodemCU

WiFi	802.11b/g/n - 2,4 Ghz
Processador Tensilica LX106	160Mhz
Memória RAM	96KBytes
Memória ROM boot	64KBytes
Memória flash	4MB
Conversor ADC	1 Canal

Elaborado pelo autor (2019)

A conexão de microcontroladores à sensores é usual em sistemas de controle. Os sensores escolhidos definem a variável de controle a ser analisada. Os sensores não invasivos (transformadores de corrente) são dispositivos, utilizados para medir a corrente que circula por um condutor sem a necessidade de seccionar o cabo de alimentação, possuem um núcleo de ferrite bipartidos ou inteiriços, contendo um enrolamento.

Segundo Granadeiro (2017, p. 30) afirma que: “[...] agem como indutores, uma vez respondem ao campo magnético em torno de um condutor com corrente. A figura 02 ilustra o sensor não invasivo SCT-013.

Figura 02: Sensor não invasivo SCT-013



Elaborado pelo autor (2019)

O sensor SCT-013 pode medir corrente alternadas de até 100 amperes. O quadro 02 ilustra suas características.

Quadro 02: Características do sensor não invasivo SCT-013

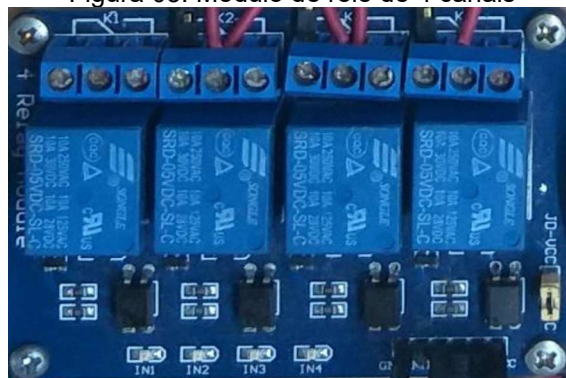
Corrente de entrada	0-100A
Corrente de saída	0-50mA

Elaborado por YHDC

O sensor SCT-013 pode ser conectado ao condutor sem a necessidade de efetuar o seccionamento, pois esse tipo de sensor possui núcleos de ferrite bipartido, proporcionando abertura do sensor para a introdução do condutor.

Por fim, para um sistema de controle em malha fechada, é necessário o emprego de atuadores. O módulo de relés de 4 canais é um dispositivo, utilizado para acionar cargas que possuem uma elevada potência por meio de microcontroladores. LUZ (2018, p. 14) esclarece que: “O relé é um interruptor eletromecânico aplicado em comandos elétricos, tendo a função de ligar ou desligar dispositivos. A Figura 03 ilustra o módulo de relés de 4 canais.

Figura 03: Módulo de relé de 4 canais



Elaborado pelo autor (2019)

O acionamento do relé é efetuado por um optoacoplador, assim isolando o circuito de comando dos relés. Os relés efetuam o fechamento dos contatos com sinal de nível baixo e a interrupção do circuito em nível alto.

2.2 SISTEMA DE COMUNICAÇÃO WiFi

Os avanços na tecnologia na área de sistemas de comunicação contribuíram para o desenvolvimento de vários sistemas de redes que não necessitam de fios ou cabos para efetuar comunicação como por exemplo a rede de WiFi (Wireless Fidelity).

A rede de WiFi possibilita o acesso de um smartphone a serviços da internet, efetuar a acionamento e monitoramento de sistemas de automação residenciais e nas indústrias. Pilon (2009, p. 09) afirma que “Os sistemas de comunicação sem fio possuem emprego crescente em sistemas de automação na indústria, no comércio e até mesmo em residências.

A grande falta de confiança de se utilizar WiFi nas indústrias está relacionada ao ambiente hostil com interferências eletromagnéticas, podendo vir a interferir na coleta de dados, para evitar tal problema é implantado alguns procedimentos para efetuar a correção.

Segundo Rocha (2005, apud PILON, 2009, p. 10) “[...] mas isto pode ser evitado através da reprogramação e pelo uso da técnica spread spectrum, um combate a faixas estreitas.

2.3 SISTEMA IoT

O sistema IoT (Internet of Things-Internet das Coisas) possibilitou a conexão das pessoas com equipamentos através da internet onde se pode efetuar o controle remotamente e monitoramento por meio de smartphones, notebook e computadores. Também é possível por meio de aplicativos efetuar acionamento de sistemas de irrigação em jardins de residências e bem como monitorar a umidade do solo.

O sistema IoT segundo Oliveira (2017, p.17) “Não é somente ligar as “coisas” pela internet, mas também torná-las inteligentes, capazes de coletar e processar informações do ambiente ou das redes às quais estão conectadas”.

A sua implantação no chão de fábrica, traz variedades de recursos para a melhoria da produção e na automação do processo.

Com os recursos da internet é possível criar páginas na web, onde o cliente pode requisitar um serviço ao servidor. Segundo Didone e Felipe-Chaulet (2016, p. 15) afirma que: “Os sistemas cliente/servidor têm como objetivo oferecer, através de um computador robusto uma série de serviços que ficam acessíveis aos clientes das mais diversas formas possíveis.

Dessa forma podemos criar páginas na Web com imagens de objetos como botões, para acionar algum dispositivo via Servidor Web.

2.3.1. Nuvem da internet

Com a evolução da tecnologia na área de automação industrial, acarretou uma grande quantidade de envio e recebimento de dados do processo produtivo a serem armazenados. Segundo Oliveira (2017, p. 75), salientou a importância de armazenar esses dados com um baixo custo, a alternativa foi a utilização de servidores externos mais conhecidos como Cloud (Nuvem).

Hoje podemos encontrar muitas empresas que oferecem, esse tipo de serviço como Dropbox, Google Drive, ThingSpeak da Matlab etc. O próximo Capítulo apresenta os métodos para o desenvolvimento do protótipo.

3 METODOLOGIA

A proposta deste trabalho emprega metodologia de estudo quantitativo, onde são coletados dados do consumo de corrente elétrica do motor e da potência, e são enviados a nuvem para geração de gráficos para monitoramento. Os testes foram realizados em uma empresa localizada na cidade de Londrina e as etapas para a implementação são descritas nas Seções 3.1 a 3.2.

3.1 Confeção do circuito impresso e Montagem do painel de comando

Para a elaboração do esquema elétrico e a placa PCB, foi utilizado um software dedicado a projetos de circuitos eletrônicos Proteus. Foram elaborados dois circuitos

elétricos de acionamento e monitoramento onde foram fixados os módulos de WiFi ESP8266 NodemCU e sensores SCT-013. (Conforme Apêndice A).

No software ARES foram elaboradas as placas PCB de monitoramento e acionamento (Conforme Apêndice B). O Primeiro passo foi elaboração do esquema elétrico do sistema de partida estrela triângulo (Conforme Apêndice C).

O módulo de Wifi ESP8266 NodemCU programado para efetuar a partida estrela triângulo, foi conectado ao módulo de relés de 4 canais e suas saídas ligadas as respectivas entradas das bobinas eletromagnéticas das chaves contadoras responsáveis pelo acionamento do motor. Os sensores SCT-013 foram conectados individualmente a cada módulo de comunicação, programados a enviar os dados a nuvem, e cada sensor foi inserido a rede de alimentação do motor, para monitorar as fases R, S, T.

Após a montagem do painel foi realizada a conexão do motor, alimentação do painel e conexão dos sensores SCT-013 cada um em sua fase definida (Conforme Apêndice D).

3.2 Programação do servidor web

O módulo de WiFi ESP8266 NodemCU do acionamento do motor foi programado, pela IDE Arduino em linguagem C. Foi utilizado um exemplo de Web Server, contido no arquivo do software de programação da IDE Arduino, responsável por criar uma página na Web, em que foi implementado o código fonte da partida estrela triângulo (Conforme Apêndice F). O exemplo de código fonte utilizado apresenta na tela os comandos liga e desliga requisitados pelo cliente, e efetua comandos de conexão com a rede WiFi pela senha e nome da rede a ser utilizada (Conforme Anexo A).

3.3.1 Programação de monitoramento

Para execução do monitoramento pelos módulos WiFi ESP8266 utilizando, sensores SCT-013 e o envio de dados a nuvem, foi utilizado o exemplo de código fonte de rotina para efetuar a conexão com a cloud da ThingSpeak do livro Internet das Coisas (Conforme Anexo B).

No código fonte de comunicação com ThingSpeak, com aplicação Datalog na nuvem, foi implementado partes de um exemplo de programação, responsável por efetuar a aquisição dos valores da corrente consumida e a potência do motor. Disponível em:< <https://portal.vidadesilicio.com.br/sct-013-sensor-de-corrente-alternada/>> (Conforme Anexo C). Assim, foi necessário a implementação de comando para possibilitar o envio de dados a nuvem e gerar gráficos (Conforme Apêndice F).

3.3.2 Nuvem ThingSpeak

A nuvem a ser usada para gerar gráficos e armazenar os dados é da empresa Matlab ThingSpeak, onde foi necessário criar uma conta para ter acesso. Após a confirmação da conta, foram criados 3 canais e 6 campos para a geração dos gráficos de corrente e potência (Conforme Apêndice G).

Cada canal é identificado por uma numeração e chaves escritas, esses dados são inseridos no código fonte para efetuar a comunicação com a nuvem. Para armazenar os dados coletados à nuvem, são exportados manualmente em formato de arquivo JSON, XML, orCSVdata para uma região de armazenamento. Os resultados do teste do protótipo do comando do servidor web e aquisição dos dados da corrente e potência serão abordados no tópico 4.

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

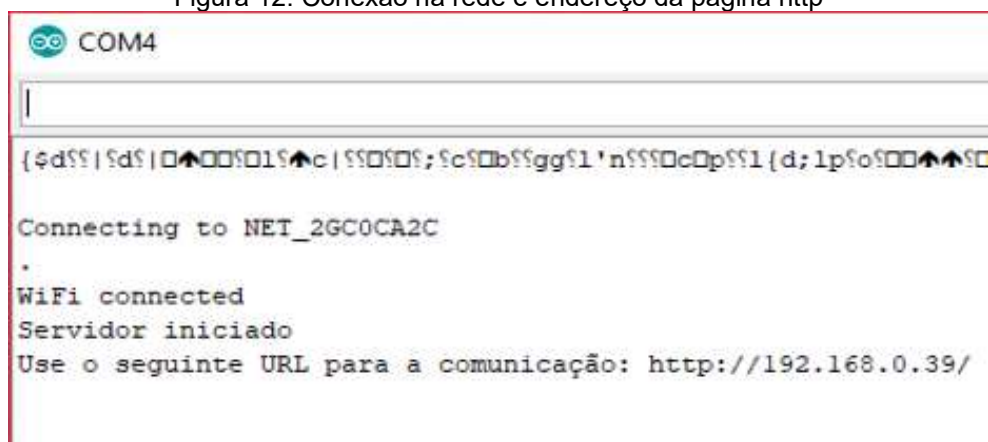
Neste tópico são apresentados, os resultados de acionamento e o envio de dados monitorados a nuvem, obtidos com os testes aplicados no protótipo apresentado neste trabalho.

4.1 Acionamento do motor

A comunicação do módulo ESP8266 NodemCU, com a rede de WiFi ocorreu sem nenhum tipo de interferência, mesmo implementado em ambiente fabril, onde pode ocorrer efeitos de indução eletromagnética. O monitor serial da IDE Arduino,

gerou o endereço da página da Web Server local. A Figura 12 ilustra a página de conexão na rede e endereço da Web Server local.

Figura 12: Conexão na rede e endereço da página http



Elaborado pelo autor (2019)

O serial monitor informa o nome da rede conectada, o servidor iniciado e o endereço de acesso ao servidor local. Executando o acesso a página do servidor é gerado a tela de comando do acionamento do motor de acordo com a Figura 13.

Figura 13: Servidor



Elaborado pelo autor (2019)

Após o acesso a página foi efetuado o acionamento do motor, onde a conexão da rede não houve queda de sinal e se manteve estabilizada.

4.2 Monitoramento e aquisição de dados

Os dados coletados pelo circuito de monitoramento foram enviados a nuvem e gerados os gráficos de corrente consumida e potência das fases R, S, T em tempo real, onde também foi utilizado um alicate amperímetro para comparação dos dados coletados. A Figura 14 ilustra o gráfico da corrente da fase R.

Figura 14: Gráfico da corrente na fase R



Elaborado pelo autor (2019)

A partir da análise da Figura 14, observa-se que para os dados coletados de corrente elétrica é informado, o horário do acionamento e valor eficaz. O valor da corrente é de 3.5 Amperes. Buscando validação nos sinais coletados, foi utilizado um alicate amperímetro com o propósito de efetuar, comparações com o valor registrado no gráfico. A Figura 15 ilustra o valor registrado da corrente no alicate amperímetro.

Figura 15: Valor da corrente fase R

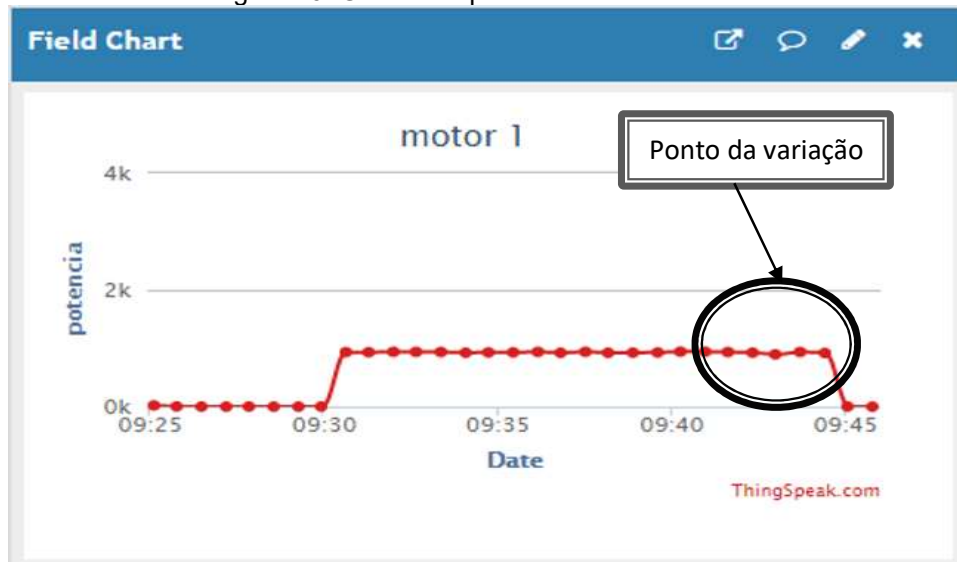


Elaborado pelo autor (2019)

O valor gerado no gráfico de potência apresentou-se inferior a 1000Watts, devido ao fato do motor operar à vazio. Foi registrado uma pequena variação na

potência após as 9:40 am. A Figura 16 ilustra o gráfico da potência do motor na fase R.

Figura 16: Gráfico da potência do motor fase R



Elaborado pelo autor (2019)

O surgimento da variação da potência da fase R, pode ser justificado por uma possível variação na tensão da rede. Pois outras máquinas estavam em funcionamento assim podendo gerar oscilações na rede.

No canal 2, referente a fase S, houve um aumento na corrente de 0,7 amperes, mas no gráfico não sofreu alterações que podem ser notadas. A Figura 17 ilustra o valor da corrente no alicate amperímetro na fase S.

Figura 17: Valor da corrente na fase S



Elaborado pelo autor (2019)

Efetuada a medição da corrente na fase S, foi observado o aumento em relação do valor da fase R. O valor mensurado da fase S apresentou 4.2 amperes. A figura 18 ilustra o gráfico da corrente na fase S.

Figura 18: Gráfico da corrente do motor na fase S



Elaborado pelo autor (2019)

O gráfico da potência da fase S também apresentou pontos de variações. A Figura 19 ilustra o gráfico da potência em relação a fase S.

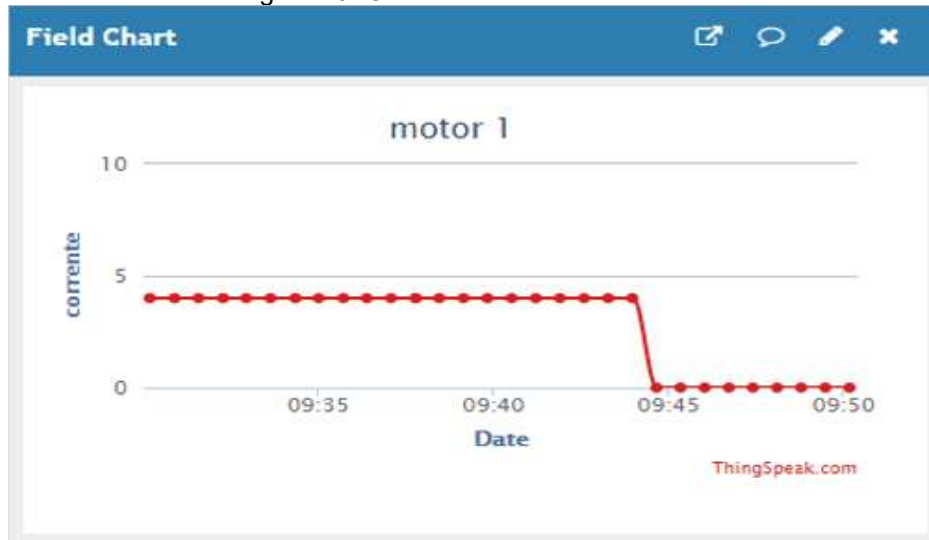
Figura 19: Gráfico da potência da fase S



Elaborado pelo autor (2019)

Na fase S foram registrados, dois pontos de variações em que as 9:35 am houve um aumento da potência, ao contrário de minutos antes do desligamento do motor onde foi menor. O gráfico da fase T do canal 3, não registrou variações na corrente, se manteve estabilizado. A Figura 20 ilustra o gráfico da corrente da fase T.

Figura 20: Gráfico da corrente na fase T



Elaborado pelo autor (2019)

O valor da corrente na fase T apresentou um aumento de 0,4 amperes em relação a fase S. A Figura 21 ilustra o valor da corrente.

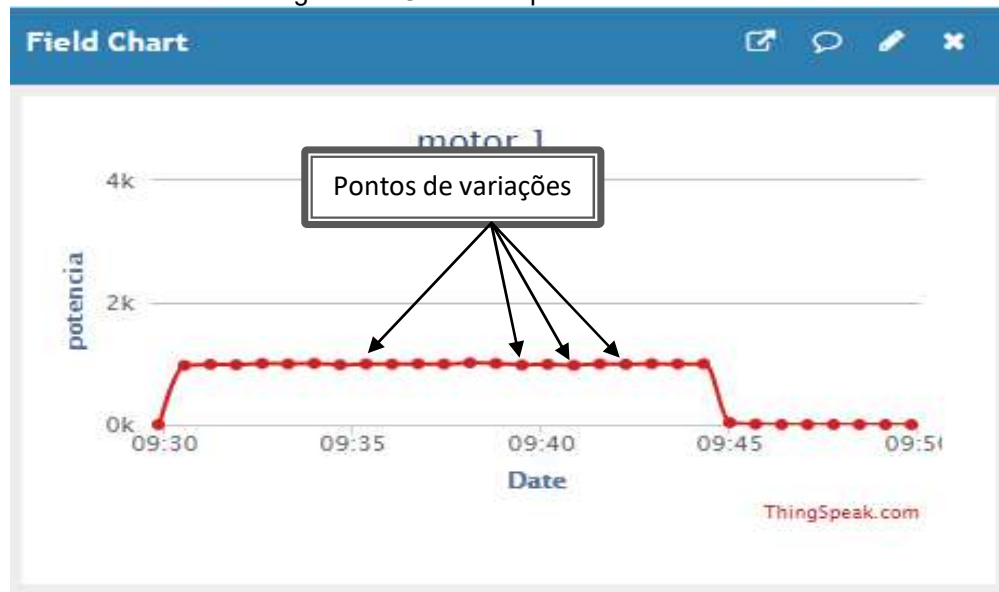
Figura 21: Valor da corrente na fase T



Elaborado pelo autor (2019)

Analisando o gráfico, foi verificado vários pontos de variação no valor da potência na fase T. A Figura 22 ilustra os pontos de variações no gráfico. A causa dessas variações na fase T pode ser justificada pelo funcionamento de outro equipamento que estava conectado à mesma fase.

Figura 22: Gráfico da potência na fase T



Elaborado pelo autor (2019)

Assim após efetuar o teste do protótipo e verificar seu funcionamento foi possível validar este projeto, de modo a comprovar a eficácia da implementação do sistema de automação com a utilização de IoT em ambiente fabril. O Capítulo 5 aborda as considerações finais deste trabalho.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A construção protótipo de comunicação WiFi apresentou resultados desejados, onde a conexão se manteve estável e sem interrupção. O acionamento do motor ocorreu corretamente. Os valores obtidos no gráfico de corrente tiveram um desvio padrão de 94mA em relação as medições efetuadas pelo alicate amperímetro.

O envio de comando de acionamento e de dados da corrente consumida pelo motor e potência a nuvem (Cloud) apresentaram resultados satisfatórios. Deixando como sugestão de pesquisas futuras a utilização do módulo WiFi ESP32 por possuir entradas analógicas de 12 Bits de resolução, onde que nesta pesquisa não pode ser

utilizado, por incompatibilidade do programa do sensor SCT-013, em que não foram obtidos resultados satisfatórios.

REFERÊNCIAS

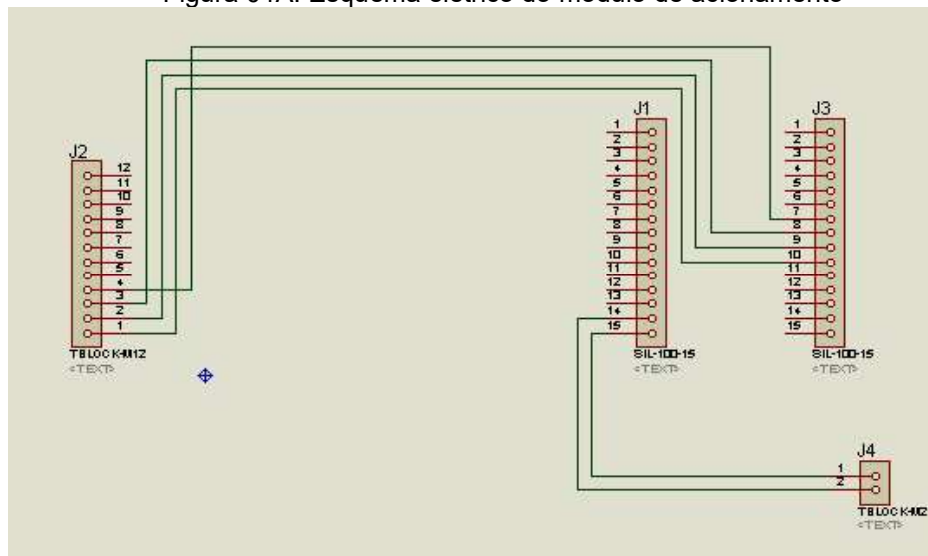
- AITA, R.; **Sistema de irrigação localizada e automatizada**, 2017 [online]. Disponível em: < <http://www.politecnica.pucrs.br/conclusao/files/20172-ricardo-hahn-aita-VOLUME-2644.pdf> > Acesso em 01/12/2018.
- DIDONÉ, D.; CHAULET, F. **Implantação e Administração de Serviços web**, 2016 [online]. Disponível em: < https://www.ufsm.br/unidades-universitarias/ctism/cte/wp-content/uploads/sites/413/2018/12/arte_implantacao_administracao_servicos_web.pdf > Acesso em 10/01/2019.
- EZEQUIEL D. **SCT-013-Sensor de Corrente Alternada com Arduino**, 2017 [online]. Disponível em: < <https://portal.vidadesilicio.com.br/sct-013-sensor-de-corrente-alternada/> >. Acesso em 24/01/2019 às 19 h 45 min.
- GRANADEIRO, M., Sistema de monitorização energética e comportamental **SMEC, Mestrado – Universidade de Lisboa**, 2017.
- LUZ, H. SISTEMA DE AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL/PREDIAL UTILIZANDO ARDUINO E SISTEMA OPERACIONAL ANDROID. **Monografia – Universidade Federal de Ouro Preto**, 2018.
- MAESTELLI, G.; NAPOLEÃO, G. SISTEMA SUPERVISÓRIO PARA MONITORAMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA RESEDENCIAL. **Monografia – Universidade Tecnológica Federal do Paraná**, 2018.
- NETO, E. et al., **A Internet das Coisas na Indústria**, 2018 [online]. Disponível em: < <http://rafaelkrolow.info/wp-content/uploads/2018/07/WP-IoT-01.pdf> > Acesso em 15/11/2018.
- OLIVEIRA, A.; ANDRADE, F. **Sistemas Embarcados hardware e Firmware na Prática**, São Paulo: Editora Ética, 2012.
- OLIVEIRA, S. **INTERNET DAS COISAS com ESP8266, ARDUINO E RASPBERRY PI**, São Paulo: Editora Novatec, 2017.
- PEREIRA, A. et al., **INTEGRAÇÃO DE INFORMAÇÃO NO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO SOB A ÓTICA INDÚSTRIA 4.0**, 2016. Disponível em: < <http://lyceumonline.usf.edu.br/salavirtual/documentos/2752.pdf> > Acesso em 08/12/2018.

PILON, V. ESTUDO PARA APLICAÇÃO DE REDES SEM FIO NO AMBIENTE INDUSTRIAL. **Monografia – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2009.**

APÊNDICE A

A figura 04A apresenta o esquema elétrico do módulo de acionamento.

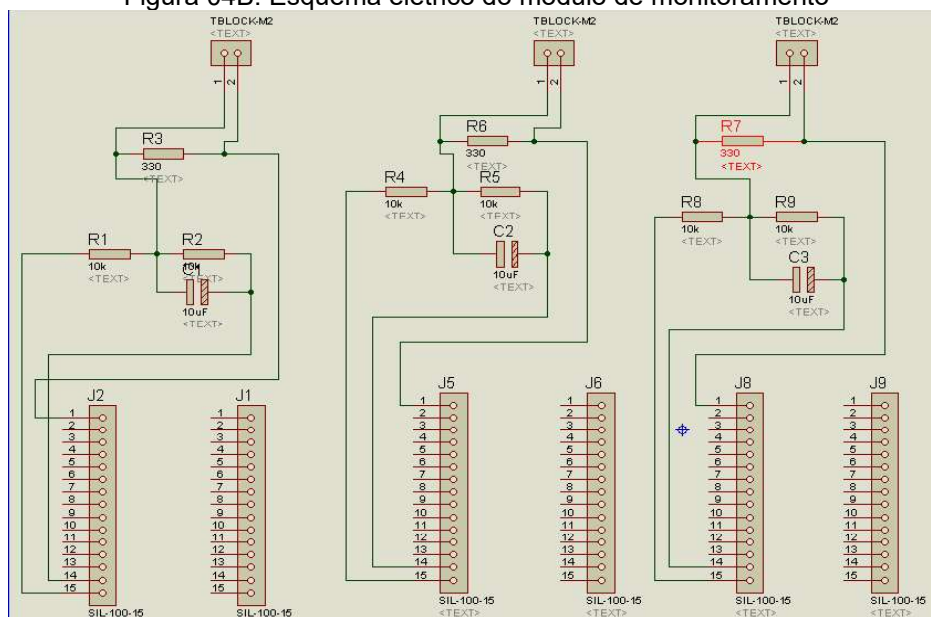
Figura 04A: Esquema elétrico do módulo de acionamento



Elaborado pelo autor

O esquema elétrico do circuito do módulo de monitoramento é apresentado na figura 04B.

Figura 04B: Esquema elétrico do módulo de monitoramento

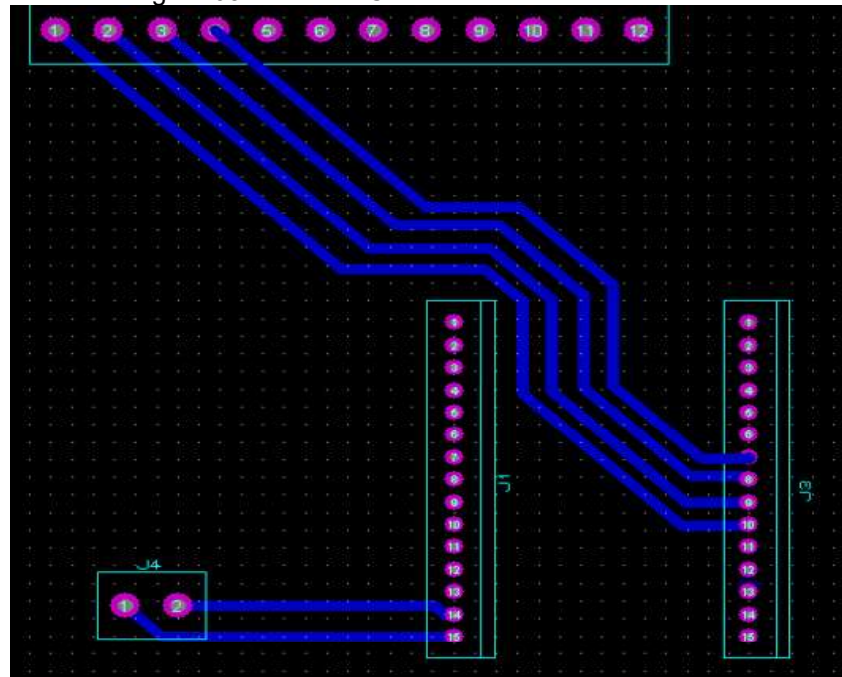


Elaborado pelo autor

APÊNDICE B

O circuito PCB do módulo de acionamento é apresentado na figura 05A.

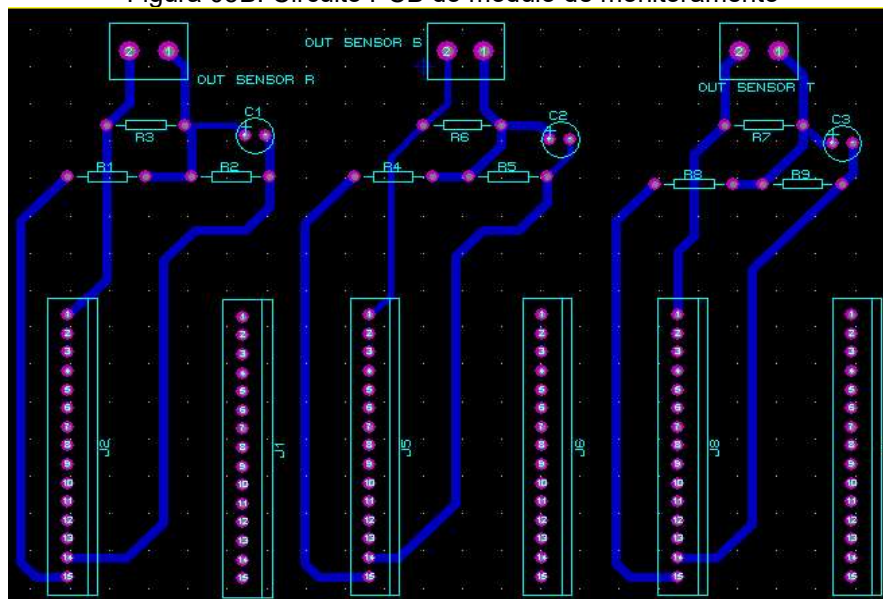
Figura 05A: Placa PCB do Módulo de acionamento



Elaborado pelo autor

A figura 05B mostra a placa PCB do módulo de monitoramento.

Figura 05B: Circuito PCB do módulo de monitoramento

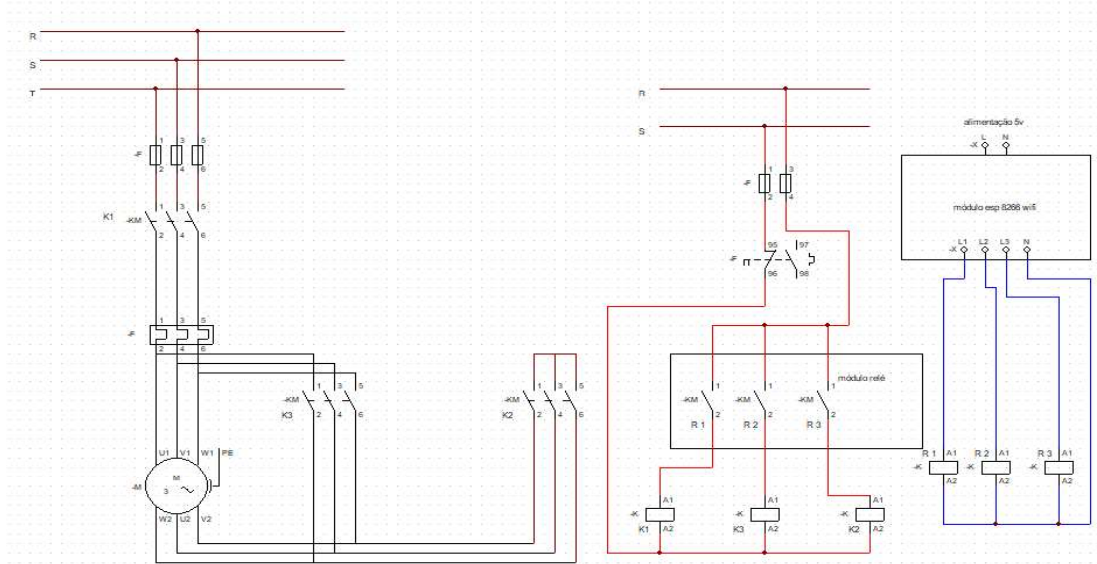


Elaborado pelo autor

APENDICE C

A figura 06 ilustra o diagrama elétrico do painel.

Figura 06: Esquema elétrico do painel de comando

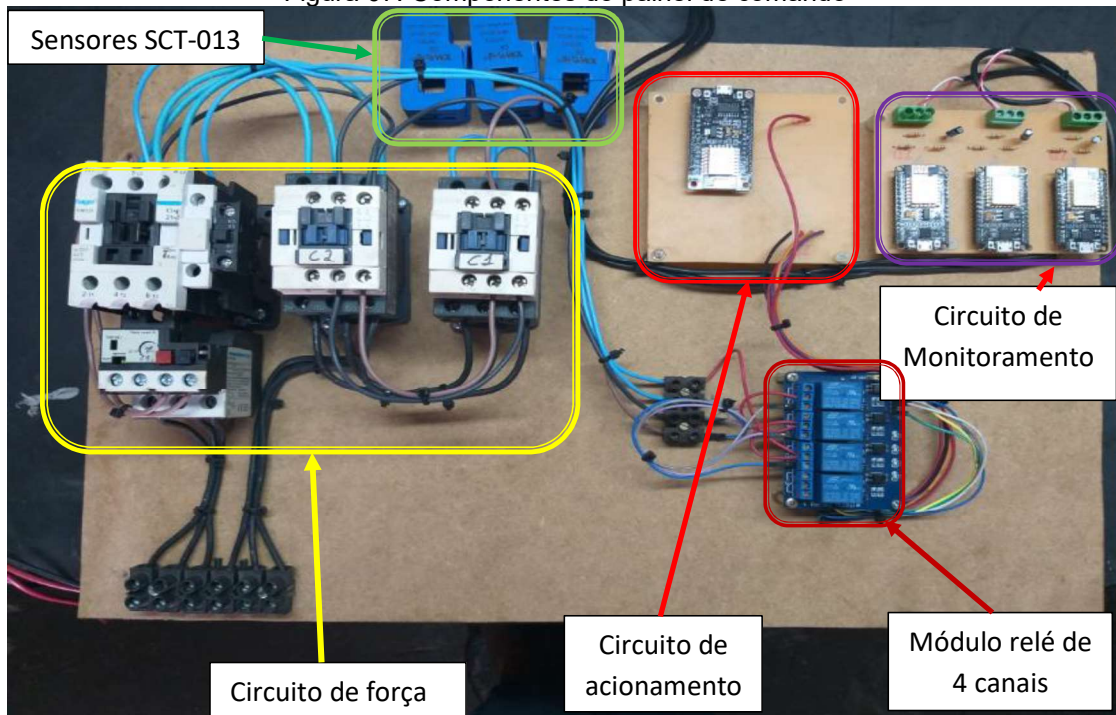


Elaborado pelo autor

APÊNDICE D

A figura 07 ilustra o painel de comando e seus componentes.

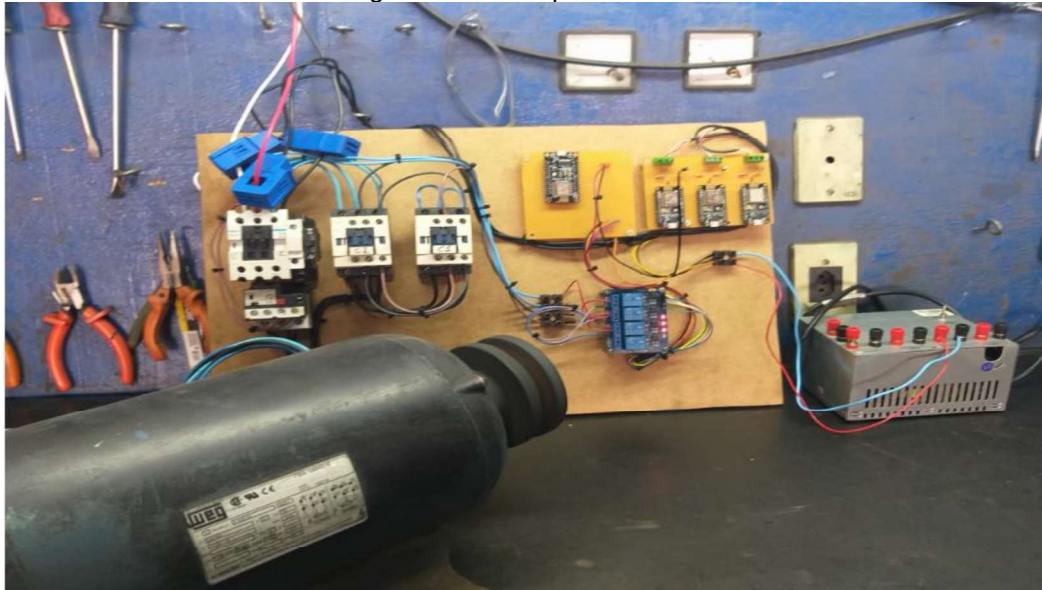
Figura 07: Componentes do painel de comando



Elaborado pelo autor

A figura 08 apresenta o painel de comando finalizado e pronto para efetuar os testes.

Figura 08: Protótipo finalizado



Elaborado pelo autor

APÊNDICE E

A figura 09 apresenta bloco do código fonte, responsável por efetuar a partida estrela triângulo.

Figura 09: Bloco do código fonte comando da partida

```

153
154 digitalWrite(relePin1, HIGH);
155 digitalWrite(relePin2, LOW);
156 digitalWrite(relePin3, HIGH);
157 delay(2000);
158 digitalWrite(relePin1, HIGH);
159 digitalWrite(relePin2, LOW);
160 digitalWrite(relePin3, LOW);
161 delay(3000);
162 digitalWrite(relePin1, HIGH);
163 digitalWrite(relePin2, HIGH);
164 digitalWrite(relePin3, LOW);
165
166 value = HIGH;
167 }
168 if (request.indexOf("/RELE=OFF") != -1) {
169
170 digitalWrite(relePin1, LOW); [
171 digitalWrite(relePin2, LOW);
172 digitalWrite(relePin3, LOW);
173 value = LOW;

```

Elaborado pelo autor

APÊNDICE F

A figura 10 apresenta a implantação de variáveis da linha de programação 09 e 38 para executar o envio dos dados a nuvem.

Figura 10: Implantação das variáveis no código fonte

```
9 int Irmsl;  
38 Irmsl = potencia/tensao;
```

Elaborado pelo autor

APÊNDICE G

A figura 11 apresenta os canais com suas datas de criação.

Figura 11: Informações dos canais

Nome	Criada em	Updated
motor 1 r Private Públicos Settings Sharing API Keys Data Import / Export	2019-02-15	2019-03-06 00:56
motor 1 s Private Públicos Settings Sharing API Keys Data Import / Export	2019-02-22	2019-03-06 03:45
motor 1 T Private Públicos Settings Sharing API Keys Data Import / Export	2019-02-22	2019-03-14 01:35

Elaborado pelo autor

ANEXO A

O exemplo de código fonte de criação de um servidor web utilizado da IDE Arduino.

/*

This sketch demonstrates how to set up a simple HTTP-like server.

The server will set a GPIO pin depending on the request
 http://server_ip/gpio/0 will set the GPIO2 low,
 http://server_ip/gpio/1 will set the GPIO2 high
 server_ip is the IP address of the ESP8266 module, will be
 printed to Serial when the module is connected.

```

*/
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <ESP8266WebServer.h>
const char* ssid = "**** _*****";
const char* password = "*****";

int relePin1 = 12;
int relePin2 = 13;
int relePin3 = 14;
WiFiServer server(80);
void setup() {
  Serial.begin(115200);
  delay(10);
  pinMode(relePin1, OUTPUT);
  digitalWrite(relePin1, LOW);
  pinMode(relePin2, OUTPUT);
  digitalWrite(relePin2, LOW);
  pinMode(relePin3, OUTPUT);
  digitalWrite(relePin3, LOW);
  Serial.println();
  Serial.println();
  Serial.print("Connecting to ");
  Serial.println(ssid);
  WiFi.begin(ssid, password);
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
    Serial.print(".");
  }
}

```

```

Serial.println("");

Serial.println("WiFi connected");
server.begin();
Serial.println("Servidor iniciado");
Serial.print("Use o seguinte URL para a comunicação: ");
Serial.print("http://");
Serial.print(WiFi.localIP());
Serial.println("/");
}
void loop() {
WiFiClient client = server.available();
if (!client) {
return;
}
Serial.println("novo cliente");
while(!client.available()){
delay(1);
}

String request = client.readStringUntil('\r');
Serial.println(request);
client.flush();
int value = LOW;
if (request.indexOf("/RELE=ON") != -1) {
digitalWrite(relePin1, HIGH);
digitalWrite(relePin2, LOW);
digitalWrite(relePin3, HIGH);
delay(2000);
digitalWrite(relePin1, HIGH);
digitalWrite(relePin2, LOW);
digitalWrite(relePin3, LOW);
delay(3000);
}
}

```

```

digitalWrite(relePin1, HIGH);
digitalWrite(relePin2, HIGH);
digitalWrite(relePin3, LOW);
value = HIGH;
}
if (request.indexOf("/RELE=OFF") != -1) {
digitalWrite(relePin1, LOW);
digitalWrite(relePin2, LOW);
digitalWrite(relePin3, LOW);
value = LOW;
}
client.println("HTTP/1.1 200 OK");

client.println("Content-Type: text/html");
client.println(""); // do not forget this one
client.println("<!DOCTYPE HTML>")
client.println("<html>");
client.print("Estado do RELE: ");

if(value == HIGH) { // Se está ligado apresenta "on"
client.print("On");
} else {
client.print("Off");// Se está desligado apresenta "Off"
}
client.println("<br><br>");
client.println("<a href=\"/RELE=ON\"><button>Turn On </button></a>");
client.println("<a href=\"/RELE=OFF\"><button>Turn Off </button></a><br
/>");
//client.println("<a href=\"/LED1=ON\"><button>Turn On </button></a>");
//client.println("<a href=\"/LED1=OFF\"><button>Turn Off </button></a><br
/>");
client.println("</html>");
delay(1)

```

```
Serial.println("Cliente desconectado");
Serial.println("");
}
```

ANEXO B

Neste anexo apresenta o código fonte para executar a comunicação e monitoramento e envio dos dados da corrente consumida do motor, com ThingSpeak.

```
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <ThingSpeak.h>
#include <EmonLib.h>
EnergyMonitor SCT013;
int pinSCT = A0; //Pino analógico conectado ao SCT-013
int tensao = 220;
int potencia ;
int Irms1;
WiFiClient cliente;
const unsigned long NumeroCanal = 710347;
const char * ChaveEscrita = "RV7I1KNXXDNS285Q";
void setup() {
  SCT013.current(pinSCT, 6.0606);
  Serial.begin(115200);
  delay(250);
  Serial.println();
  Serial.println("Iniciando.....");
  WiFi.begin("*** _ ****", "****");
  int tentativas = 0;
  while ((WiFi.status())!= WL_CONNECTED)&& tentativas++ <20){
    delay(500);
    Serial.print(".");
  }
  ThingSpeak.begin(cliente);
```

```

}
void loop() {
int pinSCT = (A0);
double Irms = SCT013.calcIrms(1480);
potencia = Irms* tensao;
Irms1 = potencia/tensao;
ThingSpeak.writeField(NumeroCanal,1,Irms1,ChaveEscrita);
delay(15000);
ThingSpeak.writeField(NumeroCanal,2,potencia,ChaveEscrita);
delay(15000);
}

```

ANEXO C

Partes do código fonte da aquisição da corrente elétrica utilizadas para implementar na programação da nuvem da ThingSpeak.

```

EnergyMonitor SCT013;
int pinSCT = A0; //Pino analógico conectado ao SCT-013
int tensao = 127;
int potencia;
void setup()
{
SCT013.current(pinSCT, 6.0606)
Serial.begin(9600);
}
void loop()
{
double Irms = SCT013.calcIrms(1480); // Calcula o valor da Corrente
potencia = Irms * tensao; // Calcula o valor da Potência Instantânea
}

```

Capítulo V - Bebedouro Microcontrolado Adaptado a Portadores de Necessidades Visuais

Josiel Machado Bomfim¹⁶

Renato Kazuo Miyamoto¹⁷

Fabio Rodrigo Milanez¹⁸

Wesley Candido da Silva¹⁹

RESUMO

Os deficientes visuais enfrentam diariamente diversos obstáculos para o simples ato de tomar água principalmente em vias públicas, onde nestes locais os bebedouros não são adaptados e predispõem de pouca sinalização. O presente projeto apresenta uma proposta para automação de um bebedouro e o desenvolvimento de um novo símbolo tátil para auxiliar na localização do aparelho adaptado. Assim, possui um sistema microcontrolado com sensores capazes de identificar um copo e realizar o acionamento de um módulo de voz, orientando o usuário a selecionar a opção de água gelada ou natural. Um segundo módulo orienta a retirada assim que estiver cheio. A partir dos testes realizados no Instituto Roberto Miranda validou-se a implementação deste projeto, se tornando um protótipo funcional como ferramenta para inclusão nas inovações e melhorias tecnológicas.

Palavras-chave: Deficiente visual. Tecnologia. Sensor. Microcontrolador

MICROCONTROLLED DRESSER ADAPTED TO CARRIERS OF VISUAL NEEDS

ABSTRACT

The visually impaired face daily obstacles to the simple act of drinking water mainly on public roads, where in these places the drinking fountains are not adapted and with little signage to locate it. The project presents a proposal to automate a drinking fountain and the development of a new tactile symbol to aid in the location of the adapted apparatus. It has microcontroller and sensor that identifies the cup by activating the voice module, guiding the user to select the option of cold or natural water, another module directing the withdrawal as soon as it is full. From the tests done at the Roberto Miranda Institute it exceeded expectations, it became a functional

¹⁶ Programa de pós-graduação em Engenharia de Automação Industrial. E-mail: josiel_bomfim@hotmail.com

¹⁷ Prof. MS.c. Faculdades da Indústria SENAI Londrina. E-mail: renato.miyamoto@sistemafiep.org.br

¹⁸ Prof. Faculdades da Indústria SENAI Londrina. E-mail: fabio.milanez@sistemafiep.org.br

¹⁹ Prof. Faculdades da Indústria SENAI Londrina. E-mail: Wesley.candido@sistemafiep.org.br

prototype since these people need to be included in the innovations and technological improvements.

Key-words: Visually impaired. Technology. Sensor. Microcontroller

1. INTRODUÇÃO

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE,2010), há no Brasil 24,6 milhões de pessoas com deficiências. Dentre elas, cerca de 6,5 milhões possuem deficiência visual, sendo 582 mil cegas e 6 milhões com baixa visão. (Dados do Censo 2010).

Por muitos anos, essas pessoas estiveram à margem da sociedade, num processo de segregação. A partir dos anos 90, o conceito de inclusão começou a ganhar força. Escolas, empresas e espaços públicos foram se adaptando para acolher os portadores de necessidades especiais sem barreiras arquitetônicas e com mobiliário adaptado. O artigo 24 do decreto 5296/04 (Brasil,2000), estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências.

Deste modo, destaca-se a importância de projetos de pesquisa visando a compreensão da necessidade do portador de deficiência visual, a elaboração e projeto de equipamentos com base científica e relatos de usuários, por meio de pesquisas em campo.

De acordo com Gambarato (2012 p. 9), o termo “tecnologia” refere-se a um conjunto de técnicas e métodos que auxiliam em processos ou na produção de bens e serviços. Por exemplo, um equipamento ou produto que ajude no desenvolvimento do conhecimento de pessoas com limitações, possibilitando uma aquisição de autonomia à pessoa cega.

Assim, percebeu-se a necessidade do desenvolvimento de um equipamento que possibilite a localização de um bebedouro, de modo que o deficiente visual não se molhe ou precise inserir a mão dentro do copo.

Este trabalho apresenta uma proposta de baixo custo utilizando sistema microcontrolado à automação de um bebedouro existente, com o objetivo de adaptá-

lo com sensores para que haja a interação por comando de voz resultando em comodidade e acessibilidade ao usuário portador de deficiência visual.

O projeto é composto por sensores piezoelétricos e um sensor de presença, responsáveis por acionar o comando de voz para orientação do usuário. Os comandos de voz habilitam as opções de água gelada ou natural, indicam se o copo está com água e orienta para a retirada do mesmo. O sistema é composto por válvulas responsáveis pelo fechamento do relê, interrompendo o enchimento do copo.

Visando satisfazer os critérios de acessibilidade este projeto prevê uma sinalização em piso tátil formato de gota, inserido entre o piso existente de alerta e livre acesso. Fato este, pois os poucos modelos de bebedouro adaptados para portadores de necessidades visuais, são equipadas com botões em Braille, que, infelizmente nem todos dominam muito bem.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Acessibilidade

Devemos ter em mente que os portadores de necessidades visuais se deparam com inúmeras situações, em que podem passar por constrangimentos dos quais poderiam ser evitados, com toda tecnologia que dispomos hoje em dia. Um simples ato de tomar água pode ser um desafio para tal. Para que esse problema possa ser amenizado, criamos soluções práticas no que se refere ao bebedouro.

Conforme Bobbio (1992, p. 17) “O reconhecimento e a proteção dos direitos dos homens estão na base das constituições democráticas modernas, esses direitos pertencem, ou deveriam pertencer, a todos os homens e dos quais nenhum homem pode ser despojado”.

De acordo com Bobbio (1992, p. 17) “Os direitos do homem são os que cabem ao homem enquanto homem.” Desse modo todos os homens devem possuir os mesmos direitos, independentemente de suas diferenças.

A constituição do Brasil garante o direito de todos os cidadãos e parte do princípio de isonomia, pois garante a igualdade de todos perante a lei. A declaração

dos direitos humanos assegura essa igualdade que deve ser respeitada por todos os Estados. De acordo com Bobbio.

A concepção individualista da sociedade procede lentamente, indo do reconhecimento dos direitos do cidadão de cada Estado até o reconhecimento dos direitos do cidadão do mundo, cuja primeiro anúncio foi a Declaração Universal dos Direitos do Homem. (BOBBIO, 1992, p. 5)

Desse modo, podemos dizer que a orientação e a mobilidade estão presentes na vida de todos nós, onde a orientação é a capacidade de perceber o ambiente e identificar onde estamos. A mobilidade é a capacidade de nos movimentar. A visão, normalmente, é o sentido que mais diretamente colabora para a nossa orientação e mobilidade.

A orientação para a pessoa com deficiência visual é o aprendizado o no uso dos sentidos para obter informações do ambiente. Para saber onde está, para onde ir e como fazer para chegar ao lugar desejado; a pessoa pode usar a audição, o tato, a cinestesia (percepção dos seus movimentos), o olfato e a visão residual (quando tem baixa visão) para se orientar. A mobilidade e o controle dos movimentos de forma organizada e eficaz se faz conforme se utiliza das informações do ambiente.

E essa mobilidade e acessibilidade são garantidas pela constituição Federal de 1988, no seu artigo 227, parágrafo 2º, estabelece que a lei disponha sobre normas de construção de logradouros e dos edifícios de uso público e da fabricação de veículos de transporte coletivo, a fim de garantir o acesso adequado às pessoas portadoras de deficiência. Desse modo, inicia-se uma série de leis e decretos que disporá sobre pessoas com deficiências, onde o contexto em que se desenvolvem, ofereçam modos e condições de vida diária o mais semelhantes possível às formas e condições de vida do resto da sociedade.

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT/NBR950,2015), a Acessibilidade é definida como “a condição para utilização com Segurança e autonomia, total ou assistida, dos espaços mobiliários e equipamentos”. “Urbanos, das edificações, dos serviços de transporte e dos dispositivos, sistemas e meios de comunicação e informação por uma pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida”.

A linguagem utilizada pelos Portadores de necessidades visuais é o Braille, inventado na França por Louis Braille, um jovem deficiente visual. Hoje, temos alguns modelos de bebedouros que contam com botões em Braille, porém na maioria, a saída

de água ainda é aquele “jato d’água”, que acaba dificultando bastante para os deficientes visuais.

Desde sua criação, o Braille não teve nenhuma modificação na sua estrutura básica [9]. No entanto, não diminuindo os benefícios e avanços propiciados pelo Sistema Braille, observa-se que, atualmente, existe uma tendência a uma menor utilização e propagação desse sistema. Esse alerta foi dado quando o uso de tecnologias sonoras, como por exemplo, os livros falados e softwares com síntese de voz passaram a ser mais difundidos e se tornaram mais acessíveis economicamente (AGEBSON, 2012, p. 27).

Devemos ter em mente que os portadores de necessidades visuais se deparam com inúmeras situações, em que podem passar por constrangimentos dos quais poderiam ser evitados, com toda tecnologia que dispomos hoje em dia. Um simples ato de tomar água pode ser um desafio para tal.

Acessibilidade é um atributo essencial do ambiente que garante a melhoria da qualidade de vida das pessoas. Deve estar presente nos espaços, no meio físico, no transporte, na informação e comunicação, inclusive nos sistemas e tecnologias da informação e comunicação, bem como em outros serviços e instalações abertos ao público ou de uso público, tanto na cidade como no campo. (Secretaria Nacional de Promoção dos Direitos das Pessoas com Deficiência).

2.2. Automação e sistemas microcontrolados

O microcontrolador é definido em Souza (2005) como um pequeno componente eletrônico, dotado de uma inteligência programável, utilizado no controle de processos lógicos. Afirma ainda que “em uma única pastilha de silício encapsulada, existem todos os componentes necessários ao controle de um processo”. Dessa forma, o microcontrolador está provido internamente de memória de programa, memória de dados, portas de entrada, saída paralela, contadores, comunicação serial, conversores analógico-digitais entre outros.

Para o projeto foi utilizado a plataforma Arduino UNO, embarcada com o microcontrolador ATmega 328P. Assim, podem ser definidas como sistemas digitais ligados a sensores e atuadores, que permitem construir sistemas que percebam a realidade e respondem com ações físicas, baseada em uma simples placa de

entrada/saída microcontrolada e desenvolvida sobre uma biblioteca que simplifica a escrita da programação em C/C++.

O referido microcontrolador possui 14 pinos de entrada ou saída digital (dos quais 6 podem ser utilizados como saídas PWM), 6 entradas analógicas, um oscilador de cristal 16 MHz, controlador USB, uma tomada de alimentação, um conector ICSP, e um botão de reset. Para sua utilização basta conectá-lo a um computador com um cabo USB ou ligá-lo com um adaptador AC para DC ou bateria. A Figura 1 apresenta a plataforma Arduino.

Figura 1- Arduino UNO



Fonte: Elaborado pelo Autor (2019).

2.3. Sensores e atuadores

Para a implementação deste trabalho foi utilizado um sensor do tipo LDR. Quando o sensor LDR é exposto a um feixe luminoso, há a disposição de elétrons livres resultando na redução de resistência, e conseqüentemente do feixe luminoso (GHELLERE, 2009). A Figura 2 ilustra o suporte do copo com o sensor LDR.

Figura 2- sensor LDR



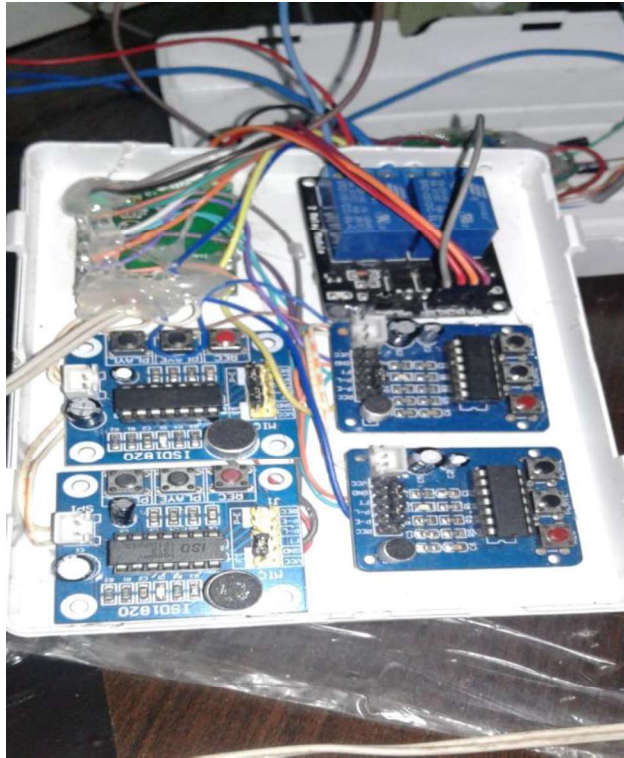
Fonte: Elaborado pelo Autor (2019).

A resistência do LDR varia de forma inversamente proporcional à quantidade de luz incidente sobre ele. Quanto maior a luminosidade, menor será a resistência e o valor presente na entrada analógica do módulo do Arduino. Quanto o feixe de luz estiver diretamente sobre o LDR ele oferece uma baixa resistência, capaz de identificar o copo transparente, ativando (ou desativando) a válvula com a presença dele.

2.3.1. Módulo Gravador de Voz e Player ISD1820

Este módulo gravador de voz e *player* é baseado no *chip* ISD1820 que permite a gravação e reprodução de uma mensagem de voz ou som armazenada em sua memória EEPROM. O Módulo ISD1820 possui uma interface simples que pode ser controlada por microcontroladores da família AVR, PIC, processadores ARM, dentre outros. Em sua placa está embutido um microfone para gravação do som, bem como botões REC e PLAY. (USINAINFO, 2019)

Figura 3- módulo gravador de voz.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2019).

A implementação de sistemas que utilizam o comando de voz permite que qualquer pessoa possa utilizar o equipamento, pois dispõe de botões para selecionar opções de água gelada ou natural. O sistema opera com intertravamento, sendo acionado somente com a presença do copo no sensor LDR. Outro benefício com o módulo de voz é que o usuário é orientado passo a passo até a retirada do copo.

Para melhorar o sistema de som na saída do módulo de voz foi implantado um amplificador de áudio integrado TDA2822. O referido amplificador apresenta baixa distorção no áudio, e é desenvolvido para aplicações em rádios portáteis com potências de 1 Watts estéreo ou 2 Watts mono. A Figura 4 apresenta o amplificador TDA2228. (TONI ELETRÔNICA,2019).

Figura 4- Amplificador Integrado TDA2822



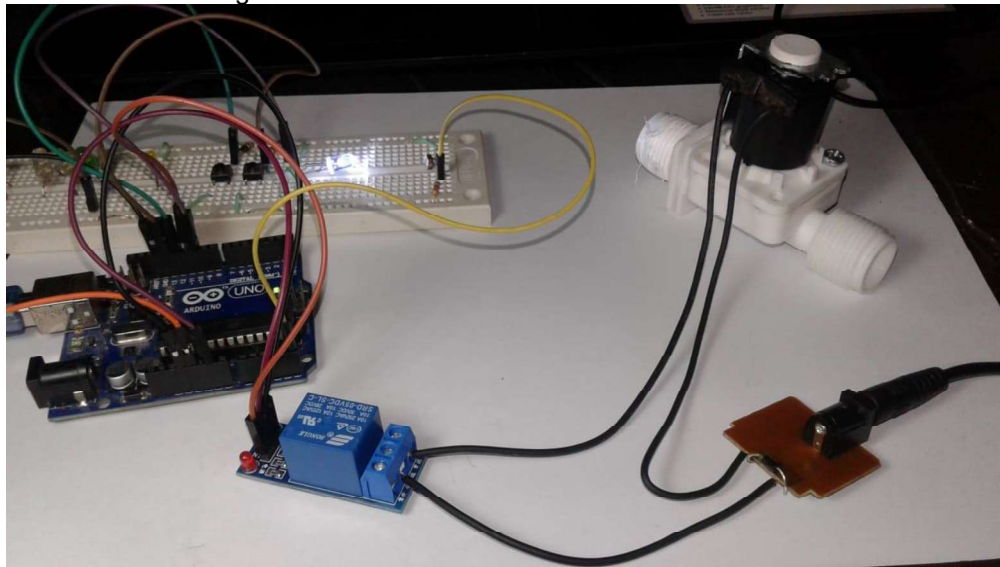
Fonte: Elaborado pelo Autor (2019).

2.3.2. Válvula solenoide

Para o controle do fluxo de água foi implementado uma válvula solenoide. Quando alimentada com 12V DC, ela abre e permite a vazão de água. Quando desenergizada, ela fecha e corta o fluxo. Seu funcionamento é baseado em uma bobina (solenoide), que ao ser energizada gera um campo eletromagnético responsável por movimentar o êmbolo da válvula.

As aplicações da válvula são principalmente para sistemas de controle de fluxo de água como: i) irrigação de jardins; ii) irrigação de vasos de planta; e iii) aquisição de dados sobre solo para monitoramento e análise. A válvula utilizada para o controle de fluxo foi a válvula tipo NF (Normal Fechada). Acionado por um módulo relé, quando aplicado 12V aos terminais a válvula é aberta, permitindo a passagem de água. Seu fluxo é controlado pela pressão da água e pelo tempo do fechamento do relé. A montagem é apresentada na Figura 5. (USINAINFO, 2019)

Figura 5- Acionamento válvula solenoide.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2019).

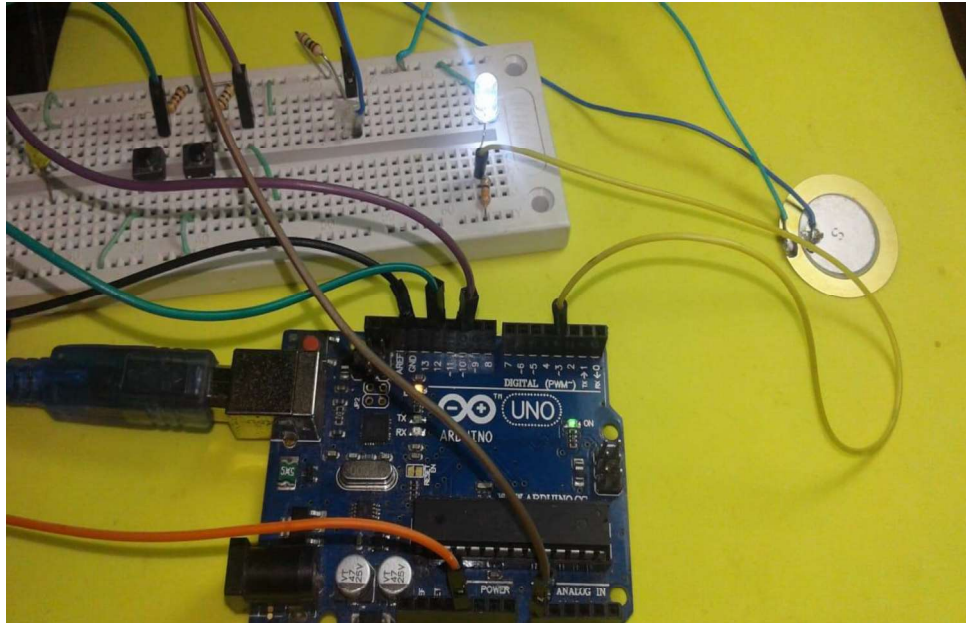
2.3.3. Sensor piezoelétrico

Os materiais com propriedades piroelétricas e piezoelétricas são cada vez mais usados em aplicações eletrônicas da robótica e da mecatrônica. Essas aplicações vão desde sensores e transdutores até ressonadores que determinam a frequência de operação de instrumentos de medida, cronômetros e relógios e, principalmente, microprocessadores.

Os sensores piezoelétricos são fundamentados na capacidade de alguns materiais gerarem tensão elétrica quando sofrem um esforço mecânico. O termo “piezo” é derivado da palavra grega que significa pressão. Assim como a geração de eletricidade por deformação. É possível também, a geração de uma deformação mecânica em resposta a uma aplicação de tensão elétrica. Dessa maneira surge o conceito de geração ou colheita de energia (Energy Harvesting).

A proposta é utilizar o sensor piezoelétrico junto ao suporte do copo para fazer o intertravamento do programa. Assim, quando o copo começa a encher e exercer uma pressão no sensor, resulta em uma tensão que é enviada ao pino do microprocessador, fazendo com que o programa libere água novamente caso o copo esteja no suporte com água. Evitando assim que o deficiente visual derramasse água. A figura 6, apresenta o teste do sensor. (USINAINFO, 2019)

Figura 6- Sensor Piezoelétrico



Fonte: Elaborado pelo Autor (2019).

3. METODOLOGIA

A proposta metodológica para elaboração e execução desse projeto foi de pesquisas teóricas em relação às dificuldades encontradas pelas pessoas com deficiência visual e uma pesquisa de campo no Instituto Londrinense de Instrução e Trabalho para Cegos (ILITC).

Na primeira etapa foi realizado o levantamento bibliográfico em livros, dissertações, artigos científicos e teses. Os dados estatísticos serviram de reforço para a elaboração do projeto. Na segunda etapa, efetivou-se a pesquisa de campo.

O primeiro momento da pesquisa de campo ocorreu no Instituto Londrinense de Instrução e Trabalho para Cegos (ILITC) fundado em 06/02/1965, atualmente Instituto Roberto Miranda. Em 1971 foi adquirida a sede própria, porém, só a partir de 1979 iniciou o atendimento aos deficientes visuais.

Atualmente, o ILITC atende uma média de 150 alunos, não havendo limite de idade para ingresso. A filosofia de trabalho que sustenta a ação pedagógica do instituto é voltada para a formação integral das pessoas que possuem deficiência visual, assumindo como responsabilidade a busca de alternativas que conduzam o deficiente visual à compreensão de sua participação na sociedade como cidadão que é buscando exercer em plenitude os seus deveres para com o Estado e requerendo a

vigência de seus direitos conforme lhe é assegurado pela Constituição e reforçado por todas as Portarias, Resoluções e Leis que integram as Políticas Públicas.

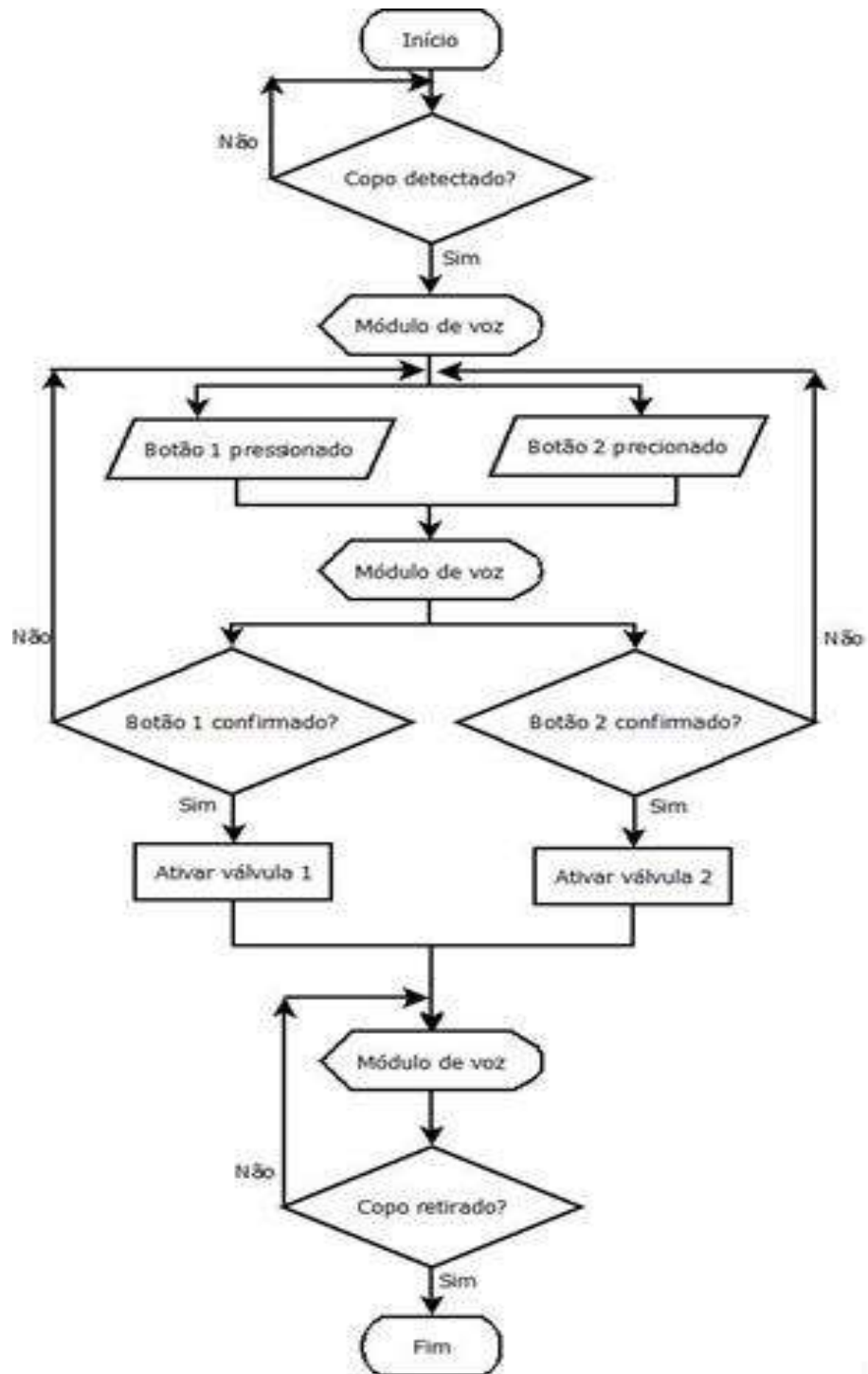
Por fim, com base nas pesquisas no instituto para cegos, o projeto do bebedouro adaptado foi posto a teste para os alunos do instituto, afim de que pudessem comprovar a aplicabilidade do sistema e seu funcionamento.

O protótipo do bebedouro adaptado tem a finalidade de auxiliar o portador de deficiência a ter mais autonomia de um simples ato de pegar água sozinho com a orientação dos sensores de voz a partir da base do copo e também com botões que indicam as opções de água gelada e natural, acionando as válvulas solenoides podendo ser programado conforme o tamanho do copo, enchendo a partir do tempo da vazão das válvulas que serão acionados pelo rele. Outro sensor piroelétrico sendo instado na base do copo indica a presença de água acionado o modulo de voz que indica a retirada do mesmo.

A grande motivação para o desenvolvimento deste projeto está relacionada à necessidade de um sistema novo, com módulos, sensores e um novo símbolo tátil que irá auxiliar os portadores de deficiência a terem mais autonomia no seu dia a dia. A Figura 7 ilustra o funcionamento da automação proposta.

O programa se inicia ao ser colocado o copo na base do bebedouro. O sensor identifica o copo e aciona o módulo de voz, orientando o usuário a selecionar a opção desejada. Após o usuário pressionar um dos botões, o módulo de voz avisará qual foi a opção escolhida. Para confirmar, o usuário deverá pressionar novamente o botão. Após confirmar, é liberada a válvula correspondente à solicitação e o módulo de voz informa que o copo está cheio e solicita a retirada do mesmo. Após essa ação é finalizado o ciclo do programa, que fica aguardando novo copo. A Figura 8 ilustra o protótipo do bebedouro adaptado.

Figura 7- Fluxograma



Fonte: Elaborado pelo Autor (2019).

Figura 8- Bebedouro adaptado



Fonte: Elaborado pelo Autor (2019).

Apenas o bebedouro adaptado as necessidades não seria o suficiente, pois a pessoa com deficiência visual sentiria dificuldades para encontrar o aparelho. Assim, realizou-se pesquisas, constatando uma deficiência de sinalização nas normas vigentes.

3.1 SINALIZAÇÕES TÁTEIS DE ALERTA.

Partindo de medidas normatizadas, foi desenvolvido um símbolo para piso tátil, que auxilia o usuário a chegar ao bebedouro da mesma forma como ele caminha pelas vias públicas com piso tátil.

De acordo com a pesquisa realizada no instituto Roberto Miranda um dos meios de locomoção utilizada pela pessoa com deficiência é a bengala convencional e o tato com a sola dos pés. Assim, percebemos que houve dificuldades de interpretação, devido à existência de modelos de sinalizações de direção e alerta.

Podemos dizer que o piso tátil de alerta deve ser utilizado para sinalizar situações que envolvem risco de segurança. Este deve ser diferenciado ou deve estar associado à faixa da cor contrastante com o piso adjacente (Figura 9)

Figura 9-Piso tátil de alerta



Fonte: NORMA **ABNT NBR 16537**

Já o piso tátil direcional deve ser utilizado quando da ausência ou descontinuidade de linha-guia identificável, como guia de caminamento em ambientes internos ou externos, ou quando houver caminhos preferências de circulação de acordo com a Figura 10.

Figura 10- Piso Tátil direcional



Fonte: NORMA **ABNT NBR 16537**

Diante dessas sinalizações existentes, como uma pessoa com deficiência visual poderá encontrar um bebedouro sem ajuda? Sendo assim, foi necessário desenvolver um novo símbolo que junto com os outros ajudarão atender as necessidades de informações em seu raciocínio fotográfico e com auxílio de instrumentos já desenvolvidos, cujas técnicas envolvem os movimentos de varredura, técnica diagonal, técnica de toque e técnica de deslize. Este estudo foi realizado para verificar a posição da colocação do símbolo de uma gota de água que sinaliza há

existência de um bebedouro no local (Figura 11).

Figura 11-Piso Tátil em formato de gota.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2019).

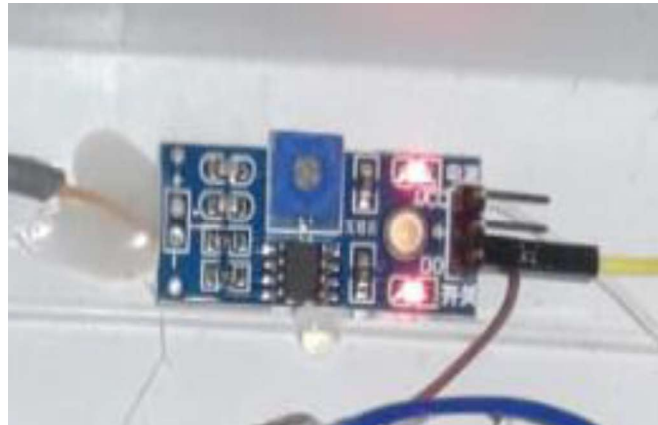
Na técnica diagonal o deficiente visual detecta diferenças de níveis e objetos. Já na técnica de deslize, o deficiente visual também pode explorar detalhadamente o terreno a sua frente permitindo a detecção de desníveis. A ponteira da bengala permanece em contato com o solo permanentemente, deslizando-a para ambos os lados formando um arco de proteção constante durante o procedimento de varredura. Desta forma, devido às técnicas de movimentação das bengalas formam diferentes ângulos com o solo com pequenas variações durante a locomoção.

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Durante os testes observou-se que o protótipo apresentou alguns problemas, entre elas a dificuldade da leitura do sensor LDR devido transparência do copo a e luz ambiente resultando que a voz se repetisse por diversas vezes ou não realizando a leitura do mesmo, com isto não acionando os módulos de voz e também as válvulas.

Para corrigir este problema foi necessário a troca do sensor LDR, por um módulo, conforme a Figura 12. Este módulo Sensor LDR opera com alimentação na faixa de 3,3 a 5VDC e ele possui o circuito integrado comparador LM393 e um *trimpot* para ajuste de sensibilidade do sensor sendo ajustado conforme o ambiente onde será instalado o aparelho.

Figura 12-Módulo sensor LDR



Fonte: Elaborado pelo Autor (2019).

Outra idéia sugerida pelos alunos e professores seria a troca dos botões de comando por botões que contêm luzes e símbolo em braille, para facilitar a identificação, pois muitos alunos conseguem fazer a leitura em braille. Somado aos módulos de voz o equipamento ficaria mais fácil de operar.

Segundo os professores do Instituto Roberto Miranda os portadores visuais de baixo visão teriam mais facilidade em identificar os botões com o auxílio das cores brancas e azul. Para fazer teste no protótipo o botão de comando que mais se aproxima dessas características seria o botão de elevador conforme a Figura 13.

Figura 13-Botão com led e Braille.



Fonte: <http://www.elevcom.com.br/elx-700/>

As válvulas solenoides que são acionadas pelo modulo do relé, durante a sua comutação apresentaram falhas, pois o microprocessador Arduino e as válvulas estava sendo alimentado pela mesma fonte de 12 volts, causando ruído no áudio e

ligando e desligando o microprocessador. Assim, foi necessário reiniciar o equipamento por diversas vezes. A solução encontrada foi colocar o diodo retificador modelo 1n4007 em antiparalelo entre os terminais das válvulas e nos terminais que alimentam o modulo Arduino. Evitando assim um retorno de corrente nas válvulas. A Figura 14 apresenta a válvula com o diodo 1N4007.

Figura 14-Valvula com diodo 1N4007



Fonte: Elaborado pelo Autor (2019).

A utilização do sensor piezoelétricos junto ao suporte do copo para fazer o intertravamento do programa, evitando que a válvula seja acionada estando o copo com água, não se comportou como desejado. Pela sua sensibilidade de toque e pressão, apresentou diversas falhas durante os testes. Sendo necessário fazer alguns ajustes e novos teste futuro, tanto na parte física do sensor e na programação de comando conforme a Figura 15.

Figura 15-Função para controle do sensor Piezo

```
void SensorPiezo(){
  if(analogRead(pinoSinal) > 10){
    digitalWrite(modulo_a, HIGH);
  }else{ //SENÃO
    digitalWrite(modulo_a, LOW);
  }
}
```

Fonte: Elaborado pelo Autor (2019).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma sociedade aberta a todos, que estimula a participação de cada um e aprecia as diferentes experiências humanas, e reconhece o potencial de todo cidadão, é denominada como sociedade inclusiva. A sociedade inclusiva tem como objetivo principal oferecer oportunidades iguais para que cada pessoa seja autônoma e autodeterminada.

Portanto, o princípio da acessibilidade não limita somente a acessibilidade arquitetônica, é essencial, para a inclusão da pessoa com deficiência, que ela seja objeto do planejamento escolar, do planejamento político, do planejamento empresarial. O princípio da acessibilidade, além de tudo, é um direito da pessoa com deficiência, direito de viver dignamente, de forma mais independente possível.

O protótipo teve boa aceitação nos testes feitos por alunos no Instituto Roberto Mirando, escola para deficiente visuais, com uma proposta de um bebedouro adaptado de uma forma simples e funcional. Baseado nestes resultados, conclui-se que é possível desenvolver um módulo composto de microcontrolador, sensores e módulo de voz, sendo possível adaptar alguns modelos de bebedouro presente nas casas e escolas. Reaproveitando os materiais do mesmo, tais como: fios, válvulas e mangueiras. Com isto, pode-se reduzir o custo de produção.

Outra melhoria no projeto seria a redução do circuito eletrônico para que o mesmo possa ser adaptado em qualquer bebedouro, facilitando sua adaptação nos equipamentos já existente, principalmente nas áreas públicas, onde os deficientes sentem muita dificuldade de localizar e utilizar o bebedouro. Fazendo com que a tecnologia pode ser uma aliada na resolução de problemas diários dessas pessoas.

REFERÊNCIAS

ABNT. NBR 9050: **Norma Brasileira de Acessibilidade de Pessoas Portadoras de Deficiência às Edificações, Espaço Mobiliário e Equipamentos Urbanos**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas, 2004.

Art. 24 do Decreto 5296/04. Disponível em:
 <<https://www.jusbrasil.com.br/topicos/10939469/artigo-24-do-de-dezembro-de->

2004> Acesso em: 27 fev. 2018

ERTURK A.; INMAN D. J. **Piezoelectric energy harvesting**. John Wiley & Sons, 2011.

GAMBARATO, V.T. S.; BATISTA, A. P.; GIANDONI, L. S. Uso de tecnologias assistivas na educação superior tecnológica. **Monografia – FATEC**, 2012.

GHELLERE, G. LDR Light Dependent Resistor: Resistor Variável de acordo com incidência de luz. **Monografia – UNIOESTE**, 2009.

IBGE. Censo Demográfico. 2010. _____ Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo_Demografico.pdf>. Acesso em: 27 nov. 2018

MEC. Grafia Braille para a Língua Portuguesa. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/grafiaport.pdf>>. Acesso em: 2 nov. 2018.

NAPNE, IFRS/BG. Núcleo de Atendimento às Pessoas com Necessidades Especiais. Disponível em: <<http://www.bento.ifrs.edu.br/acessibilidade>>. Acesso em: 27 nov. 2014.

SOUZA, D. J. **Desbravando o PIC**: Ampliado e Atualizado para PIC 16F628A. 8ª ed. São Paulo: Érica, 2005.

TONI ELETRÔNICA. Disponível em: <<https://www.te1.com.br>>. Acesso em: 25 de março de 2019.

USINAINFO. Usina da Informática. Disponível em: <<https://www.usinainfo.com.br>>. Acesso em: 25 de março de 2019.

APÊNDICE – Fotos do Sistema em utilização experimental



e-TEC

Revista de
Tecnologia e
Ciência -
V3-2020