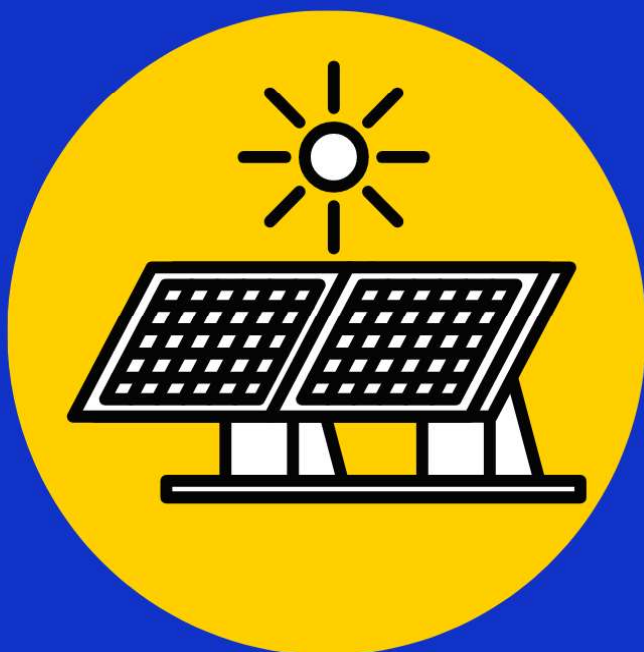


e-TEC

Revista de
Tecnologia e
Ciência



Editora Faculdade de Tecnologia SENAI Londrina

Edição V2 - ano 2020 – Londrina Paraná

Corpo Editorial

Editor Chefe – Edição V2-2020
Prof. Dr. Rodolfo A. Hildebrandt

Comitê Executivo

Prof.^a Adriana G. Carvalho
Prof. Antônio Carlos Rodrigues
Prof. Aparecido Serapião dos Santos
Prof. Fábio Rodrigo Milanez
Prof. Renato Kazuo Miyamoto
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

Nenhuma parte desta publicação poderá ser reproduzida sem a autorização prévia e escrita da Editora Faculdade da Indústria SENAI Londrina. 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.

e-TEC

Revista de
Tecnologia e
Ciência

PROCURANDO UMA
FACULDADE PARA
TER UM CURRÍCULO
4.0?

ENTÃO
ENCONTROU!!

FACULDADE DE
TECNOLOGIA SENAI
LONDRINA.

INOVAÇÃO NO
ENSINO DE

ENGENHARIAS E
TECNOLOGIAS!

Neste momento de excepcionalidade que vivemos, todo cuidado é de vital importância, para mantermos a nossa saúde; e, de nossos entes queridos. Portanto recomendamos: cuidem-se; estamos torcendo para que não demore muito a nossa volta ao presencial. Por enquanto, convidamos a todos a tirar o máximo proveito das plataformas disponibilizadas pela Faculdade da Indústria SENAI Londrina!



**Faculdade de Tecnologia SENAI
Londrina**

**Referência no ensino, na tecnologia e na
Inovação!**

**Evite tocar
outras pessoas,
incluindo apertos
de mãos.**

**Evite
Aglomerações**

**Mantenha
distância segura !**

FONTE: ADAPTADO DE OMS

Período de rematrícula aberto!



**QUER TORNAR O SEU SONHO REALIDADE?
ENTÃO MIRA AÍ! E, VEM NESTA JORNADA COM A
GENTE!!**

**FACULDADE DE TECNOLOGIA SENAI LONDRINA
REALIZANDO SONHOS JUNTO COM VOCÊ!!**



Destaques

Atenção para as seguintes palestras, já programadas; divulgaremos também via redes sociais, agende-se e fique ligado!

Dia 18/08 - às 19:55 hs
Sistema Confea/Crea

Palestrante: Eng. Edgar M. Tsuzuki



Eng. Eletric. Edgar Matsuo Tsuzuki
Gerente Regional / CREA - Londrina

Conheça mais sobre o Sistema
Confea / CREA

Dia 18/08 - às 20:55 hs
O Futuro da Instrumentação

Palestrantes: Eng. Renato Rodrigues e Eng. Mário A. Romagnolli



Eng. Renato Rodrigues
Empresa: Pepperl+Fuchs Ltda.
Automação Industrial





Eng. Mario A. Romagnolli Jr.
Empresa: PID Brasil
Automação Industrial

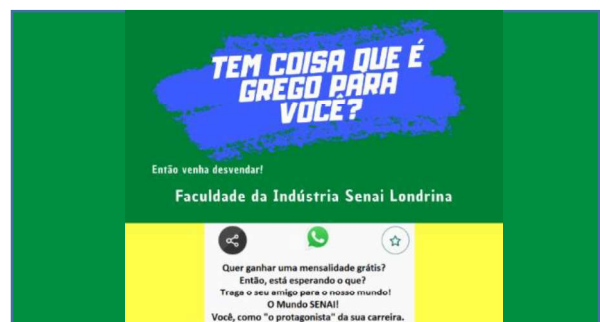


Conheça mais sobre as Redes Industriais e os requisitos que devem ser observados na indústria!

Faculdade de Tecnologia SENAI Londrina

Alunos do curso de Engenharia Elétrica, fazem depoimento sobre, como contornar a pandemia através das atividades remotas na Faculdade da Indústria SENAI Londrina. Muito elucidativo o vídeo disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=4tb_syxOQ1Q

Obrigado Diego André Gil, Djalma Leite Oliveira, e Luis Gustavo Ferrareto!



Aproveite o tempo, vamos realizar!

Prefácio

Momentos, difíceis este que se apresenta! Estamos sendo diariamente submetidos a vários e desconhecidos desafios, de toda a espécie; Assim, a questão do tempo importa muito! O tempo que corre, o tempo que parece parado; o tempo, que bem aproveitado pode transformar seu bem-estar ; e, o de toda a nossa sociedade.

Mas vamos pensar um pouco, no seguinte questionamento; o que você pode fazer? Ficar ai parado no tempo? Ou se proteger e seguir em frente?

Já pensou em como pode aproveitar melhor este momento; e contribuir com seus colegas? Sugerir como tirar o melhor proveito do tempo?

Aqui vai, para nos auxiliar a refletir, alguns pensamentos de ilustres pensadores, sobre o tempo:

"O tempo rende muito quando é bem aproveitado". Autor: Johann Goethe.

"O tempo dura bastante para aqueles que sabem aproveitá-lo". Autor: Leonardo da Vinci.

"Aproveita todas as oportunidades da tua vida, pois, quando elas passam, demoram muito tempo para voltar". Autor: Paulo Coelho.

"O tempo apenas falta a quem não sabe aproveitá-lo". Autor: G. Jovellanos.

E que tal, aproveitar e separar alguns minutos , de seu tempo, todos os dias para se planejar, dedicar-se a si mesmo ou a sua família? Ou ainda ler um bom livro, praticar esportes, resolver exercícios, trocar ideias com os amigos sobre alguma atividade do seu professor? Mesmo na pandemia, podemos ter várias alternativas e ser criativo!

Vamos tentar juntos?

Abraços, prof. Dr. Vicente Gongora

Sumário

| | |
|---|----|
| Capítulo I – Open - tec - Professores da Faculdade da Indústria SENAI Londrina..... | 8 |
| Capítulo II – Gestão Estratégica da Manutenção: Baseada na Criticidade do Equipamento..... | 16 |
| Capítulo III - Manutenção Produtiva Total uma Alternativa para Acelerar a Competitividade Industrial | 29 |
| Capítulo IV – Análise da Irradiação para Instalação de um Sistema Fotovoltaico “On-Grid” em Londrina: Definindo a Orientação e Inclinação. | 39 |
| Capítulo V – Implementação prática de Motores de Passo em Dispositivos de Termo Transferência..... | 55 |

RESUMO

Este open-tec, tem a finalidade de ampliar a visibilidade das especialidades de cada um dos professores dos cursos de Engenharia elétrica, Engenharia Mecânica, Tecnologia em Automação Industrial e Manutenção Industrial, da Faculdade da Indústria SENAI Londrina. Desta forma este trabalho descreve, em forma de cartaz ilustrativo o docente, considerando-se os motivos, pelos quais, o mesmo, contribui para a formação profissional da comunidade acadêmica, relacionando a principal área de atuação docente e atuação profissional.

Palavras-chave: Perfil profissional. Área de atuação. Competências.

1- Introdução

O presente trabalho pretende relatar, as principais contribuições docentes, para a comunidade em geral. A descrição, embora suscinta, apresenta de uma forma bem objetiva as áreas de atuação, o principal interesse, as habilidades e as competências do professor; além de, descrever os principais motivos pelo qual pode, por meio de atividades teóricas e ou práticas experimentais, fazer o aluno desenvolver habilidades, atitudes e as competências descritas no perfil profissional de cada um dos cursos que colabora.

Salienta-se ainda o envolvimento de todo corpo docente, da Faculdade da Indústria SENAI Londrina, com relação a retenção do aluno, identificando em sala de aula, questões como nivelamento, monitoria para nivelar o estudante que volta após longo tempo sem a rotina de estudos e ou outro motivo; outro sim, que ocorre em nosso dia a dia é o cuidado especial que os professores do Núcleo docente estruturante NDE, possuem para inteirar-se das avaliações da Comissão própria de avaliação CPA, a fim de, estudar possíveis alterações nas ementas bem como; rever projetos pedagógicos.

Vale salientar que, o projeto pedagógico das turmas de Engenharia Elétrica dos anos de 2019 e 2020, já foi submetido ao Crea-PR; para que fosse analisado, de forma prévia, quais as atribuições profissionais nossos egressos irão possuir.

¹ Docente da Faculdade de Tecnologia Senai Londrina. E-mail: vicente.gongora@sistemafiep.org.br

Da mesma forma, que em paralelo continuam os estudos de novo projeto pedagógico, adequando às novas Diretrizes curriculares nacionais (DCN's) para as engenharias.

Enfim, espera-se que nossa comunidade acadêmica, possa conhecer melhor seu professor e desta forma, abrir um amplo canal de comunicação, facilitando, a orientação e motivando o desenvolvimento das suas habilidades e competências constantes no perfil profissional do egresso de seu curso além do seu próprio protagonismo.

Entenda as áreas de atuação do seu professor; se ficou curioso ou desejar aprofundar a questão; incentivamos procurá-los para uma troca de ideias; boa leitura!



QUALIDADE NA INDÚSTRIA!

PROF(A). ADRIANA GISELE CARVALHO


Área de atuação e principal interesse em: **estratégia e competitividade, custos e qualidade na manutenção industrial da moderna indústria.**

Motivo(s) pelo qual contribui para o perfil profissional dos egressos da Faculdade da indústria SENAI Londrina:

Atua há mais de 15 anos na Industrial Metal Mecânica nas áreas de Projetos, Comercial, Custos e Engenharia.

Na Faculdade da Indústria SENAI Londrina contribui na formação de competências e habilidades em projetos inovadores, organização, controle e custos da manutenção industrial além de análises na física e química.

INDÚSTRIA 4.0!



PROF. ANTÔNIO CARLOS RODRIGUES

Área de atuação e principal interesse: Engenharia de Manutenção Industrial na moderna indústria.

Motivo(s) pelo qual contribui para o perfil profissional dos egressos da Faculdade da indústria SENAI Londrina:

Atua na indústria a 25 anos na Indústria no controle e melhoria dos indicadores de manutenção Industrial.

Na Faculdade da Indústria SENAI Londrina contribui na formação de competências e habilidades na Gestão da Manutenção Industrial, pneumática e hidráulica, processos de produção e projetos inovadores.

AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL!



PROF. APARECIDO S. DOS SANTOS

Área de atuação e principal interesse: Engenharia de Automação Industrial, com ênfase em Manutenção Industrial.

Motivo(s) pelo qual contribui para o perfil profissional dos egressos da Faculdade da indústria SENAI Londrina:

Atua na indústria a 25 anos na Indústria no gerenciamento da manutenção e da produção Industrial.

Na Faculdade da Indústria SENAI Londrina contribui na formação de competências e habilidades em projetos inovadores de automação, pneumática e hidráulica, processos automáticos de produção.

ENGENHARIA DE SOFTWARE



PROF. ANDERSON A. DOS SANTOS

Área de atuação e principal interesse em: Engenharia de software e Banco de dados

Motivo(s) pelo qual contribui para o perfil profissional dos egressos da Faculdade da Indústria SENAI Londrina:

Atua na área de Ciência da Computação e sistemas de Inteligência artificial.

Na Faculdade da Indústria SENAI Londrina contribui na formação de competências e habilidades em projetos inovadores, matemática computacional e programação.

INTEGRAIS E DIFERENCIAIS!



PROF(A). DRA. CAMILA FOGAÇA OLIVEIRA

Área de atuação e principal interesse: Ciências Exatas e da Terra / Área: Matemática / Subárea: Educação Matemática.

Motivo pelo qual contribui para o perfil profissional dos egressos da Faculdade da Indústria Senai Londrina:

Atuo desenvolvendo pesquisas e trabalhos relacionados à área de Educação Matemática, visando o aperfeiçoamento profissional e acadêmico.

Como professora na Faculdade de Tecnologia Senai Londrina nos cursos de tecnologia e de engenharia; acredito que o desenvolvimento de atividades de modelagem matemática, permite o desenvolvimento de competências e habilidades necessárias para o futuro tecnólogo e engenheiro.

GESTÃO!



PROF. EDGARD MENEZES


Área de atuação e principal interesse em: **Administração, estratégia, diagnóstico e crescimento empresarial.**

Motivo(s) pelo qual contribui para o perfil profissional dos egressos da Faculdade da indústria SENAI Londrina:

Atua há mais de **30** anos na indústria e na academia principalmente nos seguintes temas: **estratégia, diagnóstico, crescimento empresarial, empreendedorismo, inovação e desenvolvimento gerencia**

Na Faculdade da Indústria SENAI Londrina contribui na formação de competências e habilidades em projetos inovadores, **gestão integrada, organização e controle da manutenção industrial, gerenciamento de pessoas, entre outros.**

MODELAGEM 3D



PROF. FÁBIO TAKESHI MATSUNAGA

Área de atuação e principal interesse em: **Modelagem e Simulação de Sistemas, com ênfase na área de Modelagem Matemática e Extração e Recuperação de Informações.**

Motivo(s) pelo qual contribui para o perfil profissional dos egressos da Faculdade da indústria SENAI Londrina:

Atua desenvolvendo pesquisas científicas na área de **Modelagem e Simulação de plantas virtuais em 3D**.

Na Faculdade da Indústria SENAI Londrina contribui na formação de competências e habilidades em projetos inovadores, em **programação web, técnicas de programação e algoritmos.**

ALTA TENSÃO!



PROF. FÁBIO MILANEZ

Área de atuação e principal interesse: Projetos elétricos, análise de entrada de serviço, projetos elétricos em edifícios e proteção elétrica.

Motivo(s) pelo qual contribui para o perfil profissional dos egressos da Faculdade da indústria SENAI Londrina:

Atua há 16 anos na indústria elétrica como analista de Projetos de (Entradas de Serviços) em MT (média tensão); Edifício de uso coletivo, estudo de proteções elétricas, entre outros.

Na Faculdade da Indústria SENAI Londrina contribui na formação de competências e habilidades em Análise estatística e numérica, Circuitos elétricos, Sistema elétricos de proteção

PROJETOS!



PROF. MSC. MARCO AURÉLIO ARBEX

Área de atuação e principal interesse: Gestão de projetos, empreendedorismo, inovação e metodologia de pesquisa.

Sou professor e atuo na economia e gestão há 16 anos.

Na Faculdade da Indústria Senai Londrina atuo com foco em gerenciamento de projetos e desenvolvimento de plano de negócios, além de contribuir na estruturação de projetos acadêmicos científicos.

Busco contribuir para que os alunos coloquem em prática seu projetos inovadores, para que se tornem bons gestores na sua vida profissional .

PROCESSOS!



**PROF. RODOLFO
HILDEBRANDT**

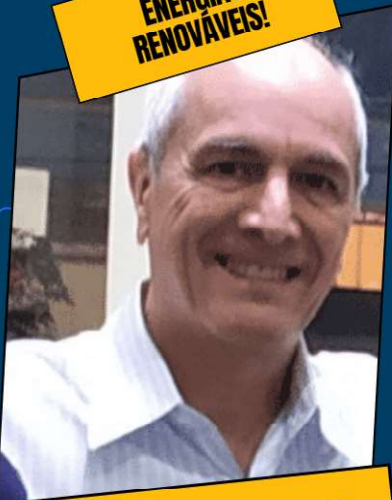
Área de atuação e principal interesse em: **Processos de Fabricação, Usinagem, Estamparia, Soldagem, Metrologia e Gestão da Manutenção**

Motivo(s) pelo qual contribui para o perfil profissional dos egressos da Faculdade da indústria SENAI Londrina:

Atua na área de Metal Mecânica há mais de 20 anos nas áreas de: **Engenharia de Manufatura e Produção**

Na Faculdade da Indústria SENAI Londrina contribui na formação de competências e habilidades em projetos inovadores, **Processos de Fabricação, Manufatura integrada, Soldagem, Elementos de Máquinas, Tecnologia dos Materiais, Metrologia, Desenho Técnico Mecânico, CAD / CAE**

ENERGIAS RENOVÁVEIS!



PROF. DR. VICENTE GONGORA

Área de atuação e principal interesse: **Projetos de Eletrônica de potência em, redes inteligentes, sistemas de energia renovável, qualidade de energia e eficiência energética.**

Motivo(s) pelo qual contribui para o perfil profissional dos egressos da Faculdade da indústria SENAI Londrina:

Atuou 20 anos na indústria como Engenheiro e diretor técnico, desenvolvendo **conversores e sistemas eletrônicos de potência.**

Na Faculdade da Indústria SENAI Londrina contribui na formação de competências e habilidades para, **Gerenciamento e qualidade de energia, Eletrônica, Sinais e Sistemas de controle, Estabilidade de Sistemas e Controladores Dinâmicos Inteligentes**

AUTOMAÇÃO!



**PROF. ESP. WESLEY
CANDIDO DA SILVA**

Área de atuação e principal interesse: Eletroeletrônica e automação industrial.

Motivo(s) pelo qual contribui para o perfil profissional dos egressos da Faculdade da indústria SENAI Londrina:

Sou Engenheiro com experiência na área de Telecomunicações ênfase em Automação Industrial, atuei durante 10 anos na indústria, como diretor técnico no gerenciamento e desenvolvimentos de projetos de Automação e Controle Inteligente.

Na Faculdade da Indústria SENAI Londrina, como docente nas disciplinas de Automação, Supervisão e Controle, o objetivo é habilitar os alunos em projetos de sistemas de controle automatizados utilizando-se da inteligência artificial.

Conclusão

O presente trabalho reuniu informações para que você adquira uma noção, dos conhecimentos específicos do seu professor, e através dele, possa abrir um canal de comunicação eficiente; e desta forma, consiga relacionar este conteúdo com o seu próprio interesse.

Nosso objetivo é o seu aprendizado, salientamos que estamos abertos para escutá-lo e entender suas demandas. Se ficou curioso, possui uma demanda, uma situação problema ou apenas, quer saber mais sobre este time de professores.

Se liga, e venha conversar conosco, na Faculdade da Indústria SENAI Londrina!

Capítulo II – Gestão Estratégica da Manutenção: Baseada na Criticidade do Equipamento

Anderson Lima Parente ²

Rodolfo Hildebrandt³

Antonio Carlos Rodrigues ⁴

Aparecido Serapiao Dos Santos ⁵

Adriana Giseli Leite Carvalho ⁶

RESUMO

Este trabalho apresenta o estudo e a implementação da gestão estratégica de manutenção baseado na criticidade do equipamento. O projeto propõe a elaboração de um levantamento de todos os equipamentos de uma indústria química, e estabelecer diretrizes para a formulação de estratégias de manutenção para cada modelo de equipamento instalado na empresa. Após a implantação deste projeto, espera-se sistematizar a manutenção das máquinas conforme sua importância dentro do processo produtivo e riscos que sua falha traria ao negócio. A gestão estratégica da manutenção pode habilitar os profissionais a enxergar formas de otimizar o uso dos equipamentos, antevendo riscos e apresentando soluções.

Palavras-chave: Análise de criticidade. Gestão estratégica. Criticidade de equipamentos.

² Discente da Faculdade de Tecnologia Senai Londrina. E-mail: andersonlparente@hotmail.com

³ Docente da Faculdade de Tecnologia Senai Londrina. E-mail: rodolfo.hildebrandt@sistemafiep.org.br

⁴ Docente da Faculdade de Tecnologia Senai Londrina. E-mail: antonio.rodrigues1@sistemafiep.org.br

⁵ Docente da Faculdade de Tecnologia Senai Londrina. E-mail: aparecido.Serapiao@sistemafiep.org.br

⁶ Docente da Faculdade de Tecnologia Senai Londrina. E-mail: adriana.carvalho@sistemafiep.org.br

Strategic Maintenance Management: Based on equipment criticality

ABSTRACT

This project presents the study and implementation of strategic maintenance management. The project proposes the preparation of a survey of all equipment of an industry, establish guidelines for the formulation of maintenance strategies for each model of equipment installed in the company. After the implementation of this project, it is expected to systematize the maintenance of the machines according to their importance within the productive process and risks that their failure would bring to the business. Strategic management of maintenance can enable professionals to see ways to optimize the use of equipment, anticipating risks and presenting solutions.

Keywords: Criticality analysis. Strategic management. Equipment critical.

1. INTRODUÇÃO

A influência direta do setor de manutenção na produtividade dos colaboradores faz com que a área desempenhe um papel estratégico dentro da organização, contribuindo, inclusive, para a melhoria dos resultados operacionais e consequente aumento da lucratividade. A estratégia de manutenção, significa que estamos escolhendo e alinhando determinados tipos de manutenção e suas derivações aos objetivos da empresa.

Por meio de uma boa gestão estratégica de manutenção, o time de gestão pode acompanhar a produtividade dos equipamentos, definir tipos de manutenção e identificar falhas.

A manutenção estratégica favorece os aspectos considerados mais decisivos, como:

- Aumento da disponibilidade e confiabilidade de equipamentos;
- Aumento do faturamento;
- Redução de custos;
- Aumento da segurança.

Um planejamento estratégico competente garantirá que as atividades de manutenção antevejam e controlem as falhas, elevando os indicadores de desempenho.

O objetivo da análise de criticidade consiste em identificar o impacto da indisponibilidade de equipamentos e sistemas industriais (ou demais eventos externos que afetam o processo) durante determinado período de tempo, observando as interações entre processos, modelos de confiabilidade, variações dos parâmetros e características operacionais de cada processo. Dessa forma, gerir a criticidade de todos os equipamentos de uma planta industrial é fundamental para sua política de manutenção, definindo onde e como será a atuação da manutenção em cada equipamento, distribuindo e gerenciando os recursos de maneira eficaz e contribuindo no aumento da saúde física e econômica da empresa (TOMAIDIS & PISTIKOPOULOS, 2004).

2. Manutenção Estratégica

Segundo MACEDO (2011) o papel estratégico da manutenção tem sido reconhecido pelas organizações. A confiabilidade dos objetos de manutenção deve garantir índices de disponibilidade para aproveitar ao máximo as variáveis que envolvem o setor produtivo. Assim, a manutenção tem um papel estratégico, tanto técnico como econômico.

Conforme ALAN KARDEC E JULIO (2004) para exercer papel estratégico, a manutenção precisa estar voltada para os resultados empresariais da organização

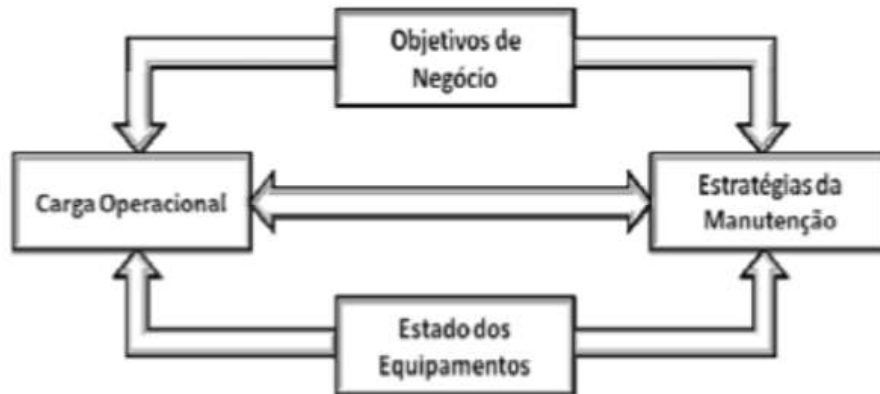
De acordo com os mesmos autores (ALAN KARDEC E JULIO (2004)) Confiabilidade, disponibilidade e manutenibilidade são palavras que fazem parte do cotidiano da manutenção. Se analisarmos a conceituação de manutenção, verificaremos que a missão da manutenção é “garantir a disponibilidade da função dos equipamentos em instalações de modo a atender a um processo de produção ou de serviço com confiabilidade, segurança, preservação do meio ambiente e custo adequado”.

De acordo com MACEDO (2011), com a finalidade de potencializar a produção e reduzir custos, os gestores investem em máquinas e automação de equipamentos e processos, o que nem sempre retrata em vantagem competitiva, no que diz respeito a confiabilidade e disponibilidade esperada. Isso ocorre porque uma solução aplicada de forma correta poderá apresentar resultados positivos, porém de maneira pontual (eficiência), mas não necessariamente irá trazer um resultado global para a empresa (eficácia).

Macedo ainda comenta que os equipamentos indisponíveis ou com manutenção inapropriada, lesionam a qualidade do produto, podendo gerar a perda de clientes para terceiros. E que, a manutenção, se aplicada corretamente, é um fator de qualidade e produtividade, aumentando a competitividade da empresa.

Desta forma, pode-se justificar a necessidade de implementação de uma gestão da manutenção estratégica, aliando a disponibilidade dos equipamentos aos objetivos do negócio. De acordo com Murthy (2002 apud MACEDO, 2011), seus elementos principais relacionam-se com os objetivos do negócio, as estratégias de manutenção, carga de produção e o estado dos equipamentos, conforme representado pela Figura 1.

Figura 01 – Elementos chave da gestão estratégica da manutenção



Fonte: Murthy (2002 apud MACEDO, 2011).

Nesse contexto, pode-se concluir que o método de definição da criticidade dos equipamentos, se demonstra como uma excelente ferramenta de gestão da manutenção, uma vez que intervém diretamente no planejamento das ações da manutenção para manter os equipamentos em condição adequada que possibilite atender a carga operacional estabelecidas pelos objetivos do negócio.

Desta forma, a classificação dos equipamentos por sua criticidade é um fator decisivo na elaboração de um plano de manutenção alinhado ao negócio.

3. Criticidade dos equipamentos

Conforme MACEDO (2011), os processos produtivos nas empresas são ordenados em hierarquia de prioridades em relação às demandas dos clientes, uma vez que o que é primordial ao mercado são instáveis e mudam constantemente. Logo, a prioridade dos processos produtivos pode ser mudada e a manutenção precisa estar em alerta a estas mudanças para proporcionar a máxima confiabilidade e disponibilidade das instalações e equipamentos.

Segundo SIGMA (2018), os equipamentos de uma fábrica não têm a mesma criticidade. Alguns podem variar sem seguramente afetar a produção, meio ambiente ou segurança, como por exemplo os equipamentos redundantes ou alguns

equipamentos que são utilizados esporadicamente. Em contrapartida, existem equipamentos que, necessariamente devem estar em bom estado de funcionamento (Equipamentos Críticos). A sua disponibilidade poderá provocar, por exemplo, a perda de vendas, atrasos nas entregas aos clientes, acidentes pessoais e danos ambientais. As forças da manutenção devem pesar prioritariamente nestes equipamentos.

Neste contexto, estão aplicados conceitos para priorização de equipamentos em função da sua criticidade e seu impacto ao negócio, a fim de viabilizar e elaboração de um plano de manutenção eficaz.

Conforme MACEDO (2011), os aspectos importantes na classificação de equipamentos críticos, estão atrelados à segurança do meio ambiente, confiabilidade dos equipamentos, qualidade, custos de operação e intervenção, vida útil, custo do equipamento, dentre outros. Todos estes elementos devem estar alinhados aos objetivos estratégicos da empresa.

O elo entre a falha do equipamento e a performance empresarial é um fator importante para decidirmos onde e quando os recursos serão aplicados para reter ou aprimorar a confiabilidade do equipamento. Deste modo, a metodologia de determinação de criticidade de equipamentos, é uma ferramenta importante na implantação da gestão de manutenção. Os critérios para definição da criticidade podem ser alterados em função das características e objetivos do respectivo negócio, mas em síntese, estes critérios tratam do impacto dos equipamentos nos itens da Saúde e Segurança, Meio-Ambiente, Produção, Qualidade e Custo de Reparo.

Com a classificação de criticidade como base, são determinadas as interpelações e ações para cada uma das dimensões associadas à estratégia de manutenção. Deste modo, para cada classe de criticidade é estipulado o tipo de manutenção; manutenção preditiva, preventiva e inspeções ou corretiva (planejadas ou não), além de definir o melhor método de abordagem, que pode ser fundamentado em monitoramento, tempo determinado, condições pré-definidas, inspeções ou quebra, o que pode ser confirmado por HERPICH e FOGLIATTO (2013).

Assim sendo, as vantagens da criticidade de equipamentos, dizem respeito à realização de um plano de manutenção eficaz, tomando como fundação o impacto destes equipamentos no resultado do negócio. Com base na priorização dos equipamentos em relação a sua criticidade, obtém-se a melhoria do programa de manutenção preventiva, delimita-se um foco adequado ao plano de contingência e dá

prioridade ao atendimento das manutenções corretivas. Refere-se a uma ferramenta para confiabilidade, o que pode ser confirmado por EQUIPACARE (2018).

Como comentado, as técnicas para definição da criticidade de ativos podem alterar em relação das características do setor produtivo da empresa, bem como meta de cada negócio.

4. CLASSIFICAÇÃO ABC DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS

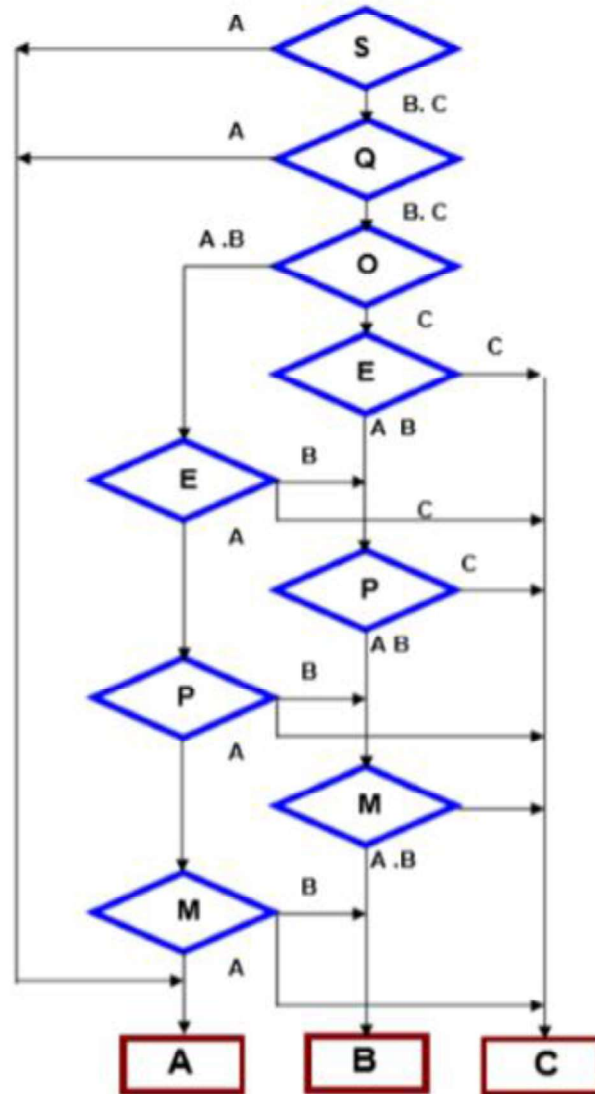
A curva ABC é uma ferramenta de classificação de informações que distingue os itens de maior relevância ou impacto no processo, estes itens são usualmente em menor quantidade. É uma classificação estatística de materiais, fundamentada no princípio de Pareto, em que se considera a importância dos materiais, baseada nas quantidades utilizadas e no seu valor.

Este método também é aplicável para determinação de prioridades, como o tema em questão, para que se possa realizar a classificação de máquinas e equipamentos conforme seu grau de importância para o setor de produção. Trata-se de uma classificação decisiva para o avanço de uma política de manutenção adequada, com a análise de criticidade das máquinas frente ao impacto de suas falhas ao processo de produção, o que pode ser confirmado por CYRINO (2019).

Segundo CYRINO (2019), a metodologia de classificação ABC foi adaptada JIPM - Japan Institute of Plant Maintenance, que indica utilizar como ferramenta para análise da criticidade de equipamentos um fluxograma do tipo decisório, conforme Figura 02.

Para aplicação desta ferramenta, é fundamental uma base de critérios de criticidade que nos possibilita definir uma classificação em classes (A, B ou C).

Figura 02 – Fluxograma para decisão de nível de criticidade



Fonte: <https://www.manutencaoemfoco.com.br/classificacao-abc/>

A Tabela 01 a seguir, apresenta um exemplo de base de critérios determinado pelo fluxograma.

Tabela 01 – Critérios para avaliação de criticidade de máquinas e equipamentos

| FATORES DE AVALIAÇÃO | FATORES DE AVALIAÇÃO | CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO | | |
|----------------------|------------------------------------|---|---|---|
| | | A | B | C |
| S | Segurança e Meio Ambiente | Caso sofra parada, provoca acidente grave e problemas de contaminação com meio ambiente | Caso sofra parada, pode provocar algum tipo de acidente porém só material, mas não com o meio ambiente | Caso sofra parada, sem probabilidades de provocar qualquer tipo de acidente, nem tampouco com o meio ambiente |
| Q | Qualidade do produto | Caso sofra parada, haverá com certeza queda de qualidade e geração de refugos podendo gerar reclamações de clientes | Caso sofra parada, haverá possíveis queda de qualidade e poucos refugos, sem possibilidade de reclamações de clientes | Caso sofra parada, não haverá queda de qualidade e poucos refugos, sem possibilidade de reclamações de clientes |
| O | Condição de Operação | Tempo de utilização da máquina ou equipamento acima de 90% ao mês | Tempo de utilização da máquina ou equipamento de 50% à 90% ao mês | Tempo de utilização da máquina ou equipamento abaixo de 50% ao mês |
| E | Condições de Entrega | Caso sofra uma parada, pode parar uma linha de produção sem nenhuma alternativa a curto prazo | Caso sofra uma parada, pode parar uma linha de produção, porém com alternativas imediatas | Caso sofra uma parada, não interfere na linha de produção, e com outras alternativas imediatas |
| P | Índice de paradas - Confiabilidade | MTBF abaixo de 15 horas | MTBF acima de 15 até 30 horas | MTBF acima de 30 horas |
| M | Manutenibilidade | MTTR acima de 2 horas | MTTR de 1 a 2 horas | MTTR abaixo de 1 hora |

Fonte: <https://www.manutencaoemfoco.com.br/classificacao-abc/>

Após o fechamento da classificação, a atividade da manutenção é direcionada para cada classe de máquinas, de acordo com os princípios da organização. Por exemplo, poderíamos elaborar um plano de ação da seguinte maneira: equipamentos de Classe A "Prioridade Alta", abrangeriam manutenção preditiva, preventiva, análise de falhas e grupos de melhorias; equipamentos de classe B "prioridade média", obteriam manutenção preditiva e preventiva; Máquinas Classe C "prioridade baixa", obteriam atuação corretiva e preditiva, com monitoramento de falhas para evitar recorrências.

5. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Com intuito de realizar a análise de criticidade, foi realizado o levantamento de todos os equipamentos que constitui a planta química, a fim de permitir a classificação de máquinas e equipamentos conforme seu grau de importância para o setor produtivo e definir a estratégia de manutenção para cada equipamento.

Para que a planilha fosse elaborada, foram estipulados os critérios de avaliação e inserido um valor numérico para cada critério de acordo com o grau de importância.

- Tag; Identificação do equipamento.
- MTBF; ("Mean Time Between Failures") ou período médio entre falhas é um valor atribuído a um determinado dispositivo ou aparelho para descrever a sua confiabilidade.
- Segurança;
- Saúde;
- Meio Ambiente;
- Regulador;
- Qualidade;
- Impacto no Processo:
 - Parada imediata;
 - Parada menos que 4 Horas;
 - Parada maior que 4 Horas;
- Custo do equipamento e nos negócios;
 - Alto: maior 200KEUR
 - Médio: 50 – 200KEUR
 - Baixo: 15 – 50KEUR

A Figura 3 a seguir, apresenta um exemplo da lista de critérios para equipamentos críticos.

Figura 3: Cabeçalho: Lista de critérios para equipamentos críticos

| Lista De Equipamentos Críticos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|--|-----------|-------|---------------|-------------|---------------------|-----------------|------------------|-------------------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|------------------|------------|---------------|-----------|--------------------------------|---|--------------|----------------|------------|
| TAG | Taxa estimada de falhas / MTBF (em anos) | EHSRQ | | | | Impacto no processo | | | Custo do Equipamento e nos Negócios | | | | MTBF | | | Pontuação | ABC Resultado da classificação | Definição da estratégia de manutenção (conforme diretrizes) | | | |
| | | Segurança | Saúde | Meio Ambiente | Regulatório | Qualidade | Parada Imediata | Parada < 4 horas | Parada > 4 horas | Alto, ou > 200 KEUR | Médio ou 50-200 KEUR | Baixo ou 15-50 KEUR | NA, ou < 15 KEUR | <=0,5 anos | >0,5 - 1 anos | | | | > 1 - 2 anos | > 2 - 4,5 anos | > 4,5 anos |
| | | 40 | 40 | 40 | 40 | 20 | 4 | 3 | 1 | 12 | 5 | 3 | 1 | 30 | 20 | 10 | 5 | 1 | | | |

Com a planilha elaborada, deve-se realizar uma reunião com equipe multidisciplinar (processo, produção, segurança do trabalho e manutenção), e em conjunto com a equipe deve-se analisar a importância de cada equipamento para o processo. Cada área deve discorrer sobre importância do equipamento e pontua-lo de acordo sua opinião e conhecimento. Após a discussão sobre o grau de criticidade, cada equipamento possuirá uma “nota” que irá variar de acordo com sua criticidade.

Por exemplo:

- Os equipamentos serão classificados como “A” se a nota for maior ou igual a “40”;
- Os equipamentos serão classificados como “B” se a nota for menor que ‘40” e maior que “10”;
- Os equipamentos serão classificados como “C” se a nota for inferior a “10”;

Com base na criticidade de cada equipamento será pré-definido qual estratégia de manutenção será aplicada.

- Os equipamentos classificados como “A”: manutenção preditiva/condição de monitoramento (mandatório) e/ou manutenção pré-determinada (mandatório).
- Os equipamentos classificados como “B”: condição de monitoramento e/ou inspeção e manutenção pré-determinada (Menor).
- Os equipamentos serão classificados como “C”: manutenção corretiva.

A Figura 4 a seguir, apresenta um exemplo do cabeçalho da lista de critérios para equipamentos críticos.

Figura 4: Cabeçalho: Lista de critérios para equipamentos críticos

| Lista De Equipamentos Críticos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|--|-------|----|----|----|---------------------|---|---|-------------------------------------|----|---|------|---|----|----|----|-----------|--------------------------------|---|---|--|
| TAG | Taxa estimada de falhas / MTBF (em anos) | EHSRQ | | | | Impacto no processo | | | Custo do Equipamento e nos Negócios | | | MTBF | | | | | Pontuação | ABC Resultado da classificação | Definição da estratégia de manutenção (conforme diretrizes) | | |
| | | 40 | 40 | 40 | 40 | 20 | 4 | 3 | 1 | 12 | 5 | 3 | 1 | 30 | 20 | 10 | | | | 5 | 1 |
| ORT-202-INST-A0207 | 4,6 | x | | | | | | x | | | | x | | | | | | x | 41 | A | Manutenção preditiva / condição de monitoramento (mandatório) e/ou manutenção pré-determinada (mandatório) |
| ORT-202-INST-A0208 | 4,6 | x | | | | | | x | | | | x | | | | | | x | 4 | C | Manutenção corretiva |
| ORT-202-INST-A0209 | 4,6 | x | | | | | | x | | | | x | | | | | | x | 41 | A | Manutenção preditiva / condição de monitoramento (mandatório) e/ou manutenção pré-determinada (mandatório) |
| ORT-202-INST-A0210 | 4,6 | x | | | | | | x | | | | x | | | | | | x | 41 | A | Manutenção preditiva / condição de monitoramento (mandatório) e/ou manutenção pré-determinada (mandatório) |
| ORT-202-INST-A0211 | 4,6 | x | | | | x | | | | | | x | | | | | | x | 44 | A | Manutenção preditiva / condição de monitoramento (mandatório) e/ou manutenção pré-determinada (mandatório) |
| ORT-202-INST-A0212 | 4,6 | x | | | | x | | | | | | x | | | | | | x | 41 | A | Manutenção preditiva / condição de monitoramento (mandatório) e/ou manutenção pré-determinada (mandatório) |
| ORT-202-INST-A0214 | 4,6 | x | | | | | | x | | | | x | | | | | | x | 44 | A | Manutenção preditiva / condição de monitoramento (mandatório) e/ou manutenção pré-determinada (mandatório) |
| ORT-202-INST-A0215 | 4,6 | x | | | | x | | | | | | x | | | | | | x | 4 | C | Manutenção corretiva |
| ORT-202-INST-A0216 | 4,6 | x | | | | x | | | | | | x | | | | | | x | 56 | A | Manutenção preditiva / condição de monitoramento (mandatório) e/ou manutenção pré-determinada (mandatório) |
| ORT-202-INST-A0221 | 1,0 | x | | | x | | x | | | | | x | x | | | | | x | 280 | A | Manutenção preditiva / condição de monitoramento (mandatório) e/ou manutenção pré-determinada (mandatório) |
| ORT-202-INST-A0222 | 1,0 | x | | | x | | x | | | | | x | x | | | | | x | 280 | A | Manutenção preditiva / condição de monitoramento (mandatório) e/ou manutenção pré-determinada (mandatório) |
| ORT-202-INST-A0223 | 4,6 | x | | | | | | x | | | | x | | | | | | x | 12 | B | Condição de monitoramento e/ou inspeção e manutenção pré-determinada (menor) |
| ORT-202-INST-A0224 | 4,6 | x | | | | | | x | | | | x | | | | | | x | 12 | B | Condição de monitoramento e/ou inspeção e manutenção pré-determinada (menor) |

6. CONCLUSÃO

A gestão estratégica da manutenção, se tornou uma parceira crucial para a melhoria e eficiência dos processos produtivos. Assim, a compreensão dos princípios e suas especificidades é um benefício importante para a tomada de decisão, dado o momento em que são empregadas técnicas para amparar no aumento da eficiência e da produtividade industrial através da gestão da manutenção.

Na circunstância abordada, foi possível verificar que a criticidade de equipamentos, tem por finalidade proporcionar um plano de manutenção eficiente em performance e em custos, baseado na análise e classificação do grau de risco e criticidade dos instrumentos, aspirando a redução dos riscos e impactos das falhas sobre o processo produtivo.

Trata-se de um recurso para definir quais equipamentos tem o maior impacto potencial sobre o atingimento das metas de negócios. A relação entre a falha do equipamento e desempenho dos negócios é um fator preponderante para definir onde e como os recursos poderão ser aplicados para manter ou melhorar a confiabilidade do equipamento.

A criticidade do equipamento é um parâmetro de risco para todo o negócio, não apenas para o sistema de produção. O grau de risco requer saber o custo das consequências para o negócio e a probabilidade do acontecimento. Os gastos subsequentes da falha são os seus custos, de modo que deve ser considerado a

probabilidade de situações atípicas. Desta forma, foi possível constatar, que a criticidade de equipamentos é fundamental na elaboração de planos de manutenção, que devem levar em conta as peculiaridades da empresa e objetivos do negócio, possibilitando o direcionamento dos esforços e recursos, nas diferentes abordagens e tipos de manutenção.

REFERÊNCIAS

MACEDO, Marco Antonio Subtil. **Contribuição metodológica para a determinação da Criticidade de equipamentos na gestão da manutenção**. Dissertação para obtenção de título em Mestrado em Engenharia de Produção. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa. 2011.

THOMAIDIS, THOMAS V.; PISTIKOPOULOS, STRATOS. *Criticality Analysis of Process Systems. Reliability and Maintainability, 2004 Annual Symposium - RAMS*, vol., no., pp.451,458, 26-29 Jan. 2004.

KARDEC E NASCIF, Alan e Júlio. **Manutenção Função**. 4º Ed. São Cristovão: Qualytmark Editora LTDA, 2013. 440 p

SIGMA. Fluxos Básicos para Controle de Manutenção. CENTRAL SIGMA. <http://www.centralsigma.com.br/arquivos/ebooks/Fluxos_Basicos_para_Controlde_Manutencao.pdf>. Acesso em: Dezembro de 2019.

EQUIPACARE. Como priorizar a manutenção de equipamentos médicos pelo método criticidade.

Disponível em <<http://equipacare.com.br/web/index.php/manutencao-de-equipamentos-criticidade/>>. Acesso em: Novembro de 2019.

UTENCAO. Manutenção em Foco. Classificação ABC de Máquinas e Equipamentos.

Disponível em <https://www.manutencaoemfoco.com.br/classificacao-abc/>>. Acesso em: Julho de 2019.

Capítulo III - Manutenção Produtiva Total uma Alternativa para Acelerar a Competitividade Industrial

Bruno Miguel Abib⁷

Rodolfo Hildebrandt⁸

Antonio Carlos Rodrigues⁹

Aparecido Serapiao Dos Santos¹⁰

Adriana Giseli Leite Carvalho¹¹

RESUMO

No início da década de 90 o Brasil foi contemplado com a do mercado para produtos importados, principalmente os automotivos. Esta ação proporcionou ao consumidor nacional produtos de maior qualidade e com preços competitivos com o mercado nacional. A indústria nacional, por outro lado, precisou buscar novas ferramentas para melhorar produtividade, qualidade e custo de produção. Manutenção produtiva total (MPT) é uma metodologia utilizada para aumentar a produtividade, confiabilidade e qualidade de produção dos equipamentos existentes, reduzindo assim a necessidade de grandes investimentos. O objetivo deste artigo é estudar os efeitos da implementação desta ferramenta em empresas de diferentes ramos, assimilando assim a real efetividade da utilização da MTP na indústria de forma generalizada. Para atingir este fim realizou-se uma pesquisa bibliográfica com os teóricos Kardec (2017), Pereira (2011), Fogliatto (2009) entre outros. Também foram analisados estudos de caso em uma indústria metal mecânica do Paraná e uma empresa automobilística no interior do estado de São Paulo. Os artigos analisados realizaram estudos de implementação, e todos avaliaram como positivos os resultados obtidos, tanto em organização, disponibilidade, produção e desenvolvimento de novos produtos.

Palavras-chave: Manutenção Produtiva Total, Disponibilidade, Produção.

⁷ Esp. Gestão da Manutenção industrial, Faculdade de Tecnologia Senai Londrina. E-mail: brunomabib@gmail.com

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

TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE AN ALTERNATIVE TO ACCELERATE INDUSTRIAL COMPETITIVENESS

ABSTRACT

In the early 1990s, Brazil was awarded the market for imported products. This action provided the national consumer with higher quality products with competitive prices with the national market. The national industry, on the other hand, needed to seek new tools to improve productivity, quality and production cost. Total productive maintenance (TPM) is a methodology that aims to increase the productivity, reliability and production quality of existing equipment, thus reducing the need for large investments. The aim of this paper is to study the effects of the implementation of this tool in companies of different branches, thus assimilating the real effectiveness of the use TPM in industry in a generalized way. To achieve this purpose, a bibliographic research was carried out with kardec theorists (2017), Pereira (2011), Fogliatto (2009) among others. Case studies were also analyzed in a mechanical metal industry in Paraná and an automobile company in the interior of the state of São Paulo. The analyzed articles conducted implementation studies, and all evaluated as positive the results obtained, both in organization, availability, production and development of new products.

Keywords: Total productive maintenance, Availability, Production.

1- INTRODUÇÃO

Segundo GOMES (2009) a política de abertura econômica afetou a base da indústria nacional provocando falências, fusões e privatizações visando a redução nos postos de trabalho. Diante deste cenário as empresas buscaram cada vez mais se reestruturar.

Vários fatores econômico-sociais imprimem ao mercado exigências cada vez mais rigorosas, o que obriga as empresas a serem cada vez mais competitivas para sobreviver (KARDEC, 2017, p. 214).

KARDEC (2017) também cita os principais pontos de foco nas empresas para alcançar estas exigências do mercado, sendo elas:

Eliminar desperdícios;

Obter o melhor desempenho dos equipamentos;

Reduzir interrupções/paradas de produção por quebras ou intervenções;

Redefinir o perfil de conhecimento e habilidades dos empregados da produção e manutenção;

Modificar a sistemática de trabalho.

A metodologia MPT ganha força e destaque neste ambiente de maior competitividade e maiores exigências do mercado. Esta metodologia tem como foco principal a busca pela sonhada perda zero.

Segundo FOGLIATTO (2009) todos os equipamentos estão sujeitos à perdas e para melhorar o rendimento é necessário identificar, medir e eliminar estas perdas. KARDEC (2017) enumera, a partir da visão da MPT, as 6 grandes perdas na produção:

perdas por quebra: falha no equipamento ou desgastes que tornam os produtos defeituosos;

perdas por mudança de linha: são as perdas ocorridas quando é efetuada uma mudança no produto da linha, exigindo assim tempo para a preparação do equipamento;

perdas por operação em vazio e pequenas paradas: são problemas ocasionados por pequenas falhas que exigem pronta intervenção do operador ou por falta de alimentação do sistema;

perdas por queda de velocidade de produção: desgaste do equipamento, superaquecimento ou problemas mecânicos que levam o equipamento a trabalhar em velocidade reduzida;

perdas por produtos defeituosos: perdas oriundas de retrabalho ou descarte de produtos defeituosos;

perdas por queda no rendimento: equipamentos que trabalham abaixo da capacidade nominal por falta de matéria prima ou instabilidade no processo.

Este trabalho tem como objetivo estudar, nas referências bibliográficas, as principais características do método MPT, as etapas de implementação e utilizar artigos de outros autores para discutir a relevância deste método de manutenção.

2- FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Segundo FILHO (2008) a MPT é “uma filosofia japonesa de manutenção para aumentar a disponibilidade total da instalação, a qualidade do produto e a utilização de recursos” e acrescenta que para se chegar a estes resultados são necessários muito treinamento, muita disciplina e muita limpeza e principalmente a participação de todos.

A TPM teve início no Japão, através da empresa Nippon Denso KK, integrante do grupo Toyota, que recebeu em 1971 o Prêmio PM, concedido a empresas que se destacaram-na condução deste programa (Kardec, 2017, p. 213).

Seguindo o raciocínio de FOGLIATTO (2009) a MPT é uma evolução da manutenção preventiva, que surgiu nos Estados Unidos no início dos anos 50, e tem o entendimento de que o operador é a pessoa que possui maior conhecimento sobre o equipamento que opera, portanto, ele está na posição ideal para contribuir com reparos e modificações, visando melhorias de qualidade e produtividade.

O operador passa a ser operador-mantenedor e sua presença deve ser incentivada. O conceito a ser usado é “da minha máquina cuido eu” e tem que ser uma realidade (FILHO, 2008, p. 39).

Na medida em que a MPT incorpora uma visão mais abrangente, incluindo as preocupações com a qualidade e grande envolvimento dos operadores, o termo manutenção preventiva não era suficiente para representá-la. Assim surgiu o termo manutenção produtiva (FOGLIATTO, 2009, p. 234).

Assim como toda metodologia, a MPT é um estudo de métodos para se chegar a um determinado fim, no caso, a perda zero. Para uma implementação bem-sucedida no meio industrial, os métodos devem seguir regras e diligências e a MPT se apoia em 8 principais pilares, como descrito na *Figura 1*.

3- Pilares da MPT ou TPM

A *Figura 1* ilustra a MPT e os oito pilares em que esta metodologia de manutenção se apoia para manter o bom funcionamento.

Figura 1, Os Oito Pilares da TPM



Fonte: Kardec (2017, p. 219)

a) Melhoria focada

Focar na melhoria global do negócio e ações de melhoria contínua do processo.

b) Manutenção autônoma

Conscientizar os operadores sobre a filosofia da MPT e capacitá-los para atuarem como mantenedores em primeiro nível permitindo que eles assumam atribuições que permitam atuar na manutenção preventiva e pequenas manutenções corretivas.

c) Manutenção planejada

Utilização de softwares para ter realmente o planejamento e o controle da manutenção. Planejamento de produção diária, semanal, mensal, anual e registro de manutenção para maior controle de paradas.

d) Manutenção e treinamento

Um dos mais importantes pilares para a sustentação da MPT, a educação e treinamentos são indispensáveis para o crescimento organizacional e pessoal. Para que os operadores possam realizar as pequenas intervenções de manutenção nas máquinas é preciso conhecimento para manusear ferramentas e entendimento da importância de cada parte do equipamento. A equipe de manutenção também deve se manter atualizada para sempre realizar o melhor trabalho nas intervenções que lhes compete.

e) Controle inicial

O controle inicial é um conjunto de ações que visam maximizar o gerenciamento e controle de novos projetos. Este pilar visa implementar novos projetos na metodologia MPT antes mesmo de iniciarem as atividades.

f) Manutenção de qualidade

Estabelecimento de um programa de zero defeito. São ações da manutenção para acabar com os defeitos na produção. Melhoria contínua.

g) TPM Office

Levar a MPT para a área administrativas ajudam a melhorar os indicadores ligados a esta metodologia, a final todos os setores da indústria estão diretamente ligados à produção.

h) Segurança ou SMS

Junto à melhoria na produção e qualidade dos produtos, a empresa deve sempre se preocupar com o cuidado da saúde e do meio ambiente.

4- Implantação da MPT

Segundo FOGLIATTO (2009) a implementação da MPT compreende 10 etapas, recomendadas pela JIPM (*Japan Institute of Plant Maintenance*). São elas: (i) campanha de lançamento, (ii) organização para implantação, (iii) diretrizes e metas, (iv) uso do software de gestão de manutenção, (v) capacitação dos colaboradores, (vi) início das atividades e melhoria dos equipamentos, (vii) controle das intervenções e estoque de reposição, (viii) manutenção autônoma, (ix) manutenção planejada, (x) consolidação do programa. Mas estas etapas podem sofrer adaptações para facilitar a implementação de acordo com cada setor ou empresa.

KARDEC (2017, p. 221) apresenta, como na *Tabela 1* uma adaptação das recomendações da JIPM.

Tabela 1 Etapas de implantação

| Fase | N° | Etapa | Ações |
|------|----|---------------------------------------|---|
| | 1 | Comprometimento da alta administração | Divulgação da TPM em todas as áreas da empresa Divulgação através de jornais internos |
| | 2 | Divulgação e treinamento inicial | Seminário interno dirigido a gerentes de níveis superior e intermediário Treinamento de operadores |

| | | | |
|-------------------|----|---|---|
| | 3 | Definição do Órgão ou Comitê responsável pela implantação | Estruturação e definição das pessoas do Comitê de Implantação |
| | 4 | Definição da Política e Metas | Escolha das metas e objetivos a serem alcançados |
| | 5 | Elaboração do Plano Diretor de Implementação | Detalhamento do plano de implantação em todos os níveis |
| Intro- dução | 6 | Outras atividades relacionadas com a introdução | Convite a fornecedores, clientes e empresas contratadas |
| | 7 | Melhorias em máquinas e equipamentos | Definição de área e/ou equipamentos e estruturação das equipes de trabalho |
| | 8 | Estruturação da manutenção autônoma | Implementação da Manutenção Autônoma, por etapas, de acordo com programa Auditoria de cada etapa |
| | 9 | Estruturação do setor de Manutenção e condução da Manutenção Preventiva | Condução da manutenção preventiva Sobressalentes, Ferramentas e Desenho. |
| | 10 | Desenvolvimento e capacitação de pessoal | Treinamento de pessoal de operação para desenvolvimento de novas habilidades relativas à manutenção Treinamento de pessoal de manutenção para análise, diagnóstico etc. Formação de líderes Educação de todo o pessoal |
| | 11 | Estrutura para gestão e gestão dos equipamentos numa fase inicial | Gestão de fluxo inicial LCC (<i>Life Cycle Cost</i>) |
| Consoli- dação | 12 | Realização da TPM e seu aperfeiçoamento | Candidatura ao Prêmio PM Busca de objetivos mais ambiciosos |

Fonte: Kardec (2017, p. 221)

5- METODOLOGIA

Este artigo foi concretizado a partir de pesquisas bibliográficas, que consistem na revisão de literatura a respeito do tema, constituindo-se principalmente de livros, artigos e periódicos.

Os casos aplicados, apresentados neste trabalho, foram analisados e estudados com base em teses dissertativas, anais de congressos científicos e congressos na área de Engenharia. Uma breve avaliação da aplicabilidade do tema proposto e conclusões sobre o tema.

Segundo ANDRE (2001, p.23 apud MELO, 2018) o estudo de caso é:

[...] um sistema bem delimitado, isto é, uma unidade com limites bem definidos, tal como uma pessoa, um programa ou uma instituição ou grupo social. O caso pode ser escolhido porque é uma instância de uma classe ou porque é por si mesmo interessante. De qualquer maneira, o estudo de caso enfatiza o conhecimento do particular.

Os autores filosóficos, teóricos e práticos pesquisados para este trabalho foram estudados e analisados em seus livros, artigos e pesquisas na internet, e foram a base para o desenvolvimento.

6- ESTUDO DE CASOS FILOSOFIA MPT

Neste item do trabalho serão apresentados dois casos de aplicação da filosofia MPT em três indústrias de diferentes ramos de atuação. O Objetivo é analisar a principal característica desta filosofia em cada caso e verificar a aplicabilidade deste sistema de manutenção.

Caso 1: Empresa Metal Mecânica do estado do Paraná (PLETSCH, 2018)

Este caso de aplicação explica detalhadamente os passos seguidos para o sucesso da implantação da MPT, seguindo os conceitos já citados anteriormente. O foco do programa desta empresa foi o pilar da manutenção autônoma, pois, segundo os autores, é o pilar com mais rápido retorno de resultados.

O treinamento dos operadores, um dos primeiros passos, focou na manutenção autônoma de pequenos reparos e no auxílio aos profissionais da manutenção, fomentando assim a colaboração e integração dos dois setores da indústria.

Além de aumentar a eficiência das máquinas e dos equipamentos a equipe engajada na implantação do MPT também observou maior motivação nas equipes de operação e, segundo FILHO (2008), a motivação pessoal é a chave para o sucesso do programa.

Após a implantação do sistema MPT em um dos setores da indústria, foi observado um aumento de 16,30% na disponibilidade da máquina. Sendo o aumento da disponibilidade da máquina um dos objetivos do MPT, pode-se concluir o sucesso.

Caso 2: MPT no processo de desenvolvimento de produtos na indústria automobilística (JUNIOR, 2010)

Este caso de aplicação foi uma tentativa de se implantar a ferramenta MPT no setor de PDP (Processo de Desenvolvimento de Produtos). Por ser uma empresa de grande porte, com mercado já consolidado no setor automobilístico, alguns dos pilares do MPT já eram praticados na empresa e alguns passos foram retrabalhados. Após 4 anos de tentativas e implantar o MPT a equipe envolvida observou que a principal dificuldade foi a alta gerência que, apesar do apoio, não compreenderam quais atividades do PDP teriam relação com o TPM.

A implantação não foi concluída até o momento apresentado (2010), mas a equipe continua se aprofundando no assunto e na tentativa de implementar o MPT no setor de PDP.

7- CONSIDERAÇÕES FINAIS

A necessidade de desenvolvimento de melhorias dentro das empresas é algo evidente no mercado atual e fica ainda mais evidente no setor industrial. Isso se deve não só pela alta concorrência mas também pelo rápido desenvolvimento tecnológico vivenciado no mundo atual.

Através da pesquisa realizada, pode-se observar que o MPT é uma ferramenta que visa não apenas a manutenção e a disponibilidade das máquinas mas também o melhoramento contínuo, buscando a integração de setores antes considerados distintos. O treinamento contínuo de equipes de manutenção e produção trazem novidades e melhorias contínuas para a indústria. A necessidade de integração de setores, com a ala administrativa, melhora a vivência dos colaboradores, melhorando sua auto estima e o bom relacionamento.

As empresas pesquisadas mostram que para o sucesso da implantação do MPT não basta motivação mas a necessidade de estudo antecipado das ações que devem ser tomadas, estudo prévio do processo produtivo. Se assim for, a ferramenta cumpre com o objetivo de melhorar a produção e a qualidade dos produtos.

Sugere-se uma pesquisa que foque o resultado desta ferramenta na vida dos colaboradores. Qual a reação e a visão dos mais envolvidos quanto à ferramenta e qual resultado pessoal esta ferramenta pode proporcionar a eles.

8- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FILHO, Gil Branco. **A Organização, o Planejamento e o Controle da Manutenção**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2008. 257 p.

FOGLIATTO, Flávio Sanson.; RIBEIRO, José Luís Duarte. **Confiabilidade e Manutenção Industrial**. 7 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009. 265 p.

GOMES, Maria Terezinha Serafim. **A abertura econômica no Brasil e suas implicações na indústria em cidades médias do Oeste Paulista**. Caminhos de Geografia, revista online, Instituto de geografia UFU, 2009. Disponível em:

<<http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/15937/8993>> Acessado em: 23 nov. 2019.

JUNIOR, Joel da Conceição, SILVA, Sergio Luís. Implementação dos conceitos do TPM (*Total Productive Maintenance*) no processo de desenvolvimento de produtos: estudo de caso na indústria automobilística. In. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 30, 2010, São Carlos-SP. Anais APREPRO, 2010. 11p. Disponível em:

<http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010_tn_sto_117_766_16955.pdf> Acessado em: 23 nov. 2019.

KARDEC, Alan; NACSCIF, Júlio. **Manutenção: Função Estratégica**. 4 ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2017. 413 p.

MELO, Fábio Teixeira; LOOS, Mauricio Johnny. **Análise da metodologia da Manutenção Produtiva Total (TPM): Estudo de caso**. Espacios, revista online, v.39, n.03, p.13-26, out. 2017. Disponível em: <<https://www.revistaespacios.com/a18v39n03/a18v39n03p13.pdf>> Acessado em: 23 nov. 2019.

PEREIRA, Mário Jorge. **Engenharia de Manutenção: Teoria E Prática**. 2 ed. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2011. 228 p.

PLETSCH, Guilherme Bólico; PEGORARO, Mauricio. A manutenção produtiva total (tpm) como ferramenta para aumento de disponibilidade de máquina: estudo de caso em uma empresa metal mecânica do estado do Paraná. In. CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 8, 2018, Ponta Grossa-PR. Anais APREPRO, 2018. 12p. Disponível em: <<http://aprepro.org.br/conbrepro/2018/anais.php>> Acessado em 23 nov. 2019.

Capítulo IV – Análise da Irradiação para Instalação de um Sistema Fotovoltaico “On-Grid” em Londrina: Definindo a Orientação e Inclinação.

Willian Henrique da Silva¹²

Marco Aurelio Arbex¹³

Wesley Cândido da Silva¹⁴

RESUMO

Dentre as fontes de energia mais utilizadas nas ultimas decadas, destaca-se a hibrida, carvão e petroleo, porém, são fontes de energia não renováveis e finitas. Na constante busca de outras alternativas, a energia solar foi também se destacando e anualmente vem se desenvolvendo e crescendo. Este trabalho, desmonstra os resultados alcançados a partir da coletas de dados na cidade de Londrina/Pr e com o auxilio do software *Solaris-PV*, foram testados os niveis de aproveitamento da irradiação de um sistema fotovoltaico conectado a rede elétrica com diferentes orientações e fixando o valor da inclinação igual a latitude. Atraves destas simulações, foram elencados os cenários ideias para tal instalação.

Palavras-chave: Fotovoltaico. Energia Solar. Software.

¹² Formando do curso de Tecnologia em Manutenção Industrial – Faculdade da Indústria SENAI Londrina

¹³ Docente da Faculdade da Indústria Senai Londrina. E-mail: marco.arbex@sistemafiep.org.br

¹⁴ Orientador - Docente da Faculdade da Indústria SENAI Londrina. E-mail: Wesley.candido@sistemafiep.org.br

IRRADIATION ANALYSIS FOR THE INSTALLATION OF A PHOTOVOLTAIC SYSTEM ON GRID IN LONDRINA: DEFINING YOUR ORIENTATION AND INCLINATION.

ABSTRACT

Among the most used energy sources in the last decades, we highlight hybridity, coal and oil, however, are non-renewable and finite energy sources. In the constant search for other alternatives, solar energy has also stood out and annually has been developing and growing. This work demonstrates the results achieved from the data collection in the city of Londrina/Pr and with the help of the software Solarius-PV, were tested the levels of utilization of the irradiation of a photovoltaic system connected to the electric network with different orientations and fixing the value of the inclination equal to latitude. Through these simulations, the scenarios were listed ideas for such an installation.

Key-words: Photovoltaic. Solar Energy. Software.

1. INTRODUÇÃO

A energia elétrica está presente aos níveis sociais, econômicos e sustentáveis, integrando os recursos que proporcionam uma melhora na qualidade de vida daqueles que a usufruem (NÓBREGA *et al.*, 2018).

Infelizmente a energia elétrica não chega a todos e além disso, atualmente nossa matriz energética está fixada em fontes não renováveis, tais fontes como a híbrida, petróleo e carvão, fazendo com que aconteça a escassez (ARAUJO, 2019).

Dentre as fontes de energia elétrica, encontra-se a energia solar fotovoltaica, disponibilizada abundantemente, superando aproximadamente cerca de 1.000 vezes do consumo mundial, porém, existem oscilações no fluxo de irradiação, devido a diferentes sazonalidades, latitudes e condições atmosféricas (BRADACZ, 2020).

O sistema de conversão fotovoltaica, promove diversos benefícios ao sistema elétrico e também ao meio ambiente, pois, além de possuir uma produção pontual, isso significa produzir no mesmo ponto de consumo, possibilita uma expansão da energia de forma descentralizada (BENEDITO; ZILLES, 2009).

A procura por sistemas fotovoltaicos no Brasil possui um aumento significativo, resultado da baixa nos valores e pela regulamentação da resolução normativa 482/2012 e suas atualizações (ARAUJO, 2019).

Um dado importante para entendimento do alto crescimento e penetração do assunto no meio nos últimos anos, já ultrapassam os 11500 MW de potência pico instalados em todo mundo, isso significa um crescimento anual de mais de 30% (SANTOS *et al.*, 2012).

Desta forma, o objetivo deste trabalho é demonstrar, através de simulações em software, diferentes cenários de aproveitamento da irradiação para instalação de um sistema fotovoltaico conectado à rede elétrica paranaense, para que através deste, possa ser identificado qual melhor orientação e inclinação dos módulos fotovoltaicos.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

No ano de 1839 o físico Edmond Becquerel francês, observou que quando submetido à luz uma célula eletroquímica, gera uma diferença de potencial entre dois eletrodos, a partir deste conceito, em 1880 através de Charles Fritts são desenvolvidos os painéis solares e instalados em Nova Iorque sobre um telhado, porém em torno de 1940 surge a patente do produto juntamente com o trabalho de Russel Ohl, no qual os painéis solares passam a serem constituídos com junções p-n de silício, deste modo se tornando acessível e prático (LIMA *et al.*, 2020).

O setor de energia elétrica é um fator importante e contribui para a evolução social e econômica de um país, há uma correlação entre a aplicação e utilização da energia elétrica e determinados indicadores de desenvolvimento sociais, como a expectativa de vida, mortalidade infantil e analfabetismo (ALBUQUERQUE; MALDONADO; VAZ, 2017).

A energia solar, assim denominada, é a energia provinda do sol, podendo ser utilizada tanto por suas formas térmicas como por irradiação (BRADACZ, 2020).

Através do potencial solar, irradiado em um módulo, ocorre o chamado efeito fotovoltaico, que é a transferência ou movimentação dos elétrons (faixa de valência) para a faixa de condução, e esse ciclo de movimentos, se dá em materiais semicondutores, com propriedade de conduzir eletricidade (SANTINI *et al.*, 2019).

Este sistema em comparação com as mais diversas fontes de energia existentes, é destacado por ser um sistema praticamente silencioso, de fácil instalação, possui um baixo índice de manutenção comparado a outros sistemas de geração de energia e uma alta durabilidade (ANGELO; TIEPOLO, 2018).

Um sistema fotovoltaico on-grid, depende única e exclusivamente a sua conexão com a rede elétrica, pois, é através desta conexão que é realizado o repasse dos créditos da energia produzida em excesso pelo sistema a concessionária. Os créditos gerados pelo sistema são estabelecidos, através da diferença entre consumo e geração (BOSO *et al.*, 2015)

Na sua totalidade, um sistema depende sempre de estudos para definir qual melhor ângulo de inclinação e qual melhor orientação, pois, a produção em kwh do sistema está diretamente ligado a estes fatores (NÓBREGA *et al.*, 2018). Ainda é afirmado pelos autores que, na fase inicial de um projeto, deve-se tomar conhecimento

e atenção sobre os limites e intervalos de inclinação e orientação, afim de garantir um bom desempenho do sistema (NÓBREGA *et al.*, 2018).

Dentre os fatores importantes para garantir um bom aproveitamento e produção, os sistemas dependem também da temperatura ambiente e de produção no plano em que foram instalados, da radiação e derivações, da curva de desempenho do inversor e das perdas a serem consideradas (GASPARIN; KRENZINGER, 2017).

Segundo Angelo e Tiepolo (2018), para se obter a maximização da produção anual de energia através de um sistema fotovoltaico, este deve ser orientado em direção a linha do equador e seu ângulo em relação ao solo, deve ser igual a latitude local.

Segundo Nóbrega *et al* (2018, p.176) “Um ângulo de inclinação de 0° indica que o módulo está na posição horizontal, enquanto um ângulo de 90° significa posição vertical. Um azimute de 0°, 90°, 180°, 270° coincide com as orientações para o norte, leste, sul, oeste, respectivamente, para sistemas no hemisfério sul”.

Também, é necessário avaliar os níveis de sombreamento e definir se para aquela orientação e inclinação, além das zonas de potencial perigo, se as distancias entre fileiras de módulos estão corretas para assegurar de seu correto funcionamento (POTES; PROAÑO, 2020).

Inicialmente, a instalação de sistemas fotovoltaicos conectados à rede, deu-se em centros urbanos e aos poucos foi também sendo migrado para o ambiente rural, onde a utilização dos sistemas isolados era a forma mais comum para garantir que mesmo em locais distantes dos grandes centros de distribuição, chegasse energia (ARAUJO, 2019). E também, segundo Santos *et al* (2012), em regiões rurais remotas da América central e Caribe, a utilização de pequenas fontes renováveis, representam uma opção econômica e sustentável para provisão de energia elétrica.

Comparado com outros países da União Europeia mais desenvolvidos no setor, o Brasil possui características favoráveis para tal expansão da geração solar fotovoltaica, seu índice de irradiação, que esta presente em todo território (1550 – 2372 kWh/m² ano), ultrapassam a Alemanha (900 – 1250 kWh/m² ano), França (900 – 1650 kWh/m² ano) e Espanha (1200 – 1850 kWh/m² ano) (MELO, 2012).

3. METODOLOGIA

A pesquisa realizada foi do tipo revisão bibliográfica com estudos e testes em software aplicado. Os estudos foram realizados para definir os fatores e níveis de aproveitamento da irradiação, de um sistema fotovoltaico conectado à rede elétrica, variando a inclinação e orientação.

Para definir o tema do artigo, foi realizado uma análise, primeiramente no conteúdo disponível na plataforma online (Google acadêmico) e após uma compilação das informações encontradas para um modelo de leitura digital.

Durante o processo de revisão, alguns outros artigos e informações complementares precisaram ser estudados, para aprofundar e melhorar as análises realizadas no software *SOLARIUS-PV*, como por exemplo, a realização do desenho 3D.

Além da construção bibliográfica, item fundamental, foi necessária uma visita técnica ao local previsto para instalação, situado em -23.31°S e -51.11°O , para coleta de informação e registro fotográfico para montagem do plano panorâmico.

Para coleta dos dados, um plano auto questionário foi realizado, como demonstrado abaixo, utilizando como base as informações obtidas na empresa OTTOSET ENERGY:

- Local possui alto nível de vegetação ou arboredo?
- Local necessita de terraplanagem ou a instalação será em telhado?
- Existe ramal da rede elétrica passando próximo a propriedade?
- Qual a área disponível para instalação do sistema?
- Foto do google Earth está atualizada com as condições vistas no local?
- Realizou a foto 360° do ponto central da futura instalação?
- Identificou o norte geográfico, visto do ponto central da futura instalação?

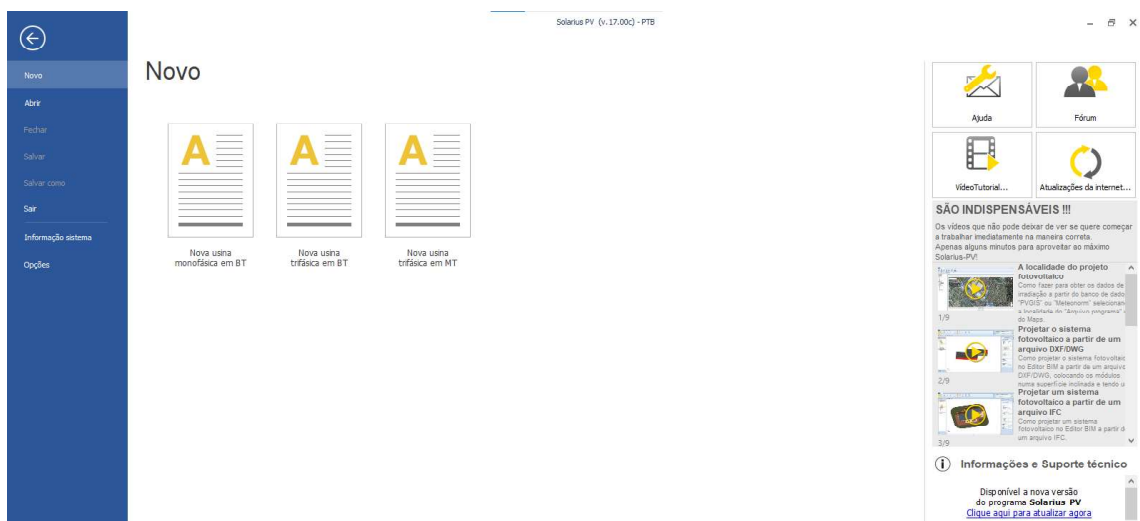
Por fim, todos os dados coletados, tanto por meio da revisão bibliográfica, quanto pela plataforma *SOLARIUS-PV*, foram estruturados para o modelo deste artigo.

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O caso do estudo foi um local situado em uma área rural/urbana, localizado na zona leste da cidade de Londrina, Paraná.

Os dados coletados através da visita técnica, foram registrados no software *SOLARIUS-PV*, Figura 2, e serão apresentados a seguir, como forma de demonstrar os testes realizados e resultados obtidas.

Figura 2: Interface inicial *SOLARIUS-PV*



Fonte: SOLARIUS-PV V.17 (2021)

Para tanto, a Figura 3 demonstra através do sistema *view* da plataforma, o ponto definido como referência de estudo e através deste, o software identifica as coordenadas geográficas, elevação do solo, índices de irradiação e metragem aproximada do local disponível para instalação.

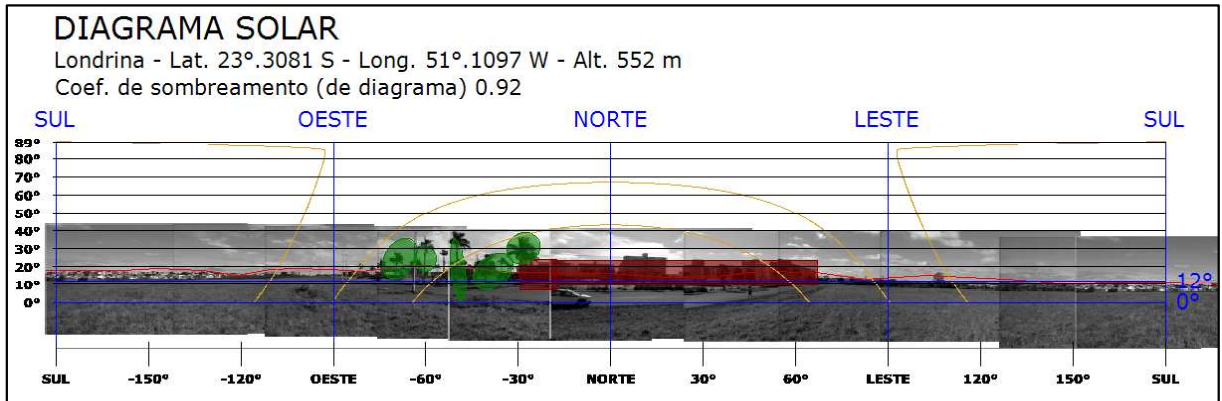
Figura 3: Localização do ponto escolhido para o estudo



Fonte: SOLARIUS-PV V.17 (2021)

Após análise e definição do local, foi necessário realizar a montagem da foto 360° (panorâmica) do ponto central da futura instalação, para que, através da imagem, o software pudesse calcular as perdas com relação ao sombreamento do horizonte, definição do ângulo de alcance (linha do olho e limite do horizonte) e curva do ângulo solar, como é demonstrado na Figura 4 e melhor visualizado o local na Figura 5.

Figura 4: Diagrama solar



Fonte: SOLARIUS-PV V.17 (2021)

Figura 5: Rosa dos ventos no ponto central da futura instalação

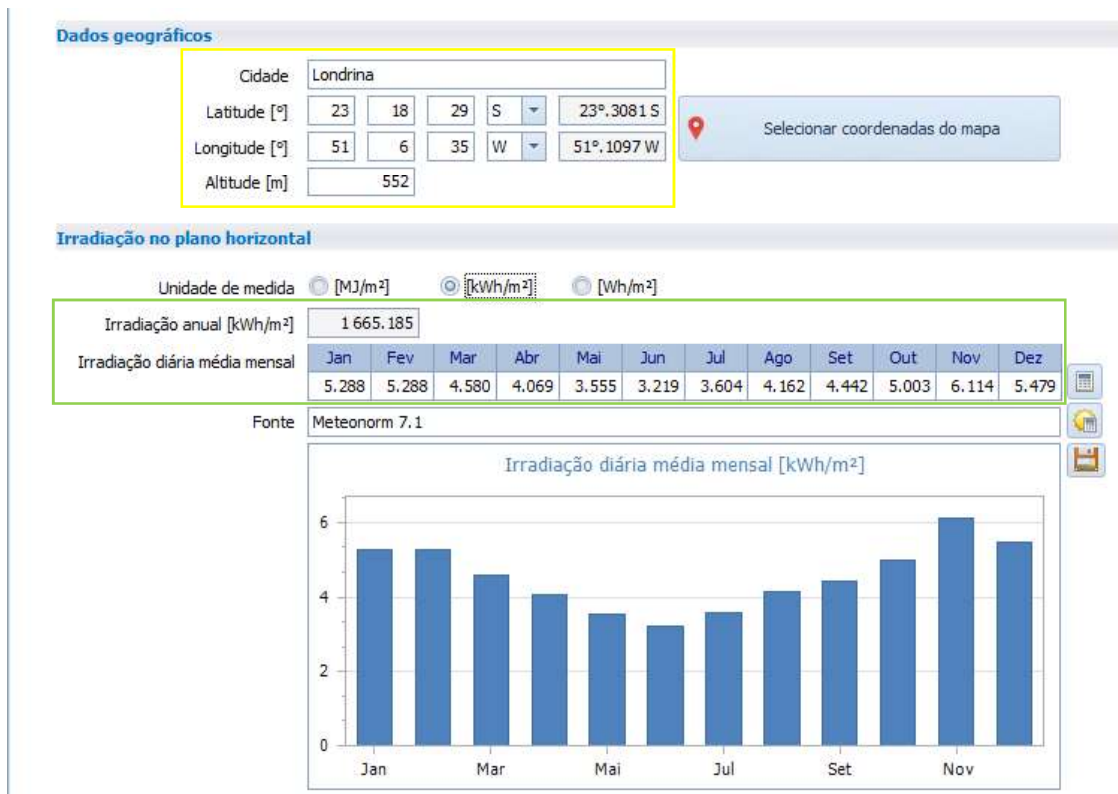


Fonte: Willian (2021)

Na Figura 6, é apresentado os dados solarimétricos (retângulo verde), sendo separados em irradiação anual [kWh/m²] e irradiação diária média mensal, assim como coordenadas (retângulo amarelo). Os valores de irradiação foram obtidos no software através do banco de dados do *Meteoorm 7.1*.

Segundo Melo (2012), “O Brasil apresenta características naturais favoráveis ao desenvolvimento da geração solar fotovoltaica. Os valores de irradiação solar incidente em qualquer região do país (1550 – 2372 kWh/m² ano)...”. Então, podemos confirmar que, o valor apresentado em irradiação anual, está dentro dos parâmetros indicados.

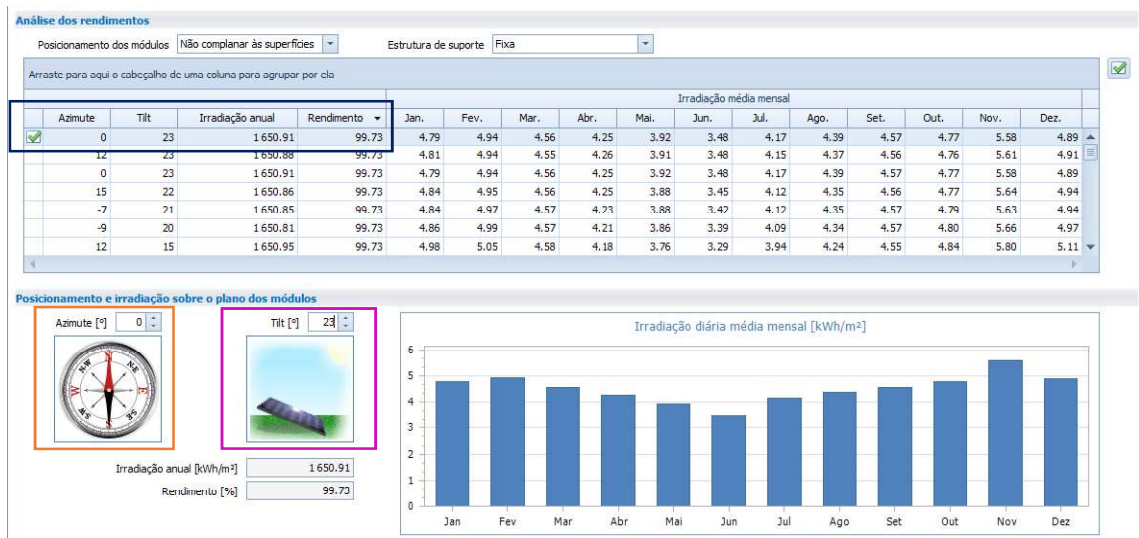
Figura 6: Índices de irradiação nas coordenadas



Fonte: SOLARIUS-PV V.17 (2021)

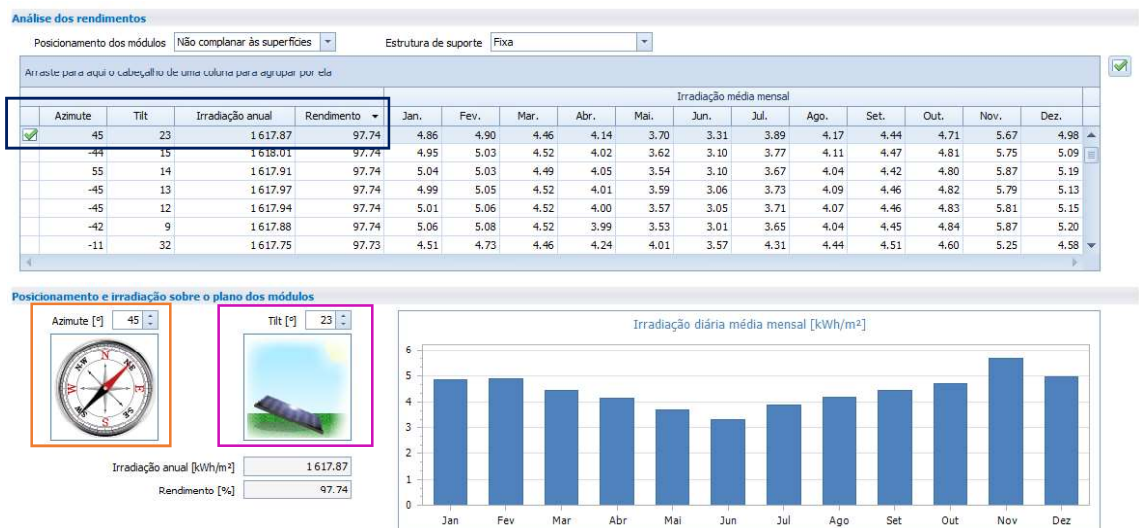
Os testes apresentados da Figura 7 até Figura 14, foram obtidos através das alterações de orientação (retângulo laranja) e fixando o valor da inclinação igual ao valor da latitude (retângulo rosa). Os resultados, acompanhados (retângulo azul escuro), mostram o rendimento do sistema em porcentagem, através de resultados instantâneos, podendo ser alterados rapidamente, gerando novos dados automáticos a cada alteração.

Figura 7: Valores obtidos com 0° azimutal e 23° de inclinação



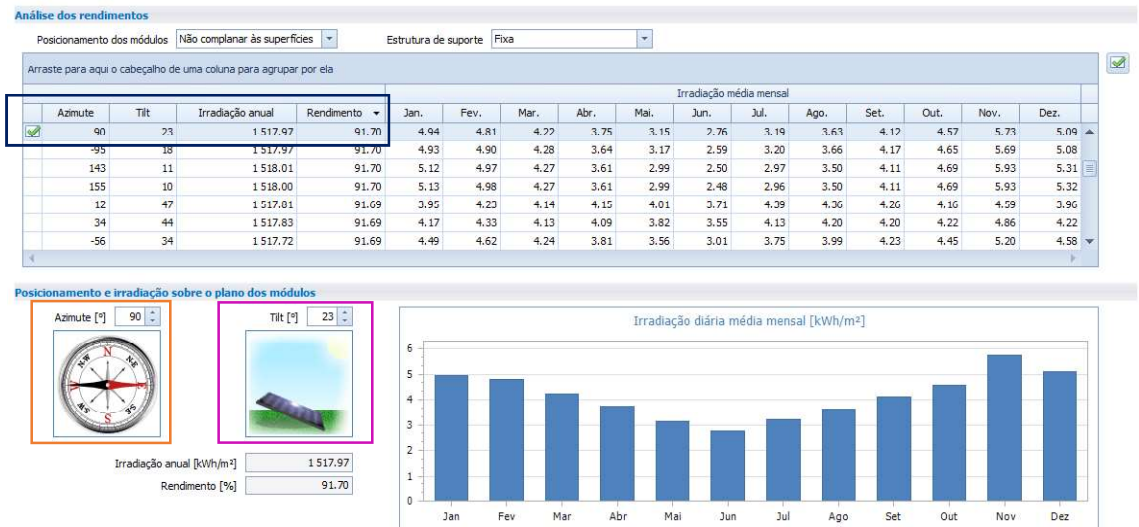
Fonte: SOLARIUS-PV V.17 (2021)

Figura 8: Valores obtidos com 45° azimutal e 23° de inclinação



Fonte: SOLARIUS-PV V.17 (2021)

Figura 9: Valores obtidos com 90° azimutal e 23° de inclinação



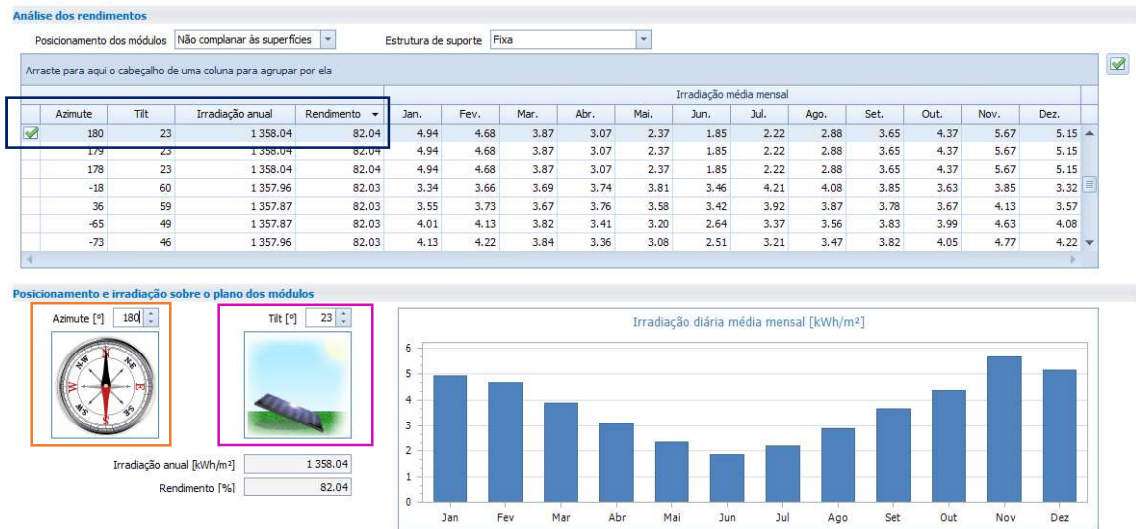
Fonte: SOLARIUS-PV V.17 (2021)

Figura 10: Valores obtidos com 135° azimutal e 23° de inclinação



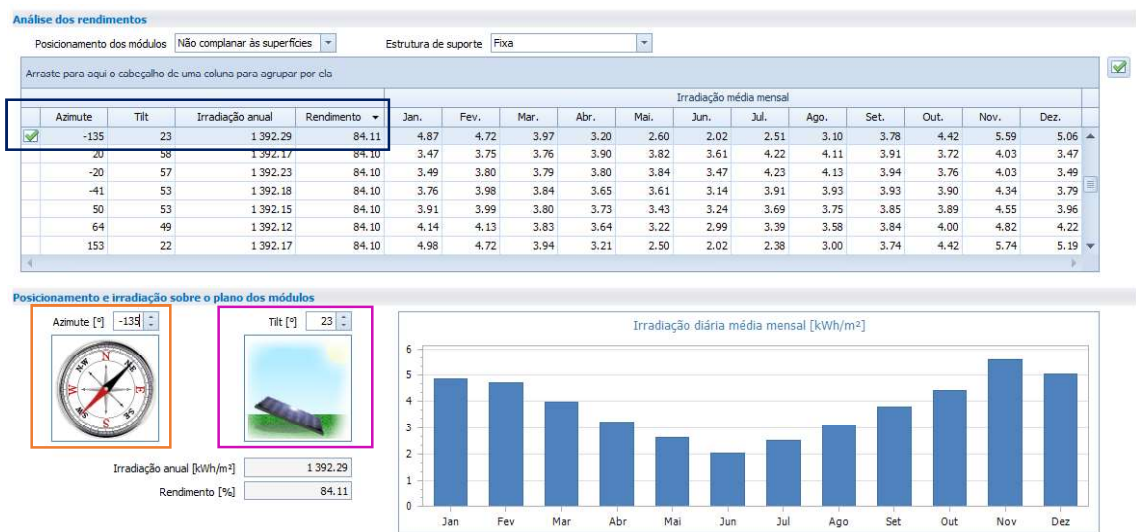
Fonte: SOLARIUS-PV V.17 (2021)

Figura 11: Valores obtidos com 180° azimuthal e 23° de inclinação



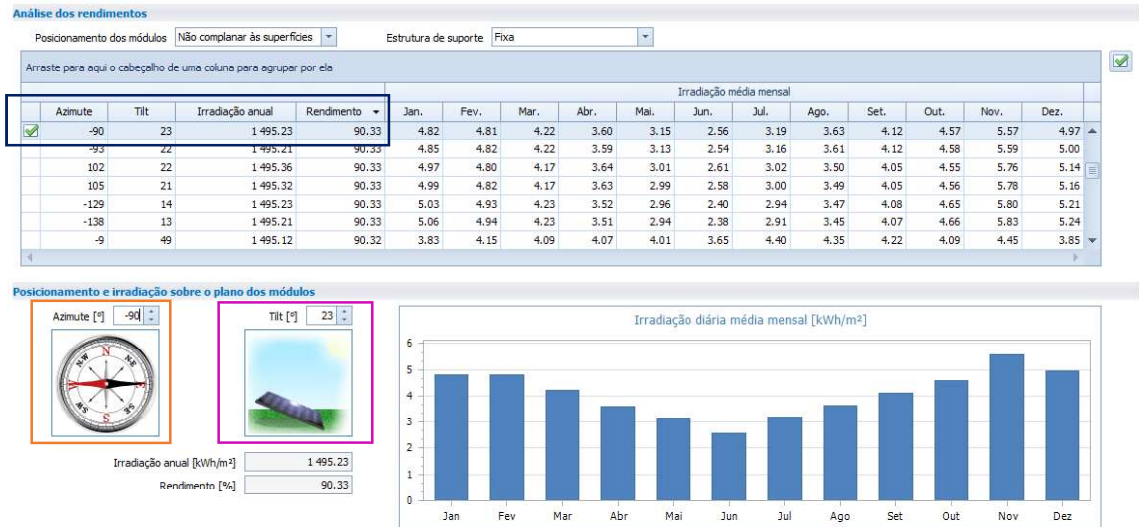
Fonte: SOLARIUS-PV V.17 (2021)

Figura 12: Valores obtidos com -135° azimuthal e 23° de inclinação



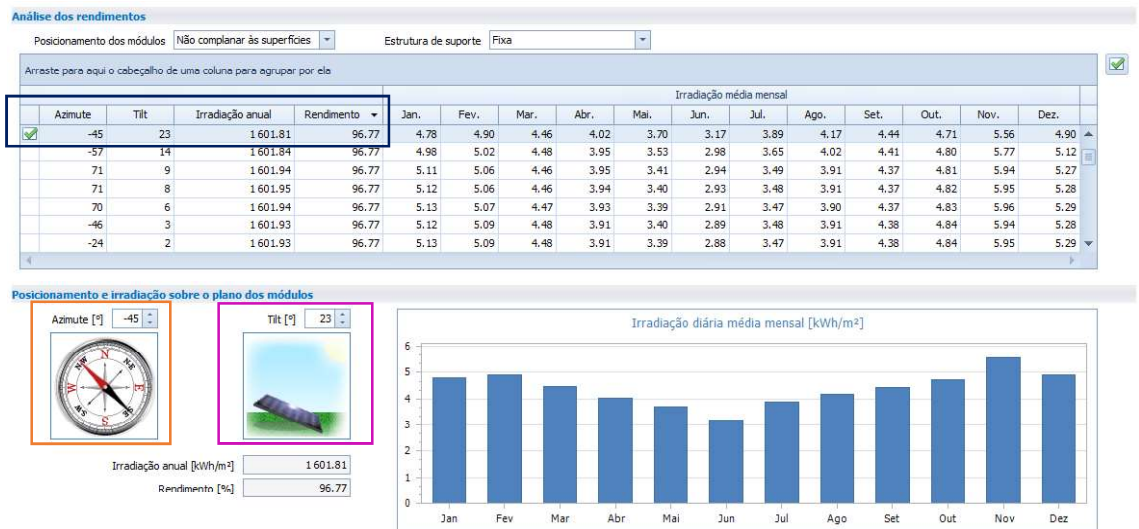
Fonte: SOLARIUS-PV V.17 (2021)

Figura 13: Valores obtidos com -90° azimuthal e 23° de inclinação



Fonte: SOLARIUS-PV V.17 (2021)

Figura 14: Valores obtidos com -45° azimuthal e 23° de inclinação



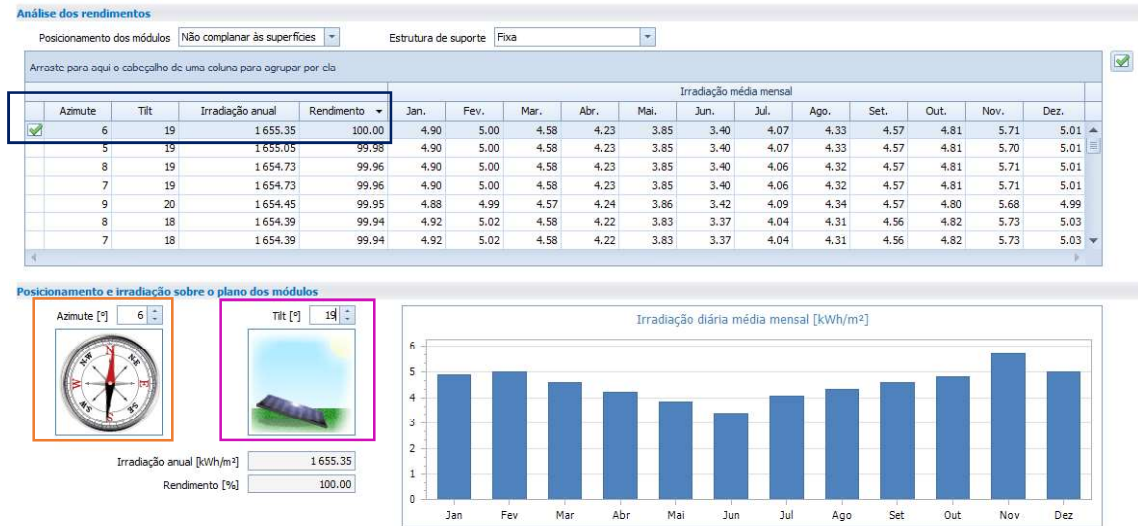
Fonte: SOLARIUS-PV V.17 (2021)

Nos testes apresentados acima, foi possível observar as mudanças do aproveitamento da irradiação com relação a inclinação e orientação do painel. Esses resultados, já afirmam, de forma preliminar, qual a melhor orientação e inclinação deve-se instalar o sistema. Indicado pelo comportamento, o melhor aproveitamento, é indicado pela Figura 7, com 99,73%.

A fim de melhor ainda mais o resultado obtido, uma nova consulta foi realizada, porém, de forma automática, deixando com que o software indicasse qual a orientação e inclinação ideal para se obter o rendimento máximo.

Como observado na Figura 15, a inclinação e orientação ideal para se obter 100% do rendimento é 19° e 6° consequentemente.

Figura 15: Valores obtidos com 6° azimuthal e 19° de inclinação



Fonte: SOLARIUS-PV V.17 (2021)

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na instalação de um sistema fotovoltaico, principalmente na fase inicial de seu projeto, deve-se atentar as considerações e análises realizadas, como, visita técnica, argumentos deixamos pelo cliente e principalmente da utilização dos softwares. Entre as considerações, realizar o estudo de inclinação e orientação do arranjo fotovoltaico, base exposta neste trabalho.

Os resultados aqui obtidos, indicam que existe uma proximidade muito grande entre o cenário de instalação exposto na Figura 7 e os resultados apresentados na Figura 15. Sendo, uma diferença de 0,27% do rendimento.

Os resultados apresentados da Figura 8 a Figura 11 indicam gradativamente uma queda no rendimento, se considerado tais orientações para instalação, já os valores da Figura 12 a Figura 14, indicam gradativamente um aumento no rendimento.

Quando refletido de uma forma teorica, fica fácil identificar qual a melhor inclinação e orientação dos painéis, basta observar qual cenário apresenta o melhor rendimento, porém, quando analisado de forma prática, mudanças e dificuldades podem ser encontradas, tais como, cliente já possuir local para instalação dos painéis,

local com inclinação divergente do apresentado, local com orientação/orientações diferente(s) do apresentado, entre outros.

Como forma de minimizar os impactos causados pela instalação incorreta dos sistemas fotovoltaicos, e pela dificuldade sempre encontrada, analisando os resultados obtidos, podemos considerar instalações de -90° a 90° azimutal.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, Thiago Carrano; MALDONADO, Mauricio Uriona; VAZ, Caroline Rodrigues. UM LEVANTAMENTO DA PRODUÇÃO INTELECTUAL SOBRE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA. **Revista Brasileira de Energia Renováveis**, Curitiba, v. 6, n. 5, p. 915-939, dez./2017. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/rber/article/view/51334>. Acesso em: 23 jun. 2021.

ANGELO, Matheus Bitcheriene; TIEPOLO, Gerson Máximo. ESTIMAÇÃO DA TAXA DE DESEMPENHO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO À REDE EM DIFERENTES MESORREGIÕES DO ESTADO DO PARANÁ. **VII Congresso Brasileiro de Energia Solar**, Gramado, v. 1, n. 7, p. 1-9, abr./2018. Disponível em: <http://utfpr-ct-static-content.s3.amazonaws.com/labens.ct.utfpr.edu.br/wp-content/uploads/2018/05/109-109-1-PB.pdf>. Acesso em: 31 mai. 2021.

ARAUJO, Nadine Damacena. IMPLEMENTAÇÃO E ANÁLISE DE SISTEMA DE PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA EM PROPRIEDADE RURAL COM MÓDULOS FOTOVOLTAICOS DE SILÍCIO MULTICRISTALINO. 95f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Tecnologia de Materiais). Pontifca Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019. Disponível em: <http://tede2.pucrs.br/tede2/handle/tede/8641>. Acesso em 04 jun. 2021.

BOSO, A. C. M. R; GRABRIEL, C. P. C; FILHO, L. R. A. G. ANÁLISE DE CUSTOS DOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS ON-GRID E OFF-GRID NO BRASIL. **ANAP Brasil**, Jacareí, v. 8, n. 12, p. 57-66, dez./2015. Disponível em: https://amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/anap_brasil/article/view/1138. Acesso em: 13 jun. 2021.

BRADACZ, Ernesto. ANÁLISE TÉCNICA E ECONÔMICA DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO DE 250KWP CONECTADO A REDE E INSTALADO EM UMA PROPRIEDADE RURAL NO OESTE DO ESTADO DO PARANÁ. 50f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Energia na Agricultura) Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2020. Disponível em: <http://tede.unioeste.br/handle/tede/4981>. Acesso em 07 jun. 2021.

GASPARIN, Fabiano Perin; KRENZINGER, Arno. DESEMPENHO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO EM DEZ CIDADES BRASILEIRAS COM DIFERENTES ORIENTAÇÕES DO PAINEL. **Revista Brasileira de energia solar**, Rio Grande do Sul, v. 8, n. 8, p. 10-17, jul./2017. Disponível em: <https://rbens.emnuvens.com.br/rbens/article/view/169>. Acesso em: 31 mai. 2021.

LIMA, A. A. *et al.* UMA REVISÃO DOS PRINCÍPIOS DA CONVERSÃO FOTOVOLTAICA DE ENERGIA. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, Curitiba, v. 42, n. 20190191, p. 1-16, ago./2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/zmFYrhnnhLQ8dMHk7CDmSfs/?lang=pt>. Acesso em: 23 jun. 2021.

MELO, Emerson Gonçalves. Geração Fotovoltaica. ESTIMATIVA DO FATOR DE SOMBREAMENTO E IRRADIAÇÃO EM MODELOS TRIDIMENSIONAIS DE EDIFICAÇÕES. 130f. Dissertação (Mestrado em Ciências) Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3143/tde-21062013-105044/en.php>. Acesso em 20 jun. 2021.

NÓBREGA, B. S. D. *et al.* DESEMPENHO DE UM SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO COM DIFERENTES INCLINAÇÕES E ORIENTAÇÕES AZIMUTAIS EM CIDADES DA PARAÍBA. **Revista Principia**, João Pessoa, v. 1, n. 43, p. 175-188, abr./2018. Disponível em: <https://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/principia/article/view/1950>. Acesso em: 31 mai. 2021.

SANTOS, R. D. *et al.* SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO A LA RED ELÉCTRICA, SU DISEÑO. **16 Convención Científica de Ingeniería Y Arquitectura**, Habana, v. 16, n. 1, p. 1-12, nov./2012. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Raynel-Diaz-Santos/publication/317098488_SISTEMA_FOTOVOLTAICO_CONECTADO_A_LA_RED_ELECTRICA_SU_DISENO/links/5925d8faaca27295a8f1ef53/SISTEMA-FOTOVOLTAICO-CONECTADO-A-LA-RED-ELECTRICA-SU-DISENO.pdf. Acesso em: 5 jun. 2021.

TIEPOLO, G. M. *et al.* COMPARAÇÃO ENTRE O POTENCIAL DE GERAÇÃO FOTOVOLTAICA NO ESTADO DO PARANÁ COM ALEMANHA, ITÁLIA E ESPANHA. **V Congresso Brasileiro de Energia Solar**, Paraná, v. 5, n. 1, p. 1-9, abr./2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Gerson-Tiepolo/publication/275828922_COMPARACAO_ENTRE_O_POTENCIAL_DE_GERACAO_FOTOVOLTAICA_NO_ESTADO_DO_PARANA_COM_ALEMANHA_ITALIA_E_ESPANHA/links/5547f2930cf2e2031b384c36/COMPARACAO-ENTRE-O-POTENCIAL-DE-GERACAO-FOTOVOLTAICA-NO-ESTADO-DO-PARANA-COM-ALEMANHA-ITALIA. Acesso em: 4 jun. 2021.

Capítulo V – Implementação prática de Motores de Passo em Dispositivos de Termo Transferência

Édipo Roberto Quedas Pires¹⁵

Vicente de Lima Gongora¹⁶

RESUMO

A indústria 4.0 é considerada a quarta revolução industrial e aborda a inserção de sistemas automáticos de manufatura, a digitalização e otimização de processos produtivos, entre outros avanços. Com a necessidade constante da indústria em busca da competitividade cada vez maior no mundo; as novas tecnologias que visam aperfeiçoar processos produtivos, estão se tornando cada vez mais viáveis e acessíveis, para as empresas a exemplo dos motores de passo; e com isso, a constante evolução da Engenharia de Automação Industrial está garantida. Esta por sua vez, integra os diversos recursos desde sensores que se comunicam uns com os outros, que contribuem para melhorar os processos industriais. Este trabalho teve por objetivo desenvolver um dispositivo utilizando motor de passo, que controlado através de sinais modulados por largura de pulso (PWM), na fabricação de escovas de dentes, pode viabilizar a construção de um dispositivo industrial que se utiliza da termo transferência. (*Heat-Transfer*). Visando desta forma, substituir componentes originalmente importados.

Palavras-chave: Motor de Passo, Impressoras, Termo transferência

¹⁵ Especialista em Eng. De Automação Industrial pela Faculdade da Indústria Senai Londrina; ediporoberto02@hotmail.com

¹⁶ Orientador - Docente da Faculdade da Indústria SENAI Londrina. E-mail: vicente.gongora@sistemafiep.org.br

Use of Stepper Motors in thermal transfer devices

ABSTRACT

Industry 4.0, as it is called, is considered the fourth industrial revolution that addresses the insertion of automatic manufacturing systems. With the advancement of the industry and the increasing competitiveness the industry has been looking for ways to improve its production processes, looking for new technologies. This is increasingly feasible taking into account the constant evolution of Industrial Automation that comes through several existing resources improving the production processes. This work aimed to demonstrate the feasibility of using a stepper motor in the construction of industrial thermotransfer devices. (Heat-Transfer).

Key-words: Stepper Motor, Printers, Heat-transfer.

1. INTRODUÇÃO

Com o passar do tempo à sociedade vem se transformando a uma velocidade nunca vista anteriormente e na indústria isso tem ficado cada vez mais evidente, com crescente demanda por produtos cada vez mais complexos, se faz necessário o uso de tecnologias cada vez mais evoluídas que tenham resposta rápida, com essa crescente demanda a indústria 4.0. (COELHO, 2016) apud (CUSTÓDIO, 2018).

A quarta revolução industrial, trás consigo sistemas cada vez mais inteligentes dentro da planta fabril, e isso só é possível, devido ao avanço da tecnologia e de dispositivos inteligentes, ambos somados ao aumento da automação e a processos industriais cada vez mais eficientes de acordo com (SILVA et al ,2008) Apud (CUSTÓDIO, 2018).

Os sistemas de produção automatizados operam na fábrica sobre o produto físico. Eles executam operações tais como processamento, montagem, inspeção e gerenciamento de materiais e, algumas vezes, várias dessas

tarefas são realizadas pelo mesmo sistema. São denominados automatizados porque executam suas operações com um nível reduzido de participação humana se comparado ao processo manual equivalente. Em alguns sistemas altamente automatizados, quase não existe participação humana. (GROOVER, 2010).

A automação pode ser definida como a tecnologia por meio da qual um processo ou procedimento é alcançado sem assistência humana. É realizada utilizando -se um programa de instruções combinado a um sistema de controle que executa as instruções(GROOVER, 2010).

A partir do contexto esse trabalho busca apresentar a viabilidade e a correta aplicação dos motores de passo com controle de movimento utilizado na fabricação de equipamentos de termo transferência. Buscando assim o desenvolvimento desses equipamentos e seus periféricos, diminuindo custo no desenvolvimento e obtendo o máximo aproveitamento na utilização correta desses dispositivos de acionamento.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1- CLP

O CLP (CLG THOLZ) é um controlador lógico programavel compacto com IHM incorporado. Onde é utilizada a linguagem Ladder para programação o software está disponível no site do fabricante totalmente em português, a linguagem é simples e intuitiva. Com o CLP (CLG THOLZ) é possível automatizar um grande numero de aplicações, dispõe de diversas entradas e saídas com dimencional compacto, é uma ótima solução para automatizar processos produtivos.

(“Clp Tholz”, [s.d.]) A figura 1 mostra Um CLP Tholz.

Figura 1: CLP THOLZ



Fonte: THOLZ

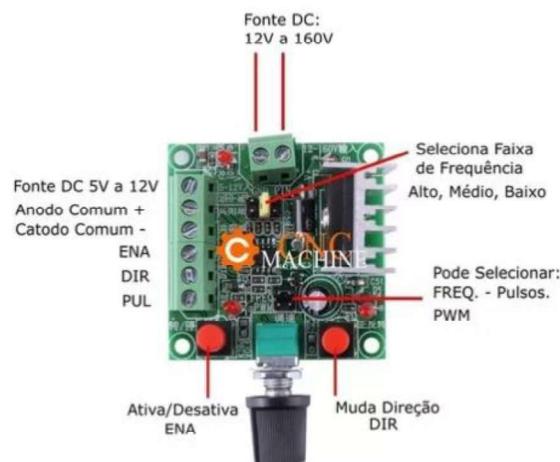
2.2- PWM - Modulação Por Largura de Pulso

A Técnica PWM é muito utilizada na eletrônica de potência, é muito utilizada no controle de motores CA, fontes chaveadas, controle de luminosidade, controle de servo motores, motores de passo, além de diversas aplicações. (“Gerador de Pulso PWM”, [s.d.]).

PWM significa **"Pulse Width Modulation"** ou Modulação de Largura de Pulso, ou seja, através da largura do pulso de uma onda quadrada é possível o controle de potência ou velocidade. Imagine uma chave simples liga e desliga, quando ligada 100% da tensão e da potência é aplicada a carga, já quando a chave esta aberta a tensão é nula e assim a potência é 0. Quando controlamos o tempo que a chave fica ligada e conseqüentemente o tempo dela desligada podemos controlar a potência média entregue a carga, por exemplo: a chave fica ligada 50% ligada e 50% desligada, isso quer dizer que em média temos 50% do tempo com corrente e 50% sem. Portanto a potência média aplicada na carga é a própria tensão média, ou seja, 50%, portanto quanto maior o tempo que o pulso se manter em nível lógico alto, ou seja, ligado maior a potência entregue a carga, quanto menor o tempo em nível lógico alto menor a entrega de potência. (“Gerador de Pulso PWM”, [s.d.]).

Na figura 2 podemos visualizar um Gerador de Pulsos Pwm.

Figura 2: Gerador De Pulsos Pwm P/ Motor De Passo



Fonte: (“Gerador de Pulso PWM”, [s.d.])

2.3-Driver para motor de passo

O driver para motor de passo TB6600 tem como principal componente o seu chip que é fabricado pela Toshiba que possibilita ao microcontrolador acionar motores de passo com ligação bipolar em tensões que podem variar de 0 a 42V com corrente máxima de 4A.

Uma característica muito importante é a proteção contra superaquecimento (fixa em 85°C), o driver conta ainda com a possibilidade de configurar a divisão de passos e ajuste de sobrecarga através do posicionamento das chaves seletoras na lateral do dispositivo TOSHIBA (2016) Apud ETGETON; ETGETON (2017). Na Figura 3 está demonstrado o driver.

Figura 3: Driver TB6600HG



Fonte: (ETGETON; ETGETON, 2017)

Na lateral do dispositivo existe um diagrama com uma breve descrição de cada entrada e saída, juntamente a duas tabelas mostrando as configurações possíveis de acordo com a seleção da divisão de passos e corrente de trabalho do motor a ser aplicado. As Tabelas 1 e 2; demonstram as possibilidades de ajuste DFRobot (2017) Apud ETGETON; ETGETON (2017).

Tabela 1: Posição das chaves para divisão dos passos

| Divisão do passo | Pulsos para uma volta completa | Chave 1 | Chave 2 | Chave 3 |
|------------------|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Sem função | Sem função | Ligada | Ligada | Ligada |
| 1 | 200 | Ligada | Ligada | Desligada |
| 1/2 | 400 | Ligada | Desligada | Ligada |
| 1/2 | 400 | Desligada | Ligada | Ligada |
| 1/4 | 800 | Ligada | Desligada | Desligada |
| 1/8 | 1600 | Desligada | Ligada | Desligada |
| 1/16 | 3200 | Desligada | Desligada | Ligada |
| 1/32 | 6400 | Desligada | Desligada | Desligada |

Fonte: (ETGETON; ETGETON, 2017)

Tabela 2: Posição das chaves para seleção da corrente de trabalho

| Corrente nominal do motor (A) | Pico de corrente suportado (A) | Chave 4 | Chave 5 | Chave 6 |
|-------------------------------|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| 0,5 | 0,7 | Ligada | Ligada | Ligada |
| 1,0 | 1,2 | Ligada | Ligada | Desligada |
| 1,5 | 1,7 | Ligada | Desligada | Ligada |
| 2,0 | 2,2 | Desligada | Ligada | Ligada |
| 2,5 | 2,7 | Ligada | Desligada | Desligada |
| 2,8 | 2,9 | Desligada | Ligada | Desligada |
| 3,0 | 3,2 | Desligada | Desligada | Ligada |
| 3,5 | 4,0 | Desligada | Desligada | Desligada |

Fonte: (ETGETON; ETGETON, 2017)

2.4- Motores de passo

Os motores de passo são dispositivos eletromecânicos que convertem os pulsos elétricos na entrada por divisões angulares no contorno do eixo. Divisões essas que são chamadas de passos. A velocidade e sentido de giro estão diretamente ligados ao PWM, que controla o Drive este que aciona o motor de passo. A velocidade é determinada pela frequência, com que os pulsos são enviados ao motor. Já o sentido de giro esta relacionado, a sequência de ligação dos terminais do motor que pode ser alterada de acordo com o comando que o CLP envia para o Drive. A quantidade de divisões em um raio de 360° é determinada pela posição das chaves seletoras do Drive (SANTOS, 2008).

Motores de passo são utilizados em aplicações que necessitem de controle preciso de velocidade, controle do ângulo de rotação, posição e sincronismo. Não possui como características torque elevado e alta velocidade, mas possibilita o controle de seus movimentos de forma precisa e que, se bem dimensionados, não necessitam de sensores de posição, possibilitando acionamento em malha aberta (sistemas que não necessitam de confirmação de movimentação/alteração de estado). Segundo Constantinou (2003), Brites e Santos (2008) e Microchip (2004), os motores de passo são muito utilizados em aplicações de controle de medida, pois possuem vários recursos que os tornam ideais para esse tipo de aplicações. Esses recursos são os seguintes:

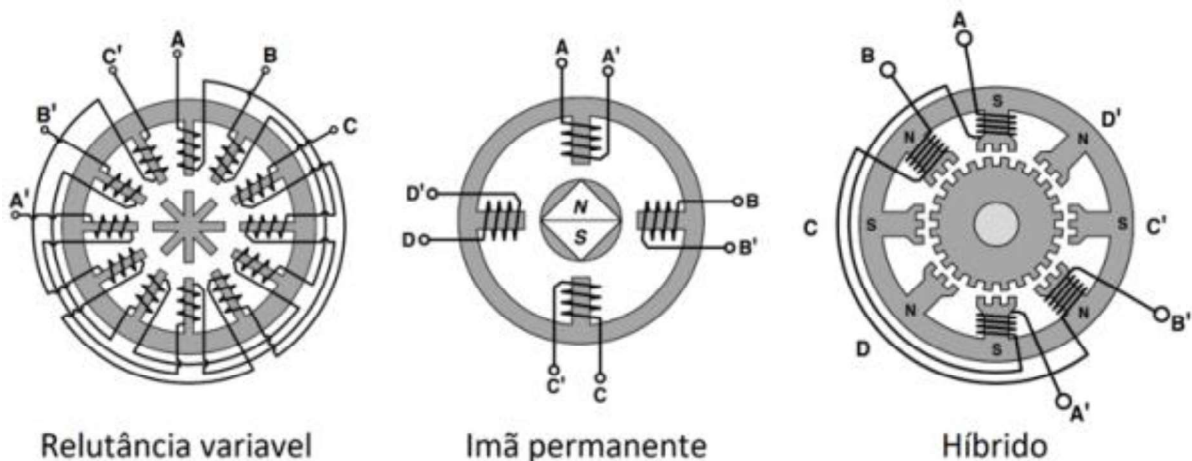
- Sem escovas: Os motores de passo não necessitam de escovas. O comutador de escovas de motores convencionais é um dos componentes mais propensos a falhas, além de criar arcos elétricos que são indesejáveis e perigosos para alguns circuitos eletrônicos.
- Velocidade fixa independente da carga: Os motores de passo terão velocidade comandada pelo circuito de controle e a mesma ficará fixa independentemente da carga, desde que a carga não exceda a taxa de torque para o motor.

- c) Posicionamento sem o uso de sensores: Os motores de passo se movem em incrementos de passos ou passos parciais. Enquanto o motor operar dentro de sua especificação de torque, a posição do eixo é conhecida em todos os momentos sem a necessidade de um mecanismo de realimentação.
- d) Retenção do eixo: Os motores de passo são capazes de manter o eixo retido em uma posição.
- e) Capacidade para iniciar e parar movimentos em qualquer direção (SANTOS, 2008).

Pode afirmar que existe tres tipos diferentes de motores de passo que podem ser divididos em: rotor de imã permanente, rotor de relutância variavel e rotor hibrido.

Motores de ímã permanente têm um rotor em formato circular uniformes sendo também magnetizado, enquanto motores de relutância variável são construídos com ponto salientes em seu rotor de ferro. Motores de passo híbridos combinam aspectos da tecnologia de ímãs permanentes e relutância variável. As diferenças na construção estão demonstradas na Figura 4.

Figura 4 – Formas de construção do rotor

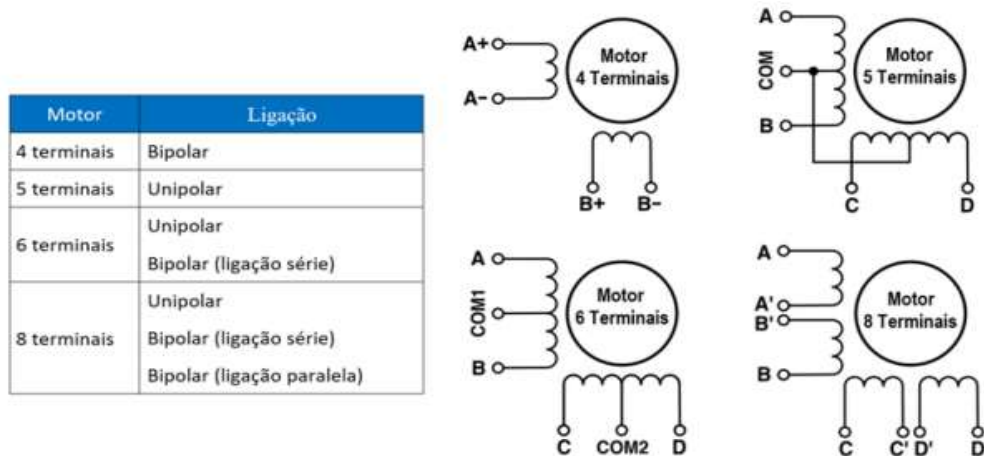


Fonte: (ETGETON; ETGETON, 2017)

As bobinas são expostas para o usuário através de terminais de ligação, proporcionando diferentes ligações para controle. Com os terminais de controle de um motor unipolar é possível controlá-lo como um motor bipolar, aplicando a tensão e corrente adequada apenas nos terminais A e B (sem utilizar o terminal do centro a bobina) das respectivas fases. (BRITES et al 2003) apud (ETGETON; ETGETON, 2017).

Os terminais e formatos de ligação são demonstrados na tabela e diagramas expostos na Figura 6.

Figura 6 – Modo de ligação e terminais do motor



Fonte: (ETGETON; ETGETON, 2017)

2.5- Termotransferência

A termotransferência é a tecnologia que utiliza temperatura e pressão para a transferência da tinta contida em uma película plástica para o substrato. Película essa que é constituída por um fino filme de PVC. No filme de PVC é aplicada uma mistura de tintas, ceras ou resinas com uma arte predefinida, essa mistura á temperatura ambiente se mantém sólida, mas quando aplicado temperatura e pressão por sua vez a tinta passa para o estado líquido e é transferida para o substrato. Ao contrário do processo térmico direto, não há reação química. Por isso, é possível imprimir por transferência térmica em substratos muito variados, entre outros: o papel, o polipropileno, o tecido, o PVC e o plástico. (GRAVURART, [s.d.]) Como podemos ver na figura 7 um filme de PVC com informações impressas pronto para transfêrencia.

Figura: 7



Fonte: Gravurart, 2020

3. METODOLOGIA

O objetivo foi desenvolver um dispositivo compatível com um equipamento utilizado na fabricação de escovas de dente, esse dispositivo vai substituir um acessório original do equipamento onde é utilizado a termo transferência para a transferência de imagens contidas em um filme de PVC, para o corpo do cabo da escova, filme este que tem imagens com distancia predefinidas entre elas a qual pode ser identificada por um sensor de posição. Diminuindo assim o custo do dispositivo que é importado.

Para o desenvolvimento deste dispositivo foi utilizado os seguintes itens:





- 1- Um CLP marca Tholz
- 2- Um Driver
- 3- Um Gerador de pulso PWM
- 4- Um motor de passo NEMA 34
- 5- Um conjunto de atuadores pneumáticos
- 6- Duas válvulas direcionais 5/2 Vias (acionamento elétrico retorno por mola)
- 7- Duas resistências (Tipo cartucho = 1000 w)
- 8- UM sensor forquilha para etiqueta 12/24 VCC, NPN/PNP
- 9- Cabos elétricos
- 10- Mangueira e conexões pneumáticas
- 11- Desenvolvimento e fabricação da Estrutura (Terceirizado)

3.1-Programação CLP

Desenvolveu-se a programação em linguagem Ladder para o CLP, onde determinamos toda a lógica de funcionamento e os parâmetros necessários. Na figura 8 podemos ver a lógica aplicada.

Figura: 8

Arquivo Editar Configurações Executar Ajuda

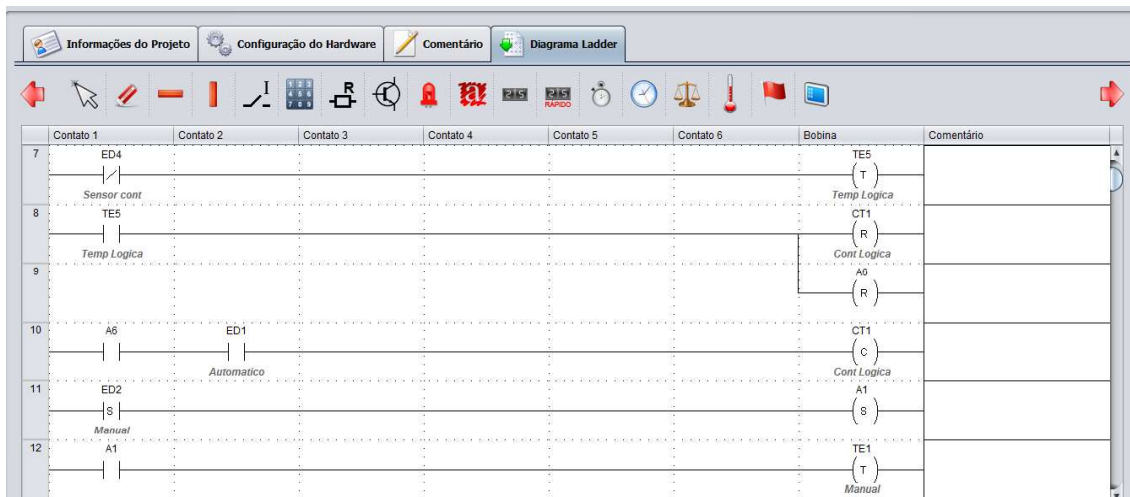
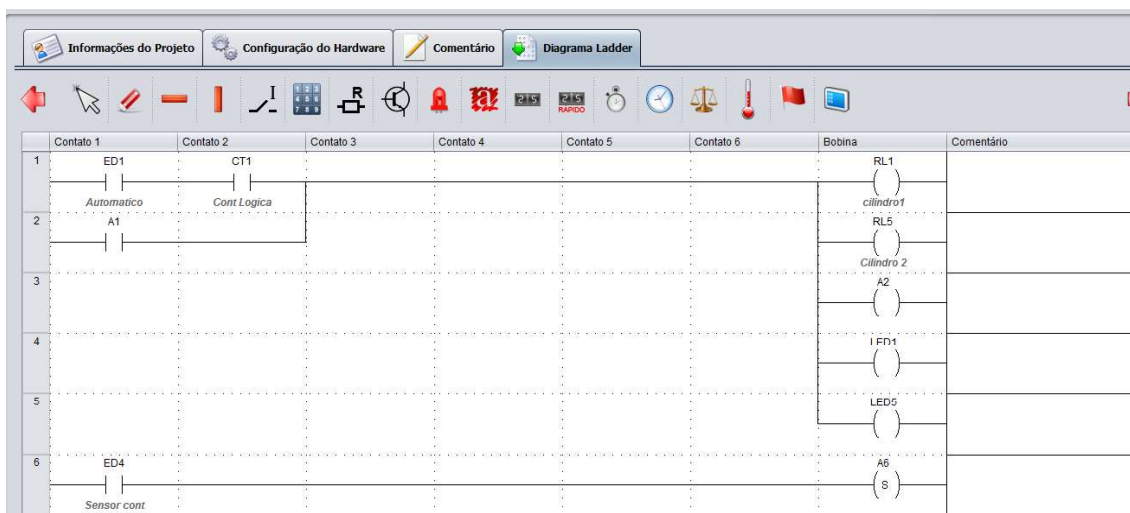
 Informações do Projeto
  Configuração do Hardware
  Comentário
  Diagrama Ladder

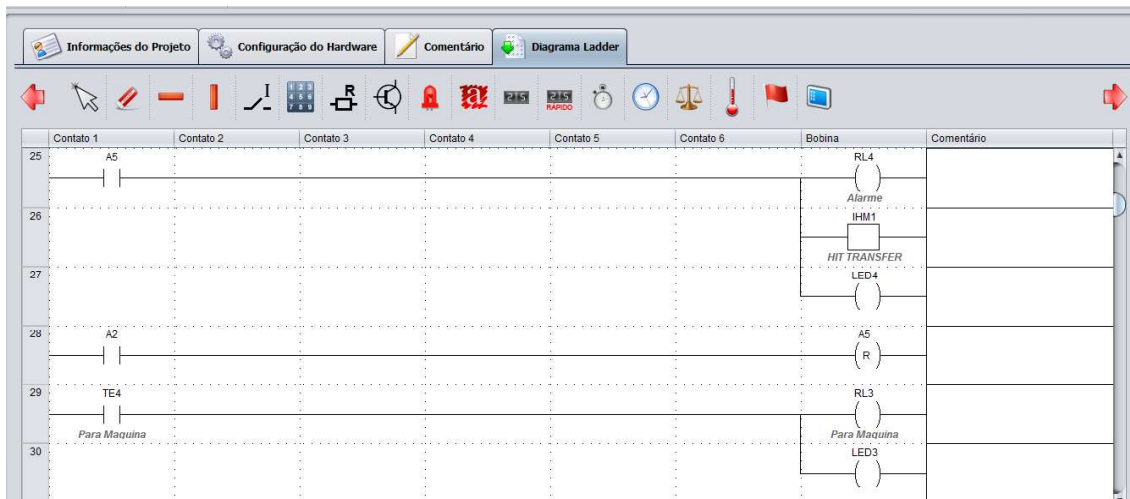
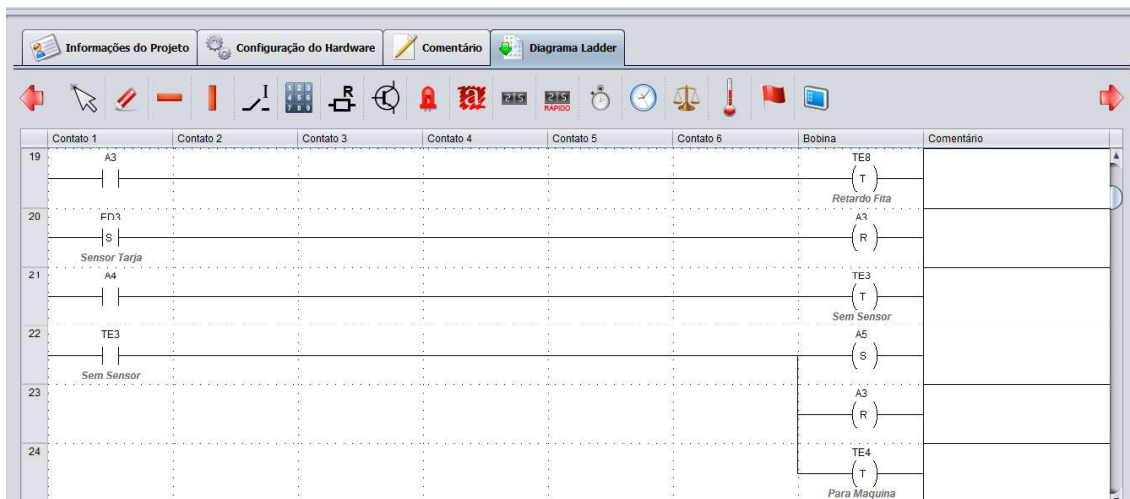
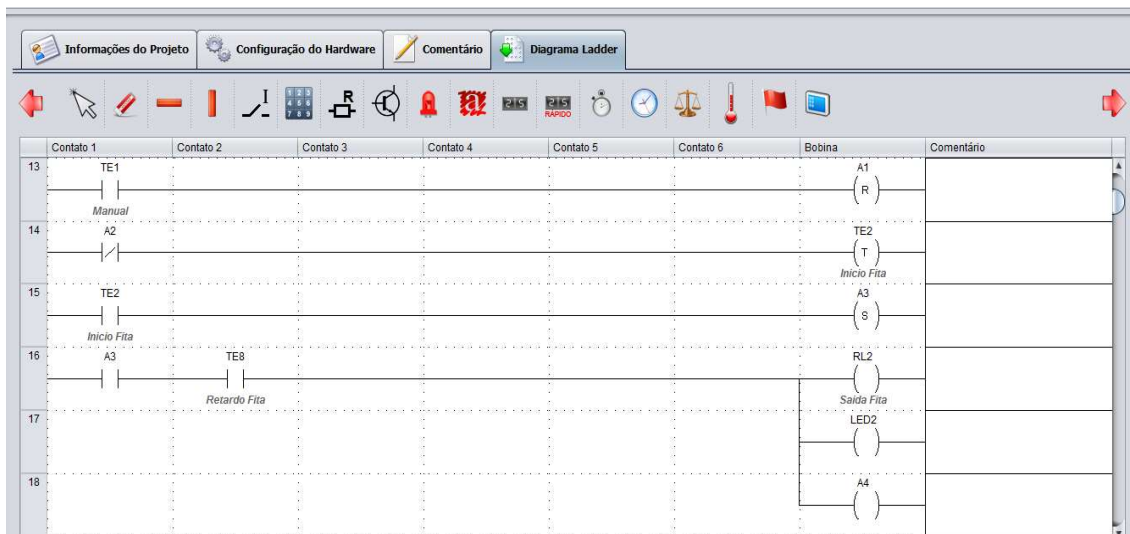
Modelo: **CLG535R - 24Vcc - P458**

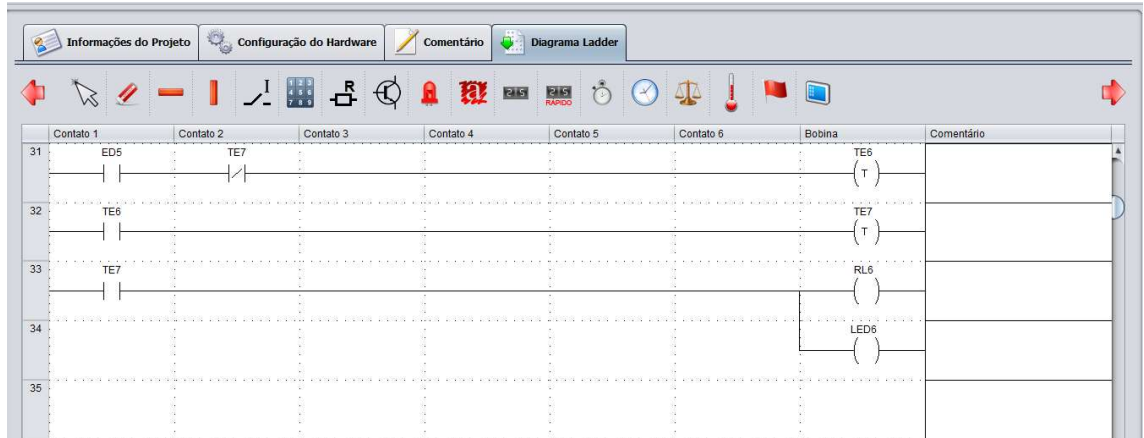
Aplicação:

Data: Versão: Autor:

Descrição:







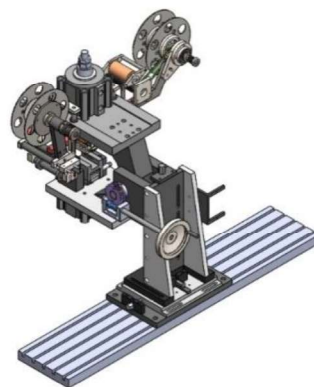
Fonte: Autor

Para a montagem do comando de acionamento do motor de passo, foi montado um diagrama de acionamento em malha aberta, com realimentação do sinal de comando a cada ciclo garantindo assim a precisão a cada movimento.

3.2- Desenvolvimentos Estruturais

Projetou-se utilizando o conceito de outro dispositivo, similar ao original, porém no lugar do motor CA foi utilizado um motor de passo para tracionar o filme de PVC, a fim de, garantir a precisão da impressão e repetitividade dos movimentos. Na figura 9 podemos ver em perspectiva o em fase de projeto e na figura 10 o dispositivo em fase de testes.

Figura: 9



Fonte: Autor

Figura: 10



Fonte: Autor

3.3- Montagem do painel elétrico utilizando os seguintes materiais:

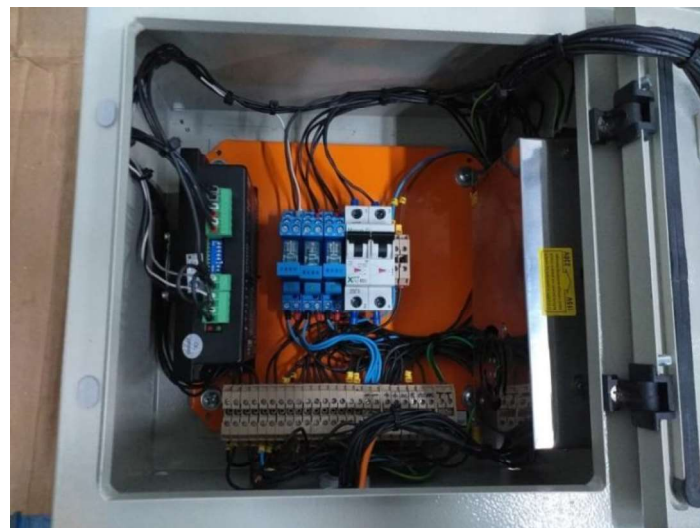
- 1- Caixa de aço com pintura eletrostática (300x300x150mm)
- 1- CLP Tholz
- 2- Gerador de pulso (PWM), para o motor de passo.
- 1- Drive para motor de Passo
- 1- Motor de Passo NEMA 34
- 1- Fonte 0 a 48 V
- 1- Disjuntor
- 3 – Reles 24V
- 1- Cabos diversos

Figura: 11



Fonte: Autor

Figura: 12

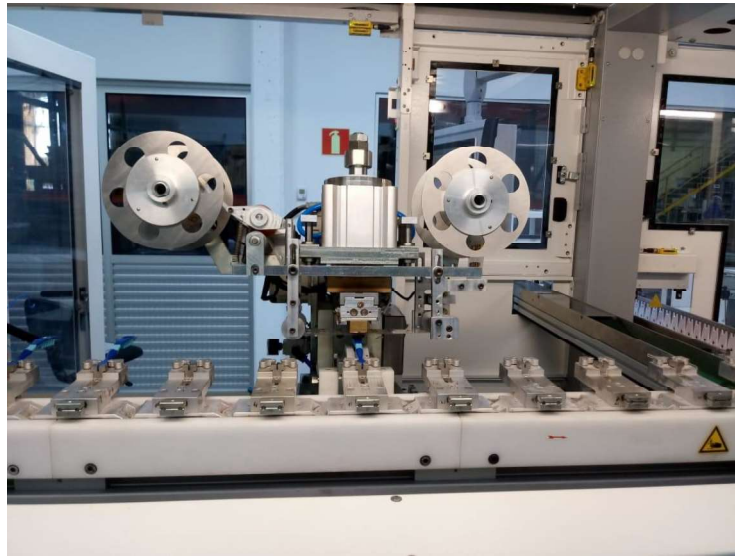


Fonte: Autor

3.4- Testes de Funcionamento

Após a montagem em bancada e a realização de testes preliminares, bem sucedidos, o dispositivo foi montado no equipamento como conta nas figuras 13 e 14, utilizada para a fabricação de escovas, onde foram iniciados os testes de funcionamento.

Figura 13:



Fonte autor

Figura 14



Fonte: Autor

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Foram realizados testes com o dispositivo em funcionamento na bancada com ótimos resultados, e em seguida montado no equipamento onde vai desempenhar sua

função. O dispositivo realizou a transferência para o substrato (Escova Dental) como esperado. O resultado do desenvolvimento foi satisfatório, levando em consideração o custo benefício para desenvolvimento interno e o desenvolvimento do conceito técnico adquirido.

Os custos para desenvolvimento interno foram:

Projeto e usinagem mecânica R\$ 25,000

Componentes elétricos R\$ 10,000

Componentes pneumáticos R\$ 6,000

Mão de obra aproximadamente R\$ 10,000

Total R\$ 51,000

Valor para compra do dispositivo no fabricante do equipamento:

38,000 €

38,000 € x R\$ 5,77 (cotação do dia)

Total R\$ 219,260. 00 + impostos para importação

Comparando o valor dos dois dispositivos:

219,260. 00 – 51.000 = 168.260,00 de economia

Não levando em consideração a variação do Euro obtivemos uma economia de aproximadamente **R\$ 168,260. 00**

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através do trabalho desenvolvido experimentalmente, comprovou-se a viabilidade de se aplicar o motor de passo para o deslocamento do filme de PVC; aplicado ao dispositivo de termotransferencia. O projeto garantiu precisão, eficiência, e repetitividade entre um ciclo e outro, característica do motor de passo.

e-TEC

Revista de
Tecnologia e
Ciência