



JULIO CESAR MORAES DA SILVA

SISTEMAS DE ANÁLISES E MANUTENÇÕES INDUSTRIAIS

JACAREÍ - SP
2021

JULIO CESAR MORAES DA SILVA

SISTEMAS DE ANÁLISES E MANUTENÇÕES INDUSTRIAIS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade Anhanguera, como requisito parcial para a obtenção do título de graduado em Engenharia Mecânica.

Orientador: Eduardo Akamatsu.

JACAREÍ - SP
2021

JULIO CESAR MORAES DA SILVA

SISTEMAS DE ANÁLISES E MANUTENÇÕES INDUSTRIAIS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade Anhanguera, como requisito parcial para a obtenção do título de graduado em Engenharia Mecânica.

BANCA EXAMINADORA

Prof(a). (MSC) Érique De Souza Siqueira

Prof(a). (MSC) Jose Eduardo Loureiro da Costa

Prof(a). (DR) Philippe Alexandre Divina
Petersen

Jacareí, 06 de dezembro de 2021

Dedico este trabalho aos meus filhos,
esposa, familiares e todos aqueles que
acreditaram no meu sucesso.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, principalmente, ao Universo, que me deu energia e benefícios para concluir todo esse trabalho.

Agradeço ainda, meus familiares, amigos e docentes, que sempre me deram suporte e fizeram parte dessa etapa decisiva da minha vida, durante todos os anos da graduação de Engenharia Mecânica

Enfim, sou grato por ter compreendido durante esta jornada, que não é o que carregamos no bolso que nos torna valioso, e sim, o que deixamos no coração das pessoas.

Obrigado.

SILVA, Júlio Cesar Moraes da. **Sistemas de análises e manutenções industriais**. 2021. Ano de Realização. 30 folhas. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica) – Faculdade Anhanguera, Jacareí, SP. 2021.

RESUMO

A manutenção industrial perpassou por diversos desafios em toda história das evoluções Industriais gerando suas próprias histórias, dinamismos e também evoluções com o auxílio da tecnologia, que por sua vez vem sendo aplicado de maneira integrada, com seus recursos fundamentais para a melhoria dos funcionamentos das máquinas industriais. Sendo então considerada como questão: como os avanços tecnológicos voltados para as manutenções industriais podem contribuir para as identificações dos problemas mecânicos? O objetivo geral foi identificar os avanços tecnológicos e os tipos de manutenções existentes para os setores industriais. Citar sobre os avanços tecnológicos a favor da manutenção industrial; Especificar os tipos de cuidados e manutenções voltados para o setor industrial; Definir as vantagens dos softwares de manutenções para as indústrias. A revisão de literaturas será o formato para realização das pesquisas, nas quais serão contempladas pelas teorias relacionadas com a engenharia mecânica, formalizando assim bases específicas e aprofundadas para as exigências para o desenvolvimento que solicita o tema. Diante disso foram utilizados como filtragem de busca às seguintes palavras-chaves: manutenção, mecânica, avanços, indústria 4.0, engenharia. Alcançando assim os critérios de buscas a fim de elaborar um bom desenvolvimento para as futuras pesquisas, que serão realizadas em bancos de dados de diversas Universidades, tais como Universidade de São Paulo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, entre outras, assim como também a utilização de revistas, artigos científicos e livros, sendo todos os tipos de publicações publicadas entre os anos de 2012 a 2021. Em conclusão desse trabalho se tem que a importância e as evoluções dos processos da manutenção industrial juntamente com o auxílio da tecnologia pode proporcionar melhorias contínuas em todos os processos da área da manutenção. Em resposta o problema de pesquisa é possível estabelecer que os avanços tecnológicos propiciem grandes vantagens para a manutenção industrial de forma integrada e contínua em tempo real diante de seus relatórios e análises podendo assim identificar de maneira clara e objetiva todas as tomadas de decisões.

Palavras-chave: Manutenção. Mecânica. Avanços. Indústria 4.0. Engenharia.

SILVA, Júlio Cesar Moraes da. **Industrial analysis and maintenance systems**. 2021. Ano de Realização. 30 folhas. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica) – Faculdade Anhanguera, Jacareí, SP. 2021.

ABSTRACT

Industrial maintenance has gone through several challenges throughout the history of Industrial evolutions, generating its own stories, dynamism and also evolutions with the help of technology, which in turn has been applied in an integrated manner, with its fundamental resources to improve the functioning of machines industrial. The question is then considered: how can technological advances aimed at industrial maintenance contribute to the identification of mechanical problems? The general objective was to identify technological advances and types of maintenance that exist for industrial sectors. Mention about technological advances in favor of industrial maintenance; Specify the types of care and maintenance aimed at the industrial sector; Define the advantages of maintenance software for industries. The literature review will be the format for conducting the research, which will be covered by theories related to mechanical engineering, thus formalizing specific and in-depth bases for the requirements for the development that the topic calls for. Therefore, the following keywords were used as a search filter: maintenance, mechanics, advances, industry 4.0, engineering. Thus reaching the search criteria in order to develop a good development for future research, which will be carried out in databases of several Universities, such as the University of São Paulo, Federal University of Rio de Janeiro, among others, as well as the use of journals, scientific articles and books, with all types of publications published between the years 2012 to 2021. In conclusion of this work, the importance and evolution of industrial maintenance processes together with the help of technology can provide improvements continuous processes in all processes in the maintenance area. In response to the research problem, it is possible to establish that technological advances provide great advantages for industrial maintenance in an integrated and continuous way in real time in front of its reports and analysis, thus being able to clearly and objectively identify all decision-making processes.

Keywords: Maintenance. Mechanics. Advances. Industry 4.0. Engineering.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Exemplo de CLP's.....	29
---	-----------

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
2. OS AVANÇOS TECNOLÓGICOS A FAVOR DA MANUTENÇÃO INDUSTRIAL 15	
3. TIPOS DE CUIDADOS E MANUTENÇÕES VOLTADAS PARA O SETOR INDUSTRIAL.....	20
4. DEFINIR AS VANTAGENS DOS SOFTWARES DE MANUTENÇÕES PARA AS INDÚSTRIAS.	26
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	31
REFERÊNCIAS.....	32

1. INTRODUÇÃO

Diagnosticar diferentes tipos de defeitos em máquinas indústrias pode gerar tempo e muitas vezes trazer sérios danos para o setor produtivo, tornando necessárias diferentes formas para minimizar esses impactos, diante dessas observações esse projeto tende a verificar as inovações tecnológicas voltadas para o setor de manutenção industrial.

Os processos industriais adotam diferentes tipos de formatos de manutenções, relacionadas em preditiva, corretiva, entre outras exigidas pelos novos modelos da Indústria 4.0 determinada por seus avanços que por sua vez proporcionam para as áreas de manutenções inovações que são apresentadas nesse projeto a fim de enriquecer os conhecimentos como principal base de desenvolvimento profissional.

Diferentes ferramentas importantes para a identificação de falhas estão a disposição da Indústria 4.0, nesse sentido cabe ressaltar suas funções, aplicações e tipos viáveis para a manutenção, no que tange sua importância para o conhecimento aumentando também a capacidade interpretativa com o auxílio da tecnologia.

O problema de pesquisa para resposta foi a seguinte questão: como os avanços tecnológicos voltados para as manutenções industriais podem contribuir para as identificações dos problemas mecânicos?

O objetivo geral foi identificar os avanços tecnológicos e os tipos de manutenções existentes para os setores industriais. Citar sobre os avanços tecnológicos a favor da manutenção industrial; Especificar os tipos de cuidados e manutenções voltados para o setor industrial; Definir as vantagens dos softwares de manutenções para as indústrias.

A revisão de literaturas será o formato para realização das pesquisas, nas quais serão contempladas pelas teorias relacionadas com a engenharia mecânica, formalizando assim bases específicas e aprofundadas para as exigências para o desenvolvimento que solicita o tema.

Diante disso foram utilizados como filtragem de busca às seguintes palavras-chaves: manutenção, mecânica, avanços, indústria 4.0, engenharia. Alcançando assim os critérios de buscas a fim de elaborar um bom desenvolvimento para as futuras pesquisas, que serão realizadas em bancos de dados de diversas

Universidades, tais como Universidade de São Paulo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, entre outras, assim como também a utilização de revistas, artigos científicos e livros, sendo todos os tipos de publicações publicadas entre os anos de 2012 a 2021.

2. OS AVANÇOS TECNOLÓGICOS A FAVOR DA MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

A manutenção industrial é uma das atividades mais importantes de uma indústria na qual que por meio de estratégias ideais transmitem o bom funcionamento de toda a estrutura da cadeia produtiva sem danos com equipamentos e dos produtos, estando essas ações ligadas diretamente às possibilidades e crescimento das indústrias (XENOS, 2014).

O surgimento da gestão da manutenção trouxe diversos benefícios para as indústrias, nas quais suas facilidades de aplicação com as diferentes técnicas que foram surgindo com o passar dos anos, trouxeram para o ramo da manutenção muitos conhecimentos aprofundados no que diz respeito com a vida útil dos maquinários, nos quais são responsáveis diretos por todo seu desempenho e funcionamento (KARDEC; NACIF, 2019).

Para garantir as qualidades produtivas das máquinas conhecidas nas linguagens da Indústria 4.0 como ativos, o setor industrial necessitou abordar novos conceitos a todos os setores inclusive aos novos modelos de manutenção, nos quais possibilitam uma gama de resultados satisfatórios com suas modernidades, principalmente em evitar danos ou perpassar por dificuldades por falhas em componentes que possam prejudicar o sistema produtivo (NUNES, 2015).

Nesse caso os modelos informatizados de rendimento dos ativos possibilitam aos operadores e os profissionais da área mecânica resultados instantâneos, ou seja em tempo real diante das análises realizadas pelos sistemas da gestão da manutenção, algo que não se via nos tempos remotos quando a existência da manutenção mesmo de forma intuitiva se impossibilitava evitar danos ou paradas repentinas de todo o sistema produtivo (SILVA *et al.*, 2017).

Com essas vantagens propostas pela tecnologia do século XXI, as indústrias contam com os mais novos meios de assistência para as máquinas, no que restringe de forma significativa as margens de erros, no que facilita a tomada de decisões, quanto aos planejamentos de revisão, controles de desgastes, níveis de exaustão, entre outros que se estão se tornando cada vez mais fundamentais para todos os modelos fabris de forma positiva e atrativa para os empreendedores (ALMEIDA; FABRO, 2019).

Diante dessas importâncias destacadas do campo, industrial cabe ressaltar

que existem diversos tipos de manutenções tais como: preventiva, corretiva, preditiva, prescritiva e produtiva total, tendo como principal meio de atuação suas políticas inseridas nos sistemas de gestão de manutenção das indústrias, na qual possui relações diretas com setor econômico das empresas (KARDEC; NASSIF, 2019) (KARDEC; NACIF, 2019).

Com a considerada Segunda Revolução Industrial, os conceitos da manutenção industrial foram ampliados dando sentido aos mais variados tipos de aplicações, superdimensionado pelas máquinas de baixa produtividade cujas ações preventivas eram a lubrificação e a limpeza constante nos equipamentos da época, de modo que os reparos eram realizados após a quebra das máquinas, trazendo assim diversos percalços para a produção das empresas (MIGUEL *et al.*, 2012).

Ainda sobre as evoluções industriais a indústria perpassou por muitos desafios em toda sua trajetória, nas quais se fundamentam entre as necessidades de suas evoluções, ou seja, após o final da Segunda Guerra Mundial, muitos países como na Europa e Estados Unidos tiveram que se reconstruírem de forma organizada para atenderem as altas demandas para que pudessem suprir suas populações, surgindo então as necessidades dos altos desempenhos fabris (SILVA *et al.*, 2017).

Dessa forma considera-se que o ponto principal da motivação das evoluções industriais se deu por conta das necessidades dos consumidores, no que estabeleceu a união dos eventos tecnológicos frente a atenderem as vulnerabilidades das máquinas, surgindo então a indústria 4,0 na qual a tecnológica é uma das principais ações desses novos modelos produtivos (NUNES, 2015).

Com os novos modelos propostos pelas evoluções conhecidas como Indústria 4.0 os conceitos da manutenção industrial ganharam uma visão dinâmica quanto aos processos de atuações nos sistemas produtivos, entre eles equipamentos sofisticados estão a disposição dos profissionais da manutenção mecânica de modo geral, entre eles se destacam: monitores de vibração e temperaturas, estetoscópio, sistemas integrados ligados a computadores de forma remota com dados de falhas, entre outras tecnologias avançadas que minimizam o tempo de busca de falhas no sistema produtivo (ALMEIDA; FABRO, 2019).

Essas características de inovação são consideradas para a manutenção industrial como revolucionário, tornando a tomada de decisões menos complicada às

mais variadas partes em sistemas ou mecanismos, contando com as diversas modalidades tecnológicas que contribuem para as ações corretivas e preventivas das empresas (NUNES, 2015).

A gestão de manutenção industrial possui diferentes métodos dependendo da escolha e da política das empresas, se destacando em: preventiva, corretiva, preditiva, prescritiva e produtiva total, se destacando pelos métodos de atuações industriais, como por exemplo, a corretiva sendo a mais conhecida pelas suas ações em efetuar as correções necessárias quando há alguma falha ou parada dos maquinários para que se restabeleça e volte às suas atividades normais (MENDES; SAMPAIO, 2016).

A manutenção preventiva é a mais clássica voltada para as políticas de prevenções, trazendo como principais aspectos industriais em evitar danos ou paradas repentinas na produção, contribuindo assim com os sistemas de gerenciamentos de qualidade produtiva e organizacional, tendo como principal objetivo em estipular cronograma de agendamentos para suas realizações, observando quaisquer anormalidades que possam ocasionar em danos futuros, substituindo as peças aos sinais ou presenças de vulnerabilidades (SILVA *et al.*, 2017).

Os conceitos da manutenção preditiva se aliam diretamente com os traços da modernidade da Indústria 4.0 de forma que suas ações tendem a contribuir com a melhoria dos processos produtivos voltados às técnicas de redução de custos operacionais, diante das análises de alguns fatores tais como: excessos de vibração, inspeções visuais constantes, ultrassom, entre outras ações não destrutivas que se elencam, com o auxílio da tecnologia em tempo real aumentando a confiabilidade dos equipamentos, melhorias na qualidade da produção, entre outros (SOUZA *et al.*, 2016).

A manutenção prescritiva é um termo que vem sendo utilizado no âmbito da manutenção industrial considerado ainda muito recente, com grandes horizontes em meio a Indústria 4.0 devido pelo seu modelamento utilizar as ferramentas tecnológicas para tomada de decisões devido à utilização de algoritmos da inteligência artificial via nuvem, Big Data, entre outros, que realizam relatórios contínuos de verificações em torno dos monitoramentos (TEIXEIRA, 2021).

Ainda dentro dos conceitos das metodologias da manutenção industrial, se

destaca também a *Total Productive Maintenance* (TPM), cuja tradução na língua portuguesa significa, manutenção produtiva total, criada no Japão que se baseia 8 diferentes pilares, sendo eles: manutenção autônoma, manutenção planejada, manutenção da qualidade, melhorias específicas, controle inicial, treinamento e educação, segurança higiene meio ambiente, áreas administrativas. Entretanto essas modalidades se objetivam em aumentar a vida útil dos equipamentos, redução de custos com reparos desnecessários, forma estratégica, entre outros (ALMEIDA; FABRO, 2019).

A tecnologia se tornou o braço forte da humanidade em todos os ares, inclusive nas indústrias, que diante desses avanços tecnológicos surgiu a Indústria 4.0 que em seus moldes de desenvolvimento elenca diretamente as facilidades de suas condutas em torno da computação gráfica, visão 3D, ensaios técnicos de funcionamento com diversos programas tais como: *Sketchup*, *Autocad*, entre outros, sistemas de banco de dados e análises contínuas para tomada de decisões, fluxo de desenvolvimento das máquinas entre outros (RIBEIRO, 2014).

Diante dessas inovações, ainda é possível contar com diversos sistemas automatizados que elaboram relatórios constantes e analíticos com a inteligência artificial como: *BigData*, que diante de monitoramentos e comparações estatísticas podem sugerir de formas instantâneas as tomadas de decisões, tais como: rendimento específico de alguma máquina, potencialidade para aumento ou redução da produção se necessário (KARDEC; NACIF, 2019).

A tecnologia Internet das Coisas (IoT) foi criada para a digitalização de todos os dados que sejam necessários para as indústrias, cujas suas aplicações se demonstram de longo alcance, possibilitando assim a obtenção de diversos dados em tempo real, diante da conectividade para o setor de manutenção altamente informados e analisando todos os tipos de informações constantes geradas por esse sistema (SOUZA *et al.*, 2016).

Assim como o sistema *Reference Architectural Model for Industry 4.0* (RAMI) foi criado para elaboração de modelos de manutenção na indústria, nos quais essas criações possibilitam as empresas em se organizarem forma digital no que corresponde com os procedimentos dos mais novos sistemas avançados para as indústrias (NUNES, 2015).

Mesmo com os mais variados avanços na área da manutenção, não se pode

deixar de lado suas trajetórias que puderam enfatizar esses avanços, ou seja, um dos conceitos que nunca poderá ser extinto em meio aos mais centrados reflexos tecnológicos, a mão de obra humana, em outras palavras, a sociedade anseia pelos desenvolvimentos tecnológicos e por outro lado o temor da taxa de desemprego, que se mostra anunciada pelas facilitações tecnológicos (KARDEC; NACIF, 2019).

Porem a taxa de desenvolvimento das máquinas em outros países é muito mais crescente que no Brasil, no que propicia ainda muitas oportunidades de interações entre a sociedade e modelos da nova manutenção na Indústria 4.0, dessa forma se torna claro que as visões profissionais que se abordava em apenas uma área, deixou de ser válida para aqueles que possuem aspectos de desenvolvimentos multidisciplinares (NUNES, 2015).

As inovações não somente proporcionam a interação do homem, mas também abrangência em diversas áreas, de modo que os sistemas operacionais das indústrias possuem dois eixos principais de trabalho que são a mecânica e a eletrônica que por sua vez interagem com outros tipos de atuações indispensáveis para o conhecimento humano nas quais são correspondidas com os relatórios dos sistemas de gestão da mecânica avançada (SILVA *et al.*, 2017).

Entretanto os modelos de manutenção simbolizadas pelas chaves nunca deixarão de cumprir seus papéis na mecânica, podendo assim servir de ponte de apoio aos conceitos errôneos da tecnologia que se tem ao se imaginar que veio para tomar o lugar do homem em todos os aspectos principalmente da mão de obra, na qual se mostra ao contrário, mas sim em incentivar os novos operadores e engenheiros a tirarem proveitos da tecnologia (ALMEIDA; FABRO, 2019).

Outro conceito que a tecnologia trouxe para o homem está na sua presença quanto aos conhecimentos, não podendo mais existir certas distancias entre homem e tecnológica, ou simplesmente o não conhecimento da informática, na qual de maneira simples se compreende em um painel ou monitor, que pode ser alfanumérico ou até mesmo um teclado na qual pode oferecer aos operadores a realização das mais complexas tarefas (SOUZA *et al.*, 2016).

Dessa forma se torna viável que o mundo tecnológico junto aos conceitos da engenharia vem se tornando cada vez mais preciso e amigável, porém cabe as implantações de novas tecnologias que possam oferecer cada vez mais confiança para a sociedade quebra dos espaços entre homem e tecnologia.

3. TIPOS DE CUIDADOS E MANUTENÇÕES VOLTADAS PARA O SETOR INDUSTRIAL

A criação de valor industrial nos primeiros países industrializados é atualmente moldada pelo desenvolvimento para o quarto estágio da industrialização, a chamada Indústria 4.0. Este desenvolvimento segue a terceira revolução industrial que começou no início da década de 1970 e foi baseada em tecnologias eletrônicas e de informação para a realização de um alto nível de automação na fabricação (SOUZA *et al.*, 2016).

O desenvolvimento para a Indústria 4.0 tem atualmente uma influência substancial na indústria manufatureira. Baseia-se no estabelecimento de fábricas inteligentes, produtos inteligentes e serviços inteligentes incorporados em uma internet das coisas e de serviços também chamado internet industrial [2]. Além disso, novos e disruptivos modelos de negócios estão evoluindo em torno desses elementos da Indústria 4.0 (XENOS, 2014).

Esse desenvolvimento para uma Indústria 4.0 oferece imensas oportunidades para a realização de uma fabricação sustentável utilizando a onipresente infraestrutura de tecnologia da informação e comunicação (TIC). Este artigo apresentará uma revisão de última geração da Indústria 4.0 com base em pesquisas e práticas recentes (ALMEIDA; FABRO, 2019).

Em que, as perspectivas macro e micro da Indústria 4.0 serão visualizadas e analisadas. Posteriormente, abordagens para a manufatura sustentável são combinadas com as exigências da Indústria 4.0 e uma visão geral das oportunidades de fabricação sustentável nas macro e micro perspectivas será apresentada. Finalmente, será traçada uma caixa de uso para a adaptação de equipamentos como uma oportunidade específica para a fabricação sustentável na Indústria 4.0 (NUNES, 2015).

As principais ideias da Indústria 4.0 se construíram a base para o manifesto da Indústria 4.0 publicado em 2013 pela Academia Nacional Alemã de Ciência e Engenharia. A nível europeu, a Parceria Público-Privada (PPP) para Fábricas do Futuro aborda e desenvolve temas relacionados à Indústria 4.0 [5]. O conteúdo da Indústria 4.0 nos EUA é promovido pelo Industrial Internet Consortium (ICC) (KARDEC; NACIF, 2019).

O paradigma da Indústria 4.0 é essencialmente delineado por três dimensões da integração horizontal em toda a rede de criação de valor, (engenharia completa em todo o ciclo de vida do produto, bem como sistemas de integração vertical e fabricação em rede (SOUZA *et al.*, 2016).

A integração horizontal em toda a rede de criação de valor descreve a empresa de modo externo e empresa interna inteligente de ligação cruzada e digitalização de módulos de criação de valor em toda a cadeia de valor de um ciclo de vida do produto e entre cadeias de valor de ciclos de vida de produtos adjacentes (XENOS, 2014).

A engenharia completa em todo o ciclo de vida do produto descreve a ligação e digitalização inteligentes em todas as fases de um ciclo de vida do produto : desde a aquisição de matéria-prima ao sistema de fabricação, ao uso do produto e ao fim da vida útil do produto , no que estabelece meios sofisticados de manutenções com uso da Inteligência Artificial (ALMEIDA; FABRO, 2019).

A integração vertical e os sistemas de fabricação em rede descrevem a ligação e digitalização inteligentes dentro dos diferentes níveis de agregação e hierárquica de um módulo de criação de valor a partir de estações de fabricação via células de fabricação, linhas e fábricas, integrando também as atividades associadas da cadeia de valor, como marketing e vendas ou desenvolvimento de tecnologia (NUNES, 2015).

O cross-linking inteligente e a digitalização abrangem a aplicação de uma solução completa usando tecnologias de informação e comunicação que estão incorporadas em uma nuvem (KARDEC; NACIF, 2019).

Em um sistema de fabricação, o cross-link inteligente é realizado pela aplicação dos chamados Sistemas Cibernéticos Físicos (CPS) que estão operando de forma auto-organizada e descentralizada. Eles são baseados em componentes mecatrônicos incorporados, ou seja, sistemas de sensores aplicados para coleta de dados, bem como sistemas atuadores para influenciar processos físicos. No que tange ainda mais conhecimentos dos profissionais aos modelos de gestão da manutenção da Industria 4.0 (ALMEIDA; FABRO, 2019).

A Central de Processamento de Dados está ligado inteligentemente entre si e está intercedendo continuamente dados através de redes virtuais, como uma nuvem em tempo real. A nuvem em si é implementada na internet das coisas e

serviços. Sendo parte de um sistema sociotécnico, o CPUs está usando interfaces humanas- máquinas para interagir com os operadores e profissionais das áreas de manutenção produtiva (SOUZA *et al.*, 2016).

A perspectiva macro da Indústria 4.0, como mostrado na Figura 1, abrange a integração horizontal, bem como a dimensão de engenharia de ponta a ponta da Indústria 4.0. Essa visualização baseia-se em um forte ponto de vista relacionado ao ciclo de vida do produto, colocando os ciclos de vida do produto interseções como elemento central das redes de criação de valor na Indústria 4.0 (XENOS, 2014).

A integração horizontal da perspectiva macro é caracterizada por uma rede de módulos de criação de valor. Os módulos de criação de valor são definidos como a interação de diferentes fatores de criação de valor, ou seja, equipamentos, humanos, organização, processo e produto (ALMEIDA; FABRO, 2019).

Os módulos de criação de valor, representados em seu mais alto nível de agregação por fábricas, estão inter-ligados ao longo da cadeia completa de valor de um ciclo de vida do produto, bem como com módulos de criação de valor em cadeias de valor de ciclos de vida de produtos adjacentes. Essa vinculação leva a uma rede inteligente de módulos de criação de valor que abrange as cadeias de valor de diferentes ciclos de vida do produto. Essa rede inteligente fornece um ambiente para novos e inovadores modelos de negócios e, portanto, está levando a uma mudança nos modelos de negócios (NUNES, 2015).

A engenharia de ponta a ponta a partir da perspectiva macro é a interseção de stakeholders, produtos e equipamentos ao longo do ciclo de vida do produto, começando pela matéria-prima fase de aquisição e terminando com o fim da fase de vida (KARDEC; NACIF, 2019).

Os produtos, os diferentes stakeholders, como clientes, trabalhadores ou fornecedores, e os equipamentos de fabricação estão incorporados em uma rede virtual e estão trocando dados entre e entre as diferentes fases de um ciclo de vida do produto (ALMEIDA; FABRO, 2019).

Este ciclo de vida consiste na fase de aquisição de matérias-primas, a fase de fabricação - contendo o desenvolvimento do produto, a engenharia do sistema de fabricação relacionado e o fabricação do produto - a fase de uso e

serviço , a fase final-de vida - contendo reutilização, remanufatura, reciclagem, recuperação e descarte - bem como como o transporte entre todas as fases (NUNES, 2015).

Esses módulos de criação de valor, ou seja, fábricas que estão embutidas nesse fluxo onipresente de dados inteligentes evoluirão para as chamadas fábricas inteligentes. Fábricas inteligentes estão fabricando produtos inteligentes e estão sendo abastecidas com energia de redes inteligentes, bem como fornecidas com água de reservatórios especiais de produtos (XENOS, 2014).

O fluxo de material ao longo do ciclo de vida do produto e entre o ciclo de vida do produto adjacente será realizado por uma logística inteligente. O fluxo de dados inteligentes entre os diferentes elementos das redes de criação de valor na Indústria 4.0 é intercambiado através da nuvem (SOUZA *et al.*, 2016).

Os dados inteligentes surgem estruturando rapidamente informações de big data que, em seguida, podem ser usadas para avanços de conhecimento e tomada de decisão ao longo do ciclo de vida do produto (ALMEIDA; FABRO, 2019).

Fábricas inteligentes estão usando sistemas cibernéticos incorporados para criação de valor. Isso permite que o produto inteligente se auto-organize seus processos de fabricação necessários e seu fluxo em toda a fábrica de forma descentralizada, intercedendo dados inteligentes os modelos de integrado de inteligência multiplas das empresas (NUNES, 2015).

O produto inteligente detém as informações sobre seus requisitos para os processos de fabricação e equipamentos de fabricação. A logística inteligente está usando o CPS para apoiar o fluxo de material dentro da fábrica e entre fábricas, clientes e outras partes interessadas. Eles também estão sendo controlados de forma descentralizada de acordo com as exigências do produto (KARDEC; NACIF, 2019).

Uma rede inteligente corresponde dinamicamente à geração de energia de fornecedores que usam energias renováveis com a demanda de energia dos consumidores, por exemplo, fábricas inteligentes ou casas inteligentes, usando armazenamentos de energia de curto prazo para buffering. Dentro de uma rede inteligente, consumidores de energia e fornecedores podem ser os mesmos (XENOS, 2014).

A fábrica inteligente como módulo de criação de valor no mais alto nível de agregação contém diferentes módulos de criação de valor em níveis de agregação mais baixos, como linhas de fabricação, células de fabricação ou estações de fabricação. As fábricas inteligentes usarão cada vez mais energias renováveis como parte de uma oferta autossuficiente, além do fornecimento fornecido pela rede inteligente externa (ALMEIDA; FABRO, 2019).

Assim, a fábrica se tornará fornecedora e consumidora de energia ao mesmo tempo. A rede inteligente, bem como o sistema de gerenciamento de energia da fábrica inteligente terão que ser capazes de lidar com a dinâmica (SOUZA *et al.*, 2016).

A integração horizontal a partir da micro perspectiva é caracterizada pelos módulos de criação de valor ao longo do fluxo material da fábrica inteligente também integrando a logística inteligente. A logística de entrada e saída de e para as fábricas como parte da logística inteligente será caracterizada por equipamentos de transporte capazes de reagir de forma ágil eventos imprevistos, como uma mudança no tráfego ou no clima e que é capaz de operar de forma autônoma entre o ponto de partida e o destino (XENOS, 2014).

Equipamentos de transporte autônomos, como Veículos Guiados Automatizados (AGVs) serão utilizados para a realização do transporte interno ao longo do fluxo de material. Todos os equipamentos de transporte estão trocando dados inteligentes com os módulos de criação de valor, a fim de realizar uma coordenação descentralizada de suprimentos e produtos com o sistemas de transporte (ALMEIDA; FABRO, 2019).

Para isso, os suprimentos e produtos contêm sistemas de identificação, por exemplo, chips RFID ou códigos QR. Isso permite uma identificação sem fio e localização de todos os materiais da cadeia de valor (KARDEC; NACIF, 2019).

Integração vertical e sistemas de fabricação em rede a partir da micro perspectiva descrevem a cruzamento inteligente, vinculação dos fatores de criação de valor : produto, equipamento e humano, junto os diferentes níveis de agregação dos módulos de criação de valor das estações de fabricação através de células de fabricação e linhas de fabricação até a fábrica inteligente . Essa rede nos diferentes níveis de agregação também inclui a interseção dos

módulos de criação de valor com as diferentes atividades da cadeia de valor, por exemplo, marketing e vendas, serviço, aquisição, etc (NUNES, 2015).

O módulo de criação de valor em uma fábrica corresponde a um sistema cibernético-físico incorporado. Os equipamentos de fabricação, por exemplo, máquinas-ferramentas ou ferramentas de montagem, estão usando sistemas de sensores para identificar e localização dos fatores de criação de valor, como os produtos ou os seres humanos, como bem como para monitorar os processos de fabricação, por exemplo, os processos de corte, montagem ou transporte.

Dependendo dos dados inteligentes monitorados, os atuadores aplicados nos equipamentos de fabricação podem reagir em tempo real sobre mudanças específicas do produto, humanos ou processos (SOUZA *et al.*, 2016).

A comunicação e troca dos dados inteligentes entre os fatores de criação de valor, entre o módulo de criação de valor e o equipamento de transporte, bem como entre os diferentes níveis de agregação e as diferentes atividades da cadeia de valor está sendo executada através da nuvem (XENOS, 2014).

Um paradigma a indústria 4.0 será um avanço para uma criação de valor industrial mais sustentável. Na literatura atual, esse passo se caracteriza principalmente como contribuição para a dimensão ambiental da sustentabilidade. A alocação de recursos, ou seja, produtos, materiais, energia e água, pode ser realizada de forma mais eficiente com base em módulos inteligentes de criação de valor cruzado (ALMEIDA; FABRO, 2019).

Além dessas contribuições ambientais, a Indústria 4.0 possui uma grande oportunidade para realizar a criação sustentável de valor industrial nas três dimensões da sustentabilidade: econômica, social e ambiental. No que as oportunidades de fabricação sustentável para a perspectiva macro da Indústria 4.0 possibilita uma visão geral das oportunidades para a micro perspectiva. Os conceitos apresentados em ambas as tabelas mesclam as abordagens mais importantes da manufatura sustentável na literatura atual com as tendências e desenvolvimentos relacionados à Indústria 4.0 (NUNES, 2015).

4. DEFINIR AS VANTAGENS DOS SOFTWARES DE MANUTENÇÕES PARA AS INDÚSTRIAS.

A programação das máquinas vem sendo utilizada de acordo com suas necessidades, ou seja, as indústrias em cada eixo de seguimento necessitam dessas programações a fim de estabelecer o perfeito funcionamento e suas necessidades, podendo assim gerar certos tipos de informações necessárias para a realização de todos seus procedimentos, estabelecidos por relatórios contínuos e essenciais para a produção (TORO *et al.*, 2015).

Entretanto cabe ressaltar que para isso são necessárias diferentes abordagens referenciadas pelos processos da tecnologia que são realizados em favor das indústrias, desde os mais simples processo de produção até os mais elevados, necessários para a produção em massa, e diversos tipos de máquinas em funcionamentos, assim como os sistemas robotizados, levando como compromisso todo desempenho das áreas industriais (BANAFÁ, 2021).

Nesses eixos de desenvolvimentos, se destacam então componentes específicos capazes de proporcionar e ordenar as máquinas de modo geral de forma sincronizada estabelecidas pelo CLP, que por sua vez foi inserido no meio industrial na década de 70, trazendo assim diversas vantagens para o meio produtivo com o auxílio da programação ao seu hardware e software para manutenção e diversas opções (SILVA *et al.*, 2019).

Ainda assim cabe ressaltar que antes do surgimento do Controlador Lógico Programável denominado CLP, os modelos tidos como anteriores eram compostos com uso de relés cuja sua principal característica era o eletromagnetismo para uso das indústrias, podendo assim também realizar funções, pelo qual necessitavam de alterações de seus controles e componentes para alterações necessárias dos processos, se tornando assim um complexo material para os operadores e manutenção (ALMEIDA, FABRO, 2019).

Logo após o surgimento dos CLP's, que correspondeu com toda as modificações, principalmente em suas estruturas e modos de alimentação, que se destaca a fonte de alimentação, memória, bateria, formatos de entrada e saída, possibilitando assim aos operadores vastos formatos de programações e alterações necessárias, trazendo assim melhores desempenhos nas indústrias com esses produtos (FIRJAN, 2016).

O CLP por sua vez é considerado como um computador potente capaz de administrar diversas funções e comandos específicos a fim de corresponder de maneira positiva todas as necessidades das indústrias, de forma autônoma, podendo também ser apto para resoluções de problemas, como por exemplo em evitar custos elevados de energia, sendo essa uma das principais vantagens se comparados com os modelos que eram utilizados anteriormente com o uso de relés (ROGGIA; FUENTES, 2016).

Segundo Silva e Lima, (2019, p.120), corroboram quanto seus conceitos relacionados aos CLP's, quanto ao seu armazenamento de memória não volátil, na qual relacionam em se tratar de um modelo de controle que recebe e armazena informações de dispositivos diferentes, tais como: sensores de entrada, que podem ser conectados em suas interfaces e também nas saídas como pré requisitos fundamentais para a programação.

Entretanto cabe ressaltar que essas vantagens de informações geradas pelos CLP's, são estabelecidas justamente pelo seus modelos de entrada e saída que geram registros fundamentais para o controle de operações e informações necessárias para que o sistema operacional se notifique quanto a temperatura, produtividade dos ativos, entre outras informações essenciais para o bom desempenho de todo o processo fabril, trazendo confiabilidade e qualidade para as indústrias (CARVALHO; FILHO, 2018).

Esse novos modelos de aplicações de produtos programáveis CLP's, por sua vez possuem diferentes tipos de tensões, que são 4 volts, 12 volts, ou também 24 volts dependendo das potências a serem empregadas, tendo como relevante a entrada de energia de 100 a 220 Volts, podendo assim determinar diversas opções para suas aplicações, sendo essa algumas inovações para seu funcionamento (ALMEIDA et al., 2017).

Mesmo com essas evoluções para a manutenção no setor industrial quando se refere aos procedimentos de máquinas que utilizam os Controladores Lógicos Programáveis, se torna fundamental o conhecimento dessas linhas de comandos, no que promove aos responsáveis das operações em auto programar esses equipamentos para que se possa administrar as máquinas, motores, entre outros componentes que estejam ligados aos CLP's, podendo assim evitar de transtornos ou parada de toda a linha de produção quando se tem as opções de funcionamentos

independentes dos ativos (BONAFÁ, 2021).

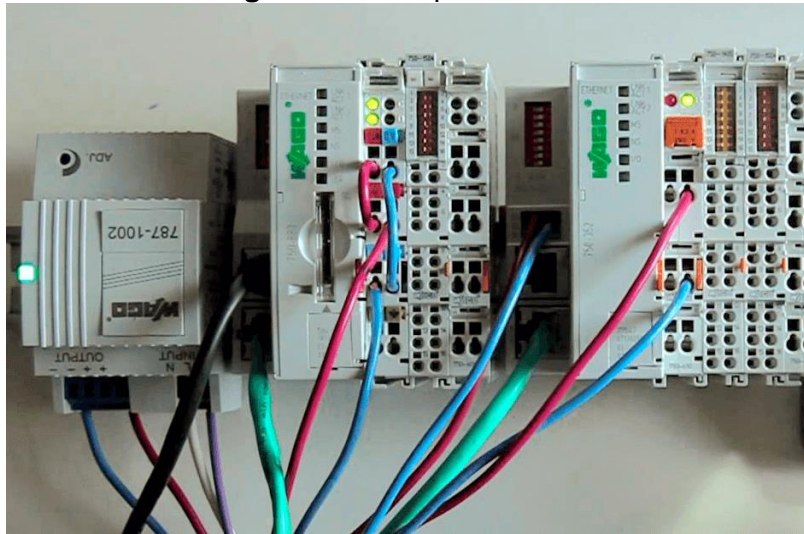
Para isso cabe destacar que os CLP's utilizam linguagens específicas em seu campo de programação, tal como: a linguagem Ladder, que vem sendo uma das mais requisitadas nos ambientes de programações desses produtos, necessitando também mencionar os modelos do Assembly que era muito utilizado anteriormente, cujas gerações vem se tornando cada vez mais propícia em suas inovações (ROGGIA; FUENTES, 2016).

Nesse sentido com as evoluções na programação, surgiram então diferentes padrões que foram inseridos nesse setor para atender a demanda dos CLP's e comandos lógicos a objetos de maneira geral, podendo assim obter certas vantagens quanto as suas interfaces, redes de comunicações internas, que por sua vez se destacou as linguagens de programações C++ e também o diagrama de Ladder, não podendo deixar de citar também o diagrama de blocos funcionais, que aborda textos de forma estruturadas e outros (SILVA; LIMA, 2019).

Diante desses avanços na área da programação puderam então ser voltados para os setores industriais, nos quais propiciaram o surgimento de diferentes tipos de modelos programáveis, podendo então atender todas as demandas das indústrias, de maneira objetiva, com eixos de liga e desliga, como por exemplo, ligação de uma lâmpada com interruptor para ser ligada e desligada quando necessário com conjuntos de opções e ações (SILVA; LIMA, 2019).

Os métodos tradicionais foram aplicados pela linguagem de Ladder, nos quais puderam proporcionar o uso de dos CLP's, se diferenciando dos métodos antigos com o uso de relés, nos quais deram autonomia suficiente para esses produtos a serem manipulados e receberem ordens específicas graças às inovações no setor de programação, na qual capacita esses aparelhos na captação de informações, leitura de dados, entrada e saída, cujas denominações são denominadas pelos sistemas de programações do *Ladder* (CARVALHO; FILHO, 2018).

As entradas e saídas são disponibilizadas em formas de contatos, bobinas e blocos que funcionam em linhas de seus circuitos horizontais, podendo então classificá-los da seguinte forma: contatos, bobinas e blocos funcionais, nos quais os contatos são representados por entradas digitais do sistema, como as botoeiras, chaves de fim de curso e sensores de presença, podendo também ser contatos abertos (a) ou fechados (b) de forma lógica direta ou inversa (ALMEIDA *et al.*, 2017).

Figura 1 - Exemplo de CLP's

Fonte: Almeida *et al.*, (2017).

. As bobinas são representadas pelas saídas digitais, do sistema, como luzes bobinas de contadores, como também alarmes, podendo ser de modelos simples ou avançados, tendo como acionamento das bobinas (a) set ou (b) reset. Os blocos, por sua vez são representados pelos funcionamentos lógicos de forma complexa, nos quais utilizam as entradas e saídas para como parâmetros específicos, distinguindo-os de blocos funcionais, temporizadores ou contadores (ROGGIA; FUENTES, 2016).

Os CLPs é o coração da automação industrial, devido ser o único local na qual se concentra todas as lógicas, ou uma boa parte que controla todo o processo em questão, ou seja, que foram programadas, sejam elas para indústrias siderúrgicas, celulose, petroquímicas, entre outros, que tendem a utilizarem das formas ideais para suas atividades produtivas ou atividades funcionais (SILVA; LIMA, 2019).

Segundo Bonafa, (2021, p.74), explica que os modelos da Unidade Central de processamentos – UCP, conhecida CPU na tradução da língua inglesa, é o principal responsável para execução de todos os processos a ser realizado pelos CLP's, nas quais suas entradas e saídas podem ser programadas e armazenável, podendo também estabelecer componentes que não armazenam memória, como os que armazenam grandes partes da programação no seu espaço físico.

Os rastreamentos de falhas entre outros que possam interferir de maneira direta ou indireta nos funcionamentos dos ativos que são ligados nos CLP's, são identificadas pela central de processamento de dados, (CPU), que por sua vez

análise e compara dados que são estipulados pela programação, gerando assim maiores conformidades em todo o processo contínuo de produção (SILVA; LIMA, 2019).

Para isso é necessária toda a sincronia entre o CPU e as memórias que por sua vez se distinguem entre volátil e não volátil, que por sua vez armazenam características importantes para todos os componentes de funcionalidade, como por exemplo impedir a queda do fornecimento de energia, ou suas oscilações, contribuindo assim com todo o funcionamento essencial dos ativos (CARVALHO; FILHO, 2018).

Essas condições que na qual verifica ou denomina as alterações, ou seja, de estado de 0 para 1 se considera que o tempo é 0 e o estado de 1 também não existe tempo específico de atuação, sendo esses dados utilizados historicamente em 1854 pelo matemático George Boole, que criou uma metodologia para tratar de forma algébrica condições que só poderiam ser de 0 e 1 (KARDEC; NACIF, 2019).

Quando se necessita saber se esse sistema é quente ou frio gerando assim certas opções para suas identificações 0 ou 1, para aberto ou fechado, ainda como exemplo se pode ter como análises de um sistema quente ou frio, ou algo aberto ou fechado diferentemente de processos contínuos e que forma se consegue ler em tempo real todas as variáveis em um sistema, por exemplo, (ALMEIDA *et al.*, 2017).

Principalmente na área de engenharia de instrumentação, esses sistemas discretos, são aqueles que só podem ter dois estados, abertos ou fechados, sendo esses eventos que assumem valores no conjunto numerável, pois essas alterações de valores são tão rápidas se pode mensurar de forma cronometrada, quanto as medições de temperatura então que se passa nos sistemas contínuos, que são estudadas (XENOS, 2014).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O surgimento da gestão da manutenção trouxe diversos benefícios para as indústrias, nas quais suas facilidades de aplicação com as diferentes técnicas que foram surgindo com o passar dos anos, trouxeram para o ramo da manutenção muitos conhecimentos aprofundados no que diz respeito com a vida útil dos maquinários, nos quais são responsáveis diretos por todos seus desempenho e funcionamento

Dessa forma considera-se que o ponto principal da motivação das evoluções industriais se deu por conta das necessidades dos consumidores, no que estabeleceu a união dos eventos tecnológicos frente a atenderem as vulnerabilidades das máquinas, surgindo então a indústria 4,0 na qual a tecnológica é uma das principais ações desses novos modelos produtivos

A engenharia completa em todo o ciclo de vida do produto descreve a ligação e digitalização inteligentes em todas as fases de um ciclo de vida do produto : desde a aquisição de matéria-prima ao sistema de fabricação, ao uso do produto e ao fim da vida útil do produto , no que estabelece meios sofisticados de manutenções com uso da Inteligência Artificial

Os avanços tecnológicos voltados para as indústrias tornaram-nas cada vez mais eficientes e condizentes com as produções de seus produtos de forma uniformizada, dinâmica e com muita eficiência e qualidade, agregando assim ainda mais valores aos termos robotizados, trazendo a tona diferentes conceitos que à pouco vem se tornando cada vez mais presente nos setores industriais, como por

Com essas abordagens foi possível alcançar os objetivos propostos, no que estabeleceu a importância e as evoluções dos processos da manutenção industrial juntamente com o auxílio da tecnologia que pode proporcionar melhorias contínuas em todos os processos da área da manutenção.

Em resposta o problema de pesquisa é possível estabelecer que os avanços tecnológicos propiciem grandes vantagens para a manutenção industrial de forma integrada e contínua em tempo real diante de seus relatórios e análises podendo assim identificar de maneira clara e objetiva todas as tomadas de decisões.

Para a próxima pesquisa se tem como indicação as abordagens relacionadas com os assuntos sobre desgastes de ferramentas no campo industrial.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Bruno Guerra e FABRO, Elton. **Indústria 4.0 como ferramenta na engenharia de manutenção com base na metodologia TPM**. 2019. *Scientia Cum Industria*, V. 7, N. 2, PP. 23 — 39, 2019
- ALAMY. **Un empleado se muestra junto a la línea de producción en la planta embotelladora de Coca-Cola**. Disponível no seguinte endereço eletrônico: <<https://www.alamy.es/foto-un-empleado-se-muestra-junto-a-la-linea-de-produccion-en-la-planta-embotelladora-de-coca-cola-html>> Acesso em 28 setembro 2021
- ALMEIDA, Bruno Guerra; FABRO, Elton. Indústria 4.0 como ferramenta na engenharia de manutenção com base na metodologia TPM. **Revista Scientia Cum Industria**, V. 7, N. 2, 2019, p. 23 – 39.
- ALMEIDA, T. D.; CAVALCANTE, C. G. S.; FETTERMANN, D. C.: Indústria 4.0: tecnologias e nível de maturidade de suas aplicações. In: **11º Congresso Brasileiro de Inovação e Gestão de Desenvolvimento do Produto**. Editora Blucher. 2017
- BANAFI, Ahmed. **Internet of things (IoT): more than smart “things”**. Disponível em: . <https://www.researchgate.net/publication/275412910_Internet_of_Things_IoT_More_than_Smart_Things> Acesso em 28 setembro 2021.
- CARVALHO, E.; FILHO, N. Proposta de um sistema de aprendizagem móvel com foco nas características e aplicações práticas da indústria 4.0. RISTI - **Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação**. 2018
- KARDEC, Alan ; NASCIF, Julio. **Manutenção: função estratégica**. 5. ed. Rio de Janeiro: *Qualitymark*, 2019.
- MENDES, Rafael B.; SAMPAIO, Renelson Ribeiro. **Internet das coisas e physical web aplicados a plataformas multilaterais físicas**. In: Workshop de Gestão, Tecnologia Industrial e Modelagem Computacional. 2016.
- MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick. Tércio; Alencar Moreira; Campos, Moacir.. (coord.) **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.
- NUNES, Enon Lécio. **Saberes da manutenção: uma visão sistêmica**. UFPR Editora, 1ª edição, Curitiba, 2015.
- RIBEIRO, Haroldo. **Manutenção produtiva total: A bíblia do TPM”, PDCA Editora**, 2014, 1ª edição, São Caetano do Sul.

ROGGIA, Leandro; FUENTES, Rodrigo Cardozo. **Automação Industrial**.2016 Colégio Técnico Industrial. Santa Maria RS. ISBN: 978-85-9450-001-4

SILVA, Edson Pereira da; SACOMANO, Jose Benedito; CORREIA, Adriano Jose. **Gestão da manutenção industrial em transição para a indústria 4.0: controle mobile, considerações sobre esta nova tecnologia**. 2017. XXXVII Encontro Nacional De Engenharia De Produção – Enegep. Joinville, SC.

SILVA, Edson Pereira; SACOMANO, Jose Benedito; CORREIA, Adriano Jose; RIBEIRO, Gilvan Alves; CIUCCO, Ricardo Luiz. **Gestão da Manutenção Industrial em Transição para a Indústria 4.0: Controle Mobile, Considerações sobre esta nova tecnologia**. ENEGEP - XXXVII Encontro Nacional De Engenharia De Produção, 2017. p. 58-59.

SILVA, Daniela dos Santos; LIMA, Elon Vieira. O planejamento e controle da manutenção na indústria 4.0. 2019. **IX Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção. Ponta Grossa** – Paraná.

SOUSA, Saymon Ricardo de Oliveira; AGOSTINO, Ícaro Romolo Sousa; DAHER Ricardo Oliveira; CUTRIM; Rialberth Matos; MELO JR; José Samuel de Miranda. **A implantação de um sistema de informações para o monitoramento e análise de falhas: Um estudo aplicado ao processo de manutenção industrial de equipamentos móveis**. Revista Espacios, v. 37 (23), p. 21, 2016.

TEIXEIRA, Joadine Batista. **Avaliação de confiabilidade de equipamentos em ambiente industrial: estudo de caso em uma fábrica de rótulos**. 2021. Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito para conclusão de curso de Graduação em Engenharia de Petróleo da Universidade Federal de São Paulo. Santos – SP

XENOS, *Georgius D'Philippos*. **Gerenciando a manutenção produtiva: o caminho para eliminar falhas nos equipamentos e aumentar a produtividade**. 2. ed. Nova Lima: Editora Falconi, 2014.