

# OS IMPACTOS DA INDÚSTRIA 4.0 NA GESTÃO DE MANUTENÇÃO: UM ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA FABRICANTE DE SUCOS

Marcone Freitas dos Reis (UNESA) marconefreis11@gmail.com  
Raquel Gomes Lima (UNESA) quell\_jk@hotmail.com  
Daniela Sayão Vieira (UNESA) daniela.vieira@estacio.br  
Alexandre Camacho da Paixão (UNESA) profalexandrepaixao@gmail.com  
Sergio Milani Malheiros Junior (UERJ) smilani@infolink.com.br

## Resumo

As novas tecnologias na área industrial tem provocado várias alterações na sua forma de funcionamento. Atualmente, as empresas precisam ser competitivas à escala global, pelo que a massificação e cada vez maior disponibilidade da internet, o fácil acesso e tratamento de grandes quantidades de informação tornam evidente a necessidade dos sistemas produtivos industriais se adaptarem e caminharem na direção desta nova era. O presente trabalho tem como objetivo, analisar os impactos da indústria 4.0 na gestão da manutenção de uma empresa fabricante de sucos e propor melhorias na gestão de manutenção segundo as premissas da Indústria 4.0 Na Quarta Revolução Industrial há forte valorização da manutenção preditiva, automação dos processos e alto volume de dados em grande parte favorecida pela possibilidade de monitoramento em tempo real. Desta forma, foram apresentadas propostas de melhorias para a empresa, visando proporcionar redução dos custos de manutenção e aumento de competitividade de mercado.

**Palavras-Chaves:** Indústria 4.0; Gestão de Manutenção; Fábrica de Sucos.

## 1. Introdução

Desde o século XVIII, as revoluções industriais têm provocado diversas mudanças nos processos produtivos. Elas proporcionaram um avanço tecnológico exponencial e o aperfeiçoamento das máquinas quando surgiam desafios que poderiam se transformar em oportunidades (CAVALCANTE; SILVA, 2011).

Durante a Antiguidade, a sociedade era majoritariamente rural e o indivíduo se responsabilizava por seus próprios processos produtivos. Com o advento da Primeira Revolução Industrial, o trabalho artesanal deu lugar ao assalariado enquanto nas cidades a mecanização surgia com a introdução da máquina a vapor e levou as manufaturas a um lugar de destaque na indústria. Com o tempo, os métodos foram aprimorados, tais como a mudança

para produção em massa e a transição da matriz energética para eletricidade e petróleo na Segunda Revolução (CASTRO; SILVA; SANTOS, 2019).

A mudança da base energética foi importante para viabilizar o uso de computadores e o surgimento da tecnologia de informação, que marcaram a automatização dos processos na Terceira Revolução Industrial (DALENOGARE et al., 2019).

O aumento de customização e cobrança por resultados rápidos produziram um levante de pesquisas que serviram de base para a Indústria 4.0, no qual englobam conceitos e sistemas de automação industrial integrada e inteligente, fornecimento de matéria prima, cadeias produtiva e logística integrada e combinando variados conceitos das áreas de Engenharia até a Tecnologia da Informação (SCHWAB, 2019).

De acordo com Castro, Silva e Santos (2019, p.3),

Atualmente o mundo todo está presenciando a quarta revolução industrial, a Indústria 4.0, caracterizada pelos sistemas de informação inteligente, como por exemplo, a aplicação da “internet das coisas”, nanotecnologia, os sistemas cyberfísicos e a descentralização dos processos de manufatura através de aprimoramentos nos processos produtivos com finalidade de reduzir os esforços humanos (CASTRO; SILVA; SANTOS, 2019, p. 3).

A principal ideia da Quarta Revolução Industrial, é que dentro da integração tecnológica, a comunicação do maquinário ocorra sem intervenção humana e possibilitem a criação de redes inteligentes e autônomas para controlar a produção, agendar manutenções, prever falhas e se adaptar às mudanças a partir de “Sistemas *Cyberfísicos*, Internet das Coisas e Internet dos Serviços” (SILVA et al., 2018).

Com isso, o objetivo deste trabalho é apresentar os possíveis impactos da Indústria 4.0 na gestão de manutenção de uma indústria de sucos.

## **2. Metodologia**

O presente estudo trata-se de uma pesquisa descritiva orientada pela seguinte pergunta: “como a gestão de manutenção será afetada pela Indústria 4.0?” Esta pesquisa teve por finalidade a observação, classificação e interpretação dos dados sem ocorrência de intervenção ou manipulação do objeto de estudo pelos pesquisadores.

Classifica-se como pesquisa bibliográfica, visto que o embasamento científico do trabalho foi feito por meio da busca em literaturas publicadas sobre o tema, as buscas foram realizadas em

duas bases: *Google Scholar* e Periódicos CAPES. A pesquisa documental realizada com base em documentos fornecidos pela empresa e estudo de caso, onde foram realizadas visitas na fábrica de sucos. O universo deste trabalho é constituído pela gestão de manutenção e sua amostra é uma empresa de sucos na região metropolitana do Rio de Janeiro. Durante a visitação *in loco* foram ouvidos os operadores de máquina e a gestora da empresa.

Quanto ao estudo de caso, foram adotados dados coletados durante as visitas a indústria de sucos, feitas no período de setembro de 2019 e fevereiro de 2020 para coleta de dados e documentação e foram observados alguns pontos sobre a gestão de manutenção que poderiam ser otimizados com a migração para Manutenção 4.0.

### **3. Fundamentação Teórica**

#### **3.1. Quarta Revolução Industrial**

A Quarta Revolução Industrial também recebe a alcunha de Indústria 4.0. O termo surgiu em 2011, na Alemanha, durante a feira de Hannover, uma das principais feiras de tecnologia industrial do mundo. Ele refere-se à unificação e sincronização de diferentes tecnologias e conceitos provenientes das revoluções anteriores (ROCHA et al., 2018).

Nesta nova versão, a tecnologia da informação, mecânica e elétrica são integradas para promover a eficiência e produtividade industrial por meio do “incremento da conectividade entre sistemas e da capacidade de coleta e análise de dados” e acompanhamento de ponta a ponta de todos os processos (DALENOGARE et al., 2019). A previsão é que nesta nova fase haja mudança de paradigmas e profundas alterações socioeconômicas, incluindo as necessidades de qualificação dos profissionais (SILVA et al., 2018).

Muitas das tecnologias presentes na Indústria 4.0 já eram utilizadas na Terceira Revolução Industrial, tais como os softwares e robôs industriais, porém ao invés de serem aplicadas individualmente, passam a ser integradas e exploradas com potencial máximo para construir uma fábrica inteligente junto com novas tecnologias digitais (DALENOGARE et al., 2019).

A Indústria 4.0 é pautada em seis pilares, sendo eles a “interoperacionalidade, virtualização, descentralização, adaptação da produção em tempo real, orientação aos serviços e modularidade” (RODRIGUES et al., 2018). A automatização e maior autonomia do chão de fábrica envolvem um grande volume de dados, culminando na hiperconectividade, seja ela entre máquinas, entre pessoas ou entre máquinas e pessoas. Independente da etapa da cadeia

produtiva, a presença da internet é notável (DALENOGARE et al., 2019; RODRIGUES et al, 2018).

Dentre as tecnologias envolvidas pode-se citar o *Big Data*, *Internet of Things* (IoT), armazenamento em nuvem, robôs autônomos, realidade aumentada, cujas descrições são apresentadas no Quadro 1 a seguir.

Quadro 1 – Tecnologias da Indústria 4.0

<b>Tecnologia</b>	<b>Descrição</b>
Internet das Coisas (IoT)	Conectividade em rede de pessoas, equipamentos e máquinas com comunicação em tempo real, independente de usuários. Facilitação da automação de processos por meio da interligação dos sistemas.
Big Data	Banco de dados robusto para análise, filtragem e exibição de dados base para processos decisórios. Permite definir o calendário de manutenção preventiva de forma a minimizar os custos e prejuízos.
Computação na nuvem	Facilita o armazenamento e acesso aos dados em tempo real de qualquer local com acesso a rede. Pode ser utilizado em conjunto com a IoT.
Sistema Cyber-Físico	Ao integrar o mundo real e virtual, permite o monitoramento em tempo real de máquinas e equipamentos em qualquer local com acesso a internet. Os sistemas Cyber-Físicos possuem um fluxo intenso de informações que permitem configurações, diagnósticos e operação dos equipamentos sem a necessidade de interferência humana.
Robôs autônomos	Robôs, móveis ou fixos, baseados em Inteligência Artificial que são programados para desempenhar uma determinada tarefa, em alguns casos são capazes de mapear o ambiente e desviar de obstáculos.

Fonte: Silva et al. (2018)

Além destas tecnologias, há também o emprego de Identificação por radiofrequência ou RFID (*Radio-Frequency IDentification*), código de barras e Manufatura Aditiva. A Indústria 4.0 revoluciona a interação “humano-máquina” e, por isso, exige uma adaptação das competências para atender às novas necessidades. Como vantagens, pode-se destacar a economia energética, a redução dos custos, aumento da segurança de dados e sistemas, redução de erros, minimização de desperdícios, aumento de capacidade produtiva e transparência dos negócios (BORLIDO, 2017).

### **3.2. Cenários Nacionais e Internacionais**

De acordo com a literatura, a indústria nacional encontra-se despreparada para a nova revolução industrial, pois não usufrui dos processos digitais em sua totalidade e carece de integração de processos e tecnologias. Além da baixa digitalização, a capacidade de análise e manipulação de dados está abaixo do esperado para a Indústria 4.0, o que acarreta impactos

negativos na adaptação industrial e na competitividade nacional (DALENOGARE et al., 2019).

Com relação às indústrias internacionais, há um forte atraso tanto na tecnologia, máquinas e processos quanto no incentivo do poder público. A Alemanha é a pioneira na Quarta Revolução Industrial. Para sucesso da transição, o governo tem feito parcerias com indústrias e comunidade acadêmica a fim de fomentar a pesquisa e o desenvolvimento tecnológico (SILVA et al., 2018).

O país é líder mundial na integração de diferentes tecnologias, o que deu espaço para o crescimento de sistemas *cyberfísicos* e a criação da internet das coisas. A Alemanha também possui diversos programas estratégicos para abrir liderança de mercado e consolidar-se como provedora de tecnologia (RODRIGUES et al., 2018).

Assim como a Alemanha, o governo japonês e norte americano têm investido em sofisticados programas e parcerias de pesquisa e desenvolvimento, treinamento e qualificação de mão de obra. Desde os anos 80, o Japão tem focado em robótica e inteligência artificial, sendo conhecido como uma superpotência nessa área.

Inspirada por esses países, mesmo com o setor industrial não muito forte, a China elaborou um plano estratégico denominado Made in China 2025 cuja premissa é a diminuição da importação de tecnologia e o aumento da produção interna, fortalecendo a indústria e igualando sua capacidade tecnológica a da Alemanha e do Japão (RODRIGUES et al., 2018).

Na contramão de todos esses países, o Brasil ainda possui grande dependência de tecnologia estrangeira e carece de mão de obra qualificada e investimentos no desenvolvimento tecnológico (DALENOGARE et al., 2019).

De acordo com dados disponibilizados pelo Ministério da indústria, comércio e serviços, o Brasil ocupa a 69ª posição no Índice Global de Inovação e a produtividade industrial caiu cerca de 7% entre 2006 e 2016. No que compete à estrutura de produção, o país também não se encontra em boa colocação, estando posicionado em 41º no ranking mundial (BRASIL, 2020).

O Governo Federal estima que a Indústria 4.0 proporcionará uma redução de custos no valor de 73 bilhões de reais ao ano e desde 2014 propôs uma agenda de projetos que até o momento encontra-se em atraso (BRASIL, 2020).

### **3.3. Planejamento e Controle da Manutenção**

Manutenção tem sua origem no latim manus tere, traduzido como “manter o que se tem”. De acordo com a definição dada por Almeida (2014), o termo é usado para descrever “o conjunto de cuidados e procedimentos necessários ao bom funcionamento e também ao reparo de máquinas, equipamentos, peças, moldes e ferramentas”.

Segundo Santos (2019) com o fim da Segunda Guerra Mundial e surgimento de novas máquinas e equipamentos, houve um crescimento exponencial da manutenção industrial. Bonifácio (2013) atribui esse fato à necessidade de manter os equipamentos em constante funcionamento durante a guerra. Tal evolução é dividida em quatro gerações, conforme ilustrado na Figura 1 a seguir.

Figura 1 – Evolução cronológica da manutenção



Fonte: Santos (2019)

O planejamento da execução da manutenção fica a cargo do setor de planejamento e controle da manutenção (PCM), que tem como foco garantir otimizar a produtividade da equipe de manutenção para que o equipamento seja confiável e esteja disponível pelo maior tempo possível (SANTOS, 2019).

Esta ferramenta é importante e estratégica no setor industrial, uma vez que favorece a competitividade da organização por impactar diretamente na eficiência da produção (SANITÁ; CAMPOS, 2020). Entretanto, somente nos anos 1990, as indústrias brasileiras começaram a adotar a filosofia de gerência, planejamento e administração da manutenção (DANTAS, 2019).

Os prejuízos acarretados pela ausência de planejamento consistem em perdas de espaço no mercado, prejuízos financeiros, interrupções na produção, retrabalho, insatisfação dos clientes

e outros. O planejamento da manutenção envolve um estudo minucioso de todas as variáveis e escolha do tipo e cronograma mais adequado (DANTAS, 2019).

A norma brasileira NBR 5462, lista os tipos principais de manutenção (ABNT, 1994), cujas características são descritas na Figura 2 a seguir e nas seções a seguir.

Figura 2 – Tipos de manutenção



Fonte: Dantas (2019)

### 3.4. Manutenção 4.0

O setor de manutenção será um dos mais afetados pela transição para a indústria 4.0. Silva (2017) ressalta o aumento de produtividade com a interconexão de máquinas e ajustes remotos por meio da internet das coisas e a manipulação de dados transparente e assertiva por meio do *Big Data*, destacando aspectos como “volume, velocidade, variedade e veracidade” das informações.

Santos (2019) acredita que as mudanças promovidas pela Indústria 4.0 no Planejamento e Controle da Manutenção estão relacionadas a quatro tópicos principais: “Total Previsão de Falhas, Elevação da Produtividade da Manutenção, Redução dos Custos de Manutenção e Desenvolvimento Técnico da Equipe” que serão possíveis graças à integração de diversas técnicas para tratamento de falhas.

Como o fluxo de operações na Indústria 4.0 é intenso e sincronizado, diversos estudos apontam que a manutenção preditiva será utilizada como forma de manter a continuidade do funcionamento das máquinas. É esperado que cada máquina possua um sensor acoplado para monitorar seu estado e reportá-lo ao sistema de controle, que deverá conter todo o histórico comportamental. Além do armazenamento de dados, a manutenção contará também com o auxílio da realidade aumentada, que permite ao engenheiro responsável realizar o serviço remotamente ou, em caso de necessidade de deslocar um técnico, será possível monitorar e prestar assistência em tempo real. Essa estratégia viabiliza a manutenção com a menor perda de produtividade possível (BORLIDO, 2017; LIMA; PINTO, 2019).

Outra possibilidade é a das máquinas possuírem autonomia para efetuar o reparo por meio de envio dos dados de falha para um sistema de controle central, essas informações servem tanto para a automatização do serviço quanto para os processos de decisão do PCM (LIMA; PINTO, 2019).

A literatura aponta uma série de possibilidades consequentes da integração de tecnologias na Indústria 4.0 na manutenção, como (BORLIDO, 2017; SANTOS, 2019):

- Rastreabilidade, ou seja, o acompanhamento da vida útil do equipamento em tempo real, com alto nível de confiabilidade;
- Monitoramento contínuo e preciso com diagnóstico e alterações automáticas do regime de trabalho para não agravar a falha graças a IoT, *Big Data* e armazenamento em nuvem;
- Manutenção remota; robôs colaborativos para diminuir o tempo de deslocamento do técnico e fazer as tarefas repetitivas;
- Redução de estoques de peças sobressalentes, uma vez que serão feitos pedidos de acordo com a demanda;
- Simulação virtual para previsão de falhas de projetos e processos;
- Realidade aumentada para capacitação da mão de obra com interatividade e simulação do modelo real;
- Melhor remanejamento da mão de obra de acordo com localização da equipe e informações de estado do equipamento segundo as instruções do sistema.

Lima e Pinto (2019) quantificam os resultados alegando que a Indústria 4.0 pode aumentar a produtividade em 20% e proporcionar redução de até 40% nos custos de manutenção e 20%

de energia. Em contrapartida, esses sistemas devem contar com alto nível de segurança para evitar interrupções criminosas ou por falha na infraestrutura (SCHWAB, 2016).

#### 4.1. A empresa

A empresa objeto de estudo, consiste em uma empresa familiar localizada na região metropolitana do Rio de Janeiro, que atua no setor alimentício com a fabricação de refrescos, néctar, xaropes, concentrados líquidos, sucos e sucos concentrados que atendem a diversos segmentos.

Os principais equipamentos utilizados pela empresa no processo de fabricação são: câmara frigorífica, batedor, misturador, tanque pulmão, tubulação de transporte, homogeneizador, pasteurizador, máquina de envase, datador e esteira de transporte.

Os sistemas de manutenção adotados pela empresa são de manutenção corretiva, com parada total ou parcial da produção, e preventiva, feita fora do horário de trabalho semestralmente por empresa terceirizada que executa o serviço. Quando a manutenção preventiva é mal executada, são gerados diversos tipos de problema como: redução da vida útil dos equipamentos, problemas de qualidade do produto final, falta de segurança do trabalho, sobrecarga de trabalho e um aumento de custo devido aos retrabalhos gerados. Na Figura 3 a seguir, é apresentada a vista aérea da empresa

Figura 3 – Foto área da fábrica



Fonte: Autores (2020)

#### 4.2. Análise de Modo e Efeito de Falha Potencial

Para propor soluções eficazes à gestão de manutenção da empresa e migração para a Manutenção 4.0, foram identificados os modos e efeitos de falhas das máquinas utilizadas conforme apresentado no Quadro 2 a seguir.

Quadro 2 – Modo e efeito de falha

Máquina	Função	Modo de falha	E	O	S	D	NPR
Câmara frigorífica	Refrigeração das polpas de frutas	Formação de gelo, vazamento de água, má refrigeração	Aumento no consumo de energia, produto pode estragar, risco de acidente por queda	2	9	1	18
Batedor	Reduzir as polpas em partículas menores	Pedaços indesejados	Fuga do padrão de qualidade	4	5	6	120
Misturador	Misturar os ingredientes dos sucos	Líquido heterogêneo	Mudança de sabor e aparência	4	4	6	96
Tanque pulmão	Armazenagem	Vazamento	Perda de produto	2	9	1	18
Tubulação de transporte	Transporte	Entupimento/ vazamento	Perda de produto, paralização de atividades	4	7	1	28
Homogeneizador	Tornar a mistura dos sucos uniforme	Instabilidade da coloração	Descaracterização da aparência do produto	3	3	79	81
Pasteurizador	Eliminar microorganismos contaminantes por variação de temperatura	Contaminação do produto	Produto impróprio para consumo, perda econômica, perda de confiança da marca	2	9	1	18
Máquina de envase	Envase dos sucos nas garrafas	Dispersão do suco para fora da garrafa	Perda de produto, atraso na produção	4	6	1	24
Datador	Identificação de data de validade e lote na embalagem	Ilegibilidade, não impressão das datas e lotes	Não conformidade com os órgãos reguladores	4	5	3	60
Esteira	Transporte das garrafas	Lentidão e travamento	Atraso da produção	4	3	1	12

Legenda: (E) Efeito; (O) Ocorrência; (S) Severidade; (D) Detecção; (NPR) Nível de Prioridade de Risco.

Fonte: Autores (2020)

Alguns modos de falha podem ser constatados por observação, outros podem ser detectados com o uso de equipamentos de manutenção preditiva. De acordo com a análise de NPR deve ser dada maior prioridade ao batedor, misturador e homogeneizador.

#### 4.2. Implantação da Manutenção 4.0

O primeiro passo para a implementação da Manutenção 4.0 na empresa consiste em diminuir o número de manutenções corretivas inesperadas. Para isso sugere-se ajustar o calendário de manutenção, que mostrou ser inadequado, e implementar a manutenção preditiva.

O *Big Data* fornece subsídios suficientes para embasar as tomadas de decisão e, conforme abordado na revisão de literatura, permite minimizar custos e prejuízos decorrentes de um calendário mal calculado de manutenção preventiva.

Neste novo cenário pretende-se também envolver todos os colaboradores no processo, segundo as premissas da TPM. Os operadores de máquina também atuam como agentes de manutenção, sendo capacitados para observar alguns modos de falha, realizar limpezas fáceis, troca de óleo e outros quando necessário. Para implantar tais mudanças, foi elaborado o plano de ação conforme o Quadro 3 a seguir.

Quadro 3 – Plano de ação para implantação da Manutenção 4.0

O que fazer	Por quê?	Quem?	Como?	Onde?
Apresentação das propostas de mudança	Estudo de viabilidade e oportunidades	Gerência, setor de manutenção	Reunião	Sala de reuniões
Pesquisa e orçamentação de equipamentos de manutenção preditiva	Para buscar equipamentos de qualidade por menor custo que atendam às necessidades da empresa	Setor de compras	Contato com fornecedores	Telefone, internet, visitas presenciais
Acerto do calendário de manutenção preventiva	Melhorar a efetividade dos intervalos de manutenção preventiva	Setor de manutenção	FMCA e observação dos tempos de falha, Big Data.	Operação
Treinamento dos funcionários	Capacitar os funcionários no uso das ferramentas e métodos escolhidos	Fornecedores, setor de manutenção e operários da produção (em tarefas menores como detecção de ruídos, vibrações e na limpeza).	Treinamento prático por escala para não interromper a produção	Presencialmente em salas de reunião e na operação
Observação dos resultados	Controle do processo para verificar sua eficácia e efetuar as mudanças necessárias	Setor de manutenção e gerência	Comparação do histórico de falhas, lucros e satisfação dos funcionários. Nuvem, Big Data.	Operação, sala de manutenção

Fonte: Autores (2020)

Quanto às tecnologias empregadas, sugere-se o uso de monitoramento remoto por meio de um Programador Lógico Programável (PLC) com integração à nuvem para armazenamento dos dados. O PLC oferece alta confiabilidade das informações e diagnóstico de erros.

O PLC envia as informações via rede para o *software* escolhido, onde é feito o monitoramento do desempenho e identificação das alterações de comportamento dos componentes antes que ocorra a falha. Na Figura 4 a seguir, é apresentado um monitoramento das informações enviadas pelo PLC.

Figura 4 – Monitoramento das informações enviadas pelo PLC



Fonte: Manuis 4.0 (2020)

A maioria dos *softwares* de manutenção remota tem versões disponíveis para *desktops*, *notebooks*, monitores, *tablets* e celulares para acompanhamento dos indicadores, alguns também oferecem a opção de corrigir o problema pelo próprio programa, sem necessidade de deslocamento do técnico.

### 4.3. Resultados Esperados

A Indústria 4.0 possui um grande potencial econômico ao integrar diferentes tecnologias que permitem o monitoramento em tempo real do comportamento das máquinas e manutenção remota. Nesta etapa do desenvolvimento industrial, há forte valorização da manutenção preditiva, automação dos processos e alto volume de dados. Em conjunto com a Manutenção Produtiva Total (TPM), alguns dos benefícios consistem em redução de tempo de manutenção, aumento do ciclo de vida das máquinas e diminuição dos custos gerais de manutenção, proporcionando maior competitividade de mercado.

Entretanto, a mudança para a Indústria 4.0 exige uma mudança de cultura organizacional e na mentalidade dos colaboradores e investimentos em infraestrutura robusta e qualificação de mão de obra. Ao contrário da crença popular, a automação não substituirá a mão de obra

humana, mas mudará o foco das especializações. O que exige uma reciclagem dos profissionais atuantes na área e adequação das diretrizes educacionais para formação do Engenheiro 4.0.

Nota-se que, na contramão de outros países, no Brasil as tecnologias 4.0 ainda não são amplamente discutidas nas indústrias nem tampouco apresentadas no meio acadêmico, que tende a focar em habilidades técnicas sem integrar as demais. Apesar de possuir um programa para atualização das indústrias, o mesmo encontra-se desatualizado desde 2014, denotando a carência de investimentos e o despreparo já relatados na literatura.

Para a empresa em estudo, espera-se que as medidas propostas auxiliem na redução do número de manutenção corretiva e de interrupções da produção. Conseqüentemente, diminua seus gastos com manutenção e aumente a margem de lucro, além de colaborar com a satisfação de funcionários e clientes.

## **5. Considerações Finais**

A Indústria 4.0 une conceitos de automação conectados à internet, permitindo uma cadeia de suprimento mais integrada. Sendo composta por um conjunto de tecnologias como Big Data, computação em Nuvem, Internet das Coisas e conceitos de sistema cyberfísicos funcionando de forma integrada.

Em um país de dimensões continentais como o Brasil, ao implementá-la é necessário contemplar toda a cadeia de abastecimento sincronizando os processos com o fluxo de trabalho dos fornecedores para evitar perdas, além de trabalhar a questão cultural. Desta forma, o presente trabalho avaliou por meio de uma pesquisa descritiva, levantamento bibliográfico e estudo de caso quais seriam os impactos da implantação da Indústria 4.0 sobre o setor de manutenção de máquinas e equipamentos no Brasil.

No estudo de caso foram feitas propostas de mudança em uma empresa fabricante de sucos com alto índice de manutenções corretivas e retrabalho, onde foi constatada também inadequação do calendário de manutenção. As propostas apresentadas foram: Treinamento dos funcionários, implementação da TPM e da manutenção preditiva, uso de Big Data e armazenamento do histórico de falhas na computação em nuvem, adoção de um computador lógico programável para monitoramento contínuo dos equipamentos e uso de outros instrumentos de detecção precoce de falhas.

Algumas empresas brasileiras já utilizam algumas das tecnologias características da Indústria 4.0, entretanto, o conceito trabalha com diversas tecnologias e o uso segregado de uma ou mais tecnologias não caracterizam a empresa como usuária da Indústria 4.0. O cenário brasileiro atual ainda encontra-se distante de uma possível implementação já que o novo modelo de produção proposto exige uma operação integrada em toda a cadeia de suprimentos, trocando informações entre todos envolvidos para que os processos sejam coordenados e falhas de interpretação sejam evitadas.

## REFERÊNCIAS

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 5462: Confiabilidade e manutenibilidade**. Rio de Janeiro, p. 7, 1994.
- ALMEIDA, P. S. **Manutenção mecânica industrial: conceitos básicos e tecnologia avançada**. São Paulo: Érica, 2014. 260 p.
- BONIFÁCIO, B.A. **Planejamento e controle da manutenção industrial**. 2013. 33f. Monografia (Graduação em Engenharia civil) - Centro Universitário Sul de Minas Gerais. Varginha, 2013. Disponível em: <http://192.100.247.84/bitstream/prefix/1161/1/Bruno%20De%20Abreu%20Bonif%c3%a1cio.pdf>. Acesso em 23 set 2020.
- BORLIDO, D. J. A. **Indústria 4.0 – Aplicação a Sistemas de Manutenção**. Tese (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Universidade do Porto, Portugal. 2017. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/102740/2/181981.pdf> Acesso em 27 ago. 2020.
- BRASIL. Ministério da indústria, comércio e serviços. **A agenda brasileira para a Indústria 4.0**. 2020. Disponível em: <http://www.industria40.gov.br> Acesso em: 07 set. 2020.
- CASTRO, G. G. P.; SILVA, L. V.; SANTOS, D. R. S. **Integração do programa baja SAE Brasil nas disciplinas do curso de engenharia através de princípios da Indústria 4.0 e seus benefícios acadêmicos**. Brazilian Journal of Development, v. 5, n. 12, 2019.
- CAVALCANTE, Z. V.; SILVA, M. L. S. **A importância da Revolução Industrial no mundo da tecnologia**. VII Encontro Internacional de Produção Científica. Ed. Cesumar: Maringá, 2011. Disponível em: [http://www.cesumar.br/prppge/pesquisa/epcc2011/anais/zedequias\\_vieira\\_cavalcante2.pdf](http://www.cesumar.br/prppge/pesquisa/epcc2011/anais/zedequias_vieira_cavalcante2.pdf) Acesso em: 19 ago. 2020.
- DANTAS, I. S. **Importância e Benefícios do Planejamento de Gestão de Manutenção**. 2019. 31F. Monografia (Graduação em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/17108/1/ISD06052019.pdf>. Acesso em 23 set 2020.
- DALENOGARE, L. S. et al. **O impacto da indústria 4.0 no modelo de negócios de empresas de automação brasileiras**. Iberoamerican Journal of Industrial Engineering, v. 11, n. 21, p. 1-13, 2019.
- LIMA, A. G. L.; PINTO, G. S. **Indústria 4.0: Um novo paradigma para a indústria**. Revista Interface Tecnológica, v. 16, n. 2, 2019.
- MANUSIS 4.0. **Gestão eficiente, alta performance, em uma única plataforma**. 2020. Disponível em: [https://manusis4.com/pt\\_br/o-manusis-4/](https://manusis4.com/pt_br/o-manusis-4/). Acesso em: 27 de set 2020.
- ROCHA, E. G. C.; FERRÃO, M. P.; WOBETO, R.; QUEIROZ, A. L. **Caracterização e concepção da Indústria 4.0 no Brasil**. III SINACEN - Simpósio Nacional de Ciências e Engenharias, v. 2, 2018, Anápolis. Anais... Anápolis: Unievangélica, p 1379-1387.

RODRIGUES, F. C.; NASCIMENTO, M. A. P.; ROCHA, M. A.; SANTOS, J. B.; WOBETO, R.; QUEIROZ, A. L. **Indústria 4.0: Políticas da Alemanha, EUA, Japão e China**. III SINACEN - Simpósio Nacional de Ciências e Engenharias, v. 2, 2018, Anápolis. Anais... Anápolis: Unievangélica, p 2131-2138.

SANITÁ; W. M.; CAMPOS, R. R. **PCM: planejamento e controle de manutenção**. Revista Interface Tecnológica, v. 17, n. 1, 2020.

SANTOS, N. S. **Planejamento e controle da manutenção na indústria 4.0**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) – Curso de Engenharia Mecânica. Universidades IDAAM, 2019. Disponível em: <http://repositorio.idaam.edu.br/jspui/handle/prefix/89>. Acesso em: 12 ago. 2020.

SCHWAB, K. **A quarta Revolução Industrial**. Edipro, 2019. 160 p.

SILVA, A. P.; NAVARRO, J. L.; SILVA, L. F.; LOPES, L. A.; OLIVEIRA, L. D.; WOBETO, R.; QUEIROZ, A. L. **Aspectos e políticas da Indústria 4.0 na Alemanha**. III SINACEN - Simpósio Nacional de Ciências e Engenharias, v. 2, 2018, Anápolis. Anais... Anápolis: Unievangélica, p 2088-2096.

SILVA, C. A. M. **Potenciais ganhos de produtividade com a Indústria 4.0**. 2017. 46 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Engenharia Mecânica. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Cornélio Procopio, 2017.