

INDÚSTRIA 4.0 NO BRASIL E A VANTAGEM COMPETITIVA NO CENÁRIO MUNDIAL: UMA REVISÃO DA SISTEMÁTICA

INDUSTRY 4.0 IN BRAZIL AND THE COMPETITIVE ADVANTAGE IN THE WORLD SCENARIO: A SYSTEMATIC REVIEW

Thallys Santiago de Souza¹

José Edson de Araújo Silva²

^a Eng. Eloíde Teles Silva Grisi. ³

¹Graduando em Engenharia de Produção, Faculdade Internacional da Paraíba – FPB

²Graduando em Engenharia de Produção, Faculdade Internacional da Paraíba – FPB

³Professor Mestre da Coordenação das Engenharias

RESUMO

Este artigo, constitui-se de uma pesquisa bibliográfica sobre a Quarta Revolução Industrial, mais conhecida como indústria 4.0, que vem crescendo e deixando o mercado cada vez mais competitivo. Dessa forma, traremos uma abordagem das mudanças que vem ocorrendo no processo industrial, e a preocupação do Brasil quanto as inovações dessa revolução. Além do mais, o estudo apresentará algumas ferramentas eficientes que poderiam resultar em melhorias e significativas mudanças no sistema produtivo. Deste modo, chega-se à conclusão que a indústria 4.0 é algo que vem aumentando bastante e terá poder de alavancar a economia dos países que a implementarem, tendo em mente a complexidade do tema, iremos aplicar os conhecimentos da engenharia sobre inovação e dentro da nossa indústria, descrever as inovações da Quarta Revolução Industrial, demonstrar o potencial impacto da inovação em áreas da produção e apontar os passos que o Brasil deve seguir para implementar a indústria 4.0.

Palavras-Chave: *Eficiência, Indústria 4.0, Competitivo*

Abstract

This article consists of a bibliographical research on the Fourth Industrial Revolution, better known as industry 4.0, which has been growing and making the market increasingly competitive. In this way, we will bring an approach to the changes that have been taking place in the industrial process, and Brazil's concern regarding the innovations of this revolution. Furthermore, the study will present some efficient tools that could result in improvements and significant changes in the productive system. In this way, we come to the conclusion that industry 4.0 is something that has been increasing a lot and will have the power to leverage the economy of the countries that implement it, bearing in mind the complexity of the subject, we will apply engineering knowledge on innovation and within our industry, describe the innovations of the Fourth Industrial Revolution, demonstrate the potential impact of innovation in production areas and point out the steps that Brazil must follow to implement Industry 4.0.

Keywords: *Efficiency, Industry 4.0, Competitive.*

1. INTRODUÇÃO

A história da humanidade é composta por vários ciclos e ao se olhar para o passado, percebe-se uma evolução na forma que o ser humano enxerga as inovações. Desde as primeiras ferramentas de pedra na era paleolítica, passando pela invenção da roda na era neolítica e mais à frente a invenção das primeiras máquinas a vapor na primeira Revolução Industrial até onde nos encontramos hoje. Estas mudanças “pavimentaram” o caminho até os dias de hoje. Atualmente nos encontramos dentro de uma nova era: a era da tecnologia. Com o surgimento de novas tecnologias como a internet, inteligência artificial e novas máquinas, deu-se início a um novo mar de possibilidades dentro da indústria, mais precisamente se deu começo a Quarta Revolução Industrial, dentro dela conhecemos o conceito da Indústria 4.0 e as indústrias inteligentes.

O termo Indústria 4.0 refere-se à quarta revolução industrial, e foi originada de um projeto de estratégia de alta tecnologia do governo alemão (PRESYS, 2022) com o objetivo de firmar o país como líder na área da tecnologia e fortalecer sua competitividade global (KAGERMANN *et al.*, 2013). O lançamento do termo ao mundo aconteceu na “Feira de Hannover”, que contou com a participação da Rússia, em abril de 2013. (DW, 2013)

A Quarta Revolução Industrial ou Indústria 4.0, promete transformar e conectar o mundo que conhecemos com as novas tecnologias. Seus impactos vão desde os aspectos econômicos, criando um novo modelo de linha de produção mais eficiente, com menos custos e mais rapidez. Além disso, a realidade dentro da nossa vida e dos nossos lares também pode ser positivamente afetada com estas novas inovações. O surgimento de carros inteligentes como a Tesla, oferecem comodidade para os seus proprietários, prometem reduzir de maneira significativa o número de acidentes, diminuir a emissão de gases de efeito estufa e poluentes da atmosfera

Já na indústria, temos a tecnologia da Inteligência Artificial sendo aplicada a softwares ou robôs que auxiliam ou até simulam a mão de obra humana. Já a Internet das Coisas (IoT) oferece a possibilidade de conectar componentes físicos dentro de uma indústria através da Internet. Porém, indústrias inteligentes não são apenas aquelas que possuem um alto grau de automação, mas sim aquelas onde os equipamentos e produtos precisam comunicar-se entre si e desenvolvem atividades de forma autônoma, tomando decisões sem intervenção de operadores (CARDOSO, 2016). Este conceito depende da adoção de tecnologias digitais para coletar dados em tempo real e analisá-lo, fornecendo informações úteis ao sistema fabril (LEE, BAGHERI E KAO, 2015; WANG *et al.*, 2016a).

É importante ressaltar que estas novas tecnologias trazem um novo grau de complexidade, sendo elas todas interligadas, criando assim novos desafios que a automação, conduzida pela Big Data, podem solucionar. O big data desempenha um papel primordial na automação das indústrias, tendo capacidade de influenciar positivamente as áreas de gestão da cadeia de suplementos, manutenção, gestão de processos e qualidade, etc.

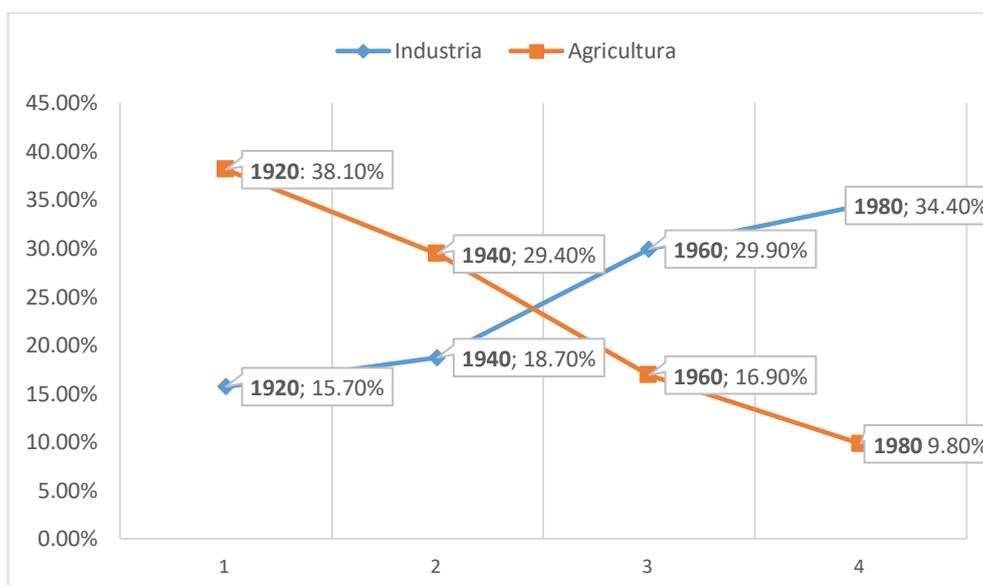
2. Panorama da Industrialização do Brasil

O setor industrial é considerado essencial para a economia de qualquer país. Os dados mais recentes disponíveis também mostram que o setor industrial responde por 69,3% das exportações brasileiras de bens e serviços. (PORTAL DA INDÚSTRIA, 2023). Hoje, diante destas mudanças nos chãos de fábricas, a implementação das inovações tecnológicas tem o potencial de oferecer vantagens competitivas no meio da economia global.

Porém o cenário industrial do país demonstra resultados preocupantes ao longo dos anos. Com a pandemia em 2020, o peso da indústria de transformação caiu de 11,79% em 2019 para 11,30% em 2020 (G1, 2021). O Brasil encontra-se hoje em septuagésimo primeiro no ranking de competitividade global publicado pela World Economic Forum (2019) que envolve 140 países. Trata-se de resultados tímidos comparado ao cenário mundial. A indústria 4.0 no país se encontra atualmente em estágio de desenvolvimento, porém o país tem enfrentado desafios para adotar estas inovações dentro do amplo território nacional.

Este processo tardio nos avanços da indústria vem se repetindo na história. Sob a perspectiva histórica, pouco antes da crise de 1929, o Brasil tinha sua economia dividida em 4 setores: a exportação da borracha na região norte, a exportação da cana no Nordeste, exportação de café na região Sudeste e a pecuária na região Sul. O Brasil era um país agroexportador e sua economia ainda era concentrada majoritariamente no setor primário. Por volta de 1880, já existia a presença de várias fábricas no Brasil, mas sem uma estrutura realmente significativa. A industrialização do país em larga escala era então lenta e fora da ordem cronológica da revolução industrial, onde a primeira revolução industrial surge em 1760 e a industrialização em massa do Brasil deu-se início somente em meados de 1930 após a Crise de 1929.

Figura 1 - Participação da Indústria e da Agricultura no PIB (intervalo de 20 anos)

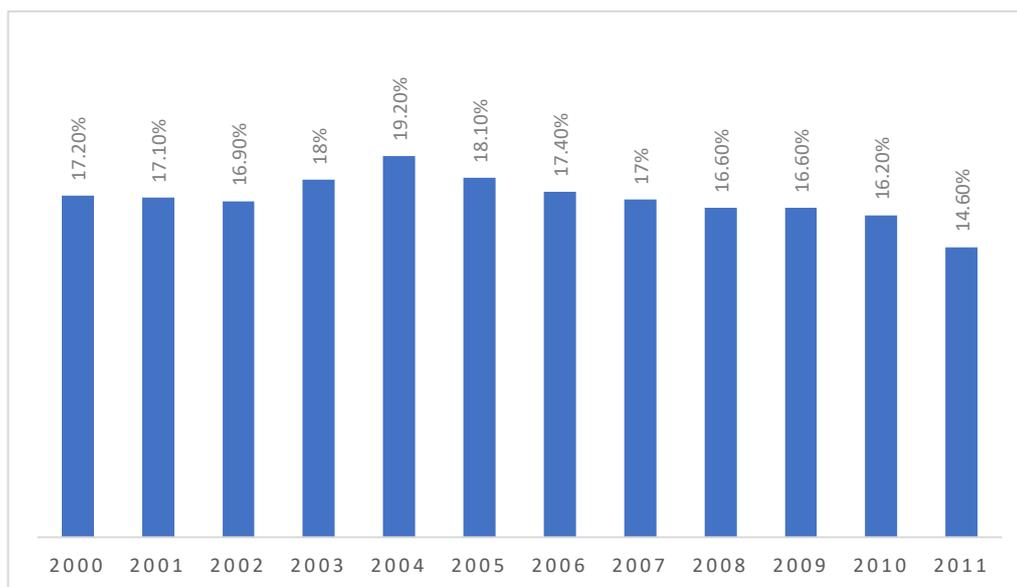


Fonte: Politize (2021)

Levando as informações do gráfico em conta é possível enxergar o caminho que o país seguiu rumo a industrialização e a redução da dependência do setor agrícola na economia, trajetória que todo país que estava em desenvolvimento percorreu anteriormente. Então no âmbito econômico podemos dizer que a economia brasileira desloca da economia agrícola, com muita importância na economia cafeeira, para a economia industrial (PONTES, 2015). Historicamente este crescimento deu-se resultado devido a política de incentivos criada pelo primeiro governo de Getúlio Vargas (1930-1945) para conter a crise do modelo agrário-exportador, em 1929 e da política de industrialização Juscelino Kubitschek (1956-1961) que abria o país a internacionalização da economia, desta forma permitindo a entrada de capital estrangeiro para investir na indústria nacional.

Toda essa contextualização serve de base para a argumentação de que o país passou por processos bem-sucedidos de industrialização quando existiam incentivos econômicos por parte da política nacional. Porém, dos anos seguintes à industrialização é possível perceber uma estagnação no crescimento e logo depois uma queda na participação da Indústria no PIB nacional. No gráfico abaixo é demonstrado a participação da Indústria de Transformação a partir do ano 2000 até 2011.

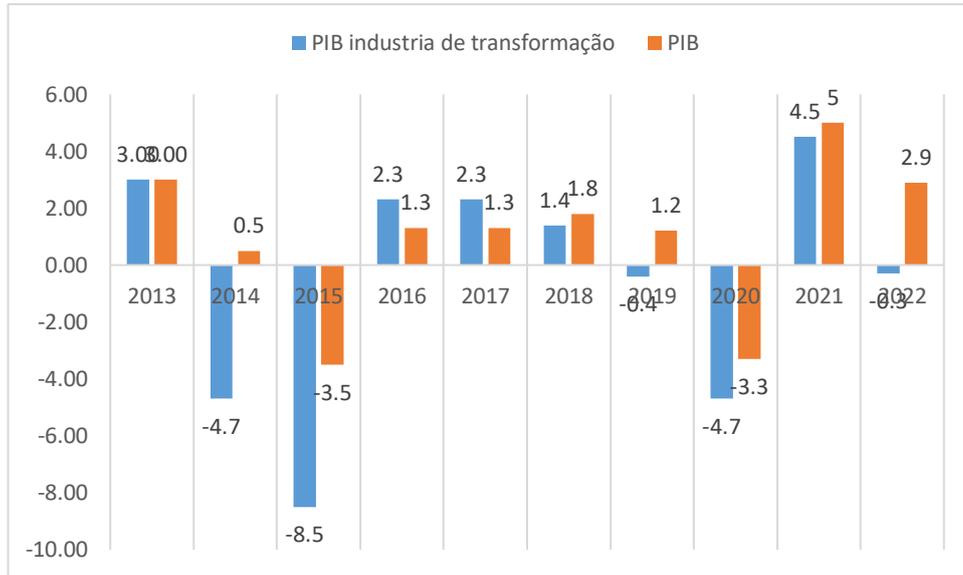
Figura 2 - Participação da indústria de transformação no PIB – Brasil (2000-2011)



Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

São dados que fomentam o debate sobre a desindustrialização do país. A desindustrialização é um fenômeno que tem sido estudado e analisado desde o início da década de 80 e tem sido tema constante de debate de muitos economistas do país. O gráfico abaixo traz uma exemplificação deste fenômeno mostrando a variação do PIB e o PIB da Indústria em relação ao ano anterior.

Figura 3 - Variação do PIB total e do PIB da Indústria de Transformação em relação ao ano anterior



Fonte: IEDI (2023)

Em 2020 a indústria de transformação representou 11,2% e em 2021 representou 11,3%. (FGV, 2022)

Segundo o economista Paulo Morceiro (2019) os efeitos da desindustrialização devem-se ao fato que o Brasil vem perdendo seu espaço na indústria de alta tecnologia, setor direcionado para o futuro. O fato de a indústria também ter sido voltada para o mercado interno também influencia pois torna ela menos competitiva, competindo somente internamente.

Estamos em um cenário de muita incerteza na economia mundial. Ainda lidamos com os efeitos da crise sanitária da pandemia do Covid 19, conflitos entre a Ucrânia e Rússia e conflitos entre a China e Taiwan emergem cada vez mais. Estes fatores trazem incertezas e efeitos negativos à economia mundial, porém cabe ao Brasil criar políticas para crescer e proteger a indústria, mesmo em um cenário mundial desfavorável.

Um relatório global de competitividade do World Economic Forum (2017) mostrou que “acompanhando os resultados do Índice de Competitividade Global e crescimento do PIB desde a crise econômica de 2008, as economias que foram mais competitivas também foram as que tiveram as maiores taxas de crescimento” desta forma, mostrando uma melhor capacidade de recuperação. Olhando para o Brasil, vemos que a tecnologia terá papel fundamental para o crescimento econômico da indústria. O World Economic Forum afirma que “o grau de competitividade do Brasil depende da capacidade de competir nos mercados de grande tecnologia” (WEFORUM, 2018).

Dosi (1982) demonstra como fatores externos como as questões sociais e econômicas tem a capacidade de direcionar o desenvolvimento técnico e separar aqueles que seguem esta direção ou não:

"(...) o ambiente econômico e social afeta o progresso técnico de dois modos, primeiro, selecionando a direção das mutações (i.e. selecionando o paradigma tecnológico) e, então, selecionando entre os mutantes, de um modo mais darwinista”.

Este artigo tem como objetivo então sintetizar a importância da competitividade no crescimento da indústria e no estabelecimento dela dentro do cenário mundial. Uma definição sobre a competição indica que competitividade é definida como “a capacidade de a empresa formular e programar estratégias concorrenciais, que lhe permitam ampliar ou conservar, de forma duradoura, uma posição sustentável no mercado.” (KUPFER, 1996, p. 367)

Uma indústria que se apresenta perante a competição internacional requer adaptação homogênea aos padrões de tecnologia e produção das indústrias internacionais, porém a efeito de inovação a competitividade internacional requer um desenvolvimento mais endógeno das nossas indústrias visando a vantagem competitiva.

Sendo assim, a Indústria 4.0 emerge como uma propulsora de inovação, apresentando novas possibilidades à indústria através das tecnologias como Big Data, Inteligência Artificial, Realidade Virtual, Internet das Coisas entre outras tecnologias.

O desenvolvimento da economia através da inovação é um tema que foi amplamente defendido pelo economista Joseph Schumpeter. Para Schumpeter (1934) a inovação se trata da introdução de um produto “novo” ou “uma nova combinação de algo já existente”.

Partindo da ideia de que as estratégias de incentivo a industrialização focadas na inovação e no comércio exterior até a data deste artigo não tem sido suficiente para sustentar o crescimento da Indústria, desta maneira este artigo busca investigar e caracterizar como que a Indústria 4.0 pode influenciar na competitividade da Indústria e quais são as consequências disso na competitividade das mesmas.

Com este objetivo iremos aplicar o conhecimento de Schumpeter sobre inovação dentro da nossa indústria, descrever as inovações da Indústria 4.0, demonstrar o potencial impacto destas inovações em áreas do conhecimento da Engenharia e apontar os passos que o Brasil pode seguir para implementar a Indústria 4.0 no seu território nacional.

3. METODOLOGIA

Para obter os resultados desejados acerca da problemática abordada neste trabalho, o método de pesquisa escolhido para o desenvolvimento do presente artigo foi uma pesquisa bibliográfica. Para isto, foram utilizados trabalhos acadêmicos, livros acadêmicos, artigos e periódicos diversos.

No que se refere a abordagem tomada pelos autores para a apresentação deste artigo, consideramos uma pesquisa quantitativa visto que analisaremos números demonstrados pela Indústria nacional e mundial antes e depois da Indústria 4.0 para demonstrar resultados em relação à vantagem competitiva.

. Os dados que serão examinados neste trabalho foram coletados de materiais fornecidos pelo Conselho Nacional da Indústria – CNI, World Economic Forum – WEF e do Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial – IEDI.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Schumpeter (1951) a inovação depende da existência de três elementos: O primeiro é o surgimento da ideia, seja de criação ou de reinvenção. O segundo elemento é a existência do empreendedor, aquele que estará disposto a apossar-se nos riscos da inovação. O último elemento é a utilização do crédito bancário.

A partir desta ideia entende-se que dentro da indústria estes três elementos precisam estar em harmonia para que exista um ambiente propício para a inovação. A própria Indústria 4.0 surge através dos investimentos e da ideia da Alemanha de transformar sua indústria mais competitiva. Então analisaremos esta relação inserindo as inovações da Indústria 4.0 no Brasil e como isso influenciará num mundo globalizado.

4.1 Indústria 4.0 (A ideia)

A cada revolução industrial, vemos uma mobilização de esforços para que se alcance um novo nível de eficiência com resultados mais eficazes dentro das fábricas. Atualmente, a Indústria 4.0 caracteriza a quarta revolução e com ela carrega o potencial de criar novos modelos de negócio, transformar as cadeias de valor (Porter e Heppelmann, 2014) e trazendo maior eficiência operacional e organizacional.

A indústria 4.0 também tem grandes impactos na sustentabilidade ambiental, um tema que é amplamente discutido no Brasil. A implementação da Indústria 4.0 é favorável à economia circular, onde produtos são reutilizados, reparados e reciclados. Também permite alcançar a eficiência energética. Gerd Scheffel (2013) explica que "Quanto mais velha for uma máquina, mais se pode economizar com uma substituição. Em relação às máquinas mais recentes, elas ainda economizam 30% de energia, frente às máquinas antigas, essa economia é de até 80%."

A Quarta Revolução Industrial avança à medida que a tecnologia aumenta seu entendimento do mundo e hoje ela pode influenciar nas diversas ramificações da nossa sociedade. Ela se tornará presente cada vez mais, então cabe às indústrias se adaptarem a esta realidade.

Figura 4 - Nível de Conhecimento da Indústria 4.0 em cada matriz tecnológica

	Complexo Agroalimentar	Complexo florestal	Mineração	Petróleo e gás (P&G)	Biocombustíveis	Celulose	Papel	Indústria química	Medicamentos e vacina	Têxtil e confecção	Metalurgia/siderurgia	Cimento	Eletrônica	Automotivo	Varejo	Equipamentos e materiais para saúde	Aerospaço e defesa
Advanced analytics																	
Biotecnologia																	
Eletrônica e ótica avançadas																	
Manufatura padrão e avançada																	
Materiais avançados																	
Nanotecnologia																	
Processos fisio-químicos																	
Redes de comunicação																	
Sistemas de energia																	
Base de conhecimento não identificada para o setor																	
Base de conhecimento relevante para o setor.																	
Base de conhecimento bastante relevante para o setor.																	
Base de conhecimento extremamente relevante para o setor.																	

Fonte: Produção BNDES

A partir deste gráfico nota-se que ainda não existe um conhecimento absoluto sobre todas as matrizes. Muitas áreas podem ainda ser exploradas, permitindo que inovações surjam e gerem desenvolvimento econômico.

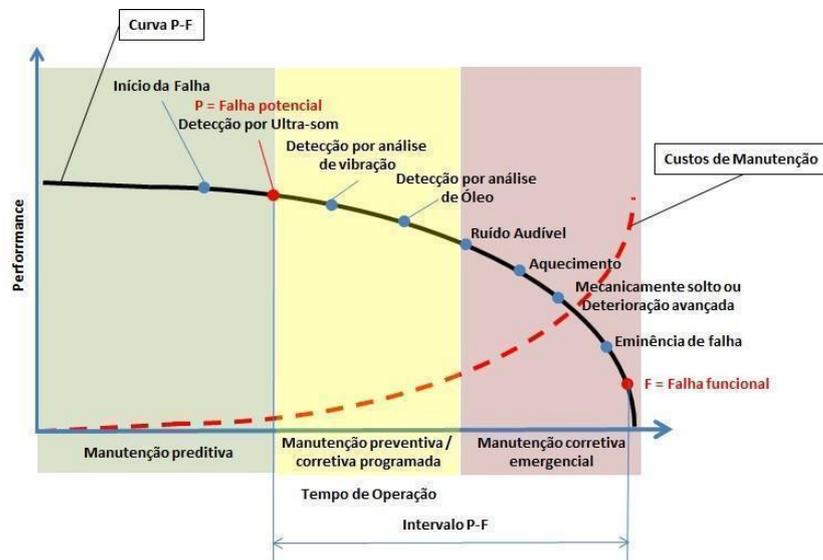
4.1.1 Manutenção 4.0

As atividades de manutenção vêm se tornando gradualmente mais percebidas como uma das chaves para o sucesso econômico da indústria (FUSKO, 2018). Uma estimativa realizada pela Agência Nacional de Desenvolvimento Industrial (ABDI, 2017) indica que o Brasil pode economizar, com a Indústria 4.0, cerca de R\$ 73 milhões ao ano, contando ganhos em eficiência e redução de custos em energia e gastos em manutenção de máquinas.

A Indústria 4.0 possibilita que empresas façam uso de softwares de manutenção inteligentes de análises e monitoramento em tempo real. Com este software as máquinas compartilham e comunicam entre si, desta forma fazendo trabalhando de maneira autônoma, precisando de pouca ou nenhuma assistência humana (WEYER et al, 2015).

Se estamos visando uma produção cada vez mais eficiente, com menos falhas e imperfeições no produto final, então a utilização da manutenção corretiva ou até a preventiva acaba se tornando inviável para alcançar este objetivo. Para entender o porquê, a curva PF demonstra os efeitos de cada tipo de manutenção e como cada uma funciona

Figura 5 - Curva PF (Potential Failure Curve)



Fonte: Ricardo Vilar (2018)

Através da curva PF podemos analisar que a manutenção corretiva, tanto quanto a preventiva exige um custo de manutenção maior. Isto ocorre devido ao desgaste maior que a máquina acaba se encontrando no momento da manutenção e à medida que o intervalo P-F for maior, maior será o custo de manutenção e maior será o dano causado na máquina.

Então dentro da Indústria 4.0 não existe espaço para manutenções corretivas, mas podemos observar que a indústria 4.0 também tem seu impacto dentro da gestão

de manutenção. Utilizando-se de tecnologias como Machine Learning, IoT, Big Data, entre outras, a Manutenção 4.0 oferece possibilidades que podem ser exploradas com o potencial de trazer economia e reduzir o tempo de manutenção das máquinas.

A manutenção preditiva é uma das manutenções que existem dentro do universo da Manutenção 4.0. O objetivo dela é detectar precocemente as faltas e erros nos maquinários, antes que alcancem o estágio crítico (KIANGALA e WANG, 2020).

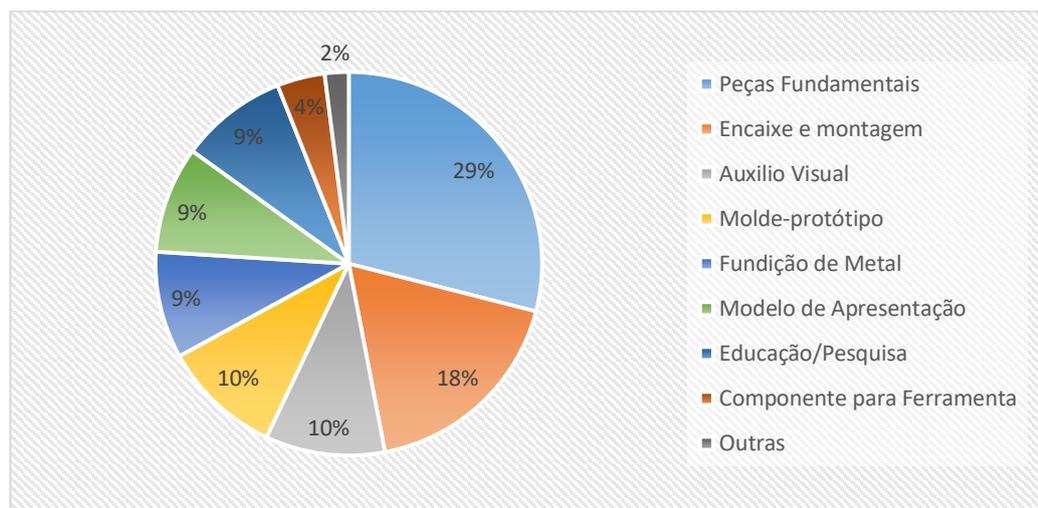
Na manutenção preditiva são feitos testes em aparelhos periodicamente para verificar a vibração, óleo, termografia e ultrassom. Estas atividades desempenham grande papel na preservação da qualidade dos produtos, podendo detectar quando uma peça está próxima de desuso e indicar ao operador até onde essa peça pode comprometer a qualidade, se não for reparada. (MOBLEY, 1943). Porém, para este método funcionar é preciso que exista registros dos testes realizados para obter dados mensuráveis, para assim observar com mais precisão o período de deterioração da máquina. (GONÇALVES, 2020). Estes dados podem ser coletados e administrados através da Inteligência Artificial e dos sensores IoT.

Graças a Indústria 4.0, a produção industrial na Quarta Revolução Industrial será altamente flexível em produção e customização e integrará clientes, empresas e fornecedores (FUSKO, 2018, p. 01 apud SHROUF, 2014) e estas características estão sendo usadas cada vez mais em benefício da manutenção de máquinas.

A Manutenção Aditiva também se faz presente na Indústria 4.0. É nela onde a variedade de opções de customização se torna imensa e isto se faz possível através do uso da impressora 3D. Isso traz a possibilidade de poder criar sua própria peça de reparo, eliminando a necessidade de comprar e esperar por máquinas ou componentes novos. (WESSEL, 2016).

O gráfico abaixo (adaptado de Volpato, 2017) demonstra que já existem diversas áreas das indústrias que já utilizam da manutenção preditiva:

Figura 6 - Aplicações da Manutenção Aditiva



Fonte: Adaptado de Volpato (2017)

Estas metodologias dentro da Manutenção Produtiva Total (MPT) agregam novas estratégias para manter o pleno funcionamento das máquinas, de forma que ocorra menos interrupções da linha de produção. Estas iniciativas estão diretamente ligadas ao nível de produtividade da indústria e da qualidade dos produtos fabricados, influenciando positivamente dentro da cadeia de valor de cada indústria.

4.1.2 Lean Manufacturing 4.0

A Lean Manufacturing teve origem no Japão, com a indústria automobilística Toyota, após suas instalações serem destruídas na segunda guerra mundial, onde ainda assim conseguiu fabricar produtos e reduzir defeitos e estoque (BHAMU; SANGWAN, 2014). O sistema de produção enxuta tem como principal objetivo fazer com que as tarefas sejam executadas no momento certo e na quantidade certa de acordo com a demanda do cliente além de manter um fluxo contínuo de produção a fim de diminuir desperdícios, tornando a empresa capaz de entregar produto ou serviço com qualidade e no menor tempo possível.

Lean Manufacturing e a Indústria 4.0 são aliados de uma indústria que busca se manter competitiva no mercado em que se exige cada vez mais uma otimização dos processos. Então é possível utilizar as tecnologias da Indústria 4.0 para eliminar os 7 desperdícios apontados pela metodologia Lean: Perda por tempo de espera, defeito, transporte, movimentação, estoque, super produção e processamento desnecessário (PICCHI, 2017) .

Através do uso do Big Data e a IoT é possível criar um sistema integrado mais efetivo entre os distribuidores e as fábricas informando em que momento a linha de produção necessitará de material ou mão de obra. Desta forma, diminui a imprevisibilidade e conseqüentemente a perda por tempo de espera.

Para diminuir os defeitos, a Indústria 4.0 é projetada para desenvolver máquinas capazes de realizar tarefas reduzindo ao máximo o número de erros através da Inteligência Artificial (IA) onde dentro desta tecnologia temos o Machine Learning e o Deep Learning que possibilitam as máquinas aprenderem processos até mais complexos de forma que possam executar as tarefas efetivamente.

Para diminuir o desperdício em transporte de estoque, movimentação e processamento desnecessário, o uso de robôs autônomos tem sido frequentemente utilizado para realizar estas tarefas. Através da Inteligência Artificial (IA) estes robôs podem aprender os processos que devem ser realizados para que possam realizar as tarefas de maneira autônoma.

Para uma gestão mais eficiente do Estoque, a utilização do Big Data integrado ao sistema de Internet das Coisas pode trazer informações precisas sobre a demanda de produtos e/ou serviços. Desta forma, aliado a uma manufatura puxada, é possível reduzir o es através do IoT é possível também monitorar o estoque existente, evitando que aconteça avarias.

Evitando a superprodução, o uso do Digital Twins torna possível criar virtualmente uma linha de produção e poder analisar aspectos como movimentação, utilização da matéria prima, trabalho e verificar quais processos podem ser modificados ou corrigidos. Esta tecnologia é eficiente pois é possível realizar esta simulação sem a necessidade de realizar no mundo real e de maneira mais rápida e prática.

4.1.3 Brasil e os Bancos Nacional de Desenvolvimento

Para o estudo, consideramos o Brasil exercendo a função de empreendedor da Indústria. Uma das intervenções do Estado para aquecer o “motor do progresso” citado por Schumpeter (2000) decorre através dos Bancos de Desenvolvimento. Os bancos nacionais de desenvolvimento são “instituições administradas e controladas

pelo governo” e “fornecer direção estratégia” para investidores (LUNA-MARTINEZ E VICENTE, 2012). Outrossim, os bancos de desenvolvimento (BNDs) têm papel fundamental no incentivo à inovação.

Um dos papéis importantes destes bancos está na alta tolerância aos riscos intrínsecos dos investimentos em inovação (IEDI, 2023). O Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial (IEDI, 2023) demonstra através de um estudo publicado pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) intitulado “Implementing innovation policies: capabilities of national development banks for innovation financing” que:

“A importância do financiamento de longo prazo e da tolerância ao alto risco como ferramentas centrais para a promoção de inovação fez surgir instituições financeiras com capacidade de fornecer esse tipo de capital. Essas instituições são os bancos nacionais de desenvolvimento (BNDs), que, como outras instituições públicas, operam com considerações de risco-retorno diferentes em comparação com os bancos privados.” (IEDI, 2023)

Os BNDs podem ter políticas verticais, alocando recursos para setores específicos da indústria, como também políticas horizontais, abrangendo todos os setores industriais do país. O IEDI (2023) explica que a política depende do mandato do banco. O Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) lançou em 2020 uma linha de crédito voltada ao financiamento de serviços tecnológicos avançados visando a adoção das tecnologias da Indústria 4.0.

O BNDES Crédito e Serviços 4.0 oferece financiamento ao serviço de manufatura enxuta, digitalização, internet das coisas (IoT), eficiência produtiva e energética e tecnologias voltadas para os setores de Bioquímica, processamento de materiais, eletrônicas, digitais e de materiais e estruturas.

Estes investimentos serão essenciais para o direcionamento da nossa indústria para o futuro pois, como destaca Porter & Heppelmann (2014), a Indústria 4.0 “tem potencial de criar novas fontes de valor e vantagem competitiva” e as empresas e/ou países que não se adaptarem a essa nova realidade enfrentará sérios problemas (Deloitte, 2018). Entretanto, para implementar os conhecimentos da Indústria 4.0 ainda existem uma série de desafios a serem vencidos como por exemplo:

“[...] obter políticas estratégicas inteligentes, incentivos e fomentos por parte do governo: reunir empresários e gestores da indústria com visão, arrojo e postura proativa; dispor de desenvolvimento tecnológico e formação de profissionais altamente qualificados por parte das instituições acadêmicas e de pesquisa, preferencialmente em grande proximidade com a indústria” (FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 2016, p. 17-18).

Países como Estados Unidos, China e Alemanha apontam para ser os precursores da Indústria 4.0 no mundo (LUCENA e ROSELINO, 2019) pois já passaram por este processo de investimento e se nosso país permanecer estático, sem nenhuma estratégia dos setores públicos, privados e acadêmicos, nossa indústria se tornará arcaica e o processo de desindustrialização continuará crescente.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após tudo que foi apresentado, o presente estudo buscou entender o panorama da Indústria 4.0 trazendo alguns aspectos que precisam ser discutidos que influenciam

a austeridade de uma indústria sob a perspectiva de um potencial crescimento econômico que nossa indústria poderá alcançar. O mundo industrial está caminhando até a adaptação da realidade digital, devido aos potenciais benefícios que este novo sistema de manufatura oferece ao investidor, seja ele uma empresa ou o próprio país.

Ao final deste trabalho chegamos à conclusão que a Indústria 4.0 é o caminho que a indústria brasileira deve seguir para combater a desindustrialização. Pondo em prática ideias como a do Lean Manufacturing em aliança com as tecnologias da Indústria 4.0 dentro uma linha de produção, uma determinada empresa poderá otimizar processos e torná-los mais ágeis e com menos desperdícios, tendo em vista que as máquinas serão capazes de prever com antecedência as falhas e convertê-las para um melhor desempenho e alcançar uma melhor qualidade de determinado produto. Os ganhos com a manutenção serão notáveis visto que o processo de manutenção será cada vez mais ágil e preciso nas falhas. Desta forma, reduzindo o número de manutenções corretivas e preventivas e utilizando os métodos da Indústria 4.0 que trarão melhor desempenho e maior disponibilidade para as máquinas.

Porém, reforçamos a ideia que cada vez se torna mais necessário uma mobilização nacional para a introdução desta cultura dentro das nossas indústrias. O Estado tem papel importantíssimo no incentivo a implementação destas tecnologias, porém é necessário reforçar a facilidade de acesso à informação, redirecionando as indústrias “arcaicas” a este caminho e trazendo novas estratégias de fomento para que haja um maior estímulo por parte das indústrias em trilhar o caminho para a inovação e alcançar maiores níveis de competitividade.

REFERÊNCIAS

A IMPORTÂNCIA DA INDÚSTRIA PARA O BRASIL, Portal da Indústria. 2023. Disponível em: <<https://www.portaldaindustria.com.br/estatisticas/importancia-da-industria/>>. Acesso dia: 23 Mai. 2023

ALVES, MARCIAL. **ENTENDA AS POLÍTICAS DE INDUSTRIALIZAÇÃO DO BRASIL DE 1920 a 1964**. Politize, 2021. Disponível em: <https://www.politize.com.br/industrializacao-brasileira-1920-a-1964/> Acesso em: 10 de maio. 2023.

CARDOSO, MARCELO DE OLIVEIRA. **Indústria 4.0: a quarta revolução industrial**. 2016.

CONSIDERA, CLÁUDIO; TRECE Juliana. **Indústria de transformação brasileira: À beira da extinção**, 2022. FGV. Disponível em: <https://portal.fgv.br/artigos/industria-transformacao-brasileira-beira-extincao>. Acesso em: 10 de maio. 2023.

Crise e industrialização no Brasil entre 1929 e 1954: a reconstrução do Estado Nacional e a política nacional de desenvolvimento. Scielo Brasil, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rep/a/FwKt39SvPW36Thr993KRrf/#>. Acesso em: 10 de maio. 2023

DEGEN, R. J.; MELLO, A. A. **O empreendedor: fundamentos da iniciativa empresarial**. McGraw-Hill, 1989.

FUSKO, MIROSLAV et al. **Basics of designing maintenance processes in industry 4.0.** *MM Science Journal*, v. 2018, n. 3, p. 2252-2259, 2018.

GARCIA, GABRIELA. **Introdução do Lean Manufacturing e a indústria 4.0. Um estudo da utilização da realidade aumentada.** 2019.

GONÇALVES, STEFANY DA SILVA. **Sensoriamento de transformador de potência associado à manutenção preditiva.** 2020.

IKEZIRI, LUCAS MARTINS et al. **A perspectiva da indústria 4.0 sobre a filosofia de gestão Lean Manufacturing.** *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 1, p. 1274-1289, 2020.

INDÚSTRIA 4.0. Firjan, Cadernos Senai de Inovação, 2016

INDÚSTRIA 4.0: ENTENDA SEUS CONCEITOS E FUNDAMENTOS, Portal da Indústria. 2013-2023. Disponível em: <[KAGERMANN, HENNING et al. **Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0. Final report of the Industry,** v. 4, n. 0, p. 82, 2013.](https://www.portaldaindustria.com.br/industria-de-a-z/industria-4-0/#:~:text=A%20Ind%C3%BAstria%204.0%20tamb%C3%A9m%20chamada,no%20Brasil%20e%20no%20mundo.> Acesso dia: 13 Jun. 2023</p>
</div>
<div data-bbox=)

KIANGALA, SONIA; WANG Zenghui. **An Effective Predictive Maintenance Framework for Conveyor Motors Using Dual Time-Series Imaging and Convolutional Neural Network in an Industry 4.0 Environment.** 2020

KUPFER, DAVID. **Uma abordagem neo-schumpeteriana da competitividade industrial.** *Ensaio FEE*, v. 17, n. 1, p. 355-372, 1996.

LEE, JAY; BAGHERI, BEHRAD; KAO, Hung-An. **A cyber-physical systems architecture for industry 4.0-based manufacturing systems.** *Manufacturing letters*, v. 3, p. 18-23, 2015.

LUCENA, FELIPE; ROSELINO JOSÉ. **A Indústria 4.0: Uma análise comparativa entre as experiências da: Alemanha, EUA, China, Coréia do Sul e Japão.** IV Enei, 2019. <https://pdf.blucher.com.br/engineeringproceedings/enei2019/6.6-005.pdf>
Acesso em 13 de maio. 2023.

MOBLEY, R. KEITH. **An introduction to predictive maintenance.** Elsevier, 2002.

MORAES, VINICIUS SILVA. **Industrialização brasileira: de Vargas a FHC.** 20--.
Disponível em:
<http://educacao.globo.com/geografia/assunto/industrializacao/industrializacao-brasileira-de-vargas-ao-periodo-neoliberal.html>. Acesso em 13 de maio. 2023.

PIB em 2022: desaceleração com retrocesso industrial. Análise IEDI, 2023. Disponível em: https://www.iedi.org.br/artigos/top/analise/analise_iedi_20230302_pib.html Acesso em: 13 de maio. 2023.

PICCHI, FLÁVIO. **Entenda os “7 desperdícios” que uma empresa pode ter.** Lean Institute Brasil, 2017. Disponível em: <https://www.lean.org.br/artigos/1131/entenda-os-%E2%80%9C7-desperdicios%E2%80%9D-que-uma-empresa-pode-ter.aspx> Acesso em: 11 de maio. 2023.

PONTES, FABIO SOUZA. **A revolução de 1930 e a industrialização na Era Vargas (1930-1939).** 2015.

SCHWAB, KLAUS. **The global competitiveness report 2018.**

VOLPATO, NERI. **Manufatura aditiva: tecnologias e aplicações da impressão 3D.** Editora Blucher, 2021