

RELAÇÕES DE COMPLEMENTARIEDADE ENTRE INDÚSTRIA 4.0 E O SISTEMA DE PRODUÇÃO CONTÍNUA

Had Pedroza de Leiros

Estudante de Engenharia de Produção, Jabotão dos Guararapes, Brasil,

had.p.leiros@hotmail.com

Lytienne Rodrigues da Cunha

Mestra em Economia, Especialista em Gestão de Empresas, Certificada em Gestão por Resultados, orientadora, docente UNIFG, Jabotão dos Guararapes, Brasil

lytienne.cunha@anumaeducacao.com.br

RESUMO

Esse artigo tem como o objetivo mostrar como o processo de produção contínua pode estar relacionado a indústria 4.0 e como eles podem se complementar de forma eficiente, aplicados de forma associada. A indústria 4.0 tem como característica a condição de prover no setor industrial uma revolução, efetivamente, a quarta, porque possibilitou a correção de diversos gargalos produtivos, reduziu os custos de produção, aumentou a eficiência produtiva e deu outra dimensão a atuação das indústrias, em termos de expansão nos mercados. O sistema de produção contínua apresentava, apesar de todos os fatores produtivos e contributivos uma versão que ainda tinha lacunas, algumas supridas com a indústria 4.0, tornando o processo muito mais eficiente. Em meio ao despertar do interesse de como haveria a integração do sistema produção contínua e da indústria 4.0, trazemos as reflexões sobre o tema, aguardando que também desperte o interesse de quem o lê e aprecia.

Palavras chaves: Industria 4.0, processos de produção

ABSTRACT

This article aims to show how the continuous production process can be related to industry 4.0 and how they can complement each other efficiently, applied in an associated way. Industry 4.0 is characterized by the condition of providing a revolution in the industrial sector, effectively the fourth, because it made it possible to correct several production bottlenecks, reduced production costs, increased production efficiency and gave another dimension to the performance of industries, in terms of expanding markets. The continuous production system presented, despite all the productive and contributory factors, a version that still had gaps, some of which were filled with Industry 4.0, making the process much more efficient. Amidst the awakening of interest in how the continuous production system and industry 4.0 would be integrated, we bring reflections on the subject, hoping that it will also awaken the interest of those who read can appreciate it.

Keywords: Industry 4.0, production processes

INTRODUÇÃO

O artigo aborda dois temas diferentes o primeiro a indústria 4.0 e o segundo será os processos do sistema de produção contínua, a fim de verificar se há um alinhamento, quando da combinação dos fatores e características de cada um.

De acordo com a história, a indústria em todo o mundo passa por mudanças no processo de fabricação industrial, marcadas como revoluções industriais. A primeira revolução industrial foi marcada pela primeira máquina a vapor e o tear mecânico nos anos 1700; a segunda revolução foi marcada pelo aproveitamento da energia elétrica possibilitando a produção em massa; a terceira revolução foi marcada pelo avanço tecnológico na época, resultado da corrida tecnológica após a guerra fria.

A indústria 4.0 foi um termo utilizado pela primeira vez na Alemanha em 2011 na feira hannover. Passaram os anos, novamente, abordado em 13 de abril de 2015, quando segundo Henrik Böhme (ca) et al., marcou a largada da corrida de uma nova forma de indústria. Nessa feira, foram expostos robôs que se assemelhavam cada vez mais com o pensamento humano, podendo trabalhar de forma eficiente e autônoma, pensando e se comunicando entre si, dando o pontapé inicial a quarta revolução industrial.

Os sistemas de produção foram criados para organizar os processos de produção, trazendo estratégias a serem tomadas no âmbito administrativo, que iriam afetar diretamente na produção, a implementação do modelo de processo correto, afetando diretamente a empresa, como ela produziria, a partir do momento da tomada dessa decisão.

Essa decisão pode afetar positivamente ou negativamente, se não for uma decisão bem estudada e elaborada através do conhecimento estratégico adequado, podendo as consequências afetar a economia da empresa em um todo, podendo ocasionar em prejuízo para as empresas. Por outro lado, implantando as estratégias adequadas, as mudanças trazidas podem acarretar benefícios às empresas.

Os processos de produção estão ligados a gestão de qualidade, esses processos têm como o objetivo, realizar um conjunto de tarefas, etapas e operações para facilitar e tornar mais eficiente a fabricação de um produto, esses processos podem ser divididos em três tipos eles são: processo de produção intermitente, processo de produção de grandes projetos e por último processo de produção contínua, onde cada um desses processos tem características diferentes que serão apresentadas no artigo.

O sistema que será abordado é o sistema de produção contínua, a partir dele veremos as estratégias usadas para aplicá-la e como podemos usar essas estratégias juntos com as ferramentas trazidas pela indústria 4.0, vamos identificar se o sistema de produção contínua é compatível com a indústria 4.0 e apresentar essas compatibilidades ou incompatibilidade, se eles podem ser usados juntos de maneira conjunta e apresentar quais os benefícios trazidos por essa combinação.

A análise e discussão documental também aborda a produção ininterrupta, que pode ser aplicada de forma eficiente dentro da indústria 4.0. A forma como essa combinação é estabelecida, de que maneira o processo de produção contínua demonstrando as estratégias, e pontos sobre os quais as relações foram estabelecidas, para a conclusão do artigo.

Todo trabalho foi realizado a partir de leituras e estudos bibliográficos, com o objetivo de compreender e descrever a funcionalidade da Indústria 4.0 e os processos de produção contínua. Adotou-se a metodologia da pesquisa básica, que tem por objetivo aprofundar o conhecimento científico de um determinado tema, a partir da investigação de um assunto já existente, aprofundando algum ponto específico sobre o tema.

Referente ao método de pesquisa para a revisão literária, foram utilizadas como fontes de pesquisa a “Minha Biblioteca Online”, e o google, foram separados 7 livros referentes a indústria 4.0, processos de produção e gestão de qualidade, os livros usados foram selecionados entre os anos (2011-2023). Foram utilizadas enquanto palavras chaves: Indústria 4.0, Processos de produção, processos de produção contínua, Toytismo. Lean manufacturing, seis sigma, processos industriais, tornando a pesquisa mais eficaz, além de sites de empresas, publicações e artigos publicados na área como complemento, os títulos e fontes do livro, assim como as outras fontes citadas na referência bibliográfica.

A organização da discussão proposta pelo artigo compreende a abordagem da indústria 4.0 e os sistemas de produção, em segundo momento, o sistema de produção contínua, em terceiro momento, a aplicação da indústria 4.0 ao modelo do sistema de produção contínua, com os resultados e considerações estabelecidos, a partir da leitura e reflexões que são realizadas a seguir.

2 INDÚSTRIA 4.0 E OS SISTEMAS DE PRODUÇÃO

2.1 Sistemas de Produção

O sistema de produção é um conjunto de atividades que facilita a produção. Segundo Sanon Matias et al., (2023) possibilita a combinação entre pessoas e máquinas. Para utilizá-lo, é preciso ter conhecimento próprio das atividades realizadas durante o processo de produção, e todas as suas etapas produtivas necessárias, ainda que seja recorrente a atualização de todo esse processo, sempre que a empresa altera a forma que a produção está sendo realizada.

Também é preciso se considerar o impacto da chegada na indústria 4.0. Segundo Antunes, Junico et al., (2011) os sistemas de produção atuais compreendem uma grande variedade de modelos, desde o sistema Toyota de produção, sistema lean manufacturing, produção de controle de qualidade total e teoria das restrições.

Segundo a revista Ferramental et al., (2022), o toyotismo é um sistema de produção utilizado com foco na melhoria da produtividade da empresa por meio da organização de processos e redução do desperdício; o que facilitou o trabalho cotidiano, eliminando processos desnecessários, trazendo uma maior eficiência na produção e maior conforto dos funcionários.

Antes de aplicarmos um sistema de produção, temos que definir que tipo de sistema se encontra alinhado com as necessidades da empresa. Segundo Thiago Leão et al. (2022) existem três tipos de sistemas de produção que podem ser aplicados: a) sistema de produção contínua, b) sistema de produção intermitente e

c) produção para grandes projetos. A definição do sistema a ser adotado possibilita o uso da melhor estratégia de melhoria e estruturação de processos.

2.1.1 Sistema de Produção para Grandes Projetos

Segundo Daniel Moreira et al., (2012), o processo de produção por projetos se refere a produção de um único produto, em grande escala, que tem uma série de conjuntos predeterminados. Segundo a Advtecnologia et al., (2023) a produção para grandes projetos é o processo que trata toda fabricação de produto como um grande projeto. Não há fluxo de produtos constantes e repetitivo como a produção contínua. Trata-se de um processo que requer planejamento e estratégias aplicadas a longo prazo, para trazer eficiência na produção. Diante da magnitude dos projetos, que precisam ser mais elaborados, e por não terem uma padronização, exigem uma maior atenção nos planejamentos, a título dos projetos de aviões, navios, com altos níveis de investimento financeiro.

2.1.2. Sistema de Produção Intermitente

O sistema de produção intermitente é um processo de fabricação em lotes e, ocorre de forma intermitente, dessa forma sua produção refere-se a um conjunto do mesmo produto, que varia sua produção em poucas unidades, como também podem produzir dezenas de milhares de produtos de uma só vez, dependendo do processo produtivo empresarial ou solicitação de clientes. Assim, o sistema de produção varia de pequeno a médio porte, além disso esse processo pode ser feito de forma customizada, pelo cliente ou empresa receptora do serviço.

Segundo Bertulucci Silveira et al., (2012) em complemento ao exposto, o processo de produção intermitente pode ser dividido em dois tipos: o primeiro, é o sistema de produção intermitente sob encomenda, que é especificado e orientado pelo cliente para a elaboração do produto. A vantagem desse processo é a possibilidade de customização individual e a redução de perdas. Por outro lado, a maior dificuldade decorre do fato de serem necessários vários profissionais diferentes, para customizar algum produto, dentro do prazo de entrega previsto. O segundo tipo é sistema de produção intermitentes por lotes, que leva em consideração o mercado atuante dos produtos e suas tendências.

2.2. Métodos de Gestão para Aplicação dos Processos de Produção

Os métodos de gestão que estão sendo discutidos aqui compreendem o Lean Manufacturing, Just in Time, Seis Sigma e Ciclo PDCA, abordados em sua concepção para fins de verificação analítica de qual deles poderia ter uma proposta de integração com a indústria 4.0, para fins de maior eficiência produtiva, quando comparados em sua aplicabilidade ao sistema de produção contínua.

2.2.1 Lean Manufacturing

Algumas técnicas de aplicação do processo de produção contínua como Lean, Sigma, são analisadas em suas concepções, com vista a identificação do melhor sistema de produção. Segundo Thiago Coutinho et al., (2021), não adianta querermos aplicar esses processo se não temos o devido conhecimento das técnicas que podem ajudar a definir o que tem que ser feito, técnicas como lean manufacturing, ferramentas da qualidade e PDCA.

Segundo Galhardi, A. C., & Tabeta, A. M. et al., (2021), o lean manufacturing é uma das metodologias de melhoria contínua mais usada atualmente pelas empresas, para ganhar vantagem dentro do mercado competitivo. A Toyota criou seu próprio sistema de produção conhecido como “sistema Toyota de produção” e ficou conhecido como lean manufacturing, com a inovação do termo realizada por John Krafcik. Essa filosofia da lean manufacturing mudou todo o processo de suprimentos, trazendo conceitos como qualidade, produtividade, flexibilidade e velocidade.

De acordo com os pressupostos de David Pedra et al., (2023) a lean manufacturing tem cinco princípios: o primeiro, Especificar Valor sob a ótica do cliente; refletindo no valor da venda e demanda de mercado; o segundo princípio, Alinhar na Melhor Sequência as Atividades que criam valor: organizando todos os fluxos de produção até a chegada do consumidor final, desde o início do projeto até o lançamento de um novo produto no mercado; o terceiro princípio, Realizar essas Atividades sem Interrupção: com o objetivo de prover um fluxo, que venha a proporcionar um menor intervalo de espera entre atividades e o nível de estoque; o quarto princípio, Sempre que Alguém as Solicita: refere-se ao controle de produção, tentando eliminar produção em excesso; o quinto e, último princípio, De Maneira cada vez Mais Eficaz: tendo o processo de melhoria continua por meio do lean manufacturing, o objetivo do controle de qualidade e a perfeição dos processos de produção.

2.2.2 Just n time

Segundo Dennis, Pascal et al., (2022) o JIT (just in time) segue quatro princípios: primeiro, não produza um item que ainda não tenha sido solicitado; segundo, equilibrar a demanda de trabalho para que o trabalho proceda de forma tranquila; terceiro, conectar as demandas a todos os processos por ferramentas visuais; e por último, flexibilizar ao máximo as pessoas e máquinas. A partir disso, esse processo industrial realiza a produção conforme a demanda do produto, com a indústria produzindo apenas os produtos demandados e em suas devidas quantidades.

Segundo a Armac et al., (2022) a definição de just in time (apenas no momento ou apenas na hora) é um processo industrial que consiste na realização de produção realizada conforme a demanda do produto. A indústria deve produzir apenas os produtos demandados e em suas devidas quantidades, repetindo esse processo todas as vezes, nas fazes de produção. O just in time na indústria tem o objetivo de alinhar a cadeia de suprimentos com o planejamento de produção, utilizando apenas a matéria prima necessária para a produção de um determinado período. Dessa forma, a matéria prima será adquirida conforme o necessário, evitando o

desperdício, contratempos e planejamentos emergenciais. Sendo assim, a aplicação do just in time não altera apenas a produção em si, mas altera também todo o processo, abrangendo a matéria prima necessária. Essa estratégia tem como vantagem a efetividade de processos, flexibilidade, qualidade, diminuição de custos, padronização e uma produção otimizada.

2.2.3 Seis sigma

Segundo a Tayrane et al., (2022) a metodologia seis sigmas têm como o objetivo estabelecer metas, coletando dados, que serão analisados, utilizando as informações para estabelecimento de novas metas, recomeçando todo o ciclo. Cada etapa desse modelo é inspirada na metodologia DMAIC: Definir, Mensurar, Analisar, Incrementar, e por fim, Controlar.

Para a implementação da metodologia seis sigma segundo Werkema, Cristina. et al., (2011) o primeiro ponto é Definir: ter metas claras do que se quer atingir e quais os objetivos serão definidos; o segundo ponto é Mensurar: realiza a medição dos componentes da fábrica, entendendo cada ponto da produção, desde a matéria prima até a finalização e entrega do produto, para a formulação de um planejamento adequado para todo o processo; o terceiro ponto é Analisar: analisar os números atuais e preencher as lacunas entre eles para verificação da meta final, com a análise feita através de dados sólidos e estatísticos; o quarto ponto é Incrementar: aperfeiçoar o processo e torna-lo melhor, desenvolvendo formas para melhorar os planejamentos; e o quinto e último é Controlar: controle dos resultados, depois que a meta for atingida, sendo necessário que ela seja preservada e monitorada.

2.2.4 Ciclo PDCA

Segundo Ballesterro-Alvarez, María E. et al., (2019) o ciclo PDCA é um método utilizado para resolver problemas, que divide os problemas em fases, para identificação, como forma de deixar sua compreensão mais clara possível, identificando qual sua importância e como ele deve ser resolvido. Possibilita olhar onde o problema se manifesta, quais suas características, elaborar um plano de ação para a parar a evolução do problema e, neutralizar efetivamente as causas encontradas. De modo que a verificação dos resultados das ações tomadas, tende a analisar se o resultado teve o efeito desejado, depois definir normas e padrões para que o problema não retorne, documentando o que foi feito, para que possa ser usado com problemas semelhantes, em futuras auditorias e reuniões, com objetivo de economizar tempo.

Conforme o entendimento de Guilherme Rabello et al., (2023) o ciclo PDCA é uma ferramenta que se divide em quatro etapas, tendo como objetivo resolver problemas, que não são resolvidos. Trata-se de uma das ferramentas mais usadas pelas empresas. Na maioria dos casos, os problemas abordados já foram apontados, mas as soluções propostas não trouxeram a solução necessária ao problema.

O aperfeiçoamento e agilidade das atividades do PDCA vão identificar a causa dos problemas e sinalizar as possibilidades de soluções existentes. Segundo Renata Freitas et al., (2017) o ciclo PDCA se

distingue em quatro etapas: a primeira etapa, planejar (plan): início de todo o processo, onde tudo deve ser organizado, planejando as ações a serem tomadas e estabelecendo metas e objetivos; o segundo ponto, fazer (do): colocar o plano de ação em prática, a partir das metas e objetivos traçados pelo planejamento do primeiro ponto; o terceiro ponto, checar (check): etapa ligada ao segundo ponto, porque consiste em checar tudo que está sendo feito, para que não seja preciso ser feito um retrabalho; o último ponto, agir (act): as devidas providências são tomadas agindo de forma assertiva, eliminando a causa do problema, fazendo auditorias, revisão das atividades e (re)planejamentos.

2.3. Novo perfil do Sistema de Produção com a Indústria 4.0

As principais mudanças trazidas pela Indústria 4.0 foram a automação e a comunicação de máquina a máquina (M2M - machine to machine), que representam a comunicação entre as máquinas e os equipamentos, trocando informações de forma autônoma e sem interferência humana, com o objetivo de produzir de forma mais eficiente possível, cumprindo os prazos, sem perder a qualidade do produto.

Mesmo que a comunicação possa ser feita de forma autônoma entre as máquinas elas podem ser monitoradas por uma pessoa em tempo real, machine to human (M2H), proporcionando a comunicação entre máquina e humano (Sacomano, José, B.; GONÇALVES, Rodrigo F.; BONILLA, Sílvia H et al. 2018).

Segundo os estudos de Tiago Cordeiro et al., (2023), o M2M não utiliza protocolos de IP, sendo principalmente, manejado à distância de apenas uma direção. Por outro lado, a IOT (Internet das Coisas) usa a troca de informações trazendo uma via de mão dupla de informações a partir de software, assumindo assim, que o M2M tem aplicações verticalizadas de comunicação. A IOT tem uma abordagem horizontal, expressando a maneira de acesso das ferramentas com os equipamentos. Seu uso se aplica a dados estruturados e não estruturados, enquanto a M2M atua com dados estruturados, trazendo um complemento das duas ferramentas.

Segundo Almeida, Paulo Samuel de et al., (2019), a Internet das coisas é um meio de conexão entre objeto físico, ambiente e máquinas, que permite a realização de uma coleta de informações nos produtos e serviços da indústria de maneira eficaz. Essa conexão é feita a partir de redes baseadas em IP (internet protocolo), uma das ferramentas base da indústria 4.0, cuja aspiração futura é que ela possa conectar de maneira eficiente o maior número de dispositivos possíveis, permitindo que eles possam se comunicar e interagir entre si, como controladores centralizadores da indústria.

Em concordância, segundo a visão de Cristiana Carvalho et al., (2021) a Internet das coisas é um meio de comunicação entre os seres humanos e as máquinas, como carros e eletrodomésticos que hoje estabelecem uma conexão com a Internet, para coletar e transmitir todos os dados para a nuvem. Exemplo dessa tecnologia, já pode ser achada em nossa casa como as smart TVs, termostatos ou acessórios como smartwatches.

Usando uma rede de Internet como wifi, ou dados móveis, a Internet das coisas consegue atuar, com o avanço tecnológico. Com a Internet das coisas, a indústria 4.0 utiliza a Inteligência artificial, ganha a capacidade de armazenar as informações das máquinas na nuvem e solucionar futuros problemas com ajuda de seu banco de dados. A IOT consegue aprender com os erros cometidos e solucionar erros futuros, aplicando

o princípio chamado Machine Learning, ou Aprendizado de Máquina, ou seja, as máquinas podem aprender com seus erros.

A inteligência artificial é uma máquina criada com capacidade de decisões, dotada de habilidades humanas, capaz de tomar decisões através do seu banco de dados. Ela tem a capacidade de entender, pensar, raciocinar e interpretar. O objetivo principal da inteligência artificial é simular as ações humanas buscando mais autonomia em alguns processos, essa tecnologia é integrada nas indústrias que tem como o objetivo ser mais eficiente e produzir mais sem perder a qualidade, com a integração da IA nas indústrias e, os equipamentos adequados, as máquinas serão controladas de forma autônoma, ou seja, sem precisar serem operados por humanos.

O aprendizado das máquinas e as tecnologias de enxame forneceram novos avanços nos aplicativos de IOT. Essa combinação gera, enquanto capacidade nas máquinas, um funcionamento usando algoritmos de aprendizagem, tomando suas próprias decisões sem precisar de qualquer programação de antemão (SANTOS, Marcelo Henrique. Introdução à inteligência artificial.: Editora Saraiva, 2021).

Além da IOT e da IA, a Big data, que é compreendido no artigo de Marco Garcia et al., (2022) como um grande conjunto de processos armazenados, também conhecido como os 3V's, são eles Velocidade, Volume e Variedade. A partir deles entende-se sua eficácia. A big data é utilizada como um grande banco de dados, com grande volume de armazenamento, com velocidade em seus processos de busca e coleta de dados e uma grande variedade informações para a solução de problema futuros. Segundo o artigo da FIA et al., (2022), a informação a ser recebida e acumulada durante os anos de 2021 a 2024, será tão volumosa, que se estima ter mais informação do que nos 30 últimos anos tendo em vista que em apenas em 2020 foram gerados 40 trilhões de gigabytes.

Com a big data é possível guardar dados eficientemente em sistemas de armazenagem como a nuvem, sua velocidade e sua confiabilidade de administrar quantidades enormes de dados é atrativa e para todas as empresas, tendo em vista os seus processos de armazenamento de dados. A partir disso, é possível imaginar as maneiras a qual a empresa pode usar essa ferramenta, conseguindo resolver problemas de maneira eficiente e rápida, oportunizando processos que não seriam possíveis a cinco anos atrás (HURWITZ, Judith; NUGENT, Alan; HALPER, Fern; KAUFMAN, Marcia. Big Data Para Leigos. [Minha Biblioteca.com]: Editora Alta Books, 2015.).

Para a implementação dessas mudanças, nas empresas, será necessária a integração entre máquinas e equipamentos, de forma que eles possam trabalhar em conjunto, devido às diferentes origens e marcas das máquinas, a variedade de equipamentos adquiridos pela indústria, a uma incompatibilidade nos processos de interface, uns com os outros, que são necessários para o pleno funcionamento e integração dos sistemas da indústria 4.0.

Seguindo os parâmetros da indústria 4.0, os equipamentos e máquinas devem se comunicar sem nenhum ruído, sendo esse é o maior desafio da integração da indústria 4.0 nas indústrias, diante do desafio enfrentado pela pequena quantidade softwares disponíveis, que atualmente não conseguem se comunicar, limitando o pleno funcionamento da indústria 4.0.

Esse novo ambiente trás mudanças também para os atuais profissionais atuantes na área, como os engenheiros de produção, posto que as empresas que desejam implementar a indústria 4.0 devem ter ciência das mudanças necessárias, implementando novas tecnologias, de acordo com as necessidades, trazendo estratégias de médio a longo prazo, a fim de priorizar sua produção, realizando mudanças necessárias nos projetos de produção e no ciclo de vida dos produtos. Para tanto, os profissionais devem possuir alta qualificação, com elevada capacitação técnica e que estejam em constante desenvolvimento de aprendizagem, Os supervisores ou gerentes terão um papel importante de supervisionar e liderar as equipes, montando estratégias e fazendo planejamento de tarefas, cooperando com as empresas. (SACOMANO, José, B.; GONÇALVES, Rodrigo F et al., 2018).

3. SISTEMA DE PRODUÇÃO CONTÍNUA

Segundo Viviane Rodrigues et al., (2021) a produção contínua é um sistema aplicado em indústrias, que são compostas por uma linha de produção ininterrupta, dedicadas a produção, 24 horas por dia, toda a semana, com alta demanda e uma produção padronizada em grande quantidade, mas que podem ter variação na velocidade, de acordo com a demanda, estabelecendo dessa forma, um equilíbrio econômico para a empresa.

De acordo com Braulio Wilker et al., (2011), o processo de produção contínua pode ter sua linhagem na montagem de um carro ou na produção de alimentos processados, a partir da combinação de produção contínua e produção por lotes, já que quando são feitas as medidas, o processo contínuo, começa.

A produção contínua é caracterizada pelo alto nível de padronização dos produtos, causando assim uma rotina prevista, usando o balanceamento das etapas presentes nos processos da produção, acelerando-as e diminuindo-as para suavizar a produção. Outra característica desse processo é a sua inflexibilidade, devido ao volume de produção e padronização, além do custo gasto em equipamento para suprir a necessidade da produção contínua, condizente com o alto nível de padronização, ainda que os gastos sejam justificados pelo grande volume de produção.

A escolha desse processo tem que ser avaliada pela dificuldade de implementação, por isso é preciso conhecer os detalhes do produto e as exigências do mercado. A empresa precisa possuir um grande grau de mecanização, profissionais competentes para realizar a implementação de qualidade e o monitoramento dos processos. Torna-se ainda necessário um sistema de manutenção, que possibilite o pleno funcionamento da linha de produção, para que não haja nenhuma falha e cause uma parada na produção, trazendo prejuízo para empresa (Rafael Massardi et al., 2017).

A produção contínua decorre da condição cíclica das indústrias, que são classificadas em cíclicas e não cíclicas. Segundo João Paulo do Santos et al., (2023) as empresas denominadas como cíclicas são aquelas afetadas pela economia e suas variáveis, como a inflação, taxas de juros, tendo melhor resultado em cenários em que a economia está em fase de crescimento. Varejo, tecnologia e frigoríficos possuem essa característica.

As empresas não cíclicas, comumente, não são muito afetadas pela economia, devido a sua relevância para a sociedade, como fornecedoras de bens necessários, insumos como energia, bancos, saneamento. As

empresas não cíclicas no âmbito produtivo, tem como base o processo de produção contínua, por ser de grande importância para a sociedade.

Segundo Sanon Matias et al., (2023) o processo de produção combina pessoas e máquinas com o intuito de facilitar a produção, usando um conjunto de atividades, que requerem o conhecimento de todo o processo, das etapas estabelecidas no sistema adotado pela indústria, a fim de viabilizar de forma constante, o monitoramento, para que na ocorrência de mudanças, desde a recepção de matéria prima às alterações processuais, tendo as medidas necessárias adotadas prontamente.

De acordo com o entendimento de Sacomano, José, B. et al., (2018) devido a conectividade trazida pela indústria 4.0, o aumento da produção não depende mais do trabalho duro no chão de fábrica, se o processo de produção é automatizado, posto que o ritmo estabelecido pela máquina é mais coerente com o sistema de produção contínua, tornando inviável um processo não automatizado.

Em indústrias que adotam o processo contínuo como é o caso da Coca-Cola, a produção não depende mais do esforço do trabalhador. A melhoria nos processos da produção foi substituída pela resolução de problemas nos sistemas das máquinas, antes que houvesse algum defeito, a fim de reduzir o tempo de produção, evitando uma possível interrupção no processo, aumentando a eficiência técnica do sistema que prevalece sobre a mão de obra.

Hoje em dia as máquinas inteligentes já fazem parte do sistema de produção, funcionando com controladores e processadores de forma autônoma, com o acompanhamento de um operador, para verificação dos parâmetros e controle da ocorrência de problemas. Desta maneira, a máquina trabalha durante vinte quatro horas sem a menor variabilidade de padrão de qualidade, sem precisar parar ou descansar para comer ou dormir, ocasionando mudança da medição no desempenho da produção.

Dessa forma, podemos afirmar que no âmbito do processo de produção contínua, é preciso realizar o controle de qualidade e produção no sistema cyber-físico, capaz de evitar problemas que poderiam ocorrer nas máquinas. Por outro lado, a eficiência da produção está ligada ao sistema virtual, que vai requerer uma equipe de grande competência técnica, na empresa, para ajustar a interação entre as várias parte do sistema, fazendo planejamentos e controlando a produção.

Neste sentido, as equipes atuam no processo de produção contínua na indústria 4.0, de modo competente, gerindo a melhor estratégia possível para a produção, com sua eficiência baseada no controle diário dos equipamentos e sistemas, adotando procedimentos rotineiros para a tomada de decisão e, controle da chegada de novas tecnologias para a adaptação dos projetos.

4. APLICAÇÃO DA INDÚSTRIA 4.0 E O MODELO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO CONTÍNUA

Segundo a revista Engarrafador (2021) a Coca-Cola Andina empresa de bebidas focada na produção de refrigerantes, isotônicos e água mineral com e sem gás, abriu uma unidade em Duque de Caxias, Brasil no Rio de Janeiro, trazendo uma mudança inovadora no processo de produção de bebidas, levando em consideração as mudanças nas indústrias trazidas pelo o avanço da tecnologia e a introdução da indústria 4.0.

Foi a primeira fábrica a apresentar um modelo totalmente novo de indústria na América Latina, tornando-se a mais moderna da região, aplicando os conceitos da indústria 4.0 para suprir sua necessidade na produção contínua de bebidas, integrando o monitoramento, autonomia e a geração de dados.

A abertura dessa unidade trouxe um formato de produção para suprir alta demanda, a partir da análise de alternativas e processos, desde 2013, que estivessem adequados ao modelo de produção. Com a indústria 4.0 implantou maior flexibilidade, sustentabilidade e eficiência operacional, avaliando todos os processos e a organização necessária para que a fábrica atingisse novos patamares.

Os resultados foram positivos tornando essa indústria uma das mais modernas do mundo. Segundo a revista *Tiinside* (2019) essa unidade está posicionada 100% no conceito da indústria 4.0, adotando todas as suas ferramentas (Coca-Cola. Andina, empresa de bebidas focada na produção de refrigerantes, isotônicos e água mineral com gás e sem gás).

5 RESULTADO DA DISCUSSÃO

Segundo Sacomano, José, B.; Gonçalves, Rodrigo F.; Bonilla, Sílvia H et al. (2018), as maiores mudanças que estão acontecendo dentro da indústria 4.0 estão na área da tecnologia e das máquinas, haja vista o M2M (machine to machine ou máquina para máquina), que representa a comunicação de forma fluida, entre máquinas, facilitando alguns processos na produção. Paralelamente, observa-se como a interação de máquina com os humanos facilita o monitoramento dos processos de produção.

A integração desse processo é possibilitada devido ao uso da internet das coisas (IOT), Big Data e a inteligência virtual (IA), gerando mudanças que trazem uma nova perspectiva industrial do sistema de produção contínua.

A partir das informações apresentadas, é possível identificar que a indústria 4.0 e o processo de produção contínuo, são processos complementares. Essa percepção tem início quando se verifica a combinação entre máquina e humanos, para facilitar o monitoramento da produção. De forma paralela, observa-se que a indústria 4.0 considera o M2H com alinhamento perfeito entre as ferramentas discutidas acima. A eficiência é atingida assim como a qualidade do produto, referente a implantação da indústria 4.0.

Diante da adoção do processo contínuo verifica-se que as lacunas existentes são suprimidas pelas ferramentas da indústria 4.0, através do nível de tecnologia preciso, sem a perda da qualidade, em conformidade a autonomia possibilitada para a fabricação continua.

A pesquisa bibliográfica realizada possibilita verificar que os processos vigentes no sistema de produção contínua possuem ferramentas suficientes para o melhor aproveitamento, quando incorporados à indústria 4.0. Ainda que esta indústria tenha como objetivo trabalhar de forma autônoma, usando ferramentas para que ela possa produzir sozinha. Mas que pode ter com o processo de produção contínua, a verificação de todo o processo produtivo, desde a demanda do produto para configurar e gerenciar essa produção, de forma que não haja nenhum desperdício de matéria prima, baseando-se em análises e ferramentas. Assim, é possível gerenciar melhor o tempo de produção.

Outra verificação realizada com a pesquisa bibliográfica, é que os novos profissionais, que entrarão no mercado de trabalho, devem ter um amplo conhecimento técnico, tanto dos processos de produção, quanto das ferramentas que a indústria 4.0 fornece. É necessário que o profissional esteja sempre em processo de atualização dos conceitos e ferramentas disponíveis. Para poder se integrar nessa área, é preciso comprometimento e conhecimento para aplicar, de forma eficiente, todas as ferramentas e estratégias disponíveis aos profissionais.

Segundo Thiago Coutinho et al., (2021) as estratégias disponíveis para o uso do processo de produção são amplas, com muitas utilidades e nichos, para serem aplicadas nas áreas de produção. Por isso, envolve uma gama de possibilidades que temos para a tomada de decisão, identificando a melhor estratégia para aplicá-la, a forma de como ela será aplicada e seu impacto na produção da indústria. Para tanto, todo o modelo industrial é levado em consideração, as formas de lidar com a produção antes de sua aplicação, usando o JIT aplicado na produção contínua do xarope da Coca-Cola. A aplicação de uma produção contínua leva em consideração a demanda da indústria. Se a empresa não é cíclica, a produção é constante, mas dependendo da demanda essa produção é acelerada e desacelerada. É neste cenário produtivo, que aplicamos o JIT, trazendo a matéria prima apenas em momentos necessários. Essas estratégias trazem um benefício a indústria em geral, incorporado ao nível de eficiência que a indústria 4.0.

Junto a aplicação das estratégias corretas, a indústria 4.0 entra na equação trazendo maior eficiência nesse processo de tomada de decisão, evitando os problemas antes que eles possam aparecer. Segundo Almeida, Paulo Samuel de et al.,(2019) a IOT é uma ferramenta que tem o objetivo de tornar a comunicação entre máquina e ser humano possível, é uma ferramenta trazida pela indústria 4.0, que nos possibilita que as máquinas possam ser monitoradas 24 horas por dia, de forma complementar, esse processo da indústria 4.0 se faz presente elevando todo o processo de produção contínua a outro patamar.

A indústria 4.0 chegou para suprir a necessidade dos processos de produção, ela trouxe consigo ferramentas e meios, tornando os processos de produção mais eficientes, o que se verifica com o processo de produção contínua. O chão da fábrica se encontra praticamente vazio, pois vem sendo monitorado apenas por algumas pessoas a distância, por causa da autonomia das máquinas, tanto na produção quanto no autodiagnóstico; apontando defeitos antes de uma parada, ou uma situação que não era possível antes ser diagnosticada, agora possível devido a atuação da indústria 4.0, que tornou o processo de produção contínua mais apto e capaz de atingir suas metas de forma eficaz, sem perder a qualidade do produto.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através do desenvolvimento dessa revisão de literatura, é possível concluir-se que os processos do sistema de produção contínua e a indústria 4.0 tem muitos pontos que se completam, sendo mais eficiente a sua adoção paralela, que em outros sistemas.

Dentre os principais aspectos na produção contínua, ininterrupta, aplicado em empresas de alta produção, padronizadas e não cíclicas, encontra-se presente nas indústrias que são essenciais para o ser humano, necessários para o dia a dia da humanidade, como combustível, energia, alimentação e outros.

Apesar de ser um processo contínuo, existe um nivelamento que é feito no processo de produção, baseado na economia, dessa forma a produção pode ser acelerada ou diminuída dependendo da demanda do produto, por isso existem estratégias a serem seguidas e aplicadas nas indústrias.

Podemos observar que a produção contínua é o único sistema de produção que precisa ser monitorado por 24 horas ao dia, o que deveria ser impossível antes da chegada da indústria 4.0. Esta supriu uma necessidade que tem sido muito recorrente na produção contínua, na qual os trabalhadores precisavam trabalhar em turnos para ter o controle geral dos processos. Mesmo diante dessa contribuição, ainda assim há ocorrências de parada na produção por causa de um mal funcionamento de alguma máquina. Outros aspectos foram muito positivos, diante da indústria 4.0, mediante o uso de suas ferramentas de análise e armazenamento de dados, possibilitando a auto diagnóstico das máquinas, avisando com antecedência se algum equipamento ou maquinário tem algum tipo de defeito, além de ser monitorada 24 horas, a distância, por funcionários, devido a incorporação da IOT.

Haja vista que a produção ininterrupta e as ferramentas disponibilizadas pela indústria 4.0 tornam a produção contínua mais fácil e viável de se aplicar em uma indústria. A complementação do processo contínuo e as ferramentas da indústria 4.0 para análise de produção, solução de problemas, e melhora constante na produção trazem uma integração com as propostas de gerenciamento de processos estabelecidos, contribuindo para a ampliação da capacidade produtiva da indústria, agregação de valor e vantagem competitiva.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus que trouxe paz e perseverança em todos os momentos do trabalho.

Agradeço a minha família que sempre me apoiou em todo o momento com intuito de me motivar a concluir o curso de engenharia de produção.

Agradeço a professora orientadora por me dar suporte durante o desenvolvimento do TCC ajudando na conclusão do curso de engenharia de produção.

7 BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA, Paulo Samuel de. *INDÚSTRIA 4.0 - PRINCÍPIOS BÁSICOS, APLICABILIDADE E IMPLANTAÇÃO NA ÁREA INDUSTRIAL*. [Minha Biblioteca.com]: Editora Saraiva, 2019. E-book. ISBN 9788536530451. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536530451/>. Acesso em: 20 maio. 2023.

ANTUNES, Junico. *Sistemas de produção*. Grupo A, 2011. E-book. ISBN 9788577802494. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788577802494/>. Acesso em: 08 mar 2023.

Adv tecnologia: *Entenda o que é sistema de produção e como usar na sua empresa*: Publicado pela ADV Tecnologia - Sistema ERP para Indústria, Distribuidor, Atacadista e Importador. 24 de mar de 2023. Disponível em: “<<https://www.advtecnologia.com.br/como-organizar-o-sistema-de-producao-de-uma-empresa/>>”. Acesso em: 20 de maio de 2023.

ARMAC: *Como o just in time pode ser aplicado no processo industrial*. Artigo publicado pela empresa A ARMAC maior empresa de locação de máquinas & soluções de linha amarela do Brasil 25/03/2022. Disponível em: “<<https://armac.com.br/blog/gestao/just-in-time/>>”. Acesso em 18 de mar de 2023.

BALLESTERO-ALVAREZ, María E. *Gestão de Qualidade, Produção e Operações*. [Minha Biblioteca.com]: Grupo GEN, 2019. E-book. ISBN 9788597021523. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597021523/>. Acesso em: 20 maio. 2023.

BATALHA, Mário O. *Gestão da Produção e Operações*. [Minha Biblioteca.com]: Grupo GEN, 2019. E-book. ISBN 9788597021288. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597021288/>. Acesso em: 20 mai. 2023.

BÖHME, Henrik (ca). *Feira de Hannover dá largada à corrida da Indústria 4.0*. Publicado DW made for minds site de notícias em 14 de abr de 2015. Disponível em: “<<https://www.dw.com/pt-br/feira-de-hannover-d%C3%A1-largada-%C3%A0-corrida-da-ind%C3%BAustria-40/a-18383758>>”. Acesso em 21 de maio de 2023.

CARVALHO, Cristiana. *Internet das coisas: entenda o que é e como funciona* Artigo publicado pelo site de tecnologia e política TecMundo online 29 de dez de 2021 Disponível em: <https://www.tecmundo.com.br/internet/230884-internet-coisas-entenda-funciona.htm>”. Acesso em 10 de mar de 2023.

CORDEIRO, Tiago. *M2M: ENTENDA O CONCEITO DE MACHINE TO MACHINE*. Artigo publicado pela instituição de ensino superior brasileira Insper 20 de fev de 2023 Disponível em: “<<https://www.insper.edu.br/noticias/m2m-entenda-o-conceito-de-machine-to-machine/>>”. acesso em 10 de mar de 2023.

COUTINHO, Thiago. *O que é Melhoria contínua? Entenda sua importância e conheça suas ferramentas!* Artigo publicado pela voitto Escola de Habilidades para o Mundo da Engenharia 07/01/2021 Disponível em: “<<https://www.voitto.com.br/blog/artigo/melhoria-continua>>”. Acesso em 16 de mar de 2023.

DENNIS, Pascal. *Produção lean simplificada*. [Minha Biblioteca.com]: Grupo A, 2011. E-book. ISBN 9788577802913. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788577802913/>. Acesso em: 20 mai. 2023.

FERRAMENTAL: *SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO - TUDO SOBRE O TOYOTISMO*. Publicado pela Revista Ferramental 15 de fev de 2022. Disponível em: “<<https://www.revistaferramental.com.br/artigo/sistema-toyota-de-producao-tudo-sobre-o-toyotismo/>>”. Acesso em 8 de maio de 2023.

GALHARDI, A. C.; TABETA, A. M. *Modelos de maturidade em lean manufacturing: uma análise bibliográfica / Lean manufacturing maturity model: a literature review*. Brazilian Journal of Business, [S. l.], v. 3, n. 1, p. 312–323, 2021. DOI: 10.34140/bjbv3n1-019. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJB/article/view/23884>. Acesso em: 20 maio de 2023.

GARCIA, Marco. *O que é Big data?* Artigo publicado pela Cetax, Cetax Consultorias e Treinamentos 26 de jan de 2022. Disponível em: “<<https://cetax.com.br/big-data/>>” Acesso em: 10 de maio de 2023

HURWITZ, Judith; NUGENT, Alan; HALPER, Fern; KAUFMAN, Marcia. *Big Data Para Leigos*. [Minha Biblioteca.com]: Editora Alta Books, 2015. E-book. ISBN 9786555206906. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786555206906/>. Acesso em: 20 mai. 2023

LACERDA, Bráulio Wilker Silva de Almeida. *Artigo Produção Contínua*. Artigo publicado pela BWS Consultoria, Consultoria em Gestão Financeira, Controladoria, Planejamento Tributário, Gestão da Produção e Gestão de Processos, Perícias Contábeis 2011. Disponível em: “<<http://www.bwsconsultoria.com/2011/05/producao-continua.html>>”. Acesso em 19 de mar de 2023.

LEÃO, Thiago. *Sistema de produção: o que é, como funciona e como implantar*. Postado pela Nomus, uma empresa criada por engenheiros de produção, que desenvolve soluções em software e serviços para excelência na gestão de micro, pequenas, médias e grandes indústrias 03 de maio de 2022. Disponível em: “<<https://www.nomus.com.br/blog-industrial/sistema-de-producao/>>”. Acesso em 18 de abr de 2023

MASSARDI, Rafael. *O QUE É PRODUÇÃO contínua*. Artigo postado pelas soluções e consultoria 2017 Disponível em: “<<https://solucoesufv.com.br/conteudo/e-producaocontinua/#:~:text=Como%20exemplo%20de%20processos%20onde,em%20ind%C3%BAstrias%20aliment%C3%ADcias%20e%20qu%C3%ADmicas>>”. Acesso em 15 de mar de 2023.

MATIAS, Sanon. *Saiba O Que É Sistema De Produção, Tipos E Como Fazer*. Artigo postado pela Webmais Empresa de software em Criciúma, Santa Catarina 26 de abri de 2023 Disponível em: “<<https://www.webmaissistemas.com.br/blog/sistema-de-producao/>>”. Acesso em 14 de mar de 2023.

MODERNO, Engarrafado. Um modelo do mais puro conceito de fábrica 4.0. Postado pela revista Engarrafado Moderno em 5 de out de 2021. Disponível em: “<<https://engarrafadomoderno.com.br/mercado/um-modelo-do-mais-puro-conceito-de-fabrica-4-0>>”. Acesso em: 23 de maio de 2023

MODERNO, Engarrafado. Um modelo do mais puro conceito de fábrica 4.0. Postado pela revista Engarrafado Moderno em 5 de out de 2021. Disponível em: “<<https://engarrafadormoderno.com.br/mercado/um-modelo-do-mais-puro-conceito-de-fabrica-4-0>>”.

Acesso em: 23 de maio de 2023

MOREIRA, Daniel. *ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO E OPERAÇÕES*. [Minha Biblioteca.com]: Editora Saraiva, 2012. E-book. ISBN 9788502180420. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788502180420/>. Acesso em: 20 mai. 2023.

PEDRA, Davis. *O que é Lean Manufacturing*. Artigo publicado pela empresa Siteware Empresa de software em Belo Horizonte, Minas Gerais 14 de abr de 2023. Disponível em: “<<https://www.siteware.com.br/processos/o-que-e-lean-manufacturing/>>”. Acesso em 18 de mar de 2023.

RABELLO, Guilherme. *METODOLOGIAS DE GESTÃO O que é Ciclo PDCA e como ele pode melhorar seus processos*. Artigo publicado pela empresa Siteware Empresa de software em Belo Horizonte, Minas Gerais 12 de abr de 2023 Disponível em: “<<https://www.siteware.com.br/metodologias/ciclo-pdca/>>”. Acesso em 19 de mar de 2023.

RODRIGUES, Viviane. *PRODUTIVIDADE: Processo industrial: o que é e qual a importância de implementá-lo em sua empresa*. Artigo publicado pela empresa Siteware Empresa de software em Belo Horizonte, Minas Gerai 03 de nov de 2022. Disponível em: “<[SANTOS, João Paulo. *Empresas cíclicas e não-cíclicas: o que são e como diferenciar Conceito de empresas cíclicas e não-cíclicas mostram quais setores estão mais propensos a serem afetados por oscilações macroeconômicas*. Artigo publicado pela Bora investir m site de notícias sobre o mercado financeiro que tem a credibilidade da Bolsa de valores \(B3\), uma empresa centenária que, dia a dia, ajuda a impulsionar a economia do Brasil 06 de abr de 2023 Disponível em: “<\[SANTOS, Marcelo Henrique dos. *Introdução à inteligência artificial*: \\[Minha Biblioteca.com\\]: Editora Saraiva, 2021. E-book. ISBN 9786559031245. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786559031245/>. Acesso em: 20 mai. 2023.\]\(https://borainvestir.b3.com.br/noticias/empresas/empresas-ciclicas-e-nao-ciclicas-o-que-sao-e-como-diferenciar/#:~:text=As%20empresas%20c%C3%ADclicas%20s%C3%A3o%20aquelas,quando%20o%20consumo%20%C3%A9%20impulsionado.>”. Acesso em 20 de mar de 2023.>” Acesso em 20 de mar de 2023.</p></div><div data-bbox=\)](https://www.siteware.com.br/produtividade/o-que-e-processo-industrial/#:~:text=Um%20processo%20industrial%20cont%C3%ADnuo%20%C3%A9,horas%2C%207%20dias%20por%20semana.>”. Acesso em 20 de mar de 2023.>”. Acesso em 20 de mar de 2023.</p></div><div data-bbox=)

SILVEIRA, Cristiano Bertulucci. *Sistema de produção, agregação de valor e automação*. Artigo Publicado por citisystems uma empresa de automação industrial localizada em Sorocaba, SP 27 de mar de 2012. Disponível em: “<<https://www.citisystems.com.br/sistema-de-producao-automacao-industrial/>>” Acesso em 08 de maio de 2023

TAYRANE. *O que é Seis Sigma e qual o objetivo dessa metodologia*. publicado pela Ploomes Empresa de software em São Paulo 10 de maio de 2022: Disponível em: “<<https://blog.ploomes.com/seis-sigma/>>”. Acesso em 19 de mar de 2023.

TIINSIDE. Coca-Cola Andina Brasil inaugura fábrica 4.0 em Duque de Caxias. Postada pelo portal de notícias TIinside 25 de jun de 2019. Disponível em: “<<https://tiinside.com.br/25/06/2019/coca-cola-andina-brasil-inaugura-fabrica-4-0-em-duque-de-caxias/?amp>>”. Acesso em: 23 de maio de 2023

WIENEKE, Falko. *Gestão da produção*. [Minha Biblioteca.com]: Editora Blucher, 2008. E-book. ISBN 9788521215639. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521215639/>. Acesso em: 20 mai. 2023.

WERKEMA, Cristina. *DFLSS - Design For Lean Six Sigma - Ferramentas básicas usadas nas etapas D e M do DMADV*. [Minha Biblioteca.com]: Grupo GEN, 2011. E-book. ISBN 9788595158191. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595158191/>. Acesso em: 21 mai. 2023.