



Indústria 4.0 E Os Conceitos Utilizados Nas Organizações

CHARLINE KILIN¹
GISLAINE MARTINS OLIVEIRA²
FERNANDO MANCUZO³

Data de submissão: 12/07/2021. Data de publicação: 30/08/2021.

RESUMO

A Indústria 4.0 está transformando o desenvolvimento das organizações, tornando-as mais produtivas e competitivas, inserindo novas tecnologias nos processos produtivos para fortalecer cada vez mais sua representatividade nos mercados atuantes. A proposta deste artigo busca evidenciar quais os conceitos da Indústria 4.0 estão sendo aplicados nas indústrias nas quais hoje efetivamente estamos trabalhando, tendo como objetivo geral analisar a aplicabilidade destes conceitos nas organizações que pertencemos. A metodologia que foi utilizada para a confecção deste artigo, assim como o embasamento presente no mesmo, é um estudo exploratório e bibliográfico ou de fontes secundárias. Trata-se da verificação de bibliografias já publicadas em livros e artigos. Ao final do estudo, espera-se constatar que os conceitos da Indústria 4.0 se aplicam de forma efetiva nas organizações, aumentando a viabilidade dos negócios.

Palavras-chave: Indústria 4.0. Conceitos de Indústria 4.0. Lean Production. VSM.

ABSTRACT

Industry 4.0 is transforming the development of organizations, making them more productive and competitive, introducing new technologies in the production processes to increasingly strengthen their representativeness in the current markets. The purpose of this article seeks to highlight which concepts of Industry 4.0 are being applied in the industries in which we are actually working today, with the general objective of analyzing the applicability of these concepts in the organizations we belong to. The methodology that was used to make this article, as well as the basis present in it, is an exploratory and bibliographic study or from secondary sources. It is the verification of bibliographies already published in books and articles. At the end of the study, it is expected that the concepts of Industry 4.0 are effectively applied in organizations, increasing the viability of the business.

Keywords: Industry 4.0. Industry 4.0 concepts. Lean Production. VSM.

¹Pós-graduanda do MBA em Gestão Empresarial pelo Centro Universitário Uniftec de Bento Gonçalves, graduada em Processos Gerenciais pelo Centro Universitário Uniftec de Bento Gonçalves. Março, 2021. ck.charline@gmail.com

²Pós-graduanda do MBA em Gestão Empresarial pelo Centro Universitário Uniftec de Bento Gonçalves, graduada em Processos Gerenciais pelo Centro Universitário Uniftec de Bento Gonçalves. Março, 2021. oligelda@hotmail.com

³Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), pós-graduado em Administração de Empresas pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e graduado em Ciências da Computação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). É professor do eixo de negócios do Uniftec de Caxias do Sul nos cursos de MBA em Gestão Empresarial. fernandomancuzo@acad.ftec.com.br

1 INTRODUÇÃO

As bases da Indústria 4.0 têm contribuído de maneira impactante para as diferentes áreas, possibilitando a armazenagem e processamento de dados, automação de sistemas e a interatividade de informações e de entendimento. Sua grande potencialidade reside em agrupar valores e vantagens para as áreas de serviços, mercado e meio ambiente.

O conceito de Indústria 4.0 remete a uma procura pela aplicação de tecnologias para um controle dos processos produtivos e um melhor gerenciamento das funções fabris, sendo uma das prioridades do conjunto social das organizações para tornar-se uma fábrica inteligente. Neste contexto, é notável que cada vez mais os avanços em tecnologias terão uma natureza engenhosa e astuciosa para o Brasil e para o mundo.

A Indústria 4.0 está transformando o desenvolvimento das organizações, tornando-as mais produtivas e competitivas, inserindo novas tecnologias nos processos produtivos para fortalecer cada vez mais sua representatividade nos mercados atuantes.

Buscando uma análise consistente dos conceitos da Indústria 4.0, é de extrema importância considerar os diversos fatores que impactam de forma estrutural, financeira e social nas organizações para aumentar de forma satisfatória a sua competitividade em relação aos seus concorrentes diretos e indiretos.

A Indústria 4.0 é a quarta geração da era industrial, caracterizada pelo uso de sistemas inteligentes e pela capacidade de tomar decisões de nível estratégico, uma vez que esta surge com a automatização dos processos produtivos, juntamente com o aumento da tecnologia desenvolvida para aperfeiçoar a produtividade das organizações. (CHOI *et al.*, 2016, CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA, 2016; MORAIS; MONTEIRO, 2016).

O que torna a quarta revolução industrial fundamentalmente distinta das anteriores é a conexão dessas tecnologias com a comunicação entre os domínios físicos e digitais. Com esta revolução, as tecnologias e as inovações em sistemas operacionais são difundidas de forma mais ágil e abrangente que nas anteriores, as quais ainda se fazem muito presentes e comuns em todo o mundo. O crescimento do armazenamento e o processamento das informações modificará drasticamente a maneira que as empresas se organizam em seus vários aspectos.

Ao mesmo tempo em que estão surgindo ou se reformulando novos modelos de negócio e as formas de se trabalhar, mais processos estão sendo descontinuados. Embora esta mudança cause uma visão de potencialidade esperançosa, da mesma forma causa receio



por parte das fábricas mais resistentes, pois acredita-se que a tecnologia vem para alavancar as exigências do mercado tornando o entendimento compartilhado e não mais apenas de domínio de colaboradores específicos que executam as funções.

Tendo isto em perspectiva, o presente artigo tem como tema o seguinte problema de pesquisa: considerando os conceitos da Indústria 4.0, está sendo eficiente o que está sendo aplicado nas organizações nas quais trabalhamos?

Este artigo tem como seu objetivo geral a análise da aplicabilidade da Indústria 4.0 em uma empresa do ramo de móveis e uma de embalagens flexíveis.

Para explicar o objetivo geral, serão abordados os seguintes objetivos específicos:

- Apresentar os principais conceitos da Indústria 4.0;
- Levantar e analisar informações sobre a evolução da Indústria 4.0 dentro das empresas estudadas;
- Analisar se a implementação dos conceitos da Indústria 4.0 estão apresentando os benefícios estimados;
- Propor melhorias nos processos avaliados, tendo como base os conceitos preconizados da Indústria 4.0, considerando os fatores particulares de cada organização.

Esta pesquisa se justifica por conceder uma contextualização quanto as definições de Indústria 4.0 e a aplicação de uma seleção de conceitos na eficiência organizacional, em prova de que cada vez mais se faz necessária a formação de ferramentas que auxiliem na simplificação de instruções gerando processos mais simples e com alto rendimento.

Tendo o intuito de aproveitar os benefícios das tecnologias introduzidas nos processos de produção, as indústrias classificadas como tradicionais estão em um processo de transformação crescente, desenvolvendo suas operacionalidades e se elevando a um novo patamar organizacional com grande potencial para atingir mercados onde apenas empresas de grande porte estavam inseridas.

O cenário atuante das empresas que serão analisadas neste artigo é distinto, porém ambas estão em constante evolução de seus processos fabris. Uma empresa está localizada na Serra Gaúcha e sua atuação é no ramo moveleiro e a outra pertence a região do Vale do Caí – RS, atuando no mercado de embalagens flexíveis. Ambas não possuem todos os seus processos automatizados, sendo empresas com grande parte do seu maquinário operado de forma manual. Em alguns setores a aplicabilidade dos conceitos da Indústria 4.0 é mais facilitada devido a baixa complexidade do processo ou a necessidade de baixos investimentos para tais. Por motivos particulares, os nomes das empresas não poderão ser

citados.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Compreende-se que a quarta revolução industrial tem dois grandes diferenciais em correlação as revoluções anteriores. O primeiro é que as transformações tecnológicas estão em orientação e, ao mesmo tempo em que se discute sua especificidade, as revoluções anteriores apenas foram estudadas e analisadas depois de suas transformações se efetuarem de fato. E o segundo é que a quarta revolução industrial não diz respeito somente a sistemas e máquinas inteligentes e conectadas. Seu desígnio é ainda mais rico. Ondas de novas descobertas ocorrem a todo momento, enaltecendo a importância dela perante ao cenário atual.

A Indústria 4.0 é a quarta geração da era industrial, caracterizada pelo uso de sistemas inteligentes e pela capacitação para gerir decisões autônomas, com nível de automatização. A Indústria 4.0 surge com a automatização dos processos produtivos, juntamente com o aumento da tecnologia da internet e a tecnologia desenvolvida no campo dos itens inteligentes (produtos e máquinas). (CHOI *et al.*, 2016; CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA, 2016; MORAIS; MONTEIRO, 2016).

O que torna a quarta revolução industrial fundamentalmente distinta das anteriores é a junção destas tecnologias e a comunicação entre os domínios físicos, digitais e biológicos. Nesta revolução, as tecnologias emergentes e as inovações generalizadas são difundidas mais ágil e largamente que nas anteriores, as quais continuam a desdobrar-se em algumas partes do mundo. O crescimento do armazenamento e o processamento das informações estão modificando drasticamente a maneira que a sociedade se organiza em seus vários aspectos.

O conceito de Indústria 4.0 começou a surgir quando o governo federal da Alemanha reconheceu que o progresso dos princípios do sistema se tornaria parte da sua iniciativa de progresso de alta tecnologia, visando atingir a influência na especialidade de inovação tecnológica nesse período, onde um grupo de trabalho, o Industrie 4.0 Working Group, idealizou e estabeleceu princípios para os setores produtivos da indústria alemã. (KAGERMANN *et al.*, 2013).

A Terceira Revolução Industrial começou em meados do século XX, no período em que a eletrônica se apresentava como um grande progresso para a indústria após a Segunda Guerra Mundial, abrangendo o período que vai desde os anos 50, até o advento da



Indústria 4.0, ou a quarta geração como é conhecida hoje em dia.

Perante esta nova Revolução Industrial, a Indústria 4.0 e seus sistemas integrados atuam em um alto nível de automatização nas indústrias, participando de movimentos de informações que buscam entregar dados em tempo real.

De acordo com Nascif e Dorigo (2013), a preservação industrial avança cada vez mais na implementação de ferramentas de gestão de suas aplicações. Na indústria brasileira, essa seção vem se firmando no propósito de atingir credibilidade dos ativos industriais, de modo a elevar o processamento de fabricação ou prestação de serviços com segurança e custos adequados.

Segundo Schuh *et al.* (2015), há quatro princípios que mostram com base nas competências acadêmicas e práticas o percurso que precisa ser trilhado para a implantação da Indústria 4.0, sendo estes a assistência técnica (virtual e física), a interconexão, informação e as decisões descentralizadas. No entrecho de fábricas inteligentes há três tipos de interações, segundo Schuh *et al.* (2015):

- Indivíduo-indivíduo, por meio das relações administrativas;
- Indivíduo-equipamento, por meio das configurações e comandos;
- Equipamento-equipamento, usando a automatização de processos.

A Indústria 4.0 é similarmente uma chance na instrução de valor nas três dimensões da sustentabilidade: econômica, comunitária e ambiental. As indústrias estão enfrentando diversos desafios devidos aos recentes avanços em questões ambientais, econômicas, sociais e tecnológicas, onde o conceito de Indústria 4.0 é um passo a frente no intuito de fazer um modelo industrial mais sustentável, especialmente com utilização efetiva dos recursos como matéria-prima, energia e água. (SCHUMACHER; EROL; SIHN, 2016).

Perante a esta perspectiva, procura-se identificar quais são os principais impactos que a Indústria 4.0 terá sobre os pilares econômico, ambiental e comunitário da sustentabilidade das organizações. O sucesso de um negócio não pode ser seguro somente por indicadores financeiros e econômicos, é necessário que contemple os fatores que formam a visão sistêmica do todo. (TAN *et al.*, 2015).

Dessa forma, é preciso a manifestação de um grupo de indicadores para se ter uma perspectiva holística de sustentabilidade. Combinando indicadores de dimensões ambiental, econômica e comunitária, e avaliando estes indicadores de maneira integrada é possível pensar na sustentabilidade em uma grandeza maior do que com indicadores individuais (JOUNG *et al.*, 2013).



A Indústria 4.0 é composta por conceitos e pilares essenciais para o seu progresso, com o intuito de buscar a melhoria contínua e a eficiência dos processos. Para uma maior compreensão do tema, resume-se os principais conceitos envolvidos para o progresso da quarta revolução industrial: a Internet das Coisas, Sistema Físico-Cibernético, Big Data e Segurança dos Dados.

Para Ashton (2016), a internet das coisas (Internet of Things – IoT) é uma asserção de progresso da internet na qual os itens cotidianos evidenciam conectividade com a rede, permitindo que seja recebido e endereçado dados por meio dos mesmos, de maneira independente e inteligente, no qual tem por consequência a melhora de um recurso. No entrecho da Indústria 4.0, a internet das coisas é essencial devido a necessidade de conexão entre as máquinas a partir de sensores e dispositivos eletrônicos, na qual permite e favorece a fusão e automatização do controle de produção, auxiliando a tornar-se uma indústria inteligente.

Para Lee (2008), o sistema físico-cibernético (Cyber-Physical Systems – CPS) é a união entre computadores e processos físicos, no qual é monitorado e controlado as informações em tempo tangível. Com a aplicação deste sistema, a indústria protege uma grande potencialidade em sua grade de produção. Este sistema otimiza a indústria a partir de controle e auditoria entre todos os processos de produção a fim de reparar da melhor forma possível a urgência dos clientes, contribuindo na eficiência do entrecho da Indústria 4.0.

O assunto big data refere-se à grande porção de dados armazenados pela empresa, que produzem em tempo tangível e são usados para coordenação de informações, coletas, cruzamentos de dados, pesquisas e análises para tomadas de decisões. Os autores Zikopoulos *et al.* (2012) dizem que o big data se caracteriza por quatro aspectos: veracidade, diversidade, rapidez e volume. A veracidade condiz ao que é confiável e verdadeiro em todos os aspectos relacionados a dados e informações. A diversidade refere-se à variabilidade de formatos dos dados e como são localizados, já a rapidez reproduz a velocidade que as informações são criadas e dispostas na internet, e o volume refere-se à porção de dados e informações que a indústria recebe durante um certo tempo. O Big Data possui como objetivo para a Indústria 4.0, compilar todos os dados considerados necessários e processá-los com o intuito de transformá-los em competências, com a intenção de usar estas informações para as tomadas de decisões inteligentes, sendo eficientes e eficazes no agrupamento da indústria na futuridade.

Na Segurança dos Dados, a interligação de dados e informações entre todos os



departamentos da grade produtiva da indústria necessita de muita reserva e segurança, sendo esta uma das principais preocupações e desafios da Indústria 4.0. Com o uso de novas tecnologias e informações disponibilizadas na nuvem para a possível assessoria entre os funcionários e melhora dos processos, a eficiência dos sistemas de informação tornou-se um impasse na atual perspectiva. Para Silveira e Lopes (2016), qualquer pane de transmissão na comunicação entre as máquinas pode provocar sérios transtornos na produção, deixando o princípio do entrelaço de automatização independente desta atual revolução. Na quarta revolução industrial todas as tomadas de decisões precisam levar em conta a segurança dos dados armazenados, o controle dos equipamentos e a eficiência dos sistemas de informações usados, garantindo o propósito de uma automatização independente, inteligente, efetiva e customizável.

A Indústria 4.0 começou a ser divulgada em 2011, sendo utilizada para denominar o projeto alemão que aplicava novas tecnologias no mundo da manufatura, capaz de controlar respostas a diferentes situações autoconfiguráveis, baseada no conhecimento, com equipados sensores que também incorporam o planejamento e sistemas de gestão.

Esses avanços tecnológicos modificaram diversos paradigmas no campo da mecanização (a chamada 1ª revolução industrial), do uso intensivo de energia elétrica (a chamada segunda revolução industrial) e da digitalização generalizada (a chamada 3ª revolução industrial). Para um melhor avanço desses paradigmas dentro das fábricas, a combinação de tecnologias da Internet e tecnologias orientadas, objetos “inteligentes” (máquinas e produtos) resultam assim uma mudança fundamental na produção industrial. (LASI *et al* 2014).

Um dos grandes objetivos da Indústria 4.0 é a integração, em todos os níveis, do “chão de fábrica”, dos sistemas e softwares de manufatura, de outras indústrias, até a integração com clientes e fornecedores, promovendo um melhor fluxo de informação.

Os benefícios obtidos com a implementação da Indústria 4.0 são amplos, consistem basicamente no aumento da flexibilidade, seguido pela melhoria da produtividade, redução de custos e do tempo de entrega e melhor qualidade no que está sendo efetivamente entregue. Em estágios mais avançados, as máquinas conseguem prever falhas, acionar planos de manutenção de forma autônoma e organizar a logística dos processos de acordo com o desempenho da produção.

Observando os benefícios listados anteriormente, destaca-se a filosofia do Lean Production, visada por inúmeras organizações, mas devido as dificuldades de



implementação e obtenção dos benefícios dela, exige grande empenho para ser aplicado. A partir de uma perspectiva de integração, o Lean pode ser implementado por meio de tecnologias e conceitos da Indústria 4.0. Através de sistemas integrados de informação e comunicação, as deficiências das práticas convencionais podem ser superadas para melhorar a produtividade e eliminar desperdícios. Esse conceito cria oportunidades de definir um fluxo de fabricação de um determinado produto, pois com o auxílio da Simulação Computacional pode-se testar qual a melhor alternativa de manufatura da entrada da matéria-prima até a expedição.

O conceito Lean tem como objetivo a redução de custos com a eliminação de atividades que não agregam valor ao produto, eliminando desperdícios e atendendo as demandas do cliente, sendo assim, pode-se dizer: “fazer mais com menos”. Esse tipo de implementação tem sido imprescindível para as indústrias que buscam se diferenciar no mercado, pois é um fator fundamental para o aumento da competitividade das empresas. O Lean tem contribuído para o atingimento de objetivos organizacionais que incluem lucratividade, eficiência, satisfação do cliente, qualidade e capacidade de resposta.

Para começar a diminuir os custos operacionais, iniciamos pela eliminação ou redução dos desperdícios. Com o objetivo de facilitar a identificação destes no processo produtivo, definem-se sete categorias de desperdícios: superprodução, espera, transporte, processo, estoque, movimentação e produtos defeituosos.

O alinhamento do volume e do mix de produtos e a eliminação da superprodução, está entre os objetivos fundamentais do Lean, onde a superprodução significa produzir mais, antes ou mais rápido do que o requerido pelo próximo processo. A superprodução ocasiona diversos prejuízos para as organizações.

O Lean Production é um sistema ideal para as indústrias atuais, que precisam produzir em grandes quantidades, mas também precisam fazer produtos cada vez mais diferenciados, personalizados e com qualidade. Muitas empresas ainda não implementaram este conceito por falta de conhecimento, pois acreditam que seja um processo de alta dificuldade de compreensão. Muitos desconhecem os benefícios trazidos ou não sabem como considerar os custos de investimento.

O Lean enfatiza o controle visual e a transparência para facilitar a identificação de problemas no processo. Os benefícios da sua implementação são classificados em cinco grupos principais (operacional, financeiro, humano, mercado e ambiental), buscando criar um ciclo de melhoria contínua como uma forma de especificar valor, alinhar as ações,



realizar atividades sem interrupção e considerar o conjunto todo de atividades desde a criação até a fabricação.

O Value Stream Mapping (VSM) é uma das ferramentas mais essenciais do Lean. VSM é uma ferramenta simples e visual baseada em processos que permite a documentação, visualização e compreensão de fluxos de processos, a fim de identificar os desperdícios e providenciar sua eliminação. Ele analisa de forma detalhada os materiais e as informações que fluem através de vários níveis de uma estrutura de produção. Isso permite identificar as fontes de desperdício e propor um estado futuro desejado que guiará a implementação do Lean nas organizações.

O VSM é constituído de três passos, sendo o primeiro deles a definição do produto ou família de produtos a ser mapeada, o segundo, que trata do desenho do estado atual, identificando suas oportunidades de melhoria, e o terceiro, que consiste na criação do mapa futuro com a eliminação das ineficiências.

Apesar de constituir uma técnica fundamental para o Lean, a metodologia original de aplicação do VSM apresenta pontos frágeis que comprometem a sua eficácia. A transição entre o estado atual e o estado futuro é geralmente pobre em dados e está baseada na capacidade de abstração de cada analista. Nesse sentido, a simulação de eventos discretos pode servir de complemento para explorar todo o potencial do VSM. A simulação pode ajudar tanto a projetar diferentes cenários de estados futuros, quanto a detalhar alternativas para a implementação de um estado futuro projetado. Devido a complexidade dos sistemas produtivos, torna-se necessário uma ferramenta complementar que possa quantificar os ganhos durante as fases iniciais de planejamento e avaliação. A simulação pode ser usada para lidar com a incerteza e criar visões dinâmicas dos níveis de estoque, tempos de espera e utilização da máquina para diferentes mapas de estado futuro. Isso permite quantificar o retorno derivado do uso dos princípios do Lean Production. As informações fornecidas pela simulação podem permitir ao gerenciamento comparar o desempenho esperado do sistema Lean em relação ao sistema existente que ele foi projetado para substituir. Além disso, a combinação de simulação com as técnicas tradicionais de VSM possibilita avaliar o desempenho de um novo layout.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia que foi utilizada para a confecção deste artigo, assim como o

embasamento presente, é um estudo exploratório e bibliográfico ou de fontes secundárias. Trata-se da verificação de bibliografias já publicadas em livros e artigos.

Gil (1999) destaca que a pesquisa exploratória é desenvolvida no sentido de proporcionar uma visão geral acerca de determinado fato. Portanto, esse tipo de pesquisa é realizado, sobretudo, quando o tema escolhido é pouco explorado e torna-se difícil formular hipóteses precisas e operacionalizáveis. (RAUPP; BEUREN, 2013).

Visualizou-se na pesquisa exploratória uma forma de aprofundar conceitos sobre a Indústria 4.0 que não estavam sendo abordados de forma satisfatória dentro das organizações presentes neste estudo, de forma que a parte conceitual e a aplicação estejam interligadas para uma melhor explanação.

A principal característica da pesquisa exploratória é auxiliar na delimitação do tema abordado, proporcionar uma maior abrangência na busca de informações relacionadas ao assunto proposto e visionar um maior enfoque nas hipóteses e objetivos estimados.

Gil (1999) explica que a pesquisa bibliográfica é desenvolvida mediante o material já elaborado, principalmente livros e artigos científicos. Apesar de praticamente todos os outros tipos de estudo exigirem trabalhos dessa natureza, há pesquisas exclusivamente desenvolvidas por meios de fontes bibliográficas. Neste estudo, usamos a pesquisa bibliográfica como embasamento para o desenvolvimento e aplicação dos conceitos abordados no mesmo.

A pesquisa bibliográfica é essencial para a veracidade das informações abordadas, através dela é possível obter segurança para embasar conceitos em explicações práticas, proporcionando um maior entendimento do assunto tratado.

Avaliando as tipologias de pesquisas, percebeu-se que neste artigo foi utilizado o estudo de caso por reunir informações substanciais e detalhadas gerando possíveis resultados, visando a necessidade de aprofundar conhecimentos a respeito do assunto explanado.

Gil (1999 p.73) diz que o estudo de caso é caracterizado pelo estudo profundo e exaustivo de um ou de poucos objetos, de maneira a permitir conhecimentos amplos e detalhados do mesmo, tarefa praticamente impossível mediante os outros tipos de delineamentos considerados.

Este tipo de pesquisa exige foco no objetivo de estudo a ser realizado, uma vez que os resultados obtidos não podem ser generalizados a outros fenômenos ou objetos.

3.1 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS

Na empresa de Embalagens Flexíveis mencionada neste artigo, a mesma implantou o conceito Lean Production com o auxílio da ferramenta VSM. Esta empresa trabalha com cliente e SKUS múltiplos, sem estoque alternado, apenas com demandas de pedidos. Antes da implantação deste conceito, a empresa buscava diariamente uma melhora na sua produtividade e rentabilidade, ter reflexos positivos no faturamento e na data de entrega, uma vez que nas pesquisas de satisfação aplicadas nos clientes, o que prevalecia como ponto negativo eram os prazos de entrega.

A implantação deste conceito iniciou-se com a execução do setor de engenharia de controle de processo, implantando tablets, eliminando papéis e controlando os Setups de máquinas de cada SKU diferente para uma possível melhora na repetibilidade deste item.

O controle destes processos reflete em demais setores, agilizando e padronizando os diversos procedimentos. Tendo em vista que ainda tenha pontos de baixo fluxo, como o desperdício elevado, pois ainda não foi possível eliminá-lo em sua totalidade.

A empresa de embalagens flexíveis visualiza um amplo crescimento e grande evolução fabril com a utilização desta ferramenta, tendo atingimentos consideráveis dos objetivos que foram estimados na implementação, sendo de extrema importância citar como destaque positivo, a redução no prazo de entrega dos pedidos e o consequente aumento do faturamento da empresa, projetando a curto prazo obter baixos ou zerados níveis de desperdício.

A ferramenta VSM é de grande versatilidade, podendo ser aplicada em diversos segmentos mercadológicos, de tal forma que na empresa do ramo moveleiro também se utilizou desta, visando diagnosticar e estabelecer uma visão clara sobre como melhorar seus processos e posteriormente implantar o Lean Production em seus gargalos da produção.

Através do VSM, se utilizando desta como uma ferramenta de diagnóstico, os setores de PCP (planejamento e controle da produção) e engenharia (métodos e processos) reuniram as informações relevantes de forma que foram identificados setores como a pintura e a embalagem sendo os pontos de maior Setup e atrasos em relação aos outros processos.

Na fabricação de itens voltados para a exportação, os tempos de produção acabam sendo muito maiores devido as particularidades exigidas pelos clientes deste mercado, porém, isso gera atrasos em todo o fluxo produtivo, impactando nos prazos de entrega dos pedidos dos clientes do mercado nacional. Ao identificar que determinados itens consomem



um tempo maior de produção em relação aos demais, foram tomadas ações que gerassem um maior controle do fluxo, possibilitando uma melhor distribuição da programação, ganhando tempo nos Setups e diminuindo desperdícios de materiais.

Estes controles geram uma assertividade maior na tomada de decisões e uma padronização de processos, conseqüentemente diminuindo os prazos de entrega e reduzindo custos operacionais. A empresa do ramo moveleiro estima em curtos prazos aumentar ainda mais seus controles e implementar o Lean Production cada vez mais em seus processos fabris.

Para atingir os objetivos estimados pelo Lean se faz necessária a identificação dos desperdícios no processo produtivo. No caso da empresa do ramo moveleiro, ao aplicar a ferramenta de diagnóstico VSM, foram constados processos cabíveis de melhoria, visando atingir o máximo dos benefícios propostos com a aplicação do Lean Production.

Identificou-se que havia uma movimentação desnecessária e improdutivo no layout da empresa do ramo de móveis. A linha da embalagem, além de ser um gargalo de produção devido a fatores de alta demanda, absenteísmo dos funcionários da operação, maior parte do processo ser manual e demais fatores consideráveis, estava estruturada de uma forma que sua localização dentro da estrutura fabril era ineficiente para a necessidade da referida indústria.

Outro fator de grande relevância identificado foi o considerável desperdício no processo devido a superprodução de itens. A empresa do ramo moveleiro tem uma grande variedade de itens que são vendidos tanto no mercado nacional como no internacional, padrões de cores, modelos, tamanhos, produtos exclusivos para determinados clientes, entre outras variações que geram a superprodução. Essa diversidade de produtos acaba tornando a produção ineficiente quando os controles e ferramentas de otimização de fabricação não são devidamente aplicados.

Com o intuito de diminuir os desperdícios acima identificados, visualizou-se no Lean Production uma alternativa para minimizar ao máximo as perdas que eram geradas com a superprodução. Como a empresa do ramo de móveis atualmente trabalha apenas com pedidos (produz de acordo com os pedidos recebidos) para tentar eliminar ou diminuir ao máximo a superprodução, foi necessário um nivelamento da fabricação eficiente em termos de volume e mix.

Assim, o PCP da empresa de móveis passou a programar lotes mínimos de 120 peças para reduzir os custos adicionais de setup, manuseio, inspeção e demais custos



operacionais atrelados a fabricação dos mesmos, alcançando assim configurações mais rápidas no fluxo, diminuindo até os prazos de entrega e tornando a empresa mais competitiva no mercado.

A empresa do ramo moveleiro se beneficiou de forma extremamente positiva com a implementação do Lean Production em seus processos, pois o mesmo combina as vantagens de sistemas que produzem em massa e sistemas que produzem de forma customizada, atendendo de forma satisfatória a necessidade atual desta indústria. O Lean enfatizou o controle visual, criando um ciclo constante de melhorias contínuas na produção, ajudando a realizar as atividades com mínimas interrupções considerando todo o conjunto de tarefas envolvidas no processo.

Tanto na redução da superprodução quanto na reestruturação da linha de embalagem, a empresa se beneficiou tendo mais velocidade e agilidade na execução dos processos, conseqüentemente tendo uma performance melhor nos resultados que são avaliados nos indicadores de desempenho e demais controles que passaram a ser analisados.

A implementação da ferramenta VSM na empresa de embalagens flexíveis foi um processo que começou aos poucos com “caneta e papel”, mas a demanda crescente, gerou a necessidade de buscar a automatização da coleta de dados, sendo implementado o uso de tablets em cada processo produtivo.

Com a automatização da coleta de dados, a empresa de embalagens flexíveis desenvolveu uma menor probabilidade a erros e diminuiu o tempo de gasto na busca de informações, tendo uma visão mais assertiva e real de sua situação atual nos processos fabris.

Esse tipo de ferramenta auxilia a empresa em decisões relacionadas ao que se refere ao controle de desperdícios e aos prazos de entrega. A estrutura dessa integração de informações demanda de mecanismos de comunicação e um autocontrole avançado dos esquemas organizacionais, melhorando assim a gestão dos processos e recursos.

Tendo a empresa adaptada a operação do sistema de produção inteligente, a demanda da produtividade aumenta, mas a implementação dessa operação consiste em mudanças e adequações. Na empresa de embalagens flexíveis, de imediato foi realizado o ajuste do layout e, na sequência, o controle do setup de cada SKU, tendo de forma instantânea a redução de desperdícios e a imediata informação precisa da data de entrega.

Um sistema de produção inteligente que interliga máquinas, produtos e processos produtivos contribui para um melhor aproveitamento da utilização de recursos. A Indústria 4.0 aumenta a eficiência no uso de energia e de materiais com uso otimizado entre



empresas interligadas.

O objeto principal da empresa de embalagens flexíveis com a implementação do Lean Produçiton é reduzir o desperdício em cada etapa do processo, fazendo uso da filosofia “produzir mais, com menos recursos”. Devido ao aumento da produtividade, a margem de erro tem tendência a aumentar, gerando a necessidade de adequar os níveis de controle da qualidade através de tecnologias e pessoas capacitadas.

A empresa de embalagens flexíveis observou que através do Lean poderia produzir de forma mais ágil e com menor desperdício. Assim implementou este conceito para fazer produtos cada vez mais diferenciados, personalizados e com qualidade, quebrando paradigmas onde acreditava haver uma alta dificuldade de compreensão para execução devido a falta de conhecimento dos benefícios que podem ser alcançados através da ferramenta quando aplicada de acordo com a filosofia proposta.

Após a implementação do Lean Production na empresa do ramo moveleiro e posterior identificação de desperdícios com a ferramenta VSM, os processos foram revistos, reduzindo as perdas e otimizando a utilização de recursos.

Analisando os benefícios obtidos através o Lean, verificou-se que uma melhoria considerável para obtenção de resultados superiores seria a redução do mix atual de produtos, obsoletando itens e/ou cores que tem baixa saída para o mercado, a fim de reduzir as paradas das máquinas para setups, onde é necessária a troca de cores e ferramentas essenciais para a fabricação dos produtos programados.

O novo layout da linha da embalagem e o investimento em maquinários otimizou o fluxo e o processo se tornou mais eficiente. A fim de minimizar ainda mais este gargalo e reduzir ainda mais os custos com paradas, uma melhoria a ser realizada seria ativar novamente o terceiro turno para que o processo se tornasse ininterrupto.

A empresa de embalagens flexíveis está atingindo diversos resultados positivos, mas visiona evoluir ainda mais neste conceito. Com o objetivo de controlar os processos produtivos de forma automatizada e intensificar a Indústria 4.0 e o Lean Production dentro da mesma.

O controle de processos está sendo adaptado e ajustado nos maquinários e o setor da T.I. e demais setores controladores estão se envolvendo de forma ativa para garantir o andamento das aplicações realizadas. O objetivo deste controle de processo é obter uma visão do “chão de fábrica” em tempo real e assim entender a variabilidade de produção de um SKU.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo como objetivo geral analisar a aplicabilidade da Indústria 4.0 na empresa do ramo de móveis e na empresa de embalagens flexíveis e, como objetivos específicos, apresentar os principais conceitos da Indústria 4.0, levantar e analisar informações sobre a evolução da Indústria 4.0 dentro das empresas estudadas, analisar se a implementação dos conceitos da Indústria 4.0 estão apresentando os benefícios estimados e, por fim, propor melhorias nos processos avaliados, baseando-se nos conceitos preconizados da Indústria 4.0 e considerando os fatores particulares de cada organização, pode-se concluir que os mesmos foram explanados e atingidos de forma satisfatória.

Constamos na pesquisa exploratória uma forma de aprofundar conceitos sobre a Indústria 4.0 e esta metodologia se fez presente para aplicação dos conceitos e construção do embasamento deste estudo.

Com o intuito de aproveitar os benefícios das tecnologias introduzidas nos processos de produção, as indústrias tradicionais estão em transformação crescente, desenvolvendo suas operacionalidades, se elevando a um novo patamar organizacional com grande potencial para atingir mercados onde apenas empresas de grande porte estavam inseridas.

Considerando o avanço das tecnologias aplicadas nos sistemas fabris, torna-se cada vez mais necessária a capacitação e a qualificação das estruturas organizacionais para que os conceitos da Indústria 4.0 e das ferramentas que vem a ser aplicadas em conjunto possam ser implantadas com excelência para um melhor aproveitamento das suas funcionalidades.

Os benefícios que a Indústria 4.0 proporciona após sua implementação são inúmeros, os quais caracterizam-se principalmente por gerar ganhos em produtividade, estabelecer novos modelos de negócio, reforçar a competitividade e possibilitar um maior controle dos processos fabris, melhorando os indicadores de custos e prazos de entrega, explanando desta forma o retorno ao problema de pesquisa abordado neste artigo.

Conclui-se que ao aplicar o VSM na empresa do ramo moveleiro, possibilidades de melhoria eram cabíveis para buscar o atingimento máximo dos benefícios propostos com a aplicação dos conceitos abordados pelo Lean. Sugere-se que uma melhoria considerável para obtenção de resultados favoráveis seria a redução do mix atual de produtos, obsoletando itens e/ou cores que tem baixa saída para o mercado, a fim de reduzir as paradas das máquinas para setups, onde é necessária a troca de cores e ferramentas essenciais para a



fabricação dos produtos programados. Para solucionar o problema dos gargalos de produção e reduzir ainda mais os custos com paradas, sugere-se também como melhoria a ser realizada, reativar novamente o terceiro turno para que o processo se torne ininterrupto.

Para a empresa do ramo moveleiro, a dificuldade está atrelada ao alto investimento em maquinários de tecnologia em parque fabril antigo, que para uma produção ainda mais eficiente fica comprometida devido a fatores estruturais que não podem ser modificados sem uma ampliação da fábrica atual. A produção de lotes mínimos melhora o setup das máquinas, porém, para itens que tem baixa saída, o prazo de entrega destes fica mais longo devido a produção priorizar itens com maior rotatividade, além da Indústria 4.0 ser ligada diretamente a tecnologia e permanecer em constante evolução, gerando dificuldades para acompanhar seus avanços diários.

A empresa de embalagens flexíveis visiona reduzir o desperdício em cada etapa do processo, fazendo uso da filosofia “produzir mais, com menos recursos”. Como oportunidades de melhoria, sugere-se adequação dos níveis de controle da qualidade através de tecnologias e pessoas capacitadas, a automatização da coleta de dados com o auxílio do uso de tablets no processo produtivo, o ajuste do layout para se tornar uma fábrica inteligente e o controle do setup de cada SKU para redução instantânea de desperdícios e a precisão nos prazos de entrega. Com estas melhorias, diminui-se o tempo de gasto na busca de informações gerando uma imagem mais assertiva e real de sua situação atual nos processos fabris.

A dificuldade encontrada pela empresa de embalagens flexíveis na transição para a Indústria 4.0 com o auxílio do Lean Production foi o custo elevado para adaptação e inserção dessas ferramentas, o que ocasionou algumas falhas nas operações e abriu oportunidades para aplicação de melhorias citadas anteriormente. A falta de flexibilidade e a resistência de operadores responsáveis pelo andamento dos processos impossibilita a inserção de novas aplicações, limitando o desenvolvimento das ferramentas e dos conceitos propostos. A empresa preocupa-se em capacitar e qualificar cada vez mais seus colaboradores para que os objetivos estimados possam ser atingidos.

A Indústria 4.0 é viável para os negócios e as empresas que se oportunizarem aderir as inovações tecnológicas e aperfeiçoar seus processos, possivelmente terão enormes benefícios a logo prazo. É importante ressaltar que as tecnologias apresentadas neste estudo não se destinam a substituir pessoas em seus postos de trabalho ou gerar desemprego, mas sim buscar a melhoria nos processos fabris e na qualidade do trabalho para os

colaboradores que executam as funções.

REFERÊNCIAS

ASHTON, Kevin. **A história secreta da criatividade**. Rio de Janeiro: Sextante, 2016.

CHOI, Sangsu *et al.* Applications of the Factory Design and Improvement Reference Activity Model. **Ifip Advances In Information And Communication Technology**, [S.L.], p. 697-704, 2016. Springer International Publishing. Disponível em: <https://hal.inria.fr/hal-01615741/document>. Acesso em: 20 abr. 2020.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Desafios para Indústria 4.0 no Brasil**. Brasília: Confederação Nacional da Indústria, 2016. Disponível em: https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/d6/cb/d6cbfbba-4d7e-43a0-9784-86365061a366/desafios_para_industria_40_no_brasil.pdf. Acesso em: 17 abr. 2020.

GAZIERO, Cleiton; CECCONELLO, Ivandro. Simulação Computacional do Fluxo de Valor: uma proposta de integração da indústria 4.0 e lean production. **Scientia Cum Industria**, [S.L.], v. 7, n. 2, p. 52-67, 26 abr. 2019. Universidade Caixias do Sul. Disponível em: <http://www.uces.br/etc/revistas/index.php/scientiacumindustria/article/view/7158>. Acesso em: 20 abr. 2020.

GIL, A. Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

JOUNG, Che B. *et al.* Categorization of indicators for sustainable manufacturing. **Ecological Indicators**, [S.L.], v. 24, p. 148-157, jan. 2013. Elsevier BV. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1470160X12002294>. Acesso em: 15 abr. 2020.

KAGERMANN, Henning; WAHLSTER, Wolfgang; HELBIG, Johannes. **Recommendations for implementing the strategic initiative industrie 4.0**: final report of the industrie 4.0 Working Group. Frankfurt, 2013. Disponível em: <https://www.din.de/blob/76902/e8cac883f42bf28536e7e8165993f1fd/recommendations-for-implementing-industry-4-0-data.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2020.

KAGERMANN, Henning; LUKAS, Wolf-Dieter; WAHLSTER, Wolfgang. **Industrie 4.0**: mit dem internet der dinge auf dem weg zur 4. Berlim, 2011. Disponível em: http://www.wolfgang-wahlster.de/wordpress/wp-content/uploads/Industrie_4_0_Mit_dem_Internet_der_Dinge_auf_dem_Weg_zur_vierten_in_dustriellen_Revolution_2.pdf. Acesso em: 26 abr. 2020.

LASI, Heiner *et al.* Industry 4.0. **Business & Information Systems Engineering**, [S.L.], v. 6, n. 4, p. 239-242, 19 jun. 2014. Springer Science and Business Media LLC. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs12599-014-0334-4>. Acesso em: 15 out. 2020.

LEE, Edward A. **Cyber Physical Systems**: design challenges. 2008 11Th Ieee International Symposium On Object And Component-Oriented Real-Time Distributed Computing (Isorc), [S.L.], p. 1-7, maio 2008. IEEE. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/4336650_Cyber_Physical_Systems_Design_Challe

nges. Acesso em: 27 abr. 2020.

MORAIS, Roberto Ramos de; MONTEIRO, Rogério. A indústria 4.0 e o impacto na área de operações: um ensaio. In: V SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE GESTÃO DE PROJETOS, INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE, Não use números Romanos ou letras, use somente números Arábicos., 2016, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo, 2016. p. 1-11. Disponível em: <https://singep.org.br/5singep/resultado/450.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2020.

NASCIF, Júlio; DORIGO, Luiz Carlos. **Manutenção orientada para resultados**. Rio de Janeiro:Qualitymark, 2013.

RAUPP, Fabiano Maury; BEUREN, Ilse Maria. Metodologia da Pesquisa Aplicável às Ciências Sociais. In: BEUREN, Ilse Maria (Org.) **Como Elaborar Trabalhos Monográficos em Contabilidade: Teoria e Prática**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2013, p. 76-97. Disponível em: http://www.geocities.ws/cienciascontabeisfecea/estagio/Cap_3_Como_Elaborar.pdf. Acesso em: 14 abr. 2020.

SCHUH, Günther *et al.* Hypotheses for a Theory of Production in the Context of Industrie 4.0. In: ADVANCES IN PRODUCTION TECHNOLOGY, 2015, Cham. **Lecture Notes in Production Engineering**. Cham: Springer International Publishing, 2015. p. 11-24. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-12304-2_2. Acesso em: 10 maio 2020.

SCHUMACHER, Andreas; EROL, Selim; SIHN, Wilfried. A Maturity Model for Assessing Industry 4.0 Readiness and Maturity of Manufacturing Enterprises. In: THE SIXTH INTERNATIONAL CONFERENCE ON CHANGEABLE, AGILE, RECONFIGURABLE AND VIRTUAL PRODUCTION (CARV2016), 2016, [S.L.]. **Procedia CIRP**. Elsevier Bv, 2016. v. 52, p. 161-166. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827116307909>. Acesso em: 19 maio 2020.

SILVEIRA, Cristiano B.; LOPES, Guilherme C. **O que é Indústria 4.0**. Citisystems, 2016. Disponível em: <https://bit.ly/3bn4o5H>. Acesso em: 21 abr. 2020.

SPRICIGO, Bruno. **Resumo sobre Indústria 4.0**: entenda rapidamente os conceitos e benefícios. 2018. Disponível em: <https://www.pollux.com.br/blog/resumo-sobre-industria-4-0-entenda-rapidamente-os-conceitos-e-beneficios/>. Acesso em: 02 maio 2020.

TAN, Hui Xian *et al.* A Sustainability Indicator Framework for Singapore Small and Medium-Sized Manufacturing Enterprises. In: THE 22ND CIRP CONFERENCE ON LIFE CYCLE ENGINEERING, 22., 2015, [S.L.]. **Procedia CIRP**. Elsevier Bv, 2015. v. 29, p. 132-137. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827115000311?via%3Dihub>. Acesso em: 17 abr. 2020.

TERTULIANO, Ian; CÂMARA, Marina; SZABO, Victor. **Indústria 4.0**: a inovação aliada a sustentabilidade. São Paulo: PUC, 2019. Disponível em: https://www.pucsp.br/sites/default/files/download/eventos/bisus/14-industria_inovacao_infraestrutura.pdf. Acesso me: 25 abr. 2020.



VINICIUS, Marcos Amparo *et al.* Indústria 4.0 -: impactos da tecnologia da informação na nova indústria. **Revista Pesquisa e Ação**, São Paulo, v. 5, n. 1, p. 75-92, 2019. Bianual. Disponível em: <https://revistas.brazcubas.br/index.php/pesquisa/article/view/651>. Acesso em: 20 out. 2020.

WAHLSTER, Wolfgang. **SemProM**: foundations of semantic product memories for the Internet of Things. Springer, 2013.

ZIKOPOULOS, Paul *et al.* **Harness the power of Big Data**: the IBM Big Data platform. Emeryville: McGraw-Hill Osborne Media, 2012.