

ANÁLISE DA MANUFATURA ENXUTA E SEUS EFEITOS NOS PROCESSOS INDUSTRIAIS

MACEDO DA SILVA, Emerson¹

FORTE, Luiz Antonio²

RESUMO

Este artigo trata da análise da manufatura enxuta e seus efeitos nos processos industriais tendo em vista o objetivo da filosofia *lean* aplicada na indústria 4.0. O objetivo geral desta pesquisa é compreender a dinâmica da produção enxuta em razão dos efeitos que o sistema *lean* pode gerar para o processo produtivo. Já os objetivos específicos se referem a conceituar a produção enxuta apontando os princípios desse modo de produção, abordar o aspecto do desperdício na indústria como fator prejudicial para o sistema produtivo, ressaltar as distinções entre a produção convencional e enxuta e expor os benefícios do sistema enxuto de produção industrial. Trata-se de uma pesquisa qualitativa, exploratória e explicativa utilizando-se o procedimento de revisão bibliográfica. A indústria inteligente tende à adoção da filosofia enxuta considerando o avanço tecnológico. Os elementos da indústria 4.0 fomentam melhores desempenhos para o sistema de produção. Assim, o sistema produtivo enxuto integra os preceitos da fábrica inteligente junto à redução dos custos, expansão da qualidade produtiva e tempo oportuno para produzir e entregar os bens acabados aos clientes.

Palavras-chave: Indústria 4.0. Produção. Sistema enxuto. Tecnologia.

1 INTRODUÇÃO

O advento da produção enxuta (*lean manufacturing*) ocorreu através do Sistema Toyota de Produção (STP) e as técnicas envolvidas nesse sistema produtivo anseiam reduzir os custos operacionais com o intento de eliminar os desperdícios existentes na produção. Deste modo, o método enxuto objetiva o atendimento das necessidades dos clientes com o propósito de entregar a maior qualidade com o menor custo produtivo em tempo oportuno (SCHWAB, 2016).

¹ Graduando em Engenharia de Produção no Centro Universitário Internacional – UNINTER

² Graduado em Engenharia Ambiental pela UTP e pós-graduado em Engenharia de segurança do Trabalho pela UTFPR.

A temática foi escolhida devido o setor industrial estar constantemente sujeito às alterações que a economia do país impõe para a sociedade. Frente às mudanças, os avanços tecnológicos impulsionam tais transformações em prol de melhorias aos processos produtivos e demais atividades inerentes ao cenário de produção, e com isso a indústria 4.0 se destaca por praticar a manufatura enxuta (ROTHER; HARRIS, 2002).

As tratativas abordadas na pesquisa são relevantes para a engenharia de produção, uma vez que esta engenharia se preocupa com as demandas acerca da atividade industrial, além dos aspectos que asseguram inovação, confiabilidade processual e eficiência dos serviços e produtos (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2013).

Tendo em vista o objetivo da produção enxuta somado a importância do sistema de produção para a engenharia, levanta-se o seguinte questionamento: Quais são os reais benefícios da manufatura *lean* para a indústria?

O objetivo geral desta pesquisa é compreender a dinâmica da produção enxuta em razão dos efeitos que o sistema *lean* pode gerar para o processo produtivo. Já os objetivos específicos se referem a conceituar a produção enxuta apontando os princípios desse modo de produção, abordar o aspecto do desperdício na indústria como fator prejudicial para o sistema produtivo, ressaltar as distinções entre a produção convencional e enxuta e expor os benefícios do sistema enxuto de produção industrial.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 A INDÚSTRIA 4.0 E OS CONCEITOS E PRINCÍPIOS DA PRODUÇÃO ENXUTA

Os resultados das transformações industriais fomentaram o surgimento da indústria 4.0 mediante a adoção de maquinários e equipamentos automatizados que conferem maior qualidade e confiabilidade ao processo produtivo. Além disso, são elementos que tornam o sistema de produção mais eficiente e demonstra a

correlação valiosa existente entre a automação industrial e o desenvolvimento tecnológico (KAGERMANN et al., 2013).

O desenvolvimento e toda a integração entre a automação e o avanço da tecnologia corroboram para a ampliação dos preceitos relacionados à indústria 4.0, cuja atividade usufrui de tecnologia da informação, robôs e sistemas altamente eficazes para o melhoramento da produção industrial, visto que isso promove a personalização dos serviços e produtos de acordo com a necessidade e real interesse dos clientes (LASI et al., 2014).

Frente a isso, a relação entre as tecnologias que permeiam a indústria 4.0 e o processo de produção adotado nesse tipo de indústria, são motivos de grande valia para os autores e por isso trata-se de um assunto amplo e muito abrangente em termos de interpretação, conceitos e princípios (KOLBERG et al., 2016).

A indústria 4.0 continua necessitando de mão de obra, e ao contrário do pensamento majoritário, a automação não tende a encaminhar a indústria para inibir as atividades humanas no setor fabril. A modificação mais pertinente a partir da indústria 4.0 é o aspecto das habilidades e competências do homem, os quais requerem maior nível de especialização para o desempenho das atividades (KAGERMANN et al., 2013).

A produção *lean* anseia inibir quaisquer gastos desnecessários e o desperdício é fortemente abordado como objetivo de melhoria para o sistema de produção da indústria 4.0. A qualidade do processo produtivo está atrelada a diminuição do desperdício em razão de proporcionar mais produtividade para as indústrias (WOMACK et al., 2007).

A eficácia do sistema enxuto está pautada na resolução de problemas produtivos inerentes a qualidade, custos e tecnologias que auxiliam para a superação dos desafios que existem na indústria tendo em vista o alcance dos objetivos organizacionais (SPEAR, 2009).

De modo conceitual, a indústria 4.0 visa à conexão das máquinas aos sistemas altamente capacitados com inteligência superior aos convencionais para solucionar as demandas produtivas estabelecendo o monitoramento constante da

produção, além de controles precisos para verificar o custo, a quantidade de material, as necessidades produtivas (quantidade) e demais dinâmicas que integram a produção industrial (LASI et al., 2014).

É notoriamente percebido que a indústria 4.0 se encontra em uma crescente e os princípios são baseados em alguns elementos que favorecem a maturação do sistema de produtivo tendo em vista a identificação das ações concretas que potencializam o resultado desse modo de produção (SANDERS et al., 2016).

Os componentes que fomentam a assertividade da indústria 4.0 são: conexões inteligentes, dados precisos que geram informações, tecnologia, conhecimento e configuração. De modo geral, essas cinco dimensões estabelecem o desenvolvimento correto da indústria 4.0 com ênfase na produção enxuta. Assim é possível estabelecer estratégia, liderança, operação e governança para que o sistema de produção obtenha os resultados propostos (LEE et al., 2015).

Considerando a indústria 4.0 como cenário para implementar a produção enxuta, essas práticas se associam com o desempenho das operações (MARODIN; SAURIN, 2013). Deste modo, o sistema enxuto de produção pode abranger a empresa sua totalidade, mas é comumente mais direcionado à fábrica devido à facilidade de introduzir gradativamente visando os benefícios para as linhas de produção (MANN, 2005).

O ato de integrar a produção enxuta na indústria 4.0 salienta a importância dos fluxos produtivos em função do atendimento das demandas inerentes ao mercado, sobretudo considerando as melhorias para o desempenho das operações produtivas, cuja intenção é priorizar a produção e os relacionamentos entre clientes e fornecedores no que tange a entrega, a confiança do processo e a confiabilidade nos produtos (SANDERS et al., 2016).

O fluxo de produção da indústria 4.0 com a prática do preceito *lean* também tende a se modificar devido o maior controle das atividades, bem como os estudos que verificam a capacidade produtiva e de custos para o sistema, dentre outros elementos considerados relevantes, tais como a manutenção e as equipes de trabalho (SHAH; WARD, 2007).

2.2 O DESPERDÍCIO NA INDÚSTRIA

A partir da conceituação de indústria 4.0 e produção enxuta, observa-se a necessidade de intensificar os conhecimentos com base nos preceitos abordados anteriormente que configuram o sistema *lean* da indústria 4.0, tornando-a inteligente de modo que as máquinas e equipamentos interagem entre si em prol das operações enxutas que geram resultados de qualidade (SANTANA et al., 2019).

A operação *lean* se refere à eliminação de quaisquer desperdícios para o pleno desenvolvimento da capacidade produtiva confiável que preza pela qualidade e por custos inferiores em benefício da indústria. Frente a isso, existem potenciais desperdícios que precisam ser considerados com a finalidade de aplicar as corretas operações em prol de inibi-los e assim, formar uma filosofia enxuta para a indústria com bases sólidas (SLACK, 2009).

A superprodução pode ser compreendida como um desperdício inerente ao âmbito industrial, visto que essa atividade produz quantidades superiores que ultrapassam a necessidade dos clientes. Assim, é um tipo de produção que possui ritmo acelerado e faz uso desnecessário dos recursos, os quais impactam diretamente no estoque, deslocamento, dentre outros (PICCHI, 2017).

Além disso, o elemento tempo de espera é um fator determinante para a prática do desperdício, visto que a produção integra a capacidade e a eficiência entre homem e máquina para produzir sob medida e banir quaisquer sobras considerando o tempo de espera do maquinário ou da mão de obra que operam com conjunto no sistema de produção. O tempo de espera é considerado como avaliador do sistema enxuto, pois diz respeito ao fluxo, rapidez e possíveis interrupções das atividades produtivas que tendem a resultar em perda de produtividade (PICCHI, 2017).

A questão do transporte também deve ser tratada com cuidado mediante o sistema enxuto, pois isso inclui toda a movimentação pertinente aos materiais envolvidos em cada operação produtiva, os quais geram valores aos produtos

acabados e se relacionam com o tempo como fator que promove ou não o desperdício (PICCHI, 2017).

Os processos e o estoque são comumente gerados de perdas significativas para a indústria, visto que as operações são realizadas com base na otimização processual e em virtude disso, o estoque deve ser compreendido como elemento essencial da cadeia produtiva, pois guarda riqueza e as superproduções inibem a circulação do dinheiro que está parado em estoque em forma de produto acabado. Logo, são passíveis de serem considerados desperdícios para o sistema produtivo (PICCHI, 2017).

Os defeitos são entendidos como produto desperdiçado, pois se refere à inutilidade do mesmo e requer o início de um novo ciclo produtivo. Assim, configura-se em retrabalho e os recursos são integralmente usados para corrigir o erro inicial, além de que esse processo requer maior inspeção e cuidado (PICCHI, 2017).

2.3 AS DIFERENÇAS ENTRE A PRODUÇÃO CONVENCIONAL E O SISTEMA ENXUTO

O sistema *lean* possui foco no domínio das tendências inerentes na indústria, sobretudo devido o fluxo do produto considerando diferenciais importantes que existem entre o sistema convencional e a produção enxuta, a qual tende a agregar valor ao produto acabado por meio da produção puxada que envolve melhorias constantes (DENNIS, 2008).

O Quadro 1 expõe as principais diferenças entre o modelo de produção tradicional e o sistema enxuto.

Quadro 1 – Distinção entre produção convencional e enxuta

Convencional	Lean
Mecanismos repetitivos para cumprir uma meta	Parar a produção para que esta nunca tenha que parar
Produção veloz, o máximo que se pode produzir	Produção equivalente ao pedido do cliente – sistema puxado

O colaborador obedece ao chefe	O colaborador aprende junto ao líder
Possui padrões que nem sempre são seguidos	Possui padrão visível e de maneira simples para as funções mais importantes
O engenheiro cria o padrão e os demais obedecem à ordem de produção	Os colaboradores da produção desenvolvem o padrão e solicitam auxílio ao engenheiro quando necessário
Camufla os problemas	Torna os problemas visíveis para a devida correção

Fonte: Adaptado de Dennis (2008)

A mentalidade que a filosofia enxuta promove se trata de pensamento pautado em estratégia que corrobora com o processo de produção em face dos recursos produtivos que a indústria possui. Deste modo, a melhoria acontece por meio da aplicação das corretas ferramentas que são pensadas para inibir o desperdício. Nota-se que o sistema *lean* é algo pensado para a produção se tornar um critério competitivo frente ao modelo convencional (MIYAKE, 2012).

As diferenças tendem a ser impactantes para as empresas que aderem o sistema convencional ou *lean*, pois apresentam pensamentos totalmente opostos no que tange a maneira de produzir. Assim, as ferramentas utilizadas pelo sistema enxuto são amplamente voltadas aos princípios de produção puxada, produto flexível, produção previsível, produção nivelada e de fluxo contínuo (ALBERTIN; PONTES, 2016). Além disso, é relevante salientar sobre o aproveitamento do potencial do colaborador que ocorre no método *lean*.

2.4 BENEFÍCIOS DA PRODUÇÃO ENXUTA COMO ESTRATÉGIA COMPETITIVA PARA A INDÚSTRIA

A competitividade deve fazer parte da estratégia organizacional para que consiga obter um ótimo grau de lucratividade e de modo sustentável, frente aos desafios criados pela concorrência. Esta estratégia precisa considerar, fundamentalmente, os seguintes pontos: a capacidade atrativa da empresa (e seus

aspectos determinantes em um prazo mais longo) e seu poder de se tornar cada vez mais competitiva (SLACK; BRANDON-JONES, JOHNSTON, 2018).

Só é possível afirmar que uma organização alcançou o topo do mercado, no quesito de custos, quando a análise de sua linha de produtos tem como resultado um nível de qualidade igual ou superior à da concorrência, porém a custos mais atrativos (SLACK; BRANDON-JONES, JOHNSTON, 2018).

Ainda segundo Slack, Brandon-Jones e Johnston (2018), podem ser definidos alguns pontos estruturais de importância para que a manufatura de uma empresa apresente vantagem competitiva. Como a manufatura é autônoma e influencia diretamente o gerenciamento de produção, sua *performance* competitiva significa executar o que é correto, sem a ocorrência de erros, de forma rápida e eficiente, para atender e surpreender seus clientes com prazos de entrega exequíveis. Outro ponto importante é ser capaz de desenvolver competências que permitam o desenvolvimento de produtos dentro das exigências do mercado e as necessidades de seus clientes. Finalmente, ter esta excelência em uma linha de produtos que consiga se destacar na luta pela concorrência, dentro de um nível de lucratividade atrativo.

O nível de competência interna de uma empresa, através de seus recursos proporciona pontos de destaque no mercado. Assim, precisam estar em sintonia com a estratégia da organização para o atendimento de requisitos acerca da vantagem competitiva. Um grupo de competências é conhecido como uma capacidade estratégica e pode ter, como componentes: a capacidade de agregar valor, que contribui para eliminar anular a ação dos concorrentes também aumentar as oportunidades; capacidade de inovar que seja difícil de ser seguida pelos concorrentes em seu segmento; e capacidade diferenciada, que não tenha similar na concorrência (HARRISON; HOEK, 2003).

A adoção de um plano estratégico e competitivo, transparente e objetivo proporcionam a identificação do que é o melhor para uma organização. Entre os modelos de planejamento estratégico e monitoramentos utilizados destaca-se o *Balanced Scorecard* (BSC), uma metodologia de gestão estratégica desenvolvida por Kaplan e Norton (2019), que prevê um equilíbrio entre os resultados da organização e ainda tem como um dos seus objetivos o reforço das atividades para monitorar a *performance* das estratégias planejadas.

No modo clássico, esta metodologia propõe que os objetivos da estratégia da empresa sejam agrupados sob quatro perspectivas macro: financeira, clientes, processos internos e aprendizagem/crescimento. Na financeira, são incluídos os objetivos do crescimento das finanças da organização, produtividade, custos e demais assuntos relacionados. Na perspectiva de clientes, existe o cuidado com a proposta de valor que a empresa vai proporcionar para que se diferencie dentro do cenário da concorrência. .

O BSC proporciona uma postura psicológica direcionada para o desempenho por adotar um novo grupo de valores e prioridades com maior sensibilidade aos clientes e à estratégia. Ele induz a organização a ver além apenas dos indicadores financeiros que podem ser classificados como imediatistas e também a ficar atenta aos fatores que geram valor econômico, tais como a aprendizagem, o potencial de desenvolvimento e a capacidade de inovar. Sua função estratégica é traduzir, priorizar, focar e alinhar os objetivos pessoais dos colaboradores com a visão, os valores e a missão da organização, sendo uma ferramenta para suportar o modelo de gestão que a empresa identificou e selecionou (KAPLAN, NORTON, 2019).

Tidd, Bessant e Pavitt (2015) referem que:

A inovação é movida pela habilidade de estabelecer relações, detectar oportunidades e tirar proveito das mesmas. A inovação não consiste apenas na abertura de novos mercados – pode também significar novas formas de servir a mercados já estabelecidos e maduros. A tecnologia sempre desempenha um papel fundamental na disponibilização de opções radicalmente novas. No outro extremo da balança tecnológica, há espaço para a inovação incremental, a melhoria de um produto antigo, um serviço ou processo usual. As pesquisas sugerem que há uma forte correlação entre o desempenho mercadológico e a inserção nesse mercado de novos produtos ou serviços. Produtos e serviços novos permitem capturar e reter novas fatias de mercado, além de aumentar a lucratividade em tais mercados. No caso dos produtos mais maduros e estabelecidos, o crescimento da competitividade nas vendas é o resultado não apenas da capacidade de oferecer preços mais baixos, mas também de uma infinidade de fatores não econômicos: modelo, customização e qualidade (TIDD; BESSANT; PAVITT, 2015, p. 23-24).

Quando uma organização pretende alcançar uma inovação radical (buscar um produto ou um serviço inteiramente novo) ela precisa fazer mais do que uma análise de mercado (que proporciona, no máximo, uma inovação incremental): ela precisa fazer uma prospecção tecnológica. Ao buscar por inovações em tecnologia que podem estar em institutos de pesquisa ou em universidades e não disponíveis

comercialmente ainda, a organização pode conseguir uma excelente oportunidade de negócio. (CARVALHO; REIS; CAVALCANTE, 2011).

3 METODOLOGIA

Esta pesquisa realizou um estudo qualitativo acerca do tema selecionado. Ademais, tratou-se de uma pesquisa exploratória e explicativa utilizando-se o procedimento de revisão bibliográfica.

A pesquisa de natureza exploratória apresenta certa flexibilidade para fomentar a compreensão dos conceitos abordados, pois pretende levantar bibliografias relevantes para cada momento, cuja finalidade é explorar o assunto para familiarizar o leitor. Além disso, a realização da pesquisa explicativa contribui para expor as razões que complementam a apreensão do tema a fim de gerar profundidade ao conhecimento de caráter científico (GIL, 2017).

O levantamento bibliográfico ocorreu através das seguintes fontes de dados: Google Acadêmico e Scielo, as quais elegem artigos científicos, livros e revistas publicadas no período de 2002 a 2019 para a construção do embasamento teórico desta pesquisa.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Levando em consideração a situação problema norteadora da pesquisa com relação aos benefícios que a produção enxuta promove para a esfera industrial, os autores abordados enfatizam a necessidade de compreender que as mudanças industriais são fortemente estimuladas pelo avanço da tecnologia em virtude de automatizar os equipamentos e máquinas em prol de melhorar o aspecto produtivo. Deste modo, a resultante mais enfática sobre a indústria 4.0 se refere ao processo integrado entre os colaboradores e a tecnologia no seio da indústria 4.0.

Outro ponto chave é que as indústrias inteligentes apresentam maior tendência para aderir à filosofia *lean* e isso é notado por meio da corroboração dos autores no que tange os princípios da indústria enxuta em face do desenvolvimento

que a indústria 4.0 passou considerando a tecnologia como base para o sistema de produção.

Os objetivos da pesquisa ressaltam os elementos que constituem o sistema produtivo da indústria 4.0 e conseqüentemente praticam a produção enxuta devido o maior desempenho do meio industrial tendo em vista a tecnologia aplicada para o melhoramento processual.

De modo geral, a indústria 4.0 apresenta-se integrada ao âmbito tecnológico e esse motivo fomenta o entendimento de que a produção enxuta também participa desse sistema. Assim, é possível gerar maior confiança aos processos e a qualidade da produção aumenta através do uso de ferramentas que proporcionam a eliminação ou redução dos desperdícios.

Ainda assim, o aspecto da mão de obra é necessário para a indústria 4.0 e enxuta, visto que a automatização não bloqueia a interação do homem nesse sistema produtivo. Pelo contrário, para este tipo de indústria, a mão de obra requerida tende ser mais especializada considerando habilidades precisas para o desempenho das funções chaves que a atividade produtiva anseia a fim de obter resultados.

Vale relacionar o desempenho supracitado junto ao recurso financeiro, bem como ao tempo. A produção enxuta atrela diversos recursos com o intento de que as operações industriais sejam mais assertivas frente ao alcance dos resultados esperados. Deste modo, pode-se salientar que o recurso humano (colaborador), material (matéria prima), financeiro (custo produtivo) e tempo (movimentação de material, interrupção das máquinas), estão completamente relacionados e são capazes de difundir ainda mais a indústria 4.0 em prol das aplicabilidades do sistema enxuto.

A partir das considerações desses recursos, o desperdício é trazido ao centro da discussão, visto que se trata de uma perda (monetária, tempo ou material), os quais impactam intimamente a indústria e os seus resultados. Diante disso, existe a preocupação constante no setor industrial em aderir o modo produtivo enxuto com o propósito de eliminar os infortúnios gerados pelas potenciais perdas das empresas.

Os autores reforçam que esse conjunto de elementos constitui a indústria e o seu sistema enxuto de produção e por meio dessa relação, surge o aspecto da eficácia do sistema produtivo. A eficácia se refere à solução dos problemas dos

clientes, mas isso não basta. É preciso que a indústria reforce a qualidade processual e utilize a inteligência do sistema de produção para tornar os produtos e serviços mais eficientes.

A eficiência da indústria e da produção também é atrelada ao fluxo produtivo pertinente à prática enxuta. Ou seja, os autores pontuam que para existir eficiência, é necessário controlar os processos em prol de realizar observâncias sobre o quesito da capacidade de produção que interage com o custo produtivo.

O Quadro 2 demonstra algumas diferenças entre a indústria convencional e o sistema enxuto levando em conta as categorias de relacionamento com os clientes e fornecedores e a produção, respectivamente.

Quadro 2 – Comparativo entre as categorias da industrial tradicional e a enxuta

Categoria	Organização Tradicional	Organização Enxuta
Cliente e fornecedor	Seleção com base no preço; sem compromisso; custo e risco da empresa	Negociação com base no prazo, preço e qualidade; contratos; desenvolvimento em conjunto (parcerias)
Produção	As ordens são liberadas pelos altos níveis da empresa e a produção obedece; os colaboradores são limitados para auxiliar nas decisões; produção baseada em previsão de vendas; cultura de estoque como segurança.	Níveis hierárquicos mais baixos e todos participam das resoluções que envolvem a fábrica; busca contínua para a melhoria dos processos; produção conforme pedido do cliente (quantidade e tempo da demanda); fluxo contínuo da produção para eliminar o estoque e o desperdício.

Fonte: Adaptado de Albertin e Pontes (2016)

Nota-se que o foco é distinto e mediante isso é possível salientar o benefício da produção enxuta como maneira de assegurar a competitividade no mercado. Ademais, o sistema *lean* pode se apresentar de maneira estratégica para melhorar os resultados das empresas.

Considerando que a produção enxuta releva o tempo como fator determinante em sua atividade produtiva, esse quesito pode ser observado como diferencial estratégico para os clientes que apresentam necessidades pautadas no tempo de recebimento, bem como na capacidade de produção (demanda/ quantidade). Esses fatores se relacionam com o custo e enfatiza mais vez a importância de tornar o processo enxuto para atrair o cliente.

A produção enxuta é amplamente benéfica para as indústrias, pois além de conferir o alcance das metas para as empresas, ainda é capaz de reduzir os custos com a produção pelo fato de não praticar a estocagem dos produtos acabados. Isso favorece a geração de riqueza fazendo circular somente as demandas reais dos clientes. Em contrapartida, as empresas ficam com produtos em estoque “esperando” pelo pedido do cliente e aquele dinheiro parado que foi investido no processo produtivo, fica sendo desvalorizado até o momento da venda.

Portanto, o Sistema Toyota de Produção favoreceu muito as práticas enxutas das indústrias partindo do princípio da produção puxada com ênfase em constante melhoria e eliminação do potencial de desperdícios. Pois, estes são motivos que interferem na qualidade da produção bem como os resultados da empresa, visto que ocorre o comprometimento de determinados recursos, tais como o tempo e o dinheiro.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Retomando os objetivos apresentados inicialmente nesse artigo, acerca de compreender a dinâmica da produção enxuta em razão dos efeitos que o sistema *lean* pode gerar para o processo produtivo, conceituar a produção enxuta apontando os princípios desse modo de produção, abordar o aspecto do desperdício na indústria como fator prejudicial para o sistema produtivo, ressaltar as distinções

entre a produção convencional e enxuta e expor os benefícios do sistema enxuto de produção industrial, conclui-se que todos foram explorados com o intento de responder a questão inicial supracitada acerca dos reais benefícios da manufatura *lean* para a indústria.

A pesquisa qualitativa, exploratória e explicativa junto à revisão bibliográfica foi passível de fornecer subsídio de qualidade para responder à questão supracitada, bem como alcançar os objetivos específicos mencionados.

Portanto, no tocante da indústria 4.0 ficou claro que este é um âmbito industrial abrangente e que utiliza diversos recursos com a finalidade de gerar melhorias para a produção em razão de obter os resultados desejados. Além disso, o sistema produtivo enxuto alinhado à indústria 4.0 tende a gerar diferenciais positivos para as organizações, visto que se referem à ampliação da produção com o uso de menos recursos, em tempo oportuno e qualidade superior ao método tradicional de produção.

Como sugestão de estudos futuros, é válido salientar a relevância de um estudo de caso inerente a presente temática, cujo objetivo seja analisar se os benefícios teóricos do sistema *lean* realmente existem na prática produtiva das indústrias em seus mais variados ramos de atuação, sobretudo salientado o aspecto do desperdício e a correlação com o elemento tempo.

REFERÊNCIAS

ALBERTIN, M. R.; PONTES, H. L. J. **Gestão de processos e técnicas de produção enxuta**. Curitiba: Intersaberes, 2016.

CARVALHO, H. G.; REIS, D. R.; CAVALCANTE, M. B. **Gestão da Inovação**. Curitiba: Aymar, 2011.

DENNIS, P. **Produção Lean Simplificada**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.

GIL, C. A. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**, 6. ed. São Paulo, Atlas, 2017.

HARRISON, A.; HOEK, R. **Estratégia e gerenciamento de logística**. São Paulo: Futura, 2003.

KAGERMANN, H., HELBIG, J., HELLINGER, A. & WAHLSTER, W. **Recommendations for implementing the strategic initiative Industry 4.0: securing the future of German manufacturing industry**, 2013. Disponível em: <https://www.scirp.org/reference/referencespapers.aspx?referenceid=2966479>.

Acesso em: 12 maio. 2022.

KAPLAN, R. S.; NORTON, D. P. **Organização orientada para a estratégia: como as empresas que adotam o balanced scorecard prosperam no novo ambiente de negócios**. Rio de Janeiro: Altabooks, 2019.

KOLBERG, D., KNOBLOCH, J.; ZUEHLKE, D. Towards a lean automation interface for workstations. **International Journal of Production Research, forthcoming**, 2016. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/Towards-the-proposition-of-a-Lean-Automation-Tortorella-Sawhney/cf1813144532c5ebbed9c273b8d58c86e71a064a>. Acesso em: 10 maio. 2022.

LASI, H., FETTKE, P., KEMPER, H., Feld, T.; HOFFMANN, M. **Industry 4.0, Business & Information Systems Engineering**, 2014. Disponível em: <https://aisel.aisnet.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1293&context=bise>. Acesso em: 10 maio. 2022.

LEE, J., BAGNERI, B.; KAO, H. **A cyber-physical systems architecture for Industry 4.0 - based manufacturing systems**", *Manufacturing Letters*, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S221384631400025X>. Acesso em: 12 maio. 2022.

MANN, D. **Creating a lean culture: tools to sustain lean conversion**, Nova Iorque: Productivity Press, 2005.

MARODIN, G.; SAURIN, T. Implementing lean production systems: research areas and opportunities for future studies, **International Journal of Production Research**, 2013. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/Implementing-lean-production-systems%3A-research-and-Marodin-Saurin/997ebad205741432010cd1587275ccb0938d0d3f>. Acesso em: 09 maio. 2022.

MIYAKE, D. Y. **Melhorando o processo: Seis Sigma e Sistema de Produção Lean**. In: ROTONDARO, R. G. (Coord.). *Seis Sigma: estratégia gerencial para a melhoria de processos, produtos e serviços*. São Paulo: Atlas, p. 264-291, 2012.

PICCHI, F. **Entenda os “7 desperdícios” que uma empresa pode ter**. Disponível em: <https://epocanegocios.globo.com/colunas/Enxuga-Ai/noticia/2017/10/entenda-os-7-desperdicios-que-uma-empresa-pode-ter.html>. Acesso em: 12 maio. 2022.

ROTHER, M.; HARRIS R. **Criando Fluxo Contínuo**. Lean Institute Brasil. São Paulo. 2002.

SANDERS, A., ELANGESWARANI, C.; WULFSBERG, J. Industry 4.0 implies lean manufacturing: research activities in industry 4.0 function as enablers for lean manufacturing, **Journal of Industrial Engineering and Management**, 2016. Disponível em: <http://www.jiem.org/index.php/jiem/article/view/1940>. Acesso em: 10 maio. 2022.

SANTANA, R. R.; LIMA, L. G.; OLIVEIRA, E. T.; NUNES, J. A. S. **Contribuições da indústria 4.0 para otimização de processo**: um estudo e caso em uma empresa do ramo alimentício. ENEGEP, Santos, São Paulo, 2019. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_290_1634_39130.pdf. Acesso em: 12 maio. 2022.

SCHWAB, K. **A Quarta Revolução Industrial**. São Paulo: Edipro, 2016.

SHAH, R.; WARD, P. Defining and developing measures of lean production, **Journal of Operations Management**, 2007. Disponível em: <https://www.scirp.org/reference/referencespapers.aspx?referenceid=2598954>. Acesso em 11 maio. 2022.

SLACK, N.; BRANDON-JONES, A.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2018.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 3. ed. Tradução Maria Teresa Corrêa de Oliveira. São Paulo: Atlas, 2009.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R.; BETTS, A. **Gerenciamento de Operações e de Processos**. Porto Alegre: Bookmam, 2013.

SPEAR, S. **Chasing the Rabbit**: how market leaders outdistance the competition and how great companies can catch up and win, McGraw Hill, Nova Iorque, 2009.

TIDD, J.; BESSANT, J.; PAVITT, K. **Gestão da inovação**. 5. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

WOMACK, J., JONES, D.; ROOS, D. **The machine that changed the world**: the story of lean production - Toyota's secret weapon in the global car wars that is revolutionizing world industry, 1. ed. Nova Iorque: Free Press, 2007. Disponível em: [https://www.scirp.org/\(S\(lz5mqp453edsnp55rrgjct55.\)\)/reference/referencespapers.aspx?referenceid=2975478](https://www.scirp.org/(S(lz5mqp453edsnp55rrgjct55.))/reference/referencespapers.aspx?referenceid=2975478). Acesso em: 09 maio. 2022.