

**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL
ÁREA DE CONHECIMENTO DE CIÊNCIAS SOCIAIS
CURSO DE ADMINISTRAÇÃO
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE GUAPORÉ**

EVAIR VINCENZI

**A FILOSOFIA *LEAN* E OS CAMINHOS DE TRANSIÇÃO PARA A
INDÚSTRIA 4.0**

**GUAPORÉ
2020**

EVAIR VINCENZI

**A FILOSOFIA *LEAN* E OS CAMINHOS DE TRANSIÇÃO PARA A
INDUSTRIA 4.0**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Administração, Campus Universitário de Guaporé, da Universidade de Caxias do Sul, como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Administração.
Orientador: Leonardo da Costa Bagattini

**GUAPORÉ
2020**

EVAIR VINCENZI

**A FILOSOFIA *LEAN* E OS CAMINHOS DE TRANSIÇÃO PARA A
INDUSTRIA 4.0**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao curso de Administração,
Campus Universitário de Guaporé, da
Universidade de Caxias do Sul, como
requisito para obtenção do grau de
Bacharel em Administração.

Orientador: Leonardo da Costa Bagattini

Aprovado em: / /

BANCA EXAMINADORA

Prof. Esp. Leonardo da Costa Bagattini
Universidade de Caxias do Sul - UCS

Prof. Edson Klein
Universidade de Caxias do Sul - UCS

Prof. Edson Muller
Universidade de Caxias do Sul - UCS

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por ter me proporcionado esta oportunidade, pela proteção, coragem e força para concluir mais uma etapa da minha vida;

Agradeço a minha família pelo apoio e incentivo durante todos esses anos de universidade; e por toda a ajuda prestada, para a concretização deste momento, em especial deixo meu agradecimento a minha namorada Fernanda Perondi, qual esteve presente do início ao fim dessa caminhada, onde me apoiou incondicionalmente, principalmente nessa reta final;

Agradeço também a todos os professores e funcionários da Universidade de Caxias do Sul, em especial ao meu orientador Leonardo da Costa Bagattini, por todos os ensinamentos transmitidos, pela segurança e incentivo durante a conclusão deste trabalho;

E por fim, mas não menos importante aos meus amigos e a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

RESUMO

O mundo como um todo vive em constante evolução e com as organizações não seria diferente, estão sempre em busca de novas maneiras de gerar economia e aumentar sua produtividade. Com isso encontramos algumas revoluções ao longo da história, sendo a mais atual a Indústria 4.0, que as organizações já estão se preparando para a migração a esse novo sistema. Este estudo conceitua o *Lean Manufacturing* e a Indústria 4.0, suas ferramentas, vantagens e desvantagens, barreiras e evolução histórica. Ainda traz a abordagem da Indústria 4.0 e o profissional. Tem como objetivo, verificar como as empresas que possuem a filosofia *Lean* veem seus caminhos de transição para a indústria 4.0. É conduzido por meio de uma pesquisa de natureza qualitativa de nível exploratório e se utiliza de procedimentos bibliográficos. A estratégia aplicada a este trabalho é de estudo casos múltiplos e a análise dos dados se dá por de análise de conteúdo. Através da pesquisa é possível observar a evolução de determinadas empresas complementando o sistema *Lean* com os elementos da Indústria 4.0, por meio de um processo natural de migração, observando que existe demandas profissionais não atendidas.

Palavras-chave: *Lean Manufacturing*. Indústria 4.0. Transição.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Cronograma	35
Quadro 2 - Respostas pergunta A.....	37
Quadro 3 - Respostas pergunta B.....	38
Quadro 4 - Respostas pergunta C.....	40
Quadro 5 - Respostas pergunta D.....	42
Quadro 6 - Respostas pergunta E.....	44
Quadro 7 - Respostas pergunta F.....	46
Quadro 8 - Respostas pergunta G	48

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
1.1 TEMA E PROBLEMA DO ESTUDO	9
1.2 OBJETIVOS	10
2 REFERENCIAL TEÓRICO	11
2.1 <i>LEAN MANUFACTURING</i>	11
2.2 EVOLUÇÃO HISTÓRICA	13
2.3 FERRAMENTAS DO <i>LEAN</i>	14
2.3.1 Kaizen	14
2.3.2 5S	15
2.3.3 Single Minute Exchange of Die (SMED)	16
2.3.4 Value Stream Mapping (VSM)	17
2.3.5 Standard Work	17
2.3.6 PDCA	18
2.3.7 Gestão Visual	18
2.3.8 Total Quality Management (TQM)	19
2.3.9 Total Productive Maintenance (TPM)	19
2.3.10 Waste Identification Diagram (WID)	20
2.4 BARREIRAS NA IMPLEMENTAÇÃO	20
2.5 VANTAGENS	22
2.6 INDÚSTRIA 4.0	24
2.6.1 Evolução histórica	24
2.6.2 Ferramentas	25
2.6.3 Segurança da informação	25
2.6.4 Realidade aumentada	26
2.6.5 Big data	26
2.6.6 Robôs autônomos	26
2.6.7 Simulações	26
2.6.8 Manufatura aditiva	27
2.6.9 Sistemas integrados	27
2.6.10 Computação em nuvem	27
2.6.11 Internet das coisas	27
2.6.12 Inteligência Artificial	28

2.6.13 Barreiras na implementação	28
2.6.14 Vantagens	29
2.7 INDUSTRIA 4.0 E O PROFISSIONAL	31
2.8 <i>LEAN</i> X INDUSTRIA 4.0	31
3 METODOLOGIA	33
3.1 NATUREZA: QUALITATIVA.....	33
3.2 PESQUISA EXPLORATÓRIA	33
3.3 PROCEDIMENTOS BIBLIOGRÁFICOS.....	33
3.4 ESTUDO DE CASO	34
3.5 ANÁLISE DE CONTEÚDO.....	34
3.6 PARTICIPANTES DO ESTUDO.....	34
3.7 CRONOGRAMA.....	35
4.0 QUESTIONÁRIO E RESULTADOS	36
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
REFERENCIAS	53

1 INTRODUÇÃO

A forma como as empresas executam suas atividades vive em constante evolução, as organizações estão sempre evoluindo, visando ter mais economia e sua melhora na produtividade, com o objetivo de reduzir custos e buscando ferramentas que proporcionem uma melhor visibilidade de dados, para que as decisões a serem tomadas sejam totalmente assertivas.

Essas evoluções se dão basicamente em quatro períodos históricos, conhecidos como Revoluções Industriais, onde houve uma quebra de paradigmas e as organizações tiveram que revolucionar sua maneira de trabalho, passando por uma reconstrução na maneira de produzir.

A primeira grande Revolução Industrial se teve com a mecanização dos processos, principalmente com a máquina a vapor e máquinas para fiar tecidos. Com isso, teve-se um aumento significativo nas indústrias siderúrgicas, metalúrgicas, transportes e têxtil. Os Burgueses, como eram conhecidas as pessoas que possuíam mais recursos, ansiavam pelo lucro, enquanto o proletariado fornecia mão de obra barata e exploratória. Com isso Londres se tornou potência entre os anos de 1750 a 1850 (WOMACK; JONES; ROOS, 1992).

A segunda revolução se deu no âmbito científico e tecnológico, onde as invenções espalhavam-se pelo mundo e não ficavam apenas no poder de um único País, as principais invenções desse período foram a lâmpada incandescente, meios de comunicação e antibióticos, além do processamento do aço, onde deu-se início a construção de malhas ferroviárias, pontes, aviões e carros, (WOMACK; JONES; ROOS, 1992).

Nesse período as condições de trabalho eram precárias, longas jornadas e baixos salários, com isso surgiram os sindicatos dando condições de trabalho as pessoas, porém o que marcou esse período foi o sistema fabril conhecido como Fordismo e Taylorismo, com a invenção das esteiras rolantes. Essas invenções foram o ápice das formas de trabalho de 1850 a 1950, e transformou Alemanha e França, junto a Inglaterra, nas maiores potências fabris da época (WOMACK; JONES; ROOS, 1992).

A terceira grande revolução início no período da guerra fria, onde o avanço da engenharia genética e a biotecnologia prevaleceu. A principal disputa ocorreu entre EUA e União Soviética, tendo como ponto de partida a corrida espacial. Também

tivemos o *start* da produção em massa, devido ao grande avanço da ciência, tecnologia, informática (tendo marco a criação de computadores, *internet*, *software* e dispositivos portáteis), da robótica e da eletrônica. Mas o grande destaque desta revolução foi o surgimento do Sistema Toyota de Produção, ou *Lean Manufacturing* revolucionando os processos produtivos de tal maneira, que até hoje os conceitos são aplicados em grandes indústrias globais (SOUZA, 2016).

A quarta revolução Industrial, ou Indústria 4.0 como é mais conhecida, se dá pela conexão entre o mundo digital, o mundo físico e o mundo biológico. Assim, a cadeia produtiva será totalmente conectada, alocando os recursos de forma assertiva, evitando desperdícios e aumentando a produtividade. Nesse período a mão de obra fica apenas para a gestão, as atividades serão executadas por robôs. Onde fábricas inteligentes e conectadas produzem sem erros e passam informações em tempo real para a melhor tomada de decisão e gestão.

Será possível alcançar as fábricas inteligentes através de algumas ferramentas de controle e processamento que darão um norte ao assunto 4.0, entre elas podemos destacar, a Realidade Aumentada, *Big Data*, Robôs Autônomos, Computação em Nuvem e *Internet* das coisas (LIMA, 2019).

Este trabalho inicialmente traz o conceito histórico sobre os assuntos, assim como, barreiras, vantagens e principais ferramentas encontradas dentro de cada sistema de organizacional. Traz ainda como está a situação do profissional para trabalhar dentro do sistema Indústria 4.0. A análise exposta nesta pesquisa é norteada pelo problema de pesquisa de, como as empresas que possuem a filosofia *Lean* veem seus caminhos de transição para a indústria 4.0?

1.1 TEMA E PROBLEMA DO ESTUDO

O assunto abordado no processo abaixo tem como denominação Tema, tem como base uma sentença afirmativa e está ligado a conceitos e variáveis que possuem originalidade (PEROVANO, 2016).

A escolha do tema está relacionada ao gosto de escritor pelo assunto, sendo que o mesmo deve cativar seus leitores. O processo de pesquisa, deverá conter especificações que delimitem o tema (KAUARK; MANHÃES; MEDEIROS, 2010).

O problema da pesquisa, tem como função esclarecer as dificuldades específicas na qual deparamos e que se pretende solucionar por intermédio da pesquisa (LAKATOS; MARCONI, 2017).

O tema de estudo deste trabalho se refere a metodologia *Lean Manufacturing* e a Indústria 4.0. Norteado pelo problema de pesquisa de, como as empresas que possuem a filosofia *Lean* veem seus caminhos de transição para a indústria 4.0?

1.2 OBJETIVOS

Os objetivos apresentam o que o pesquisador quer alcançar com o seu trabalho de pesquisa, e podem ser divididos em objetivos gerais e objetivos específicos. Os objetivos gerais são definidos pela investigação, através de uma visão global e abrangente do assunto, já os objetivos específicos trabalham as variáveis do objetivo, detalhando os processos necessários a serem realizados, (KAUARK; MANHÃES; MEDEIROS, 2010).

O objetivo geral deste estudo é verificar como as empresas que possuem a filosofia *Lean* veem seus caminhos de transição para a indústria 4.0.

O objetivo geral conduz ao desdobramento dos seguintes objetivos específicos:

- a) Conceituar a filosofia *Lean Manufacturing*;
- b) Descrever as ferramentas presentes na Filosofia *Lean Manufacturing*;
- c) Evidenciar barreiras e vantagens da filosofia *Lean Manufacturing*;
- d) Conceituar a Indústria 4.0 e seus elementos de funcionamento;
- e) Identificar como as empresas que possuem a filosofia *Lean* veem seus caminhos de transição para a indústria 4.0.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O Referencial Teórico tem como principal característica efetuar uma revisão de trabalhos já existentes sobre o assunto abordado, que pode se dar por livros, artigos, enciclopédias, monografias, teses, filmes mídias eletrônicas e demais materiais disponíveis. Assim se permite verificar o estado do problema a ser desenvolvido, tendo como base outros estudos e pesquisas já realizadas (LAKATOS e MARCONI, 2011).

2.1 LEAN MANUFACTURING

Lean manufacturing é um sistema de manufatura utilizado pelas empresas que visam aprimorar a produtividade e eliminar os desperdícios na linha de produção. Isso gera um valor extra ao produto, a confiabilidade e a satisfação dos clientes, todas essas ações trazem aumento de ganhos aos acionistas. Ele faz a empresa trabalhar de forma enxuta, tendo o fornecimento de matéria prima, na quantidade e locais corretos, trabalhando com recursos humanos, materiais e instalações. A função principal do *Lean*, é a eliminação dos desperdícios, e os principais responsáveis por esse sistema funcionar é o *Just in time* e a Autonomia (SOUZA, 2016).

A Filosofia *Lean* tem o potencial de melhorar a capacidade produtiva de qualquer empresa. Esse conceito teve início devido ao resultado prático e conceitual de dinâmicas de processos produtivos das indústrias têxteis e automotivas, qual foi formalizado na ambição do mercado japonês. Os seus conceitos básicos são a eliminação de desperdícios, alcançando o máximo de eficiência das linhas produtivas. Ele ainda auxilia com medidas para reduzir os impactos das crises, fazendo com que as empresas tenham o mínimo de desperdício e o máximo de aproveitamento de tempo e materiais (BASTOS, 2012).

Lean Manufacturing também conhecido como produção magra, por utilizar o mínimo de recursos disponíveis em qualquer tarefa. Os itens como esforço humano, espaço na fábrica, tempo, e investimento em ferramentas, normalmente são reduzidos, fazendo com que a empresa direcione seus investimentos em outras áreas que realmente demandam valores, assim ela consegue produzir mais com menos (BASTOS, 2012).

O sistema de manufatura enxuta, ou *Lean Manufacturing* foi criado no Japão pelo engenheiro Taiichi Ohno. Ele foi baseado nos sistemas norte-americanos e adaptado para a realidade Japonesa. Tem como princípios a eliminação de desperdícios a qualidade e o envolvimento dos colaboradores. É um sistema flexível e possui três pilares estruturais, como base de sua funcionalidade, fazer o certo da primeira vez; correção de erros e círculos da qualidade (MAXIMIANO, 2005).

Fazer o certo da primeira vez, remete a produzir com qualidade, sendo que o colaborador se torna responsável pela qualidade do produto que estará entregando ao seu próximo colega, dessa forma ele deve identificar os erros do seu processo e corrigi-los, atentando para que esse erro não ocorra novamente (MAXIMIANO, 2005).

Correção de erros, se defini como autonomia que o colaborador tem em parar a linha de produção caso identifique algum erro que não saiba como solucionar, dessa forma mesmo que a linha pare por algum tempo, ele consegue evitar retrabalhos (MAXIMIANO, 2005).

O círculo de qualidade, tem como objetivo resolver problemas de qualidade dentro das organizações, a palavra círculo é usada pois demanda de um grupo de trabalho que estimula a criatividade para eliminar e prevenir as falhas (MAXIMIANO, 2005).

O sistema de produção enxuta surgiu no Japão pós segunda Guerra Mundial, desenvolvido pela *Toyota Motor Company*. O Japão se encontrava devastado pelos efeitos da Guerra, não tinha recursos para investimentos no sistema de produção em massa, implantado e desenvolvido pelos concorrentes *Henry Ford e General Motors*.

Além de estar um nível abaixo de seus concorrentes no mercado, ainda havia outros problemas que afetavam a produção da *Toyota*, o mercado interno era limitado e demandava variedade alta de produtos, vários fabricantes de veículos no mundo e interessados em ingressar no Japão, entre outros.

Assim os engenheiros da Toyota decidiram visitar a fábrica da Ford, onde acompanharam os processos produtivos por 12 meses. Acabaram não só implantando o processo de produção em massa, mas sim aperfeiçoando-o, com isso deram início ao Sistema *Toyota* de Produção, Manufatura Enxuta ou *Lean Manufacturing*, sendo estruturado por *Taiichi Ohno*, vice-presidente da *Toyota Motors*.

O *Lean Manufacturing* caracterizou-se pela qualidade e flexibilidade do processo, ampliando a capacidade de produção e tendo mais competitividade no mercado internacional (Riani, 2006).

2.2 EVOLUÇÃO HISTÓRICA

O *Lean Manufacturing*, conhecido como sistema “Toyota” de produção ou produção enxuta, surgiu no Japão por volta de 1950, na fábrica de automóveis da Toyota, após a segunda guerra mundial, quando a produtividade era baixa, e a falta de recursos grassava, esses fatores impediam que a empresa efetuasse uma produção em massa. Nessa época o Japão precisava se reerguer mundialmente, fortalecer sua economia, podendo então oferecer produtos de alta qualidade e com preço igual ou menor que seus concorrentes (WOMACK; JONES; ROOS, 1992).

Os responsáveis pela criação desse sistema foram os diretores e engenheiros da Toyota Motors, precisamente falando de três pessoas, Toyoda Sakichi, seu filho Toyoda Kiichiro e o principal executivo o engenheiro Taiichi Ohno. Eles entenderam que uma boa maneira de melhorar a produção seria conhecer a fábrica de seu maior concorrente, a empresa Ford, na qual ficaram por 12 semanas para entender como funcionava o sistema de produção, entendê-lo e verificar o que seria possível aplicar em sua empresa no Japão (WOMACK; JONES; ROOS, 1992).

Eles esperavam melhorar o processo de manufatura de sua indústria, porém descobriram várias falhas que estavam acontecendo, equipamentos fazendo grande quantidade de peças, que ocasionavam problemas no inventário, a produção com interrupções em etapas, tendo vários materiais em estoque sem que o produto final estivesse pronto. Ao finalizar as visitas perceberam que havia uma grande oportunidade de crescimento (WOMACK; JONES; ROOS, 1992).

Ao voltarem para o Japão, Taiichi Ohno e seus engenheiros tiveram que pensar em uma forma de aplicar os conceitos das linhas da Ford na Toyota, já que eram realidades bem diferentes: a Ford produzia uma grande quantidade de veículos de um único modelo, enquanto para a Toyota era necessário produzir pequena quantidade de diferentes modelos. Por exemplo, em vez de produzir um lote de 50 sedans brancos, produziam-se 10 lotes com cinco veículos cada, com cores e modelos variados (WOMACK; JONES; ROOS, 1992).

Foram desenvolvidas diversas técnicas simples e extremamente eficientes para proporcionar os resultados esperados. No sistema Toyota de produção, a preocupação com a qualidade do produto é extrema e os trabalhadores são multifuncionais, ou seja, conhecem outras tarefas além de sua própria e sabem operar mais que uma única máquina (WOMACK; JONES; ROOS, 1992).

2.3 FERRAMENTAS DO LEAN

O *Lean Manufacturing* se utiliza em seu funcionamento de um conjunto de ferramentas que permitem sustentar os seus princípios de funcionamento. As suas ferramentas têm foco na organização dos procedimentos e sua racionalização, na adaptação de máquinas e ferramentas entregando melhor qualidade e aumentando a disponibilidade dos equipamentos, melhoria dos procedimento de *set up* de produção e incorporando procedimentos de planejamento e controle que permitam a identificação de problemas e a apresentação e implementação de soluções (MAXIMIANO, 2005).

2.3.1 Kaizen

O *Kaizen* é um dos pilares do *Lean*, é um termo japonês que significa melhoria contínua. Essa metodologia procura eliminar os desperdícios de forma contínua e gradual, aumentando assim a produtividade, buscando a perfeição da linha produtiva. Para essa metodologia ser aplicada é necessário que haja engajamento de todos os envolvidos no processo. O *Kaizen* não atua sozinho, ele precisa do auxílio de todas as outras técnicas de melhoria, e faz ligação entre cada ferramenta (CRUZ, 2003).

O *Kaizen* é norteado por 10 princípios, sendo os citados abaixo:

- a) Abandonar as ideias fixas, rejeitar o estado atual das coisas;
- b) Em vez de explicar o que não pode ser feito, refletir como fazer;
- c) Realizar de imediato as boas propostas de melhoria;
- d) Não procurar a perfeição, ganhar 60% de imediato;
- e) Corrigir o erro de imediato, no local;
- f) Procurar ideias na dificuldade;
- g) Procurar a causa real, respeitar os “5 Porquês?” e procurar depois a solução;
- h) Levar em conta as ideias de 10 pessoas em vez de esperar uma ideia genial de uma pessoa;
- i) Experimentar e depois validar;
- j) A melhoria é infinita (CRUZ, 2003).

2.3.2 5S

A sigla 5S deriva das iniciais de cinco palavras japonesas: *Seiri*, *Seiton*, *Seison*, *Seiketsu* e *Shitsuke*, sua função é organizar, mobilizador e transformador pessoas e organizações, ele deixa o ambiente mais agradável e limpo, e melhora o desempenho global da empresa (VANTI, 1999).

- **Seiri (Separar):** Sua função é organizar o posto de trabalho, separando inicialmente o material necessário e descartando o que não for utilizado nas atividades (VANTI, 1999).
- **Seiton (Arrumar):** Após ter descartado os materiais desnecessários, deve-se organizar os materiais que são efetivamente necessários. Eles devem ser identificados e alocados em um lugar específico para que seja fácil encontrá-los (VANTI, 1999).
- **Seison (Limpar):** Esse senso refere-se a limpeza do local de trabalho. Ele ajuda a manter o ambiente limpo e agradável para os operadores, e para seus colegas. Para que esse “S” se concretize, a empresa precisa oferecer o material de limpeza aos colaboradores (VANTI, 1999).
- **Seiketsu (Normalizar):** Esse “S” é para que se normalize a etapa anterior, defina-se normas para manter as alterações conseguidas. Todos os postos de trabalho devem aplicar as melhorias para que o senso se torne uniforme na organização (VANTI, 1999).
- **Shitsuke (Manutenção):** Conforme a tradução já indica, esse senso refere-se à “manutenção” de todos os anteriores, para monitorar podem ser feitas auditorias. Para as pessoas serem resistentes a mudanças, esse se torna um dos mais difíceis de ser aplicado (VANTI, 1999).

Organizar, mobilizar e transformar pessoas e organizações, podemos resumir nessas palavras o objetivo principal da ferramenta 5S. Dominando essas técnicas, a empresa pode alcançar melhorias significantes no seu processo, tanto em economia quanto em qualidade.

Ele auxilia pessoas e empresas a crescerem e ganharem confiabilidade, mas para que ele se aplique, é necessário que as pessoas fiquem engajadas no assunto, fazendo um ambiente de trabalho agradável, proporcionando ganhos para a empresa,

pois ele realmente se faz valer quando a empresa terá algum ganho, ou seja, redução de custos com material de expediente, por exemplo, ou até redução de tempo de tempo de trabalho perdido, qual poderíamos citar o senso de organização, ambiente organizado demanda menos tempo de procura por ferramentas ou matérias dispersos, conseqüentemente o colaborador executa sua atividade com menos tempo, e o fluxo geral fica mais rápido (VANTI, 1999).

2.3.3 Single Minute Exchange of Die (SMED)

Conforme Nuno Miguel Pereira da Cruz (2003) SMED é uma das ferramentas (métodos) da produção *Lean* para reduzir desperdícios de produção. Este método permite de forma rápida e eficiente modificar o produto de uma linha de produção. Essa técnica é também conhecida por *Quick Changeover*. A mudança de forma rápida e eficiente da ferramenta está cada vez mais a ser desenvolvida por parte das empresas.

Essas técnicas permitem uma maior flexibilidade por parte da organização, pois conseguem responder prontamente às mudanças do mercado. Para além disso pode-se também reduzir custos. O SMED foi inicialmente desenvolvido por *Shigeo Shingo*. Quando ele desenvolveu esse método, estabeleceu que existiam duas categorias de operações de *Setup*, o *Setup* Interno e o *Setup* Externo (CRUZ, 2003).

Fazem parte do *Setup* Interno todas as operações que apenas podem ser efetuadas com a máquina parada. Por sua vez, o *Setup* Externo engloba todas as operações que podem ser realizadas com a máquina em funcionamento. (CRUZ, 2003).

Etapa Preliminar: Nesta fase não existe distinção entre operações internas e externas. O processo de *changeover* é desorganizado e não planeado. Apenas é efetuado a observação do procedimento atual (CRUZ, 2003).

Etapa 1: Nesta etapa o objetivo consiste na separação do *Setup* Interno e *Setup* Externo. Nesta fase são utilizadas *checklist* para auxiliar o processo, e evitar que ocorram desperdícios causados por erros operacionais. É efetuado um levantamento dos materiais necessários para a realização do trabalho. Deve-se organizar todas as ferramentas, posicionando-as nos locais determinados (CRUZ, 2003).

Etapa 2: É efetuada a conversão de *Setup* Interno em *Setup* Externo, para isso são analisadas todas as atividades, com o objetivo de encontrar eventuais tarefas que possam ser efetuadas como *Setup* Externo. Deve-se criar um standard dos parâmetros, assim evita-se despender demasiado tempo para ajustar o *changeover*. (CRUZ, 2003).

Etapa 3: Esta etapa consiste na implementação de melhorias com o objetivo de diminuir o tempo do *Setup* Externo. É a etapa que engloba mais gastos monetários através da aquisição de materiais que irão auxiliar o *changeover*. (CRUZ, 2003).

Etapa 4: Após as etapas anteriores deve-se criar procedimentos para as tarefas em questão, e instruir todas as pessoas que estão diretamente relacionadas com os processos (CRUZ, 2003).

2.3.4 Value Stream Mapping (VSM)

VSM é uma ferramenta do *Lean manufacturing*, sua função é distinguir as atividades que acrescentam valor no sistema de produção. Ele representa toda a cadeia produtiva, desde a entrada da matéria prima, até o produto ser entregue ao cliente. Ele encontra os desperdícios e concede soluções para eliminá-lo. O VSM representa o fluxo de material o fluxo de informação a linha de tempo que observa o tempo de espera e transporte entre operações, e também dados sobre número de funcionários, tempo de *Setup*, e WIP, esses dados são quantitativos. Ele descreve dois mapas, o primeiro descreve o estado atual e o segundo o estado futuro/desejável. Após a elaboração desses mapas, a empresa organiza um plano de trabalho para alcançar o objetivo desejável (CRUZ, 2003).

2.3.5 Standard Work

O *Standard Work*, faz com que os colaboradores executem as tarefas da mesma forma, seguindo o procedimento estabelecido, assim as tarefas serão executadas com o mesmo tempo, independentemente do operário. O objetivo principal é diminuir a variação do tempo de execução das atividades, sem que afete a qualidade dos produtos. Com a aplicação desse conceito a empresa vai conseguir uma melhoria contínua mais eficaz, de modo que é mais fácil avaliar e melhorar um

conjunto de tarefas que estão bem distribuídas, do que um conjunto que está distribuído de forma aleatória (CRUZ, 2003).

Para implementar o *Standard Work* é necessário identificar e definir as melhores sequências de trabalho. Documentar todas as atividades que proporcionam uma melhora na forma de executar a atividade, e distribuir esses documentos nos demais postos de trabalho, efetuar treinamento para que as atividades sejam executadas da forma padrão definida, qual será a mais eficiente e eficaz (CRUZ, 2003).

2.3.6 PDCA

O Ciclo PDCA tem como objetivo agilizar e clarificar o processo de resolução de problemas das organizações. A sigla PDCA significa:

- a) **Plan:** Nesta etapa deve-se estabelecer metas e identificar as causas que poderão impedir a concretização das mesmas, com o intuito de criar um plano de ação para a resolução de problemas;
- b) **Do:** Nesta etapa são realizadas todas as atividades que tinham sido planejadas na etapa anterior;
- c) **Check:** Após a execução do plano estipulado, é necessário verificar os resultados obtidos e comparar com os resultados que seriam esperados;
- d) **Act:** Após a análise dos resultados obtidos, é necessário atuar sobre o plano executado, melhorando-o se necessário, ou promovendo uma melhoria dos processos. (CRUZ, 2003).

A aplicação do ciclo PDCA é uma das ferramentas que está diretamente relacionadas com o *Kaizen*, pois tem como base a melhoria contínua dos processos (CRUZ, 2003).

2.3.7 Gestão Visual

Gestão Visual é um sistema de planejamento e controle do ciclo produtivo, seu principal objetivo é tornar o posto de trabalho mais simples e intuitivo, reduzindo e evitando desperdícios. Todos os colegas vão entender o ciclo de trabalho, desde a ordem das tarefas até a ferramenta adequada para determinado serviço. Ele auxilia

na visualização dos desperdícios, de modo que acompanha o processo como um todo, de forma contínua, e próxima (CRUZ, 2003).

2.3.8 Total Quality Management (TQM)

O TQM, como o nome já sugere, cuida da qualidade dos processos, exigindo que os colaboradores estejam engajados na qualidade do produto. O TQM tem seu foco na satisfação do cliente, e no desenvolvimento do produto conforme as necessidades dele.

O TQM utiliza algumas ferramentas para auxiliar o seu processo de gestão da qualidade, são exemplos dessas ferramentas:

- a) Diagrama de causa-efeito (*Ishikawa*);
- b) *Benchmarking*;
- c) Análise de Pareto. (CRUZ, 2003).

2.3.9 Total Productive Maintenance (TPM)

O TPM tem como objetivo, eliminar desperdícios, reduzir os custos, garantir a qualidade dos itens e reduzir as paradas das máquinas. Ele pressupõe que a empresa adote a manutenção preventiva dos equipamentos, e para que seja executado com sucesso, é necessário o engajamento de todos os colaboradores. Sua função principal é tirar o máximo de rendimentos dos equipamentos, para alcançar esse passo a empresa deve traçar um roteiro que conste todos os dados da máquina, qual o tempo de funcionamento, quanto tempo ficou parada em reparos ou manutenções (CRUZ, 2003).

Ligados ao TPM a alguns indicadores de desempenho que são fundamentais para a gestão dos dados, os mais utilizados são o *Key Performance Indicator* (KPI) e o *Overall Equipment Effectiveness*, (OEE).

O KPI é um indicador chave de desempenho, ele possibilita a avaliação e o monitoramento do desempenho de processos das organizações, ou seja, eles mostram que a empresa precisa fazer para aumentar seu desempenho. Sua principal função é mostrar o resultado do que foi alcançando comparado com que a expectativa projetada para determinado projeto. Números indicam que coisas podem ser medidas,

e se forem medidas podem ser administradas, com isso podem ser gerenciadas e controladas pelos gestores, (Eckerson, 2006).

O *Overall Equipment Effectiveness*, é uma das ferramentas mais utilizadas no TPM, seu principal objetivo é fornecer dados referente a produtividade dos equipamentos. O OEE mede o desempenho das máquinas de forma tridimensional, qual o tempo que ele tem disponível para produzir, qual a eficiência durante o período de funcionamento e a qualidade do produto obtido durante o processo, (Nakajima, 1988).

2.3.10 *Waste Identification Diagram (WID)*

O WID tem como função controlar o fluxo de mercadorias dentro da unidade produtiva. Ele utiliza dois tipos de símbolos para representar o sistema produtivo, isto é, utiliza blocos e setas para apresentar os indicadores do sistema. Os blocos dão informação acerca do *Takt Time* (TT), Tempo de Ciclo (TC), Tempo de *Setup* e *WIP*. O *Takt Time* representa o tempo que o mercado pede uma unidade de produto à empresa. O Tempo de Ciclo corresponde ao tempo que demora a sair um produto da máquina. O Tempo de *Setup* por sua vez representa o tempo que demora a preparar a máquina para a produção de um produto diferente. As setas por sua vez dizem respeito ao esforço de transporte (CRUZ, 2003).

2.4 BARREIRAS NA IMPLEMENTAÇÃO

O sistema de produção enxuta é uma metodologia muito complexa, com isso ele tem várias barreiras para romper e poder ser aplicado de forma definitiva nas empresas, essas barreiras foram nomeadas como dificuldades em oito itens (VIZZOTTO; FREDO; CICONET; RIZZOTTO; TONDOLO; ZANANDREA, 2006).

- a) **Falta de recursos financeiros:** Por vezes as empresas deixam de incentivar a implementação do *Lean*, devido à falta de recursos. Os gestores preferem assegurar o valor, investir em outros projetos, sem analisar o processo como um todo, pesando apenas em curto prazo; (VIZZOTTO; FREDO; CICONET; RIZZOTTO; TONDOLO; ZANANDREA, 2006).
- b) **Dificuldades de adaptar conceitos e práticas:** Como a aplicabilidade do *Lean* não tem uma fórmula, e se tivesse não seria sinal de sucesso, cada

empresa precisa entender as suas necessidades, para traçar o melhor plano e ter o mínimo de erros possíveis; (VIZZOTTO; FREDO; CICONET; RIZZOTTO; TONDOLO; ZANANDREA, 2006).

c) **Resistencia das pessoas as mudanças:** Por muito se fala que o ser humano é resistente há mudanças, com o projeto *Lean* não seria diferente, os seres humanos são restritos a inovações, várias vezes não aceitamos as mudanças por estarmos presos a esse medo do novo, assim deixamos de desfrutar de vantagens que se quer conhecemos; (VIZZOTTO; FREDO; CICONET; RIZZOTTO; TONDOLO; ZANANDREA, 2006).

d) **Falta de Foco:** Todas as equipes envolvidas devem estar cientes do objetivo a ser alcançado, assim se torna mais fácil delas estarem com foco no projeto. Deve-se dar importância a todos os membros envolvidos, para que não haja relaxamento/desistência de nenhum colaborador; (VIZZOTTO; FREDO; CICONET; RIZZOTTO; TONDOLO; ZANANDREA, 2006).

e) **Dificuldades de quantificar ganhos financeiros:** Na maioria dos casos as empresas não estão organizadas, ou não tem uma boa administração, isso faz com que a projeção de ganhos do *Lean*, seja mascarada. Isso os remete a pensar se realmente o projeto é viável, porém os dados estão distorcidos e sem os reais valores de ganhos; (VIZZOTTO; FREDO; CICONET; RIZZOTTO; TONDOLO; ZANANDREA, 2006).

f) **Falta de recursos Humanos:** Uma das maiores dificuldades, pois ter todos os colaboradores em um nível base, para que compreendam a ferramenta e assimilem sua funcionalidade se torna muito difícil, dentro de uma célula de trabalho vamos ter vários níveis diferentes de profissionais, alguns com o conhecimento e outros que se quer ouvirem falar da ferramenta;

g) **Falta de comprometimento da alta direção:** A direção normalmente não dá credibilidade a pequenas mudanças, porém cirúrgicas no processo. Ela deve passar segurança a sua equipe dos resultados que serão obtidos, assim eles vão se engajar no novo sistema; (VIZZOTTO; FREDO; CICONET; RIZZOTTO; TONDOLO; ZANANDREA, 2006).

h) **Insucesso de iniciativas passadas:** Se o projeto não for bem sucedido na primeira tentativa, a equipe deve saber aprender com os erros, e desfrutar dos acertos, assim quando for aplica-lo novamente poderá traçar um plano para sair das armadilhas e terá uma chance maior de aplicar o projeto com

sucesso. Discutir sobre os erros em equipe e encontrar a melhor solução é a base para derrubar essa barreira; (VIZZOTTO; FREDO; CICONET; RIZZOTTO; TONDOLO; ZANANDREA, 2006).

Deve-se ter ciência de que a aplicabilidade do *Lean*, não pode ser feita de forma fracionada, ele deve ser aplicado em todo o processo, isso faz com que no início a empresa baixe sua produtividade, até que as equipes se adaptem a nova forma de trabalho (VIZZOTTO; FREDO; CICONET; RIZZOTTO; TONDOLO; ZANANDREA, 2006).

2.5 VANTAGENS

O *Lean Manufacturing* é um sistema utilizado para organizar e melhorar as linhas de produção das empresas, ele age direto no problema, aumentando a capacidade de assimilar as mudanças e diminuindo os desperdícios nas linhas de produção, se tornando um exemplo de gestão inovadora, já que trabalha com a melhoria contínua. Essas melhorias alternam conforme as necessidades das empresas e de seus clientes, porém temos como balizador alguns grupos, que normalmente se destacam nas organizações (SHINGO, 1996); (LAUGENI, 2009).

a) Trabalho mais eficiente: Se deve aos processos padronizados do *Lean*, demandando menos tempo e deixando o processo mais eficientes, pois toda a equipe sabe como proceder na rotina do dia a dia e também em situações que demandem alguma alteração. Com isso a equipe ganha autonomia para tomar decisões baseadas nos padrões da manufatura enxuta (SHINGO, 1996); (LAUGENI, 2009).

b) Gestão simplificada: Se as equipes estiverem padronizadas e alinhadas com a metodologia *Lean*, o trabalho da gestão vai se tornar mais simples, pois a equipe vai desempenhar suas tarefas sem a necessidade de estar solicitando autorizações a todo momento, deixando o fluxo de trabalho mais leve (SHINGO, 1996); (LAUGENI, 2009).

c) Integração da empresa: Toda a empresa fica integrada na melhoria dos processos, pois a filosofia *Lean*, não é pontual, ele precisa ser aplicado

no processo como um todo, dos diretores ao chão de fábrica, todos engajados na melhoria dos processos (SHINGO, 1996); (LAUGENI, 2009).

d) Gestão visual: Imagine conseguir olhar um setor da sua empresa em funcionamento e conseguir dizer, só com a observação, o que não está funcionando adequadamente. Isso não é sonho. Esse objetivo é outro dos benefícios do *Lean Manufacturing* chamado de gestão visual (SHINGO, 1996); (LAUGENI, 2009).

Com os processos adequadamente cadenciados, os gerentes de cada área e mesmo os funcionários poderão corrigir com facilidade as derrapadas nas funções e evitar problemas (SHINGO, 1996).

a) Mais segurança no trabalho: Nesse item podemos atribuir muita a ferramenta dos 5S, que deixa os ambientes limpos e organizados, tendo apenas os itens necessários para o desempenho de determinada função, assim evita-se acidentes e desfalques nas equipes (SHINGO, 1996); (LAUGENI, 2009).

b) Mais qualidade: Com o sistema *Lean Manufacturing*, as empresas podem atacar os problemas diretos no item causador, de forma rápida e pontual. Assim as organizações evitam falhas antes de prejudicar o fluxo das atividades, deixando seu padrão de qualidade elevado, com os clientes satisfeitos com o trabalho fornecido (SHINGO, 1996); (LAUGENI, 2009).

c) Equipe motivada: Quando a metodologia *Lean* começa a se consolidar, as equipes também começam a sentir as mudanças, pois as tarefas se tornarão mais fáceis e assertivas, recebendo as informações e itens necessários para a realização da atividade. Assim a equipe fica satisfeita com o resultado e cada vez mais engajada na ferramenta (SHINGO, 1996); (LAUGENI, 2009).

d) Eliminação de falhas: Falhas são praticamente extintas na metodologia *Lean*, como todos os processos são extremamente detalhados e aperfeiçoados, esse acaba se tornando um item extinto dentro das organizações. Se caso alguma falha aconteça, ela é rapidamente identificada e ajustada (SHINGO, 1996); (LAUGENI, 2009).

e) Fazer mais com menos pessoas: Com a organização dos processos, as equipes podem produzir mais com menos pessoas, isso se deve principalmente por conta da desburocratização, tendo uma redução de etapas e deixando os colaboradores com autoridade para tomar algumas decisões. Dessa forma pode-se reorganizar as equipes e eliminar as arestas dos processos, alocando-os em outras tarefas onde podem ser aproveitados de uma melhor forma (SHINGO, 1996); (LAUGENI, 2009).

2.6 INDÚSTRIA 4.0

O termo Indústria 4.0 foi utilizado pela primeira vez em 2011, na Feira de Hanover, Alemanha, para definir o que seria a Quarta Revolução Industrial. As primeiras revoluções alcançaram os seguintes resultados, mecanização, eletricidade e a tecnologia da informação, já a quarta revolução, pega todas as informações disponíveis e as combina com a indústria, formando um novo conceito de cadeia produtiva, sendo ele controlado, monitorado, coordenado e integrado por um núcleo computacional, mais conhecido como Sistemas *Ciber-Físicos* (*Cyber-Physical Systems - CPS*) (LIMA, 2019).

Para Yanai (2017), a indústria 4.0 é um termo que agrega tecnologia e valor as organizações. As novas organizações trabalharão com máquinas, produção e sistemas de armazenagem interligados e com intercâmbio de sistemas e informações, dessa forma todos podem acompanhar o processo em tempo real, e a troca de informações passa a ser automática. O aspecto principal da fábrica inteligente passa a ser a conexão em tempo real de equipamentos, dispositivos e pessoas. Equipamentos conectados à *internet*, resultam em convergência do mundo físico e do mundo virtual, esse processo passa a ser conhecido como CPS - *Cyber-Physical Systems*.

2.6.1 Evolução histórica

O conceito Indústria 4.0 surgiu para caracterizar uma nova revolução Industrial, que sucedeu as três revoluções anteriores. A primeira revolução, ocorreu no final do século XVIII e se caracterizou pela mecanização da cadeia produtiva, alavancada pelo surgimento da máquina a vapor. A segunda revolução industrial,

ocorreu no início do século XX, com o desenvolvimento dos Sistemas *Taylorista* e *Fordista* de produção, tendo como base a produção em massa e a divisão de trabalho, sendo impulsionados pelo surgimento da energia elétrica. (LIMA, 2019).

A terceira revolução Industrial, teve seu início em 1970, e teve como ferramentas principais, a eletrônica, a tecnologia da informação e uma grande cadeia de processos automatizados. A quarta revolução industrial, ou a indústria 4.0, começou a se moldar em 2011 na Alemanha, quando representantes dos setores, acadêmico, políticos e produtivos, criaram princípios para fortalecer e deixar mais competitiva a indústria. (LIMA, 2019).

Ainda em 2011 a Alemanha informou que o desenvolvimento dos princípios da indústria 4.0 projetados para 2020, seriam norteados pelo projeto “*High-Tech Strategy by 2020 for Germany*”, buscando ser líder na área de inovações tecnológicas nesse período. (LIMA, 2019).

2.6.2 Ferramentas

Na Indústria 4.0, contamos com nove pilares das tecnologias que são fundamentais para o andamento do processo produtivo, vamos ver uma breve explicação abaixo:

2.6.3 Segurança da informação

A Segurança da Informação ou *Ciber* segurança vem para auxiliar as empresas para terem mais segurança na transmissão de dados aos seus parceiros, e proteger de qualquer ataque cibernético, já que cada quadradinho da empresa está conectado com o mundo (LIMA, 2019).

A segurança de dados e informações são pontos críticos para o funcionamento da organização, já que esses dados podem parar na mão de concorrentes que estão prontos para roubarem nosso pedaço do mercado. A segurança da informação faz com que as comunicações sejam mais seguras e confiáveis (LIMA, 2019).

2.6.4 Realidade aumentada

A realidade aumentada é uma técnica que promove a interação entre pessoas e computadores, ela combina a visão real com a virtual, fornece informações em tempo real, auxiliando na tomada de decisões e nos procedimentos do trabalho (LIMA, 2019).

2.6.5 Big data

Big Data é o conjunto de tecnologias e métodos que se referem a aquisição, armazenamento e processamento de dados, que são tratados por tipologia ou frequência. Esses dados são transformados em informações, para que a empresa as utilize de forma estratégica e tirando vantagens dos concorrentes no mercado (LIMA, 2019).

2.6.6 Robôs autônomos

Robôs Autônomos, se refere a parte de automação dos processos, ao longo do tempo os robôs evoluíram muito, e hoje se pode ver homem e máquina trabalhando em conjunto, com um grau de segurança muito alto. Com a utilização de robôs é possível efetuar tarefas muito mais complexas do que as realizadas por simples máquinas operadas por humanos, as empresas ganham em velocidade e qualidade (LIMA, 2019).

2.6.7 Simulações

As Simulações permitem que se passe dados do mundo real para o mundo virtual, pode incluir máquinas, seres humanos e produtos. Com essa técnica podemos por exemplo desenvolver um projeto e logo após apresentá-lo ao cliente, ele vai ter todo o desenho de como vai ficar seu produto, ele vai ter muito mais confiabilidade na empresa, pois já estamos apresentando o item pronto e detalhado, dessa forma a empresa ganha tempo e recursos, já que o projeto se torna assertivo (LIMA, 2019).

2.6.8 Manufatura aditiva

Manufatura Aditiva é utilizada para a criação de protótipos, pequenas peças ou ferramentas. Uma das principais técnicas da Manufatura Aditiva é a impressão 3D, que através de um *software* tridimensional permite efetuar a impressão de qualquer peça em alta precisão. Assim em pouco tempo você pode projetar o item e logo ter em mãos, para avaliar se tudo está de acordo com o proposto (LIMA, 2019).

2.6.9 Sistemas integrados

Os Sistemas Integrados permitem integração e comunicação total dentro da empresa com outras organizações. A Indústria 4.0 vai fazer as cadeias de produção, fornecimento e distribuição trabalharem conectadas, vamos ganhar muito em agilidade, e reduzir falhas que normalmente acontecem por algum descuido de algum colaborador, já que de certa forma vamos ter mais pessoas monitorando o processo (LIMA, 2019).

2.6.10 Computação em nuvem

A computação em Nuvem está dividida em serviços de *software* e *hardware* predefinidos ou parametrizados, salvos/colocados na rede, podendo ser acessados em qualquer momento por mais de uma pessoa ao mesmo tempo, basta que o usuário possua um dispositivo que esteja conectado com a web. Assim nossas máquinas ficam mais rápidas, pois ao invés de armazenarmos milhões de informações em seu HD, estamos armazenando em nuvem, apenas vamos precisar de uma *internet* mais potente para agilizar os acessos (LIMA, 2019).

2.6.11 Internet das coisas

Internet das Coisas, também conhecida como M2M, máquina para máquina, trata-se de um sistema de tecnologia da informação que está interligado a subsistemas, processos e objetos internos e externos, rede de clientes e fornecedores, fazendo com que eles se comuniquem em tempo real, e com

assertividade total. Essa conexão virtual permite que se adquira, armazene e transmita dados entre máquinas e seres humanos (LIMA, 2019).

2.6.12 Inteligência Artificial

Inteligência Artificial se resume por ser uma ciência e tecnologia de construção de máquinas inteligentes, relacionando-se com o uso de computadores para explorar e entender a mente humana, não se contentando apenas com dados biologicamente observáveis (McCARTHY, 2002).

Já para Arariboia (1988), a Inteligência Artificial busca imitar o ser humano por meio de mecanismos tecnológicos que foram baseados e copiados das funções naturais dos indivíduos. Aplicando esses conceitos nas indústrias, as máquinas providas de inteligências, vão executar suas atividades conforme os seres humanos as pensam, porém com a “liberdade” de identificar e efetuar o melhor roteiro possível para a execução da tarefa.

2.6.13 Barreiras na implementação

As empresas estão cercadas de inovações que lhes facilitam a execuções das tarefas, assim podemos resumir a funcionalidade da Industria 4.0. A globalização permite que as empresas tenham acesso as tecnologias , mas não lhe garante a aplicabilidade, pois antes de chegar ao ponto de aplicar, precisamos passar por algumas barreiras (SILVA, 2018); (SILVA, 2017).

a) Investimento: A primeira barreira a ser vista, é a do investimento, pois quando falamos em fábricas inteligentes, nos remete a robôs efetuando tarefas, porem a aquisição dessas máquinas tendem a ter valores elevados, tornando esse investimento em muitas vezes alto demais para a empresa (SILVA, 2018); (SILVA, 2017).

b) Conhecimento: Esse item não trata apenas do conhecimento individual, mas sim em fazer uma ligação dele com a organização. A gestão desses conhecimentos deve ser processada em etapas, traçar os objetivos estratégicos da organização, identificar as práticas organizacionais e desenvolver, capturar e disseminar o conhecimento útil. Essa cadeia passa a ser a mais complicada no processo de conhecimentos, pois as etapas

precisam estar ligadas, e os conhecimentos dominados (SILVA, 2018); (SILVA, 2017).

c) Segurança da informação: Outra dificuldade que se enfrenta é sobre a segurança das informações, podendo ser elas de dados pessoais, que diz respeito aos funcionários e dados comerciais, que se referem a empresa. Além de ter *software* de segurança para barrar a entrada de vírus e *hackers*, e bloquear ataques cibernéticos, você precisa confiar em seus colaboradores, e lhe passar as devidas instruções para que informações da empresa não sejam enviados para quem não deve ter acesso (SILVA, 2018); (SILVA, 2017).

d) Inexperiência no processo da transição: Toda e qualquer projeto de inovação já é complexo para ser absorvido pelas empresas, porém a indústria 4.0 vai um pouco além do que apenas complexidade, pois se trata de um sistema com poucas informações no mercado, que é trabalhado de forma única, ou seja você não encontra uma fórmula para aplicá-lo na sua organização, e as alterações são drásticas em todos os processos. Esses elementos combinados deixam um tom de incerteza, o que faz com que se torne uma barreira (SILVA, 2018); (SILVA, 2017).

2.6.14 Vantagens

Qualquer transformação gera vantagens no ambiente que ela for inserida. Com o aumento da competitividade nas indústrias as empresas visam investir em tecnologias que possam produzir mais em menos tempo, e com menores custos. Porém na Indústria 4.0 existem outras vantagens que ligadas ao fator acima proporcionam resultados positivos em qualquer empresa (SILVA, 2018); (MARTINS; ALMEIDA 2018).

a) Aumento da produtividade: Com investimentos realizados em tecnologias, as empresas passam a ter mais processos automatizados, tendo mais agilidade e precisão na execução das tarefas. Com isso os recursos humanos podem ser alocados em atividades estratégicas da empresa, onde os resultados sejam mais condizentes com os objetivos do negócio (SILVA, 2018); (MARTINS; ALMEIDA 2018).

b) Ganho em eficiência: Esse item se remete aos recursos que são utilizados de forma mais assertiva dentro do processo, isso faz com que se

ganhe agilidade e se reduza erros na execução das tarefas, sendo alcançado através da automatização dos processos (SILVA, 2018); (MARTINS; ALMEIDA 2018).

c) Redução dos custos de produção: A grande quantidade de máquinas efetuando processos, deixa o custo da produção menor, pois elas trabalham com mais agilidade e assertividade. Elas ainda podem ter manutenções programadas para evitar estragos que possam deixá-las paradas, causando ociosidade e custos extras na linha de produção, esses fatores combinados, revertem em economia para a empresa (SILVA, 2018); (MARTINS; ALMEIDA 2018).

d) Operações integradas: As fábricas inteligentes são facilmente monitoradas, sendo que é possível efetuar o monitoramento de máquinas e equipamentos em tempo real, assim os dados estão sempre disponíveis e atualizados para que a gestão possa tomar as melhores decisões. O monitoramento dos equipamentos pode ser feito de modo remoto, assim o técnico não precisa se deslocar de um lugar a outro que ocasionaria um desperdício de tempo (SILVA, 2018); (MARTINS; ALMEIDA 2018).

e) Customização de produtos: Os clientes podem enviar as especificações do produto, ou seja, enviar qual a sua necessidade a ser sanada com a compra daquele item, assim a empresa irá produzir um item específico para cada cliente. Desta forma as fábricas podem produzir desde de pequenos lotes até produção em massa de itens (MARTINS; ALMEIDA, 2018; SILVA, 2018).

As vantagens observadas na indústria 4.0 se assemelham em partes com o que se observou com a implantação e desenvolvimento do Sistema Toyota de Produção, sendo esse último, focado na automação e autonomia industrial a partir da adaptação de equipamentos desprovidos de “inteligência”. O que se observa na indústria 4.0 é a apropriação da filosofia da automação e autonomia presentes no Sistema Toyota de Produção acrescida da “inteligência” das máquinas permitindo um novo salto em termos de produtividade e flexibilidade (MARTINS; ALMEIDA, 2018; SILVA, 2018; STALK, 1988).

2.7 INDÚSTRIA 4.0 E O PROFISSIONAL

A indústria 4.0 veio para revolucionar as empresas, robôs, dados em tempo real, conectividade, produção acelerada e sem defeitos, tudo isso está correto, porém em alguns momentos esquecemos que ainda demandamos de pessoas para efetuar tarefas e programar os *softwares* para que eles desempenhem essas funções. Para que as empresas do futuro funcionem em perfeita sincronia, precisamos que os profissionais sejam capacitados para desempenhar suas novas funções (POCAI, 2019).

É preciso desenvolver algumas competências gerenciais, onde contemplem os conhecimentos e habilidades desenvolvidos ao longo do tempo, com as novas necessidades da Indústria 4.0, assim teremos uma boa ligação homem e máquina. Essas competências precisam ser trabalhadas para que o colaborador possa tomar decisões em suas tarefas, sem que haja interrupção do processo produtivo (POCAI, 2019).

Decorrente dessas mudanças tecnológicas, os profissionais vão precisar compreender e se adaptarem a essas novas exigências, pois o mercado vai buscar profissionais ágeis e dinâmicos, que compreendem o funcionamento da Indústria 4.0, e que estão dispostos a contribuir com a empresa nesse novo propósito, quem não se encaixar nesses novos quesitos certamente estará fora desse mercado (BUDIN; LOPES, 2019).

Com toda essa tecnologia disponível nas indústrias, as tarefas repetitivas e de esforço físico ficarão por conta das máquinas, tendo uma produção mais acelerada e com mais qualidade. Porém abre-se novas profissões, essas vão demandar mais conhecimento dos profissionais, eles precisam conhecer as máquinas, ter habilidades de gestão e de ciência, para que possam trabalhar com os dados gerados, e assim poder entender e passar para suas equipes as informações extraídas (BUDIN; LOPES, 2019).

2.8 LEAN X INDÚSTRIA 4.0

Conforme as informações citadas anteriormente o *Lean Manufacturing*, é um sistema que busca organizar a produção, e reduzir os desperdícios. Ele concretiza esses ganhos através de várias ferramentas que visam sempre a melhora do processo

e o melhor aproveitamento do tempo. As ferramentas geram pequenos ganhos, porém se aplicado corretamente, as evoluções são frequentes, ou seja, a empresa está sempre buscando melhoria de processos (SOUZA, 2016).

A Indústria 4.0 tem como base as organizações automatizadas, sendo que um sistema computacional seria o responsável pela organização dos processos produtivos. Esse núcleo além de organizar, seria responsável por monitorar, coordenar e integrar as informações entre as diversas áreas da empresa. Todos esses dados seriam armazenados pelo sistema e geridas pelos administradores, com acesso em tempo real a qualquer informação relacionada a empresa (LIMA, 2019).

Analisando os assuntos percebe-se que eles se tornam semelhantes em alguns pontos, quando fala-se em melhoria contínua no que diz respeito ao *Lean*, isso também engloba a Indústria 4.0, pois em determinado período as empresas serão forçadas a se atualizar, isso implica em adquirir máquinas modernas. Porém apenas adquirir algumas máquinas, não significa que você está transformando sua organização em uma Indústria 4.0.

De forma contrária, se você possui uma empresa que se caracteriza como Indústria 4.0, e sente necessidade de corrigir alguns acontecimentos dentro da organização, certamente você vai recorrer a alguma das ferramentas do *Lean Manufacturing*.

Tendo em vista a alta competitividade do mercado atual, os altos custos envolvendo projetos, e a velocidade de resposta dos seus concorrentes em relação a informações e criação de novos produtos, as organizações ficam obrigadas a excluir os erros em seus processos. Para alcançar esse nível de trabalho, elas demandam de ferramentas de controle e execução, e sistemas integrados que geram informações em tempo real, essas podem ser financeiras ou de projetos, assim os gestores podem tomar a melhor decisão com mais assertividade.

Dessa forma observa-se que a indústria 4.0 é uma evolução do sistema *Lean*, dotando-o de “inteligência”, o que antes não era possível por questão de limitações tecnológicas. O que se observa na indústria 4.0 é a apropriação da filosofia da automação e autonomia presentes no *Sistema Toyota de Produção* acrescida da “inteligência”

3 METODOLOGIA

Esta pesquisa possui natureza qualitativa de nível exploratório e se utiliza de procedimentos bibliográficos. A estratégia aplicada a este trabalho é de estudo casos múltiplos, com coleta de dados por meio de entrevista semi estruturada e a análise dos dados se dá por análise de conteúdo.

3.1 NATUREZA: QUALITATIVA

A natureza qualitativa tem como característica conhecer e aprofundar as situações, mantendo uma reflexão continua observando os detalhes de sucessos, dos eventos e das intervenções. Esse estudo também é chamado de estudo de campo, pois visa explorar e descrever os ambientes e as diferentes atividades exercidas, entendendo os processos e as circunstâncias, apontando os problemas e deixando hipóteses para estudos futuros, (LAKATOS; MARCONI, 2011).

3.2 PESQUISA EXPLORATÓRIA

A Pesquisa Exploratória tem como principal finalidade desenvolver, esclarecer e modificar ideias e conceitos, fazendo assim com que os problemas sejam mais específicos e as hipóteses mais questionáveis para estudos futuros. Ela lhe dá uma visão geral do assunto, de forma aproximativa, referente a determinado fato, fazendo com que o produto final de determinado processo, passe a ser um problema mais esclarecido, podendo ser efetuado uma investigação com procedimentos mais sistematizados, (GIL, 2008).

3.3 PROCEDIMENTOS BIBLIOGRÁFICOS

Os procedimentos Bibliográficos referem-se à uma pesquisa efetuada a partir de material já elaborado, norteado basicamente por livros e artigos científicos, sua principal característica é permitir ao pesquisador abranger uma gama de fenômenos mais ampla do que pesquisar diretamente.

Assim compreende-se que ela é efetuada a partir de registros existentes, frutos de outras pesquisas, sendo via documentos impressos ou não, trabalhando com dados reconhecidos por outros pesquisadores, (GIL 2008).

3.4 ESTUDO DE CASO

O estudo de caso tem como principal objetivo o estudo aprofundado e exaustivo de um ou de vários objetos, deixando o pesquisador com um conhecimento amplo e detalhado sobre o assunto, (GIL, 2008).

De acordo com Yin (2015), é um estudo que investiga fenômenos atuais, dentro da realidade, busca definir as fronteiras entre o fenômeno e a realidade, e se utiliza de várias fontes de evidência. Essa pesquisa se dá por Estudo de Casos Múltiplos, por se trabalhar com várias unidades de negócio sendo elas, Grupo Marel, Grupo WEG, SeW, Marcopolo, AGCO, Jhon Deere, Grupo Fiat.

3.5 COLETA DE DADOS E ANÁLISE DE CONTEÚDO

A coleta de dados acontece através da pesquisa semi estruturada, deixando o entrevistado a vontade para responder sobre o tema. Ela delimita o volume de informações, obtendo maior direcionamento para o tema, facilitando o alcance dos objetivos propostos, (MORAES, 1999).

A análise de conteúdo se trata de uma metodologia que ajuda a interpretar os dados alcançados com as pesquisas qualitativas e quantitativas, fazendo com que se tenha uma compreensão sobre o assunto que vai além do nível da leitura. Ela faz parte de uma metodologia de pesquisa de busca teórica e prática, contribuindo com investigações sociais e trazendo uma abordagem metodológica com características e possibilidades próprias, (MORAES, 1999).

3.6 PARTICIPANTES DO ESTUDO

Esta pesquisa conta com oito respondentes, sendo o respondente A, Gerente de Pesquisa e Desenvolvimento, Engenharia de Inovação e Mecatrônica, do Grupo Marel na base de Guaporé (Sulmaq) qual atua por dezessete anos; o respondente B, Diretor Industrial do Grupo Marel na base de Guaporé, onde atua por vinte anos; o Respondente C, Gerente de Produção da Marcopolo, onde atua por oito anos e seis

meses; o respondente, que por treze anos atua na área comercial da SEW Eurodrive; o respondente E Gerente de Vendas atuando a doze anos na WDC-Drives & Controls (Grupo WEG); o respondente F que atua no Grupo Marel na base de Guaporé (Sulmaq) onde atua por vinte e três anos como Gerente de produção; O respondente G, Gerente de produção da Jhon Deere a quatorze ano; O respondente H, atua a dezesseis anos na empresa AGCO do Brasil, como Gerente de Produção.

3.7 CRONOGRAMA

O cronograma é apresentado por uma tabela que deve conter as atividades principais, onde dimensionamos o tempo necessário para a realização das atividades decorrentes do planejamento de pesquisa, (SILVEIRA, 2010).

Quadro 1 - Cronograma

CRONOGRAMA									
Fases do TCC	mar/20	abr/20	mai/20	jun/20	ago/20	set/20	out/20	nov/20	dez/20
Introdução				x					
Tema e Problema de Pesquisa	x			x					
Objetivos	x			x					
Referencial teórico	x	X	x						
Metodologia e tipo de pesquisa				x					
Cronograma				x					
Aplicação da pesquisa				x	x	x			
Identificação dos resultados					x	x	x		
Escolha do título						x			
Considerações Finais								x	
Apresentação								x	x

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

4.0 QUESTIONÁRIO E RESULTADOS

A) Referente a Indústria 4.0, você entende que se trata de uma extensão do *Lean Manufacturing* ou entende que se trata de um sistema novo?

B) Tendo como base os sistemas *Lean Manufacturing* e Indústria 4.0, quais as vantagens observadas e quais as principais barreiras para implementar esse sistema?

C) Como você analisa o preparo da sua empresa para o uso das técnicas previstas na Indústria 4.0, no que diz respeito a investimento e produtividade? Se essa transição já ocorreu cite prós e contras diagnosticados no processo?

D) Quando falamos em indústria 4.0 nos direcionamos para organizações inteligentes, onde robôs efetuam tarefas que eram executadas por humanos. Como você analisa os robôs e a inteligência artificial dentro de sua organização?

E) No que diz respeito a Indústria 4.0, qual fator você julga mais complexo para entrar nesse sistema de produção, o alto investimento em máquinas e ferramentas ou a falta de profissionais qualificados, por quê?

F) Analisando o atual mercado, você acredita que uma Indústria 4.0 tem vantagens comerciais sobre uma empresa atuando no sistema *Lean Manufacturing*? Cite alguns pontos em que possa verificar essas vantagens?

G) A Indústria 4.0 possui algumas barreiras para sua implementação nas organizações, podemos descrevê-las como Alto custo para Investimento, Falta de conhecimento, segurança da informação e Inexperiência no processo de transição. Qual das citadas você considera mais importante para as organizações no processo de migração, por quê?

Quadro 2 - Respostas pergunta A

(Continua)

Pergunta A: Referente a Indústria 4.0, você entende que se trata de uma extensão do <i>Lean Manufacturing</i> ou entende que se trata de um novo sistema?
Respondente A: Entendo que pode ser um complemento muito importante ao <i>Lean Manufacturing</i> . A Indústria 4.0 poderá ser suporte importante para tomada de decisões e otimizações em processos. Deverá melhorar os processos, tornando mais <i>Lean</i> do que já são atualmente, reduzindo funções que não agregam valor, tornando os monitoramentos e planejamento mais precisos, com maior quantidade e qualidade de dados.
Respondente B: São sistemas perfeitamente complementares, porém de uma certa forma desvinculados. Não me parece correto colocar dentro do “guarda-chuva” do sistema <i>Lean Manufacturing</i> toda e qualquer tecnologia que traga benefícios de processo.
Respondente C: Não é uma extensão e sim uma melhoria contínua dos processos, o qual o <i>Lean</i> prega na sua essência pela ênfase de “mais com menos” e neste momento que há a introdução da tecnologia como forma de melhorar a gestão das informações e processos.
Respondente D: Eu entendo como um novo sistema, o <i>Lean Manufacturing</i> como temos hoje é a última etapa da 3.0, e no meu entendimento trabalha com o aperfeiçoamento de sistemas que levam a redução de custos e tempo de produção. A Indústria 4.0 é o próximo passo, ela se inicia com a ampla automação, a <i>internet</i> das coisas e os sistemas descentralizados, mas ela irá muito além nas próximas décadas, de forma a provavelmente tirar completamente o ser humano dos processos produtivos, quando atingir seu ápice. Obviamente aonde isto for financeiramente viável.
Respondente E: Entendemos que a indústria 4.0 é uma continuação do <i>Lean Manufacturing</i> , a indústria 4.0 produz os ganhos que o <i>Lean</i> propicia, porém com uso de tecnologia e conectividade. A Implantação da indústria 4.0 deve ser uma continuação do <i>Lean</i> , uma empresa sem <i>Lean</i> terá poucos ganhos quando implantado em todos os processos as tecnologias 4.0.
Respondente F: Eu entendo que a Indústria 4.0 é uma extensão do <i>Lean Manufacturing</i> . O <i>Lean</i> é um conceito de gestão que busca simplesmente fazer mais com menos, ou seja, reduzir o desperdício com base nos princípios de valor, fluxo

de valor, fluxo contínuo, produção puxada e a busca pela perfeição, nesse contexto a indústria 4.0 vem como complemento agregando tecnologia em um conceito já existente e difundido mundialmente.

Respondente G: Entendo que se trata de um sistema novo, que busca unir as novas tecnologias trazidas pela Transformação Digital e as técnicas já consolidadas do *Lean Manufacturing*.

Respondente H: Entendo que a indústria 4.0 está intimamente correlacionada com o *Lean Manufacturing*, porém a indústria 4.0 é relacionada a relação entre homem e máquina, buscando transformar a maneira como máquinas se comunicam e utilizam as informações para otimizar o processo de produção, desta forma contribuindo de forma significativa para a eficiência do sistema *Lean*.

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Os respondentes A, B, C, E, F, H relataram que a Indústria 4.0 é uma extensão do sistema *Lean* de produção, e foram de acordo com a ideia dos autores Buer e Strandhagen e Chan (2018), por sua vez o respondente D, informou que Indústria 4.0 é um assunto totalmente novo, e que não tem ligações que o Sistema *Lean Manufacturing*. Já o Respondente G, entende que se trata de uma modalidade nova de trabalhando, porém tendo as bases do *Lean*.

Quadro 3 - Respostas pergunta B

(Continua)

Pergunta B: Tendo como base os sistemas *Lean Manufacturing* e Indústria 4.0, quais as vantagens observadas e quais as principais barreiras para implementar esse sistema?

Respondente A: Principais Vantagens: Compreensão mais clara dos processos;
Monitoramentos mais confiáveis;
Dados de produção que permitem um planejamento mais preciso;
Gerenciamento acurado de perdas e danos;
Monitoramento dos equipamentos e máquinas (OEE: KPI de eficiência geral do equipamento mais confiável).
Níveis de automação e controle conectados: chão de fábrica (Processo) e Controle Planejamento de produção.
Principais Barreiras: Maior nível de Automação;
Transformação de processos especiais em processos padrões;

<p>Capacitação de profissionais;</p> <p>Investimento em: equipamentos modernos, sensores de processo, hardwares, <i>softwares</i> como MES (<i>Manufacturing Execution System</i>) etc.</p>
<p>Respondente B: A Indústria 4.0 sem dúvidas traz uma enormidade de benefícios, porém a maior barreira é a falta de maturidade de certas tecnologias da indústria 4.0, o que torna difícil ou mesmo impossível sua implantação em muitos tipos de indústria.</p>
<p>Respondente C: Vantagens: Velocidade na tomada de decisões</p> <p>Barreiras: Entendimento dos princípios básicos da manufatura enxuta e qual tecnologia da indústria 4.0 deve ser utilizada.</p>
<p>Respondente D: O 4.0 trabalha com um nível superior de informação, com sistema que se intercomunicam e se realimentam constantemente. A <i>internet</i> das coisas não é outra coisa senão o meio de comunicação entre as partes que compõe o sistema produtivo, e aliado a Inteligência Artificial vai transformar a indústria com muita velocidade, estoques enxutos, previsões milimétricas e qualidade absoluta. O grande empecilho é o custo, a avaliação a ser feita é se eu investir para produzir neste nível eu terei para quem vender? Qual é o <i>Payback</i>? Em muitos países onde a mão de obra é barata ou em processos de produtos que não tem uma demanda que justifique, vamos levar muito mais tempo para chegar ao 4.0. A Indústria 4.0 como qualquer outra coisa só vale a pena onde dá lucro e se paga rapidamente.</p>
<p>Respondente E: As vantagens são os ganhos de produtividade, qualidade e eficiência operacional. O processo quando interconectado evita erros, aumenta produtividade e a robustez. Além de garantir a rastreabilidade e customização de produtos com maior facilidade.</p> <p>As principais barreiras são os custos de tecnologia e falta de capacitação da equipe técnica ainda.</p>
<p>Respondente F: Quando falamos nos dois sistemas podemos observar inúmeras vantagens que são característica de cada um, mas podemos basicamente resumir em eficiência operacional. Quando observamos as barreiras, entendo que existem muitas particularidades que são mais ou menos acentuadas em cada organização, mas as principais, são as barreiras relacionadas as pessoas, (questões culturais que envolve mudança e disciplina), e a dificuldade financeira diante da necessidade de altos investimentos e mudança de conceitos de produção.</p>

Respondente G: Como vantagens, temos a eliminação dos desperdícios, que resulta em uma manufatura mais eficiente. Com a Indústria 4.0, vejo a capacidade de tornar dados antes isolados, em informações úteis e em tempo real para tomada de decisão.

Dentre as principais barreiras ao *Lean*, vejo a falta do entendimento da “mentalidade enxuta” principalmente por parte da liderança. Quanto a Indústria 4.0, considero que a maior barreira é com relação aos custos da digitalização e automatização. Muito desse custo alto é porque grandes empresas tendem a confiar apenas em soluções altamente tecnológicas e desenvolvidas por empresas já consolidadas no mercado, enquanto que alternativas mais baratas poderiam ser buscadas com a inclusão de *start-ups*.

Respondente H: Entendo como principais vantagens a melhora significativa relacionada a conectividade, inteligência artificial e processo interativo trazendo uma utilização mais ampla da tecnologia.

Com relação as principais barreiras considero que a quebra de paradigmas para a implementação de um sistema de elevada tecnologia e inovação, bem como os custos decorrentes do desenvolvimento necessário.

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Os respondentes apontaram como maior vantagem da Indústria 4.0 a eficiência operacional, assim como os autores Silva (2018) e Martins e Almeida (2018), eles entendem que todos os setores da empresa são beneficiados, desde a parte administrativa com informações precisas e em tempo real, até o setor produtivo, com o aumento de produtividade. Já as barreiras conforme Silva (2018) e Silva (2017), se concentram na falta de recursos financeiros e humanos, sendo que é um setor onde demanda altos investimentos, e buscar profissionais capacitados para atuar nessas organizações não é fácil, e capacitá-los demanda altos investimentos e longo tempo.

Quadro 4 - Respostas pergunta C

(Continua)

Pergunta C: Como você analisa o preparo da sua empresa para o uso das técnicas previstas na Indústria 4.0, no que diz respeito a investimento e produtividade? Se essa transição já ocorreu cite prós e contras diagnosticados no processo?

Respondente A: Em nossa empresa está transição ainda não ocorreu. Acredito que ainda trabalhamos com um produto ETO (*Engineering to Order*) o que exige muitos processos especiais e de pouquíssima repetitividade. Ainda não temos uma grande quantidade de produtos padrões em nosso portfólio, acredito que possa ser usado apenas em parte dos processos e produtos, o que é são possíveis de serem repetitivos, e de receber certa automação e controle. Talvez o corte laser. Com certeza um estudo mais aprofundado poderá trazer os ganhos de se investir em novas técnicas de produção.

Respondente B: A Indústria 4.0 não parece trazer benefícios para o nosso tipo de indústria, até o momento. Importante observar que nosso sistema de produção é de baixo volume, alta variabilidade e orientado por projetos.

Respondente C: Pelos procedimentos internos não me é permitido responder a esta questão em razão da informação da Empresa citada acima.

Respondente D: Nós vendemos Industria 4.0, e já implementamos o conceito em nossas próprias plantas em variados estágios de acordo com a realidade local, bem como em clientes nos mercados de alta produção como máquinas para bebidas e automotivo e os resultados são excelentes. Quando o processo é bem estruturado e compreendido da maneira correta o resultado é sempre positivo.

Respondente E: Nossa empresa está muito avançada na filosofia para uso das novas tecnologias de indústria 4.0. A fase inicial já passou e evoluímos ao nível de aplicar e até criar produtos relacionados.

Empresa tem se desenvolvido com rapidez, procurando ganhos na utilização de tecnologias.

Falta uma grande propagação dos conceitos em todos os setores, essa propagação ainda será um pouco mais lenta que primeira fase, pois soluções desconhecidas e competem com investimentos de capacitação fabril. A estratégia é a aquisição de novos equipamentos já contemplarem solução de indústria 4.0 que gerem e amplifiquem ganhos de produtividade e qualidade.

Respondente F: Nossos processos e nossos controles de produção são ainda muito manuais. Atualmente, estamos nos direcionando para melhorar o nosso fluxo de produção e coleta de informações. Estamos atuando para substituir máquinas convencionais por máquinas CNC, mas nossa solda, por exemplo, ainda é 100%

manual, nosso primeiro robô ainda está em estudos e com difícil viabilidade de aquisição devido ao nosso tipo de produto.

Respondente G: A John Deere tem buscado adotar práticas, mas ainda tem dedicado de forma tímida para isso, principalmente por não ter recursos (pessoas) com maior dedicação ao tema. Isso tem mudado recentemente, com uma iniciativa global que tende a dar mais foco no que está sendo chamado de “*Smart Connected Factory*”.

Respondente H: Atualmente o sistema APS (*AGCO Production System*) já utiliza conceitos da indústria 4.0, com a aplicação dos conceitos e melhorias com relação a conectividade e interatividade entre processos produtivos, trazendo melhoria significativa para o processo produtivo da empresa. Não tive oportunidade de diagnosticar contras.

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Conforme verificado os respondentes A, B e F, informaram que sua empresa ainda não está buscando a migração para a Indústria 4.0, pois seus processos são muito manuais, onde se trabalha muito com projetos, e sem linhas de produção repetitivas. Dessa forma conforme citado por Silva (2018) e Silva (2017), se torna inviável a migração para esse sistema de trabalho.

Já os respondentes D, E, G e H, já estão em processos de implantação, porém ainda falta aplicar os conceitos em alguns setores. Tendo como ponto principal o retorno do respondente H, que salienta que em seu processo de migração, ainda não pode verificar contras. Conforme citado por Silva (2018) e Martins e Almeida (2018), aplicando esse conceito a empresa terá ganhos que não podem ser vistos em outros sistemas, assim como os respondentes informaram. O respondente C não pode informar sua experiência sobre o assunto devido a política da empresa.

Quadro 5 - Respostas pergunta D

(Continua)

Pergunta D: Quando falamos em indústria 4.0 nos direcionamos para organizações inteligentes, onde robôs efetuam tarefas que eram executadas por humanos. Como você analisa os robôs e a inteligência artificial dentro de sua organização?

Respondente A: Como ainda temos pouquíssimos processos que possuem certo nível de repetitividade, acredito que ainda não teremos um bom *payback* para grandes investimentos. E sim, dependemos muito de estudos e investimentos. Por

exemplo, no processo comentado acima, o corte laser, poderia ter uma alimentação e descarga de chapas automatizada, um planejamento mais conduzido por lógica e automatização de todo o processo. Podendo ter monitoramentos do processo (sensores) para nos trazer indicadores confiáveis para tomada de decisões, assim usar a inteligência lógica para nos favorecer no processo.

Respondente B: O uso de robôs já é uma realidade comum em nossos clientes, onde a produção é mais seriada. A disponibilidade de sistemas de visão e *softwares* de maior capacidade de processamento já permite que os robôs se adaptem as variações de processo existentes, com ótimos resultados. Porém a inteligência artificial ainda parece algo distante para a nossa realidade.

Respondente C: Pelos procedimentos internos não me é permitido responder a esta questão em razão da informação da Empresa citada acima.

Respondente D: Ambos são realidade a algum tempo e não só dentro da indústria, mas no dia a dia. A Inteligência Artificial está cada vez mais próxima, qualquer um que tem um *smartphone* é bombardeado com propagandas específicas para seu gosto que foram calculadas por um algoritmo. E quanto aos robôs é o caminho lógico, não se cansam, não adoecem, não reclamam, não erram. A única vantagem do ser humano nas tarefas produtivas é ser barato e facilmente substituível. Dentro da minha organização a automação cresce rapidamente.

Respondente E: A utilização de robôs em atividades de repetição e com necessidade de maior disponibilidade para produção, está sendo amplamente utilizado. A relação dos mesmos com inteligência artificial ainda está precisando de adaptações para que robô se torne mais autônomo e mantenha velocidade de movimentação sem erros.

Respondente F: Pelo nosso tipo de produção vejo esse cenário como inviável a médio e curto prazo.

Respondente G: Vejo que são uma tendência que veio para ficar. Entendo que não se tratam somente dos robôs que conhecemos hoje, mas também processos automatizados como os RPA. Inteligência artificial e *machine learning* são áreas ainda distantes da realidade da John Deere, mas que com o tempo devem ser mais exploradas.

Respondente H: Conforme já mencionado na pergunta anterior, o sistema APS (AGCO Production System) já utiliza conceitos da indústria 4.0, atualmente temos

robôs autônomos que fazem o transporte dos monoblocos e powertrain montados, contribuindo de maneira significativa com o sistema e fluxo de produção.

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Os Respondentes A, B, F, e G informaram que seus processos produtivos ainda não estão adaptados a essa indústria, pois trabalham com projetos conforme necessidades do cliente. Por sua vez os respondentes D, E, e H, informaram que esses processos já estão presentes em suas organizações, tendo assim grandes ganhos dentro da organização.

Conforme Lima (2019), eles salientam que os robôs já são realidade e vão estar presentes cada vez mais nas organizações, pois sua alta produtividade e qualidade, resultam em ganhos imensuráveis para qualquer indústria. Quando falamos de Inteligência Artificial, todos os dias a maioria da população recebe informações no seu *smartphone*, sobre anúncios, promoções, etc. O respondente C, não pode abrir seus conhecimentos sobre esse assunto, devido a política da empresa.

Quadro 6 - Respostas pergunta E

(Continua)

Pergunta E: No que diz respeito a Indústria 4.0, qual fator você julga mais complexo para entrar nesse sistema de produção, o alto investimento em máquinas e ferramentas ou a falta de profissionais qualificados, por quê?

Respondente A: No momento acredito que o alto investimento em máquinas seja a principal barreira.

Respondente B: Como já comentado, a maior dificuldade é a inexistência de soluções viáveis para as nossas necessidades específicas.

Respondente C: Acredito que investir qualificação dos colaboradores seja o principal caminho pois eles analisarão que tipo de indústria a empresa deste profissional precisa estar inserida.

Investir em indústria 4.0 pode não trazer o retorno do investimento e nem o resultado esperado

Imagine uma Empresa inserida nestes processos:

- 1 – *Big Data*
- 2 – *Internet* das coisas
- 3 – Inteligência artificial
- 4 – Realidade aumentada

- 5 – *Blockchain*
- 6 – *Business Intelligence*
- 7 – ERP
- 8 – *Cloud computing*
- 9 – Fábrica inteligente
- 10 – Integração vertical ou horizontal
- 11 – Cibersegurança
- 12 – Automação Robotica
- 13 – Simulação 3D
- 14 – Fabricação aditiva
- 15 – Visão computadorizada
- 16 – *Hub* de inovação
- 17 – MES – *Manufacturing Execution System*
- 18 – Digitalização
- 19 - *Machine to machine*
- 20 - Tecnologias disruptivas

Destes 20 tópicos, em quantos destes implementados a Empresa pode ser considerada Industria 4.0?

Respondente D: Depende de onde estamos no mundo. Na Europa nenhum dos dois é dificuldade e a 4.0 avança rapidamente. No Brasil ambos são críticos, mas considero a mão de obra um pouco mais delicada pois leva tempo para formar profissionais e vivemos uma crise de uma geração que não se interessa muito pelo trabalho. Voltamos a questão principal, só vai acontecer se valer a pena e se pagar rapidamente.

Respondente E: No cenário atual da nossa empresa, vejo que o fator mais complexo é o alto investimento em máquinas e ferramentas.

Respondente F: Acredito que os dois sejam problemas, mais determinante os investimentos financeiros.

O porquê está relacionado a inúmeros fatores, as políticas econômicas de incentivo a indústria chamada China, resume bem uns desses fatores.

Respondente G: Na John Deere eu diria que é mais a falta de profissionais qualificados e também do conhecimento das possibilidades oferecidas pela Industria 4.0 por parte das lideranças sênior. Para empresas de porte menor, vejo

que a limitação ainda está ligada ao investimento nos equipamentos, além da questão da falta de profissionais qualificados.

Respondente H: Acredito que o alto investimento se trata de um fator mais complexo, pois em geral pequenas e médias empresas não possuem disponibilidade de investimento nesta sistemática.

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Os respondentes A, B, E, F, e H, concordam com os autores Silva (2018) e Silva (2017), de que a maior barreira para implementar a Indústria 4.0 se dá no alto custo de investimento em máquinas, devido a nossa posição política econômica, onde o Real está altamente desvalorizado em comparação ao Dólar e Euro, quando na Europa se tem baixas taxas para fins de investimento, e uma moeda muito valorizado em comparação com os demais países.

Por sua vez, os respondentes C, D e G, concordam com os autores Silva (2018) e Silva (2017), porém quando eles comentam que o material Humano é hoje o principal problema para em organizações migrarem para Indústria 4.0, devido à falta de profissionais capacitados, e a dificuldade de capacitação dos mesmos.

Quadro 7 - Respostas pergunta F

(Continua)

Pergunta F: Analisando o atual mercado, você acredita que uma Indústria 4.0 tem vantagens comerciais sobre uma empresa atuando no sistema *Lean Manufacturing*? Cite alguns pontos em que possa verificar essas vantagens?

Respondente A: Para uma empresa onde os processos têm alta repetitividade, acredito que o custo seja reduzido, desde que a produtividade seja aumentada consideravelmente. Também poderá oferecer menor lead time, e assim podendo ser mais agressiva comercialmente.

Respondente B: Ambos os sistemas podem trazer grandes vantagens. Na minha opinião o *Lean Manufacturing* é aplicável e vantajoso para todo tipo de empresa, mas a Indústria 4.0 trará benefício somente para aquelas em que as tecnologias 4.0. disponíveis sejam viáveis. Como um exemplo, a inteligência artificial disponível atualmente não é aplicável a qualquer situação. Vejamos o caso dos *websites* com atendentes virtuais, que na sua maioria desencantam o consumidor por serem muito limitados.

Respondente C: Pelos procedimentos internos não me é permitido responder a esta questão em razão da informação da Empresa citada acima.

Respondente D: Se ambas estão situadas no mesmo país e vendem o mesmo produto para o mesmo mercado a resposta é sim. Produzir mais com menos custo é vender produto melhor por um preço menor e maior margem. O mercado, porém, é demasiado complexo, é internacional, envolve diferentes relações monetárias, diferentes relações de trabalho, etc. Cada caso é um caso.

Respondente E: Para haver uma boa implantação da indústria 4.0 você precisa primeiramente ter implantado um bom *Lean Manufacturing*. A empresa de indústria 4.0 tem vantagens sobre, pois os processos ficam interconectados e independentes de pessoas. Além dessa independência menor humana, a indústria 4.0 possibilita melhor rastreabilidade dos produtos e processos.

Respondente F: Eu acredito que sim. O emprego de alta tecnologia na produção proporciona grande agilidade e grande vantagem competitiva, otimização da informação e alta produtividade são as grandes vantagens.

Respondente G: Eu não vejo que esses sistemas sejam mutuamente exclusivos, entendo que investir somente em digitalização e automação não se alcança os benefícios totais que a Indústria 4.0 possibilita, sem levar em conta os princípios *Lean*, podemos gerar grandes desperdícios.

Respondente H: No meu entendimento os sistemas se complementam, desta forma não sendo possível indicar uma vantagem comercial do sistema indústria 4.0 sobre o sistema *Lean Manufacturing*.

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

As ideias de Silva (2018) e Martins e Almeida (2018) são enfatizadas pelos respondentes, A, B, C, D, E, F, onde comentam que a Indústria 4.0 tem vantagens sobre o *Lean Manufacturing*, porém se analisarmos os mesmos mercados e situados nos mesmos Países, de modo que o negócio internacional como um todo pode mascarar muito os números devido aos diferentes números encontrados nas economias. As vantagens citadas são as que se espera numa migração para esse novo sistema, produtividade, otimização de informação, rastreabilidade e acuracidade das informações, entre outras, porém eles citam que apenas se os processos forem repetitivos e com altas quantidades de produtos, pois quando se trata de projetos específicos a Indústria 4.0 se torna menos efetiva que o *Lean Manufacturing*.

Por sua vez o respondente G, concorda no que a Indústria 4.0 tem vantagens no mercado, porém ela se torna completa quando for acrescida da filosofia *Lean Manufacturing*, e o respondente H, indica que não é possível ver vantagens, já que os sistemas se completam e precisam estar ligados para a empresa verificar os ganhos.

Quadro 8 - Respostas pergunta G

(Continua)

<p>Pergunta G: A Indústria 4.0 possui algumas barreiras para sua implementação nas organizações, podemos descrevê-las como Alto custo para Investimento, Falta de conhecimento, segurança da informação e Inexperiência no processo de transição. Qual das citadas você considera mais importante para as organizações no processo de migração, por quê?</p>
<p>Respondente A: Alto custo para investimento, considerando a situação atual de mercado.</p>
<p>Respondente B: As maiores barreiras são a falta de maturidade das tecnologias disponíveis e o custo-benefício desfavorável. Evidentemente que as acima mencionada também são importantes.</p>
<p>Respondente C: Falta de conhecimento do que realmente é uma indústria 4.0. Comprar <i>softwares</i> e robôs não é indústria 4.0, pois até o início da pandemia o Norte era Indústria 4.0, agora é transformação digital, então este é o problema, desta forma implemente o <i>Lean Manufacturing</i> que após perceberá quais tecnologias da indústria 4.0 é necessário a sua aplicação.</p>
<p>Respondente D: Certamente a falta de conhecimento, a 4.0 nem começou a chegar ao Brasil e alguns já vendem como realidade. Aqui certamente não estamos preparados, exceto alguns grandes grupos que já fizeram a transição em seus países de origem e alguns processos que já vivem a ampla automação a mais tempo, como o automotivo, mas só vivem isso porque tem uma demanda que paga. Indústria 4.0 é para quem tem segurança, dinheiro a investir, conhecimento de mercado e de processo e produto de alta demanda, o resto é futuro.</p>
<p>Respondente E: A mais importante é a falta de conhecimento, essa limitação é a primeira que deve ser resolvida, pois assim que o conhecimento for adquirido, mesmo que minimamente, outras questões serão resolvidas parcialmente. Exemplo: Com conhecimento e programação de robô e conectividade em rede, muitas implantações custarão mais baratas pelo fato de a equipe interna realizar a</p>

instalação. A necessidade por mão-de-obra específica e proprietária será menor e assim o custo de implantação de qualquer tecnologia será reduzida e a evolução da empresa em I 4.0 será mais rápida.

Respondente F: O alto custo para investimentos, porque estamos muito atrasados na evolução tecnológica dentro das fábricas, a grande maioria das empresas ainda não tem o básico em automação dos seus processos. Esse fator se soma a nossa política e instabilidade econômica do País o que complica bastante os investimentos de modo geral.

Respondente G: Avaliando as organizações de forma geral, penso que o a principal barreira ainda é o alto custo para investimento. As tecnologias aplicáveis ainda tem um custo significativamente alto para a maioria das organizações, embora possa ter menor impacto ao longo do tempo na medida que mais empresas ofereçam soluções completas a preços acessíveis.

Respondente H: Acredito que o alto investimento se trata de um fator mais complexo, pois em geral pequenas e médias empresas não possuem disponibilidade de investimento nesta sistemática.

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Os respondentes A, F, G e H, concordam com as informações de Silva (2018) e Silva (2017), onde afirmam que o alto custo de investimento se torna a maior barreira para implementar esse processo. Porém a maior parte de entrevistados B, C, D e E, defendem a idéia de que a maior barreira hoje se trata do conhecimento referente ao sistema. Onde encontramos um processo inovador, com falta de profissionais com conhecimento disponíveis no mercado, e para implementar esse sistema toda a equipe precisa estar ciente do funcionamento após a implementação.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O mundo como um todo vive em constante evolução, no meio industrial não seria diferente, onde as organizações buscam estar sempre atualizadas para ganhar espaço no mercado e se sobressair perante seus concorrentes. Essas mudanças constantes em algum momento passam por uma grande evolução no conceito produtivo, que conhecemos como Revoluções Industriais, onde o conceito produtivo altera a forma de produzir da maioria das empresas, essa revolução ocorre por conta de algum fato inovador para aquele período.

O grande divisor da evolução industrial foi a criação do Sistema Toyota de Produção, desenvolvido para superar a Ford, e criado pelos engenheiros Toyoda Sakichi, Toyoda Kiichiro e Taiichi Ohno, o *Lean Manufacturing*, como é mais conhecido, busca eliminar os desperdícios de qualquer linha de produção, com isso, transformou a Toyota, na principal potência do mercado.

Seu surgimento se deu pela necessidade da Toyota de competir pelo mercado automotivo, onde estavam perdendo espaço até mesmo no Japão pela concorrente Ford, e desencadeou uma enorme evolução no âmbito produtivo, pois várias empresas de outros setores acabaram copiando o sistema *Lean* e turbinando suas linhas produtivas. Isso alavancou as empresas que aderiram ao sistema, tendo um crescimento em todos os setores a nível mundial.

O Atual mercado está se movimentando para outra grande revolução, que conhecemos como Indústria 4.0, que se dá pela necessidade das empresas de atingirem o que chamamos de Eficiência Operacional, onde na produção os seres humanos estão sendo substituídos por robôs providos de inteligência e sistemas dotados da capacidade de analisar grandes volumes de dados e tomar decisões de forma inteligente.

Nesse contexto, este trabalho teve por objetivo identificar como as empresas que possuem a filosofia *Lean* veem seus caminhos de transição para a indústria 4.0. Assim, se fez uma retrospectiva histórica resumida das revoluções industriais e se abordou o sistema *Lean* e as principais filosofias que o orbitam, tangenciando os conceitos da Indústria 4.0, suas ferramentas a inteligência artificial e os desafios para as empresas.

Esta pesquisa compilou a resposta de Gestores da área de operações de grupos Brasileiros e multinacionais identificando que a Indústria 4.0 é uma evolução

do sistema *Lean Manufacturing*, sendo que seus propósitos operacionais são semelhantes, onde o *Lean* serviu de pilar para a Indústria 4.0.

De fato, o que foi discutido não foi a inutilidade de sistema *Lean*, mas sim a necessidade das organizações de avançarem com seu conceito produtivo, de buscar algo inovador para revolucionar a forma de trabalho; forma essa, que permita que os gestores possam ter acesso a informações exatas e em tempo real, onde a produção passaria a ser efetuada por máquinas dotadas de inteligência com mais agilidade e qualidade atingindo a eficiência operacional. Conforme Lima (2019), essa eficiência pode ser atingida através de vários sistemas integrados, que enviam dados em tempo real e fazem com que a gestão acerte na decisão tomada.

Conforme informado pelos autores Buer e Strandhagen e Chan (2018), alguns grupos internacionais já estão se encaminhando para esse novo sistema operacional; porém no Brasil, ainda é uma realidade um pouco mais distante, por se tratar de tecnologias de alto custo, onde as empresas não estão preparadas para esse investimento, e nem as taxas de juros são atraentes para financiamentos. Ao contrário dos grupos internacionais onde se consegue boas taxas de juros com incentivos para desenvolvimento industrial, e as organizações já vem trabalhando há algum tempo para buscar essa evolução.

Quando as organizações projetam uma migração para Indústria 4.0, dois pontos em alguns momentos se tornam empecilhos para seguir nesse caminho, o alto custo para aquisição dos equipamentos e a falta de mão de obra qualificada. Conforme apontado pelos autores Silva (2018) e Silva (2017), a mão de obra é o ponto que mais pesa para a empresa migrar de sistema operacional, devido a falta de profissionais com conhecimento para efetuar essa migração, e preparados para serem inseridos nessa nova forma de trabalho. De fato, sabemos que se você está iniciando um processo desse tamanho, você precisa de profissionais capacitados e atualmente é muito complicado encontrá-los disponíveis no mercado, e o custo e tempo de formação podem fazer com que seu projeto atrase.

Conforme citado por Lima (2019), os robôs já são realidade e estão cada vez mais tomando conta do setor produtivo. De fato, quando ligamos robôs a inteligência artificial, esse processo se torna mais atraente, onde as máquinas vão poder tomar a decisão de qual é a melhor forma de executar determinada atividade, podendo assim inibir qualquer erro ou falha de sistema, pois ele tem a capacidade de visualizar o início e o término do processo, e modificar a execução caso surja algum obstáculo

durante o processo. Esse fato como um todo permite que você reduza seus custos com desperdícios de matéria prima e ociosidade, deixando sua empresa mais produtiva, aumentando assim sua lucratividade.

Assim concluiu-se que, algumas Indústrias estão preparadas para a mudança, porém ainda aguardam algum aporte financeiro para dar andamento no tema. E as organizações que tem o aporte financeiro acabam esbarando em outros processos, onde a dificuldade de encontrar trabalhadores com experiência nesse novo sistema é muito complicado, e o tempo de formação desse profissional leva a indústria abrir mão desse avanço. Assim as organizações que estão com os profissionais preparados para esse cenário, e possuem o aporte financeiro para o investimento vão dominar cada vez mais o mercado.

REFERENCIAS

ARARIBOIA, G. **Inteligência Artificial**. Rio de Janeiro: Ed. LTC, 1988.

BASTOS, Bernanrdo Campbell, **Aplicação de *lean manufacturing* em uma linha de produção de uma empresa do setor automotivo**. Taubate, 2012. Disponível em:

<<http://repositorio.unitau.br:8080/jspui/bitstream/20.500.11874/460/1/Bernardo%20Campbell%20Bastos.pdf>>. Acesso em: 15, ago. 2020.

BUDIN, Daisa Daiane; LOPES, Maria Aparecida, **Industria 4.0 e os desafios para a capacitação do profissional**. Revista Tecnológica da Fatec Americana, vol. 07, n. 02, abril/setembro de 2019. Disponível em:

<<file:///C:/Users/Usuario/Desktop/TCC/Industria%204.0/229-Texto%20do%20artigo-812-1-10-20200128%20Novas%20formas%20de%20trabalho.pdf>>. Acesso em: 05, ago. 2020.

BUER, Sven-Vegard; STRANDHAGEN, Jan Ola; CHAN, Felix TS. **The link between Industry 4.0 and lean manufacturing**: mapping current research and establishing a research agenda. International Journal of Production Research, p. 1-17, 2018.

CRUZ, Nuno Miguel Pereira. **Implementação de ferramentas Lean Manufacturing no processo de injeção de plásticos**. 2013. Dissertação de mestrado.

Universidade do Minho. Disponível em: <

https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/26677/1/Dissertacao_MIEGI_Nuno%20Cruz_2013.pdf>. Acesso em: 14, ago. 2020.

DA SILVA, Danilo Goulart, **Industria 4.0: conceito, tendências e desafios**. Ponta Grossa, 2017. Disponível em:

<<http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/8508>>. Acesso em: 18, set. 2020.

ECKERSON, W. W. **Performance dashboards: Measuring, Monitoring, and Managing your business**. New Jersey, Hoboken: John Wiley & Sons, Inc. 2006.

FERNANDES, Sara Andreia Silva, **Ferramentas de Gestão e Desenvolvimento de Competências na Transição para a Indústria 4.0**. 2019. Disponível em:

<<https://comum.rcaap.pt/handle/10400.26/29602>>. Acesso em: 25, jun. 2020.

GIL, Antonio, C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6 ed, São Paulo: Atlas, 2008.

KAUARK, Fabiana, MANHÃES, Fernanda, MEDEIROS, Carlos H. **Metodologia da Pesquisa: um guia prático**. Bahia: Itabuna, 2010.

LAKATOS, Eva, M; MARCONI, Mariana. A. **Metodologia científica**. 6. ed, São Paulo: Atlas, 2011.

_____. **Metodologia do trabalho científico: projetos de pesquisa**. 8. ed, São Paulo: Atlas, 2017.

LIMA, Alisson Gustavo de. **Indústria 4.0: um novo paradigma para a indústria.** 2019. Disponível em: <<https://revista.fatectq.edu.br/index.php/interfacetecnologica/article/view/642>>. Acesso em: 25, jun. 2020.

MARODIN, G.A.; SAURIN T.A. **Diretrizes para gestão de barreiras na implantação de sistemas de Produção Enxuta.** *Anais do XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Associação Brasileira de Engenharia de Produção.* 2010. Disponível em: <<https://www.revistaespacios.com/a15v36n19/15361920.html>>. Acesso em: 27, out. 2020.

MARTINS, Nicholas Felipe de Souza; ALMEIDA, Eduardo Viana de. **A revolução industrial e a Indústria 4.0.** Jaguariúna, 2018. Disponível em: <<http://conic-semesp.org.br/anais/files/2018/trabalho-1000000129.pdf>>. Acesso em: 29, out. 2020.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da Produção.** São Paulo: Saraiva, 2009.

MAXIMIANO, Antônio César Amaru. **Teoria Geral da Administração: da Revolução Urbana à Revolução Digital.** 5. ed., São Paulo: Atlas, 2005.

MCCARTHY, J. *What is Artificial Intelligence?* Disponível em: <<http://www-formal.stanford.edu/jmc/whatisai/whatisai.html>>. Acesso em: 11, out. 2020.

MORAES, Roque. **Análise de Conteúdo.** Revista Educação, Porto Alegre, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999.

NAKAJIMA, S. **Introduction to Total Productive Maintenance (TPM).** Productivity Press, Cambridge. MA, 1988.

PEROVANO, Dalton Gean. **Manual de Metodologia de Pesquisa Científica.** Curitiba: Intersaberes, 2016.

POCAI, Mayndra, **Os Impactos da indústria 4.0 sobre o comportamento Humano em termos Motivacionais, Organizacionais e Pessoais.** Nova Prata, 2019.

RIANI, M. Aline. **O Lean Manufacturing aplicado na Becton Dickinson,** 2006. Disponível em: <http://www.ufjf.br/engenhariadeproducao/files/2014/09/2006_3_Aline.pdf>. Acesso em: 15, ago. 2020.

SHINGO, Shigeo. **Sistemas de produção com estoque zero: sistema Shingo para melhorias contínuas.** Porto Alegre: Bookman, 1996.

SILVA, Mariana Cunha da, **O novo perfil de trabalhadores para a indústria 4.0: Exigências cognitivas e Organizacionais.** Covilhã, 2018. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10400.6/10171>>. Acesso em: 13, set. 2020.

SILVEIRA; José Procópio da. **10 passos para se elaborar um projeto de pesquisa de campo**. 1. ed. Olinda: Livro rápido, 2010.

VANTI, Nádia, **Ambiente de qualidade em uma biblioteca universitária**: aplicação do 5S e de um estilo participativo de administração, Ci. Inf. vol. 28 n. 3 Brasília Sept./Dec. 1999. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-19651999000300011&script=sci_arttext>. Acesso em: 28, mai. 2020.

VIZZOTTO, J. M.; FREDO, R.A.; CICONET, B.; RIZZOTTO, F. M.; TONDOLO, G.A.V.; ZANANDREA, G. **Identificação das dificuldades de implantação da produção enxuta**: um estudo de caso no setor moveleiro. Espacios. Vol. 36 (Nº 19) 2015. Disponível em: <<https://www.revistaespacios.com/a15v36n19/15361920.html>>. Acesso em: 14, ago. 2020.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **The Machine that Changed the World**. New York: Rawson Associates, 1990.

YIN, Robert, K. **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos**. 5 ed, Porto Alegre: Bookman, 2015.