

# PRODUÇÃO ENXUTA E INDÚSTRIA 4.0 COM FOCO NA DEMANDA DO CLIENTE: DESAFIOS E OPORTUNIDADES PARA O DESENVOLVIMENTO DE PESQUISAS APLICADAS

**Leonardo Bertolin Furstenau**  
leonardofurstenau@mx2.unisc.br

**Liane Máhlmann Kipper**  
liane@unisc.br



*Desenvolver uma cultura orientada para o cliente é um dos principais desafios da Produção Enxuta e da Indústria 4.0. Estudos relacionados à união entre estes temas estão surgindo na literatura, apresentando resultados significativos através do apoio mútuo por meio de suas aplicações. Além disso, compreender a Voz do Cliente (VOC) é fundamental para satisfazer as reais necessidades dos clientes. Para tanto, a ferramenta QFD - (Quality Function Deployment) auxilia na captação das necessidades dos consumidores, transformando-as em requisitos de engenharia. Este artigo tem como objetivo analisar as relações existentes na literatura científica entre Produção Enxuta e Indústria 4.0 com foco na demanda do cliente e verificar a existência de artigos científicos empíricos que comprovam que a aplicação da ferramenta QFD pode melhorar a relação com os clientes em organizações que unem conceitos de Produção Enxuta e Indústria 4.0. Foi realizada uma revisão de literatura narrativa para analisar o estado da arte e uma revisão de literatura sistemática. Dos resultados encontrados destaca-se a necessidade de novos estudos para melhorar a relação com os clientes em organizações que unem conceitos de Produção Enxuta e Indústria 4.0 e estudos sobre o uso de QFD relacionados com Big Data devem ser estimulados para gerenciar as correlações complexas entre necessidades dos clientes e especificações técnicas.*

*Palavras-chave: Indústria 4.0, Produção Enxuta, Satisfação do cliente, Voz do Cliente, Desdobramento da Função Qualidade*



## 1.Introdução

Desde o início da industrialização dos bens de consumo até o cenário atual, vários saltos tecnológicos ocorreram, sendo reconhecidos como “Revoluções Industriais”. A primeira revolução ocorreu devido à mecanização das indústrias por meio do aparecimento das primeiras máquinas hidráulicas e a vapor; a segunda se deu em função do uso intensivo da energia elétrica e do motor à combustão; e a terceira pelo uso da informática e da eletrônica, juntamente com a robótica (LASI *et al.*, 2014); (DRATH e HORCH, 2014). Segundo Kagermann *et al.* (2013) a quarta revolução industrial foi prevista e reconhecida como a era da “Indústria 4.0” ou “*Smart factories*”, sendo um conceito que une tecnologias para automação e troca de dados, utilização de Sistemas Ciber-Físicos (CPS), Internet das Coisas (IoT), computação em nuvem e *Big Data*, permitindo assim o controle automatizado devido à comunicação entre máquinas, bem como um alto grau de eficiência na utilização de recursos materiais e energéticos, tornando a cadeia produtiva mais flexível e sustentável. Lee, Kao e Yang (2014) apontam que as máquinas irão interagir umas às outras, atuando como uma comunidade colaborativa, possuindo a capacidade de tomar decisões sobre seus próprios processos de forma autônoma e inteligente. Stock e Seliger (2016) afirmam que a Indústria 4.0 apresenta ser uma excelente oportunidade para a construção de organizações sustentáveis a partir da harmonia entre os três pilares da sustentabilidade: social, econômico e ambiental. Shet, Sethis e Srinivas (2011) ressaltam que o sucesso de uma organização no futuro dependerá da forma que ela lida com os desafios da sustentabilidade.

Neste contexto, a indústria 4.0 visa aumentar a produtividade e a flexibilidade das organizações. Tais características são evidenciadas nos princípios da Produção Enxuta (*Lean Manufacturing*), que, apesar desses conceitos apresentarem abordagens diferentes, possuem objetivos em comum (FRANK, 2014; BUER, STRANDHAGEN e CHAN, 2018). Para Bhamu e Singh Sangwan (2014), Shah e Ward (2007) a Produção Enxuta objetiva eliminar desperdícios nos processos organizacionais, produzindo produtos e serviços com o menor custo possível e com foco no cliente. Também conhecido como Sistema Toyota de Produção, caracteriza-se por fazer mais com menos, reduzindo variações no processo produtivo e eliminando atividades que não agregam valor (MRUGALSKA e WYRWICKA, 2017).

Estudos sobre a relação entre Produção Enxuta e Indústria 4.0 estão cada vez mais crescentes, a fim de evidenciar a forma que os conceitos se inter-relacionam na prática. A

revisão sistemática de Buer, Strandhagen e Chan (2018) indicam tais relações, evidenciando resultados positivos e propondo uma estrutura inicial para tal integração, no entanto, faltam estudos sobre as implicações no desempenho organizacional e os fatores ambientais que influenciam essas relações. Wagner, Herrmann e Thiede (2017) demonstraram através de uma matriz o grau de impacto das tecnologias da Indústria 4.0 em sistemas produtivos existentes que utilizam os princípios de Produção Enxuta, propondo formas de integração dos conceitos com enfoque no princípio Just-in-Time e, como sugestões de trabalhos futuros, propõem a relação destas filosofias com a sustentabilidade. Kadri (2010), Aurelio *et al.* (2011) e Jadhav, Mantha e Rane (2014) apontam que poucas organizações não japonesas conseguiram obter sucesso na aplicação da Produção Enxuta devido aos diversos desafios e barreiras encontradas durante o seu processo de implementação. Sanders, Elangeswaran e Wulfsberg (2016) evidenciam diversas abordagens e tecnologias fornecidas pela Indústria 4.0 para superar tais limitações, porém faltam estudos práticos destes conceitos correlacionados na literatura.

A criação de produtos ou serviços diferenciados dependem do entendimento de necessidades não atendidas e, muitas vezes, não compreendidas pela voz do cliente (*Voice of Customer*) - *VoC* (COOPER e EDGETT, 2008). Chan e Wu (2002) reforçam que a voz do cliente (Requisitos do Cliente) deve ser cuidadosamente analisada e desdobrada para uma linguagem técnica (Voz da Engenharia). Carnevalli e Miguel (2008); Bottani (2009); Vinodh e Kumar Chinthra (2011) afirmam que a ferramenta *QFD*, *Quality Function Deployment* ou Desdobramento da Função Qualidade, permite a tradução de tais informações, auxiliando na criação e melhoria de produtos e serviços, otimização nos processos de tomadas de decisão, aumento da satisfação dos clientes, bem como a priorização de indicadores de desempenho. Para Mohanraj, Sakthivel e Vinodh (2011) o *QFD* é uma ferramenta que auxilia na identificação de perdas, facilitando a implementação da Produção Enxuta. No entanto, para Li *et al.* (2015) o *QFD* apresenta algumas limitações em perceber com exatidão as reais necessidades dos clientes. Neste sentido Shrouf, Ordieres e Miragliotta (2014); Sanders, Elangeswaran e Wulfsberg. (2016) salientam que tecnologias da Indústria 4.0 como o *Big Data* auxiliará as empresas para melhor entenderem o comportamento de seus clientes, bem como suas reais necessidades, devido à grande quantidade de informação disponível, a fim de criar produtos e soluções mais sustentáveis. A Indústria 4.0 diferencia-se pelo alto grau de personalização dos produtos, podendo fazer que a voz do cliente (*VoC*) alcance novos patamares (ZHOU e LIU, 2015).

Neste contexto, os objetivos desta pesquisa foram: Analisar as relações existentes na literatura científica entre Produção Enxuta (*Lean Manufacturing*) e Indústria 4.0 com foco na demanda do cliente; e verificar a existência de artigos científicos empíricos que comprovam que a aplicação da ferramenta *QFD* pode melhorar a relação com os clientes em organizações que unem conceitos de Produção Enxuta e Indústria 4.0.

Este trabalho será dividido em 4 seções, sendo que a primeira já foi apresentada. A Seção 2 compreende nos materiais e métodos utilizados na Revisão Sistemática da Literatura, com definições e critérios de pesquisa. Na Seção 3 serão apresentadas as análises e leitura dos documentos selecionados, com uma visão da aplicação da integração da Produção Enxuta (*Lean Manufacturing*) e Indústria 4.0 com foco na demanda do cliente. Como também foi realizada uma discussão dos dados que foram extraídos dos artigos selecionados. A conclusão e referências finalizam o artigo.

## 2. Materiais e métodos

Apresentam-se aqui os materiais e métodos utilizados para responder aos objetivos do estudo. Antes de realizar a revisão sistemática da literatura foi realizada uma revisão de literatura narrativa. A revisão narrativa é utilizada para descrever o estado da arte de um assunto específico, sob o ponto de vista teórico ou contextual, ou seja, foi realizada inicialmente a análise da literatura a partir da interpretação e análise crítica pessoal do pesquisador (CORDEIRO, 2007; BOTELHO *et al.*, 2011). Desta forma foi desenvolvido um referencial teórico descrito na seção 3. Após este referencial apresentam-se os resultados da revisão sistemática.

### 2.1 Revisão Sistemática da Literatura (SLR)

A revisão sistemática deve possuir etapas definidas e planejadas com protocolo e objetivos pré-estabelecidos. Destaca-se na revisão sistemática a definição da estratégia de revisão, a avaliação crítica dos documentos, resultados formalizados, pesquisa sobre determinado assunto, critérios de reprodução e clareza na escolha dos estudos (BIOLCHINI *et al.*, 2005). A revisão sistemática da literatura deste trabalho está estruturada de acordo com o *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) (LIBERATI, *et al.* 2009), que também foi abordado nos trabalhos de (MOHER, *et al.*, 2015; STEWART *et al.*, 2015; DE STEUR *et al.*, 2016; NOWAK *et al.*, 2017, ROMERO, ARCE,

2017, MCINNES *et al.*, 2018 e BUER *et al.*, 2018). O método PRISMA se concentra na forma em que os autores realizam a completa análise sistemática e possui uma lista de verificação de 27 itens e um diagrama de fluxo que é dividido em quatro fases: identificação, triagem, elegibilidade e inclusão (LIBERATI, *et al.* 2009). Neste estudo até o momento não foi utilizada a etapa de inclusão.

## 2.2 Critérios de escolha da base de dados

As bases de dados utilizadas para essa pesquisa foi a *Scopus*, *Web of Science* e *Science Direct*, pois são bancos de dados de produção científica, indexadas e permitem a exportação de metadados para análises e bibliometria. Além disso, esses bancos de dados possuem todas as revistas com índice *SJR (Scientific Journal Rankings)* e *JCR (Journal Citation Reports)* e seu fator de impacto. O *Scopus*, *Web of Science* e *Science Direct* também fornecem os dados da publicação, o periódico, os autores, números de citações, instituições, países e área de pesquisa.

## 2.3 Definições dos critérios de pesquisa

Como critério de pesquisa definiu-se que o período seria de 1990 a 2018, ano em que iniciaram as documentações na literatura sobre produção enxuta até a data presente (Womack *et al.*, 1990). Foram definidos os termos de busca: *Industry 4.0*, *Lean Manufacturing*, *Sustainability*, *Voice of Customer*, *Quality Function Deployment* e *Customer Satisfaction*. Para relacioná-los utilizou-se o conector lógico em inglês *AND*, pois, foi pesquisada a relação de três termos (Tabela 1) em um mesmo documento e cada termo estava entre aspas (“ ”), na intenção de buscar o termo completo e não somente trechos de seus termos. Outro critério utilizado foi a escolha do tipo de documento. Como outro critério foi realizada a busca em artigos, artigos *in press* e revisões, tipos de documentos que conforme Frewer *et al.* (2013), garante-se que a literatura importante não seja perdida.

Tabela 1 - Artigos obtidos no cruzamento entre os 3 termos

Termos de busca	Scopus	Web of Science	Science Direct
“ <i>Industry 4.0</i> ” AND “ <i>Lean Manufacturing</i> ”	13	0	43

<i>AND "Sustainability"</i>			
<i>"Industry 4.0" AND "Lean Manufacturing" AND "Quality Function Deployment"</i>	1	0	1
<i>"Industry 4.0" AND "Voice of Customer" AND "Quality Function Deployment"</i>	1	0	0
<i>"Lean Manufacturing" AND "Voice of Customer" AND "Quality Function Deployment"</i>	1	0	0
<i>"Industry 4.0" AND "Lean Manufacturing" AND "Customer Satisfaction"</i>	1	1	14

Fonte: Bases de dados Scopus, Web of Science e Science Direct, pesquisa realizada em 30 de Abril de 2018 às 18:00.

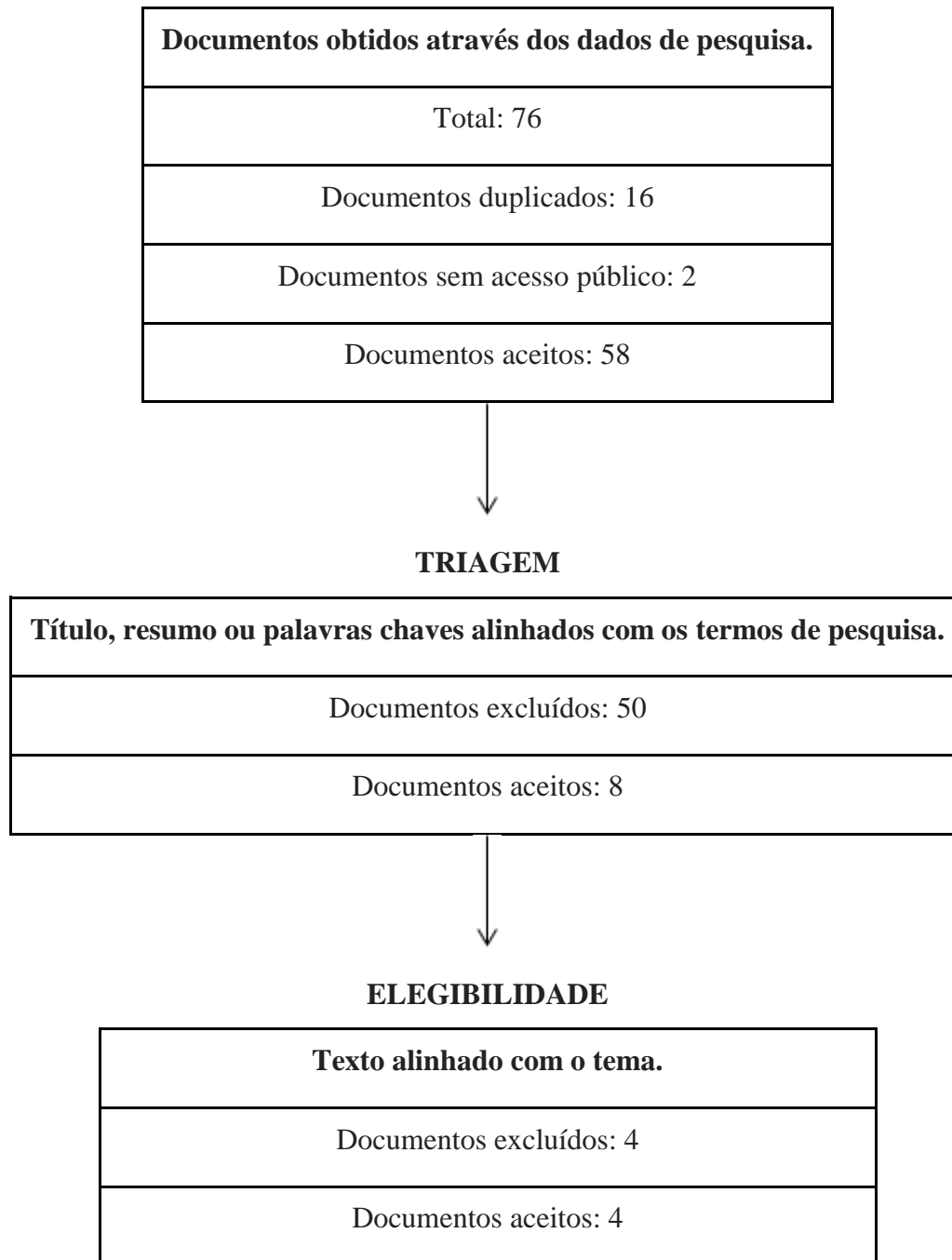
No cruzamento dos 3 termos de busca foram encontrados 76 artigos. Os artigos foram salvos em pastas identificadas por base de dados e foram analisados o número de artigos duplicados e o número de artigos sem acesso público.

Na etapa de triagem dos artigos resultantes da etapa anterior procurou-se identificar evidências dos termos de pesquisa observando os títulos de artigos (*article title*), resumos (*abstract*) ou palavras-chave (*key words*).

A seguir, fez-se a análise de elegibilidade dos artigos, ou seja, buscou-se através da leitura evidências de relações entre os termos de busca e relações descritas na Figura 1. Ainda nesta etapa definiu-se que a busca pela relação entre os termos de busca *Industry 4.0*, *Lean Manufacturing*, *Sustainability*, *Voice of Customer*, *Quality Function Deployment* e *Customer Satisfaction*, nas bases de dados seria ampla, ou seja, não foi realizada uma triagem específica por método de pesquisa, fator de impacto da revista, idioma, quantidades de citações do documento, tipo de periódico, autores, entre outros.

Figura 1 – Fluxo de informação da revisão sistemática da literatura de Produção Enxuta na Indústria 4.0 com foco na demanda do cliente

## IDENTIFICAÇÃO



Fonte: Adaptado de Liberati (2009).

### 3. Resultados e Discussões

A partir da revisão narrativa foram encontrados artigos que relatam a união entre Produção Enxuta e Indústria 4.0 e a relação com o cliente e a Voz do Cliente na era da 4ª Revolução Industrial. Da revisão sistemática da literatura foram extraídos 04 artigos relacionados aos objetivos deste estudo. Os resultados e discussões estão descritos a seguir.



### 3.1 A união entre Produção Enxuta e Indústria 4.0 e a relação com o cliente

A competitividade cada vez mais acirrada exige das organizações um alto grau de assertividade no que se diz respeito ao atendimento das reais necessidades dos clientes, bem como o compromisso constante com a qualidade dos produtos e serviços (KUMAR, 2018). Para tanto, Oliveira, Sá e Fernandes (2017) afirmam que a utilização das ferramentas da Produção Enxuta promove o baixo custo de produção permitindo atingir resultados a partir da eliminação de desperdícios de todas as áreas da organização, aumentando a produtividade e a lucratividade, com foco no cliente. Bauer (2018) aponta que a Produção Enxuta tem como prioridade a satisfação dos clientes, no entanto, devido ao aumento das exigências dos consumidores, novas tecnologias precisam ser exploradas a fim de reforçar as ferramentas da Produção Enxuta. Segundo Davies, Coole e Smith (2017) estas tecnologias são evidenciadas na Indústria 4.0 e a união entre estes conceitos têm apresentado apoio mútuo, em que métodos da PE são facilitadores para a implementação da Indústria 4.0, e da mesma forma, a Indústria 4.0 potencializa conceitos da Produção Enxuta.

A quarta revolução industrial está transformando as organizações em fábricas inteligentes através da utilização de informações analíticas avançadas, bem como pela comunicação e colaboração entre pessoas e máquinas (LEE; BAGHERI; KAO, 2015). Para Schumacher; Erol e Sihn (2016) a Indústria 4.0 agrega avanços tecnológicos em que a internet e outras tecnologias irão integrar objetos físicos, atuação humana, máquinas inteligentes, linhas de produção e processos organizacionais para formar uma cadeia de valor inteligente. Além disso, esta revolução irá resolver alguns dos desafios mundiais como eficiência na utilização recursos materiais e energéticos (KAGERMANN *et al.*, 2013).

A Indústria 4.0 apoiada na Internet das Coisas (*IoT*) irá modificar a forma em que as decisões referentes à produção são tomadas, as quais ficam principalmente a cargo dos fabricantes e varejistas. Esta mudança aumentará a interação com os clientes, através do maior envolvimento em decisões relacionadas à qualidade e customização dos produtos. Assim, a indústria 4.0 proporcionará oportunidades de manter e criar novos relacionamentos com clientes, todavia aumentando a concorrência por eles (THAMES e SCHAEFER, 2016; LU, 2017). Além disso, Oliveira, Sá e Fernandes (2017) reforçam que a implementação bem-sucedida da Indústria 4.0 nas organizações irá depender da maturidade referente aos conhecimentos das aplicações das ferramentas da PE.

Segundo Conduit e Mavondo, (2001); Mohr-Jackson, (1991) a satisfação dos clientes externos está intimamente relacionada com a relação dos clientes internos, os quais produzem os bens e serviços para o consumidor final. Neste contexto, a mudança da força de trabalho será outra demanda da Indústria 4.0. Os colaboradores irão se deparar com uma grande variedade de atividades como especificação, monitoramento e estratégias de produção (GORECKY, 2014). Para Brettel *et al.*, (2014) os colaboradores do chão de fábrica deverão ter a capacidade de tomada de decisão, alterando as atividades de execução para coordenação e solução de problemas. Logo, é preciso que haja um maior envolvimento dos colaboradores para estimular habilidades como criatividade e planejamento dos processos, pois eles serão a chave para implementar e assimilar as inovações tecnológicas, as quais irá transformar drasticamente o ambiente de trabalho (KAGERMANN *et al.*, 2013).

Contudo, Bauer, (2018) salienta que para estas mudanças ocorrerem é preciso um bom relacionamento das organizações com os colaboradores, o qual será fortalecido por meio de treinamentos para lidar com as novas tecnologias, bem como salientar que as melhorias advindas da I4.0 não irá gerar demissões por atividades que se tornarão obsoletas, mas sim realocações e a procura por novas oportunidades de negócios. Pois, conforme Womack, (1996) projetos de melhorias costumam a falhar caso os colaboradores sintam que seus trabalhos estão sendo ameaçados e se tornando redundantes para a organização. Wong *et al.*, (2009) e Jadhav, Mantha e Rane (2014) salientam que esta problemática está presente na Produção Enxuta, sendo uma barreira para sua implementação. Logo, é preciso eficiência na comunicação a fim de não comprometer o relacionamento com os clientes internos da organização.

### 3.2 A Voz do Cliente na era da 4ª Revolução Industrial

As organizações que conseguiram atingir um alto nível de qualidade de seus produtos e serviços entenderam como colocar a satisfação de seus clientes no topo de seu planejamento estratégico e incorporaram a cultura orientada para o cliente (REIS e PEÑA, 2000; DONAVAN, BROWN e MOWEN, 2004). Conforme Deshpandé, Farley e Webster (1993) a orientação para o cliente é “um conjunto de crenças que coloca o interesse do cliente em primeiro lugar, ao mesmo tempo em que não exclui todas as outras partes interessadas (*Stakeholders*), como proprietários, gerentes e colaboradores, a fim de desenvolver uma empresa lucrativa de longo prazo” sendo considerada por Chuang e Lin (2013) como uma

vantagem competitiva.

Neste contexto, as organizações estão aumentando os esforços para melhorar a satisfação dos consumidores, bem como melhor entender a voz do cliente (KARAM, 2018). Assim, Sharma (2011) e Kumaravadivel; Natarajan e Noorul Haq (2012) para atingir a total satisfação dos consumidores é preciso unir a voz do cliente com o processo de desenvolvimento de produto através da ferramenta *QFD* - (*Quality Function Deployment*) ou Desdobramento da Função Qualidade, a qual foi proposta, por Brian Hwarng e Teo (2001), para coletar e analisar a voz do cliente, objetivando desenvolver produtos e serviços de alta qualidade a fim de superar suas expectativas. Após, esta ferramenta da qualidade expandiu no sentido de atender demandas como design, tomada de decisão, planejamento, engenharia, gerenciamento, trabalho em equipe, cronometragem e levantamento de custos, entre outros (CHAN e WU, 2002).

Por outro lado, apesar do *QFD* ter se tornado uma excelente ferramenta para aumentar a competitividade das empresas através da tradução das necessidades dos clientes para as características da engenharia, Li *et al.*, (2015) apontam que a ferramenta da qualidade não será suficiente para processar a enorme quantidade de dados disponíveis sobre requisitos dos clientes, neste sentido é necessário propor uma nova abordagem do *QFD* para atender aos desafios que o *Big Data* apresenta, a fim de gerenciar as correlações complexas entre necessidades e especificações.

### 3.3 Trabalhos Relacionados

A partir da Revisão sistemática da literatura foram encontrados nas bases de periódicos estudadas 04 artigos no cruzamento dos termos de busca: *Industry 4.0*, *Lean Manufacturing*, *Sustainability*, *Voice of Customer*, *Quality Function Deployment* e *Customer Satisfaction*. Na Tabela 2 encontra-se uma classificação dos artigos.

Tabela 2 – Classificação dos artigos.

Autores (ANO)/Título do Artigo	Objetivo	Lean	I4.0	Satisfação do cliente	QFD
Müller (2017)/ Lean Information and Communication Tool to Connect Shop and Top Floor in Small and Medium-sized	Implementação de um aplicativo desenvolvido para o chão de fábrica a fim de facilitar a comunicação relacionadas à alteração de projetos	Sim	Sim	Sim	Não

Enterprises					
Davies, Coole e Smith (2017)/ Review of Socio-technical Considerations to Ensure Successful Implementation of Industry 4.0	Revisão da literatura da união <i>Lean</i> e I4.0	Sim	Sim	Sim	Não
Mrugalska e Wyrwicka (2017)/ Towards lean production in industry 4.0.	A revisão da literatura apresenta exemplos de união entre as abordagens de Produção Enxuta e Indústria 4.0	Sim	Sim	Não	Não
Bauer (2018)/ Integration of Industrie 4.0 in Lean Manufacturing Learning Factories	Resolução de problemas com auxílio de ferramentas da I4.0	Sim	Sim	Sim	Não

Analisando a Tabela 2 observou-se que os 04 artigos não utilizaram o *QFD* para avaliar a relação com o cliente. Além disso, existe uma forte relação entre Produção Enxuta e Indústria 4.0 descrita nos artigos, todavia percebe-se que os 04 artigos selecionados são de cunho teórico e não empírico.

Bauer (2018) propõe a aprendizagem baseada em problemas, os quais não podiam ser solucionados somente com a utilização das ferramentas da Produção Enxuta. Neste estudo foi proposto problemáticas com o auxílio de kits de montagem para estimular os participantes a criarem novas soluções com auxílio das ferramentas da Indústria 4.0 a fim de atender as necessidades dos clientes. Este estudo demonstra a forma que a união dos conceitos e tecnologias de Produção Enxuta e Indústria 4.0 podem aumentar a satisfação e atender as necessidades dos clientes.

O estudo de Müller (2017) foi realizado em uma indústria de produção de maquinário industrial que apresentava lacunas na comunicação do chão de fábrica com setores responsáveis pela fabricação e desenvolvimento de produto. Tais informações eram transmitidas por meio de documentos e papéis, gerando assim um atraso na transmissão das informações como modificação de projetos e resolução de problemas. Para superar este processo ineficiente foi desenvolvido um aplicativo de produção para utilizar em dispositivos *smart*, sendo reconhecido como uma ferramenta da I4.0 para digitalização das informações e

potencializar a comunicação entre os diversos setores da organização. Esta nova tecnologia gerou os seguintes benefícios para a empresa: redução do tempo total de ciclo dos projetos; feedback instantâneo de erros e entre o chão de fábrica e setores de apoio, aumentando a velocidade das revisões e correções de projetos; aumento da capacidade de planejamento entre setores de design e desenvolvimento de produto. Neste sentido, a tecnologia desenvolvida, além de automatizar os processos, objetivou aumentar a satisfação tanto dos clientes internos quanto externos.

A revisão da literatura de Davies, Coole e Smith (2017) aponta a forma que os métodos utilizados na Produção Enxuta e da Indústria 4.0 se apoiam e apresenta o aspecto técnico-sociais, o qual descreve a relação entre pessoas, máquinas e o ambiente organizacional. O autor aponta que a Indústria 4.0 irá permitir maior liberdade nas relações entre o nível executivo e operacional, permitindo um engajamento ativos de ambas as partes objetivando a troca mútua de conhecimento, otimizando a tomada de decisão. Neste sentido, os colaboradores do nível operacional deixarão de ser agentes passivos que cumprem suas tarefas sem nenhuma referência ao ambiente externo, para tornarem-se agente ativos na construção de inovações e melhoria dos processos. Além disso, o nível executivo estará mais conectado com os clientes externos, a fim de entender suas reais necessidades.

A revisão da literatura de Mrugalska e Wyrwicka (2017) apresenta exemplos de união entre as abordagens de Produção Enxuta e Indústria 4.0, evidenciando de que forma estes conceitos se complementam na prática. O estudo demonstrou a aplicação dos *Smart Product*, *Smart Machines* e *Augmented Operator* com foco em ferramentas da Produção Enxuta, permitindo o entendimento da união com a I 4.0.

## 5. Conclusão

As análises das relações existentes na literatura científica entre Produção Enxuta e Indústria 4.0 com foco na demanda do cliente indicam a necessidade do desenvolvimento de novas tecnologias para reforçar as relações entre produção enxuta e indústria 4.0 buscando maximizar a comunicação e colaboração entre pessoas e máquinas. Foi descoberto a existência de artigos científicos que apresentam relações entre Produção Enxuta e Indústria 4.0 e apresentam soluções para melhorar a relação com os clientes, mas nenhum artigo apresentou a aplicação da ferramenta *QFD*. Os artigos de Davies, Coole e Smith (2017) e Mrugalska e Wyrwicka (2017) são revisões de literatura o que revela a necessidade de novos

estudos para melhorar a relação com os clientes em organizações que unem conceitos de Produção Enxuta e Indústria 4.0. Estudos sobre o uso de *QFD* relacionados com *Big Data* devem ser estimulados para gerenciar as correlações complexas entre necessidades dos clientes e especificações técnicas.

## REFERÊNCIAS

- AURELIO, Diogo; GRILO, António; CRUZ-MACHADO, Virgilio. A framework for evaluating lean implementation appropriateness. In: Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), 2011 IEEE International Conference on. **IEEE**, 2011. p. 779-783.
- BAUER, Harald et al. Integration of Industrie 4.0 in Lean Manufacturing Learning Factories. **Procedia Manufacturing**, v. 23, p. 147-152, 2018.
- BHAMU, Jaiprakash; SINGH SANGWAN, Kuldip. Lean manufacturing: literature review and research issues. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 34, n. 7, p. 876-940, 2014. (20 de abril de 2018 às 15:00).
- BIOLCHINI, J.; MIAN, P.G.; NATALI, A.C; TRAVASSOS, G.H. Systematic Review in Software Engineering: Relevance and Utility. **Technical Report PESC - COPPE/UFRJ**, 2005.
- BOTELHO, Louise Lira Roedel; DE ALMEIDA CUNHA, Cristiano Castro; MACEDO, Marcelo. O método da revisão integrativa nos estudos organizacionais. **Gestão e Sociedade**, v. 5, n. 11, p. 121-136, 2011.
- BOTTANI, Eleonora. A fuzzy QFD approach to achieve agility. **International Journal of Production Economics**, v. 119, n. 2, p. 380-391, 2009.
- BRETTEL, Malte et al. How virtualization, decentralization and network building change the manufacturing landscape: An Industry 4.0 Perspective. **International Journal of Mechanical, Industrial Science and Engineering**, v. 8, n. 1, p. 37-44, 2014.
- BRIAN HWRANG, H.; TEO, Cynthia. Translating customers' voices into operations requirements-A QFD application in higher education. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 18, n. 2, p. 195-226, 2001
- 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
- CARNEVALLI, Jose A.; MIGUEL, Paulo Cauchick. Review, analysis and classification of the literature on QFD—Types of research, difficulties and benefits. **International Journal of Production Economics**, v. 114, n. 2, p. 737-754, 2008.
- CHAN, Lai-Kow; WU, Ming-Lu. Quality function deployment: A literature review. **European journal of operational research**, v. 143, n. 3, p. 463-497, 2002.
- CHUANG, Shu-Hui; LIN, Hong-Nan. The roles of infrastructure capability and customer orientation in enhancing customer-information quality in CRM systems: Empirical evidence from Taiwan. **International Journal of Information Management**, v. 33, n. 2, p. 271-281, 2013

- CONDUIT, Jodie; MAVONDO, Felix T. How critical is internal customer orientation to market orientation? 1. **Journal of business research**, v. 51, n. 1, p. 11-24, 2001.
- COOPER, Robert G.; EDGETT, Scott J. Maximizing productivity in product innovation. **Research-Technology Management**, v. 51, n. 2, p. 47-58, 2008.
- CORDEIRO, Alexander Magno et al. **Revisão sistemática: uma revisão narrativa**. 2007.
- DAVIES, Robert; COOLE, Tim; SMITH, Alistair. Review of Socio-technical Considerations to Ensure Successful Implementation of Industry 4.0. **Procedia Manufacturing**, v. 11, p. 1288-1295, 2017.
- DE STEUR, H.; WESENA, J.; DORA, M.K.; PEARCE, D.; GELLYNK, J. Applying Value Stream Mapping to reduce food losses and wastes in supply chains: A systematic review. **Waste Management**, v. 58, p. 359-368, 2016.
- DESHPANDÉ, Rohit; FARLEY, John U.; WEBSTER JR, Frederick E. Corporate culture, customer orientation, and innovativeness in Japanese firms: a quadrad analysis. **The journal of Marketing**, p. 23-37, 1993.
- DONAVAN, D. Todd; BROWN, Tom J.; MOWEN, John C. Internal benefits of service-worker customer orientation: Job satisfaction, commitment, and organizational citizenship behaviors. **Journal of marketing**, v. 68, n. 1, p. 128-146, 2004.
- DRATH, Rainer; HORCH, Alexander. Industrie 4.0: Hit or hype?[industry forum]. **IEEE industrial electronics magazine**, v. 8, n. 2, p. 56-58, 2014. (16 de abril de 2018 às 17:30).
- FRANK, Heiko. Lean Produktion versus Industrie 4.0: Gegner oder Verbündete. **Industrie Management**, v. 30, n. 6, p. 17-20, 2014
- GORECKY, Dominic et al. Human-machine-interaction in the industry 4.0 era. In: Industrial Informatics (INDIN), 2014 12th **IEEE International Conference on**. IEEE, 2014. p. 289-294.
- J. Oliveira, J.C. Sá, A. Fernandes, Continuous improvement through "Lean Tools": An application in a mechanical company, **Procedia Manufacturing**, Volume 13, 2017,
- KADRI, K. Cultural and habitual features and the implementation of lean principles in companies: mapping out the research. In: **Proceedings of the Lean Advancement Initiative 5th LAI/EdNet Lean Educator Conference**. Daytona Beach, FL, 2010. p. 19-21.
- KAGERMANN, Henning et al. Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0: Securing the future of German manufacturing industry; final report of the Industrie 4.0 **Working Group**. Forschungsunion, 2013. (17 de abril de 2018 às 14:30)
- KARAM, Al-Akel et al. The contribution of lean manufacturing tools to changeover time decrease in the pharmaceutical industry. A SMED project. **Procedia Manufacturing**, v. 22, p. 886-892, 2018.
- KUMAR, Manoj et al. Real-Time Monitoring System to Lean Manufacturing. **Procedia Manufacturing**, v. 20, p. 135-140, 2018.
- KUMARAVADIVEL, A.; NATARAJAN, U.; NOORUL HAQ, A. Performance measurement and determination of optimal base stock level inventory system to improve the customer satisfaction in the Six Sigma environment. **International Journal of Productivity and Quality Management**, v. 9, n. 3, p. 382-403, 2012.
- LASI, Heiner et al. Industry 4.0. **Business & Information Systems Engineering**, v. 6, n. 4, p. 239-242, 2014 (16 de abril de 2018 às 16:00)

- LEE, Jay; BAGHERI, Behrad; KAO, Hung-An. A cyber-physical systems architecture for industry 4.0-based manufacturing systems. **Manufacturing Letters**, v. 3, p. 18-23, 2015.
- LEE, Jay; KAO, Hung-An; YANG, Shanhu. Service innovation and smart analytics for industry 4.0 and big data environment. **Procedia CIRP**, v. 16, p. 3-8, 2014.
- LI, Jingran et al. Big data in product lifecycle management. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 81, n. 1-4, p. 667-684, 2015
- LIBERATI, A.; ALTMAN, D. G.; TETZLAFF, J.; MULROW, C.; GOTZSCHE, P. C.; IOANNIDIS, J. P.; CLARKE, M.; DEVEREAUX, P.J.; Kleijnen, J.; MOHER, D. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. **PLoS medicine**. v. 6, n.7, 2009.
- LU, Yang. Industry 4.0: a survey on technologies, applications and open research issues. **Journal of Industrial Information Integration**, v. 6, p. 1-10, 2017.
- MCINNES, M. D.; MOHER, D.; THOMBS, B. D.; MCGRATH, T. A.; BOSSUYT, P. M.; CLIFFORD, T. Preferred Reporting Items for a Systematic Review and Meta-analysis of Diagnostic Test Accuracy Studies: The PRISMA-DTA Statement. **Journal of the American Medical Association**. v. 319, n. 4, p. 388-396, 2018.
- MOHANRAJ, R.; SAKTHIVEL, M.; VINODH, S. QFD integrated value stream mapping: an enabler of lean manufacturing. **International Journal of Productivity and Quality Management**, v. 7, n. 4, p. 501-522, 2011.
- MOHER, D.; SHAMSEER, L.; CLARKE, M.; GHERSI, D.; LIBERATI, A.; PETTICREW, M.; SHEKELLE, P.; STEWART, L. A. Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. **Systematic reviews**, v. 4, n.1, p.1-9, 2015.
- MOHRW-JACKSON, Iris. Broadening the market orientation: an added focus on internal customers. **Human Resource Management**, v. 30, n. 4, p. 455-467, 1991.
- MRUGALSKA, Beata; WYRWICKA, Magdalena K. Towards lean production in industry 4.0. **Procedia Engineering**, v. 182, p. 466-473, 2017.
- MÜLLER, Rainer et al. Lean Information and Communication Tool to Connect Shop and Top Floor in Small and Medium-sized Enterprises. **Procedia Manufacturing**, v. 11, p. 1043-1052, 2017.
- NOWAK, M.; PFAFF, H.; KARBACH, U. Does Value Stream Mapping affect the structure, process, and outcome quality in care facilities? A systematic review. **Systematic Reviews**, v. 6, n. 1, p. 170, 2017.
- PANWAR, A.; NEPAL, B.P.; JAIN, R.; RATHORE, A.P.S. On the adoption of lean manufacturing principles in process industries. **Production. Planning and Control**. v.26, n.7, p.564-587, 2015.
- R. JADHAV, Jagdish; S. MANTHA, Shankar; B. RANE, Santosh. Exploring barriers in lean implementation. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 5, n. 2, p. 122-148, 2014.
- REIS, Dayr; PEÑA, Leticia. Linking customer satisfaction, quality, and strategic planning. **Revista de Administração de Empresas**, v. 40, n. 1, p. 42-46, 2000.
- ROMERO, L.F.; ARCE, A. Applying Value Stream Mapping in Manufacturing: A Systematic Literature Review. **IFAC Papers OnLine**, v.50, n.1, p.1075-1086, 2017.



- SANDERS, Adam; ELANGESWARAN, Chola; WULFSBERG, Jens. Industry 4.0 implies lean manufacturing: research activities in industry 4.0 function as enablers for lean manufacturing. **Journal of Industrial Engineering and Management**, v. 9, n. 3, p. 811-833, 2016. (20 de abril de 2018 às 14:30)
- SCHUMACHER, Andreas; EROL, Selim; SIHN, Wilfried. A maturity model for assessing industry 4.0 readiness and maturity of manufacturing enterprises. **Procedia CIRP**, v. 52, p. 161-166, 2016.
- SHAH, Rachna; WARD, Peter T. Defining and developing measures of lean production. **Journal of operations management**, v. 25, n. 4, p. 785-805, 2007.
- SHARMA, J. R. Linking voice of customer to product development through quality function deployment (QFD). **International Journal of Advanced Operations Management**, v. 3, n. 1, p. 19-39, 2011.
- SHETH, Jagdish N.; SETHIA, Nirmal K.; SRINIVAS, Shanthi. Mindful consumption: a customer-centric approach to sustainability. **Journal of the Academy of Marketing Science**, v. 39, n. 1, p. 21-39, 2011.
- SHROUF, Fadi; ORDIERES, Joaquin; MIRAGLIOTTA, Giovanni. Smart factories in Industry 4.0: A review of the concept and of energy management approached in production based on the Internet of Things paradigm. In: Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), 2014 **IEEE International Conference on**. IEEE, 2014. p. 697-701.
- STEWART, L. A.; CLARKE, M.; ROVERS, M.; RILEY, R. D.; SIMMONDS, M.; STEWART, G.; TIERNEY, J. F. Preferred reporting items for a systematic review and meta-analysis of individual participant data: the PRISMA-IPD statement. **Journal of the American Medical Association**, v. 313, n.16, p. 1657-1665, 2015.
- STOCK, T.; SELIGER, G. Opportunities of sustainable manufacturing in industry 4.0. **Procedia CIRP**, v. 40, p. 536-541, 2016.
- THAMES, Lane; SCHAEFER, Dirk. Software-defined cloud manufacturing for industry 4.0. **Procedia CIRP**, v. 52, p. 12-17, 2016.
- VINODH, S.; KUMAR CHINTHA, Suresh. Application of fuzzy QFD for enabling leanness in a manufacturing organisation. **International Journal of Production Research**, v. 49, n. 6, p. 1627-1644, 2011
- WAGNER, Tobias; HERRMANN, Christoph; THIEDE, Sebastian. Industry 4.0 impacts on lean production systems. **Procedia CIRP**, v. 63, p. 125-131, 2017.
- WOMACK, J. P. The Psychology of Lean Production. **Applied Psychology**, v.45, p.119-122, 1996.
- WOMACK, J.P.; JONES, D.T.; ROOS, D. 1990. **Machine That Changed the World**. Simon and Shuster. 1990.
- WONG, Yu Cheng; WONG, Kuan Yew; ALI, Anwar. A study on lean manufacturing implementation in the Malaysian electrical and electronics industry. **European Journal of Scientific Research**, v. 38, n. 4, p. 521-535, 2009.
- ZHOU, Keliang; LIU, Taigang; ZHOU, Lifeng. Industry 4.0: Towards future industrial opportunities and challenges. In: **Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (FSKD), 2015 12th International Conference on**. IEEE, 2015. p. 2147-2152.