

A importância da atualização das ferramentas da qualidade nas metodologias aplicadas na indústria 4.0

The importance of updating quality tools in methodologies applied in industry 4.0

La importancia de actualizar las herramientas de calidad en las metodologías aplicadas en la industria 4.0

Recebido: 06/01/2021 | Revisado: 08/01/2021 | Aceito: 12/01/2021 | Publicado: 12/01/2021

Marcos de Oliveira Morais

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5981-4725>

Universidade Estácio de Sá, Brasil

Universidade Santo Amaro, Brasil

E-mail: marcostecnologia2001@gmail.com

Gabriel Alves Morais

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5176-4535>

Universidade Cruzeiro do Sul, Brasil

E-mail: gabriel.moraistecnologia@gmail.com

Resumo

As revoluções e consequentemente evoluções industriais nos permitem um vasto crescimento acadêmico e organizacional promovendo fomentar discussões sobre diversos assuntos, em princípio na teoria e posteriormente levando-os a prática. Entender estas novas tecnologias passa a ser o grande desafio dos gestores na atualidade onde realizar a interface das ferramentas de gestão já conhecidas e aplicadas adequando aquelas que estão por vir. A metodologia utilizada neste artigo foi a de pesquisa quantitativa que é aquela em que os dados e as evidências coletadas podem ser quantificados e mensurados. O objetivo do trabalho é fomentar a discussão sobre as ferramentas da qualidade na indústria 4.0. Conclui-se que ainda há muito o que se analisar, discutir e aprimorar sobre a aplicação de uma atualização das ferramentas da qualidade no que se diz respeito ao novo mundo das metodologias 4.0, sempre na busca pela maior eficiência e eficácia dos processos produtivos e administrativos nos vários setores, porém como apresentado um tema que deve ser abordado no meio acadêmico e nas empresas.

Palavras-chave: Ferramentas da qualidade; Ferramentas gerenciais; Metodologias 4.0; Qualidade 4.0.

Abstract

The revolutions and, consequently, industrial developments allow us a vast academic and organizational growth promoting the promotion of discussions on several subjects, in principle in theory and later taking them to practice. Understanding these new technologies becomes the great challenge for managers today where to interface the management tools already known and applied, adapting those to come. The methodology used in this article was that of quantitative research, which is the one in which the data and evidence collected can be quantified and measured. The aim of the work is to encourage discussion about quality tools in industry 4.0. It is concluded that there is still a lot to analyze, discuss and improve on the application of an update of the quality tools with regard to the new world of methodologies 4.0, always in the search for greater efficiency and effectiveness of the productive and administrative processes in the various sectors, but as a topic presented that should be addressed in the academic environment and in companies.

Keywords: Quality tools; Management tools; Methodologies 4.0; Quality 4.0.

Resumen

Las revoluciones y, en consecuencia, los desarrollos industriales nos permiten un vasto crecimiento académico y organizacional promoviendo la promoción de discusiones sobre diversos temas, en principio en teoría y luego llevándolos a la práctica. Comprender estas nuevas tecnologías se convierte en el gran desafío para los gerentes de hoy en día, donde interconectar las herramientas de gestión ya conocidas y aplicadas, adaptando las que vendrán. La metodología empleada en este artículo fue la de investigación cuantitativa, que es aquella en la que se pueden cuantificar y medir los datos y evidencias recogidas. El objetivo del trabajo es fomentar el debate sobre herramientas de calidad en la industria 4.0. Concluimos que aún queda mucho por analizar, discutir y mejorar en la aplicación de una actualización de herramientas de calidad respecto al nuevo mundo de las metodologías 4.0, siempre en la búsqueda de una mayor eficiencia y eficacia de los procesos productivos y administrativos. en los distintos sectores, pero como un tema presentado que debe ser abordado en el ámbito académico y en las empresas.

Palabras clave: Herramientas de calidad; Herramientas administrativas; Metodologías 4.0; Calidad 4.0.

1. Introdução

Para manter e ampliar a competitividade no cenário industrial, as empresas estão passando por um alinhamento que sugerem várias mudanças, não somente tecnológicas mas também gerenciais, principalmente na denominada era da indústria 4.0. Portanto, embora algumas empresas estejam ansiosas para introduzir novas tecnologias e melhorar a qualidade, a eficiência e a eficácia dos recursos, também se torna relevante reduzir os riscos e manter a sua competitividade no mercado. Discutir sobre o tema qualidade na indústria 4.0 permite uma compreensão clara sobre tal importância onde o percurso de transição das empresas que pretendem embarcar nessa nova abordagem passa a ser um processo contemporâneo (Tassey, 2014; Falk et al., 2015).

As diversas revoluções ocorridas na história sempre tiveram um grande impacto no desenvolvimento da sociedade. Desde a máquina a vapor até a automação, tudo isso vem provocando alterações. E os negócios devem se adaptar a essa realidade que passa a ser irreversível. Diante desses recentes desenvolvimentos tecnológicos e de um cenário em que há uma procura cada vez maior por produtos personalizados, maior complexidade, maior qualidade e custos reduzidos; a ascensão de um novo modelo de indústria está sendo discutido em todo o mundo sob o tópico de Indústria 4.0 (Hermann et al., 2016).

Essas novas estruturas de produção, dotadas de dispositivos “inteligentes” ligados à rede, onde os produtos e os sistemas de produção obtêm capacidades de comunicação, constituirão as Smart Factories do futuro e são a chave para alcançar o grau de flexibilidade necessário para atender às exigências dos mercados atuais. Estas exigências surgem de solicitações com expectativas crescentes de produtividade, aumento do número de variantes de produtos, redução de tamanhos de lotes, etc (Cheng et al., 2015).

Os sistemas produtivos do futuro ainda requerem muita investigação. Os problemas relacionados com a incompatibilidade das interfaces de comunicação e a segurança na transmissão dos dados, ainda são um forte inconveniente para alavancar o desenvolvimento colaborativo entre os diferentes prestadores de serviços. No entanto, diversas entidades já estão a trabalhar para desenvolver soluções tecnológicas capazes de remover esses obstáculos e cooperar para o objetivo comum da Indústria 4.0 tendo foco também no processo de gerenciamento da qualidade (Machado et al., 2017).

A qualidade e as tecnologias sempre estiveram em pauta nas organizações, e com o passar dos anos cada vez mais com uma frequência maior, proporcionar e fomentar a utilização das ferramentas gerenciais em novos conceitos visualizando a necessidade de possíveis atualizações passa a ser o grande desafio dos gestores organizacionais e também dos acadêmicos, uma vez que este assunto impacta diretamente as duas áreas que são extremamente relevantes para o desenvolvimento pessoal, organizacional e até mesmo do País.

2. Referencial Teórico

2.1 Qualidade 4.0

A qualidade é empregada em vários setores e ramos de atividade independentemente do segmento e porte da organização, tendo entre suas várias funções controlar e garantir a qualidade de seus produtos, processos e/ou serviços. Com o passar dos anos, as evoluções tecnológicas e humanas permitiram com que a qualidade torna-se a ser uma importante ferramenta integradora nas organizações tornando-se elemento estratégico de extrema relevância para as empresas.

Segundo a norma NBR ISO 9000, "para conduzir e agir com sucesso uma organização é necessário dirigi-la e controlá-la de maneira transparente e sistemática" (ABNT 2005). Isto porque, a organização terá sua sobrevivência garantida satisfazendo os clientes, por meio de boa comunicação interna e externa, integridade de documentos e informações, e um bom gerenciamento dos processos (Francisco, 2011).

Com o advento da indústria 4.0, esta passa a influenciar positivamente o processo de gestão da qualidade como um

todo, propiciando novas melhorias nos seus aspectos produtivos e administrativos.

As empresas que adquirirem as tecnologias e as metodologias da denominada Indústria 4.0, mas porém permanecem com os padrões desatualizados, estão desperdiçando oportunidades de possíveis melhorias dos processos, possibilitando gerar maiores perdas na obtenção de métodos inovadores de qualidade como o gerenciamento avançado da qualidade da cadeia de suprimentos, bem como melhor interação com o cliente e com o processo, diagnósticos e manutenção remotamente (Ślusarczyk, 2018).

A construção de um novo modelo de gestão está em curso, uma nova mentalidade emerge dessa realidade com fundamentos mais alinhados com a dinâmica atual e, portanto, mais sólidos que os atuais (Magaldi, Neto, 2018). A Figura 1 ilustra a interação entre a indústria 4.0, as ferramentas da qualidade e a qualidade 4.0 como elemento integrador nesse processo.

Figura 1: Qualidade 4.0



Fonte: Morais et. al, (2020).

A Figura 1 ilustra que a indústria 4.0 faz parte de um sistema integrado, no qual as ferramentas da qualidade corroboram no monitoramento da eficiência e eficácia dos pilares que envolvem a indústria 4.0, gerando maior interação com o sistema de gestão da qualidade, permitindo assim a criação nas organizações de uma qualidade também denominada de 4.0 (Morais et. al, 2020).

A inclusão de novas tecnologias como estratégia para o desenvolvimento organizacional será primordial para garantir a competitividade e maior produtividade das empresas, independentemente do mercado em que atuam. Como essas novas tecnologias se relacionam com a qualidade 4.0 é questão que se encontra ainda em aberto (Morais et. al, 2020).

Com as revoluções industriais, os vários processos foram se aprimorando e deixando de ser manual para se tornar cada vez mais automatizado. No momento, há vários departamentos especializados que realizam o controle de qualidade nas indústrias com sistemas baseados ainda em papel e/ou parcialmente automatizado, levando a problemas de confiabilidade da informação e até mesmo de qualidade. Esta transição do manual para o tecnológico, traz um planejamento estratégico mais eficaz para a realização do controle de qualidade, resultando em benefícios como agilidade, confiabilidade, eficiência e eficácia (Moço & Cunha, 2020).

Segundo Radziwill (2018), com o desenvolvimento dessa nova tecnologia gerou inúmeros benefícios, não só para a indústria, mas para a sociedade como um todo, e a qualidade 4.0 está caminhando junto nessa evolução, sendo que suas iniciativas enquadram-se basicamente em seis categorias:

- a) Aumentar a velocidade e a qualidade da tomada de decisão.
- b) Aumentar (ou aperfeiçoar) a inteligência humana.
- c) Antecipar às mudanças, revelar preconceitos e adaptar-se a novas circunstâncias e conhecimentos.
- d) Melhorar a transparência, a rastreabilidade e a audibilidade.
- e) Aprender a cultivar a autoconsciência e outras consciências como habilidades.
- f) Evoluir nos relacionamentos, nos limites organizacionais e no conceito de confiança para revelar oportunidades de melhoria contínua e novos modelos de negócios.

Ainda para o mesmo autor as iniciativas que o novo conceito de Qualidade 4.0 podem ter, e principalmente ajudá-lo a adicionar inteligência ao monitoramento e ao gerenciamento de operações, permitindo assim, o monitoramento remoto, auxiliando a melhora da produtividade ou a moral de seus operadores, pensando em uma maneira de adicionar recursos humanos, em vez de como substituir pessoas em seus processos.

2.2 Ferramentas da Indústria 4.0

Segundo Silva et al. (2007), a simulação é uma ferramenta que auxilia a prevenção de problemas e busca a solução antes que o produto chegue a produção. A simulação apresenta excelente performance na avaliação de mudanças propostas a um sistema existente ou no projeto de um novo sistema. Um modelo bem construído poderá gerar estimativas do desempenho em termos de tempo de passagem, de utilização de recursos, dimensionamento de filas e de tempos produtivos. Se provida da capacidade de animação do modelo em tela de computador, a simulação pode também apresentar uma representação gráfica, ilustrando o fluxo de peças, pessoas e outras entidades do sistema (Bateman et al., 2013).

A tecnologia de simulação pode ser voltada para o processo de manufatura, mas tem surpreendido pela aplicação em outras áreas organizacionais, além de ser usado também para planejar e projetar, garantindo um melhor ambiente para as tomadas de decisões e redução de custos, bem como para aumentar e potencializar a capacidade de acelerar os ciclos de produção que com isso passam a também a alterar todo o processo produtivo nas organizações (Bateman et al., 2013).

Na indústria 4.0, a simulação computacional pretende utilizar mais amplamente as informações da planta, analisando dados em tempo real, aproximando o mundo físico e virtual. O resultado da captura destas informações é o chamado digital twin, em que toda a cadeia de criação de um produto passa a ter seu representante idêntico também no mundo virtual. Isto irá permitir aos operadores testar e aperfeiçoar as configurações das máquinas para o próximo produto na linha de produção virtual, antes de qualquer mudança real, gerando otimização de recursos, melhor performance e mais economia (Abreu et. al, 2017).

Uma das empresas pioneiras na utilização do treinamento de forma virtual, em 3D foi a Empresa Brasileira De Aeronáutica SA (EMBRAER), o que os seus trabalhadores fariam no chão de fábrica um ano antes do início da produção, facilitando e também verificando possíveis erros. O projeto teve 12 mil horas de testes antes das aeronaves decolarem (Roland Berger, 2016).

Defeitos que, normalmente, seriam detectados somente com o avião no ar, foram resolvidos ainda na fase de preparação. Na linha de montagem, os operários usam computadores e tablets com tecnologia de realidade aumentada e, em caso de dúvida, há sempre um vídeo para explicar como realizar a operação. Com todos os ganhos da digitalização, o tempo de montagem já caiu 25% (Machado et. al, 2017).

Por meio desta metodologia também é possível realizar economia de tempo e de recursos financeiros, além de neste

caso em específico a redução de erros fatais a vida humana por exemplo. Aliar a qualidade a realidade virtual, seja em processos, serviços ou mesmo em produtos passa a ser uma tendência para as empresas que estão na vanguarda da utilização destas novas tecnologias, que necessitaram de pessoas e ferramentas gerenciais cada vez mais atualizadas.

A indústria 4.0, que tem como uma de suas perspectivas promover a interface entre a fábrica da vida real com a realidade virtual, assim ela vem desempenhando um papel cada vez mais relevante para as empresas que adotam estes procedimentos. Por meio desta disseminação estes processos estão cada vez sendo mais utilizados e se tornando mais acessíveis, estão reduzindo a barreira de automação de modo extremamente significativo, permitindo a automação em áreas anteriormente consideradas muito complexas ou inacessíveis, atualizando e criando novos processos também gerenciais.

A crescente demanda por qualidade nos produtos faz com que seja necessárias simulações intensivas para criar processos estáveis e confiáveis. Esses processos inovadores podem abordar os aspectos do produto em todas as fases da cadeia produtiva, desde estágios iniciais como no design do material (e.g., simulações de metalurgia para laminação a quente), na própria fabricação (e.g., corte a laser), na montagem (e.g. manipulação de peças grandes baseadas em robôs) até estágios mais avançados como na gestão logística (e.g. logística de fábrica e gerenciamento de cadeia de suprimentos). (Calero; Valdeza et al, 2015).

A Indústria 4.0 está focada em criar produtos, procedimentos e processos inteligentes (Kagermann et al, 2013). Algumas companhias já são capazes de produzir seus produtos em fábricas escuras, sem luzes ou calefação, onde robôs automatizados são responsáveis pela produção, como na fábrica da Philips, na Holanda, que produz barbeadores elétricos com 128 robôs e apenas nove trabalhadores, considerada como um local cuja organização da produção é centrada basicamente nos robôs (Belluzzo; Galípolo, 2016).

2.3 Ferramentas da Qualidade

Com o aumento da competitividade principalmente com a abertura dos mercados na década de noventa e aumento das atividades organizacionais, trouxe como consequência também o aumento no grau da dificuldade em solucionar os problemas existentes nas empresas, que cada vez mais estão em busca de novos mercados e de melhores resultados. Atualmente na resolução destes problemas, exigem uma intervenção multidisciplinar para a solução dos mesmos, o que enfoca a necessidade da utilização de pessoas preparadas e dos diversos setores da organização, trazendo e fazendo uso de habilidades e conhecimentos de diversos setores criando assim uma sinergia para a realização do trabalho em equipe (Lucinda, 2010).

As ferramentas de qualidade surgiram com maior ênfase a partir da década de 50, quando a sociedade e as organizações passaram por inúmeras transformações. Grandes teóricos como Willian E. Deming, Kaoru, Ishikawa, e Walter Shewart foram mentores dessas ferramentas. Para a obtenção da qualidade é necessário determinar parâmetros mensuráveis para que seja possível realizar uma avaliação de todo o processo produtivo, ou seja, alcançar conformidade entre o planejado e o executado na produção de produtos e/ou execução de serviços (Souza, 2018).

Com isso a utilização das ferramentas da qualidade entra em cena para potencializar estas habilidades e competências necessárias, fornecendo metodologias e técnicas para a identificação das possíveis causas e a descoberta de soluções para os problemas do dia a dia das organizações.

As ferramentas da qualidade podem ser classificadas como um dos meios capazes de levar resultados e compreensão aos problemas de um modo geral, bem como permitir soluções para eliminar os resultados inesperados, com isso possibilita a busca por otimizar os problemas, favorecendo a potencialização dos processos sejam eles operacionais ou administrativos, fazendo com que a organização possa obter resultados expressivos no atendimento as suas metas assim como a de seus clientes. Para Godoy (2009), as ferramentas da qualidade servem para identificar como a qualidade pode ser empregada em todos os seus processos permitindo assim uma melhor eficiência e eficácia da sua aplicação.

Estas ferramentas permitem investigar causas e identificar diferentes procesos que estejam envolvidos sejam eles de qual natureza for, adaptando-se para medir o desempenho expondo dados de diferentes formas a fim de evidênciar ações para a tomada de decisão mais acertiva. Segundo Lucinda (2010), as ferramentas da qualidade estão para elucidar e propor alguns resultados e as colocada da segunie forma:

- Facilitar o conhecimento do problema;
- Proporcionar um método eficiente de abordagem;
- Disciplinar o trabalho;
- Aumentar a produtividade.

Assim as ferramentas da qualidade tem a sua utilização compartilhada por vários tipos de empresas, processos e pessoas, sendo útil no estudo de cada parte do processo, permitindo fomentar a utilização de uma outra ferramenta tão importante quanto as da qualidade, o ciclo PDCA, sendo encarado como meio para atingir os objetivos e as metas com o foco na redução das fontes de variação controláveis (Giocondo, 2011).

Entre estas ferramentas utilizadas podemos citar o Diagrama de Pareto, Diagrama de Disperção, Histograma, Fluxograma, Gráfico de Controle e Diagrama de Ishikawa.

2.4 Surgimento das ferramentas da qualidade

2.4.1 Diagrama de Pareto

O Diagrama de Pareto ou Gráfico de Pareto foi desenvolvido no final do século XIX por Vilfredo Pareto um economista italiano, mais tarde este diagrama foi observado por J. M. Juran, que realizou adaptações para utilização na resolução dos problemas de qualidade (reclamações dos clientes, falhas de máquinas entre outros), ornde eram divididos em classes conforme sua relevância ou “poucos vitais” e muitos vitais”. Possibilitando demonstrar assim que grande parte dos problemas são provenientes de pequenas causas, e se essas causas fossem identificadas e corrigidas seria possível eliminar defeitos ou falhas frequência (Daniel et. al, 2014).

2.4.2 Histograma

Tem-se que o Histograma foi desenvolvido por Guerry em 1833 a fim de descrever suas análises sobre crime, atualmente o Histograma é aplicado em diversas áreas para descrever a frequência com que variam os processos, a forma de distribuição dos dados e serve para agrupar os valores das variáveis em intervalos de frequência (Daniel et. al, 2014).

Esta ferramenta também pode ser utilizada para verificar o número de produto não conforme, determinar a dispersão dos valores das médidias em peças, processos que necessitam de ações corretivas, identificar e mostrar por meio de gráficos o número de unidades por categoria, entre outras aplicações. O Histograma pode ser aplicado em variáveis contínuas, onde a posição não muda de acordo com a frequência (Daniel et. al, 2014).

2.4.3 Diagrama de Ishikawa

O Diagrama de Ishikawa ou espinha de peixe ou causa e efeito foi aplicado pela primeira vez em 1953 no Japão por Kaoru Ishikawa, com o intuito de sintetizar as opiniões dos engenheiros em suas discussões sobre os problemas de qualidade e também para explicar como vários fatores poderiam ser comuns entre si e também estarem relacionados (Daniel et. al, 2014).

Normalmente este diagrama é utilizado para visualização em conjunto as causas principais e secundárias de um problema, ampliar as possíveis causas do problema, enriquecer sua análise e a identificação de possíveis soluções, assim como analisar o proceso em busca de melhorias (Goicondo, 2011).

2.4.4 Gráfico de Controle

Em 1920 Walter Shewhart, foi o primeiro a descrever a distinção entre variação controlada e não controlada, sendo assim este corresponde ao que se classifica de causas comuns e causas especiais. Foi elaborado uma ferramenta simples, para distinguir os dois tipos de causas, que chamou de gráfico de controle. Desde essa época, estas têm sido usadas com sucesso numa variedade de situações (Pithon, 2014).

Fases a se observar: Análise e melhoria, Coleta de dados e Controle.

2.4.5 Fluxograma

A simbologia do fluxograma foi proposta pelo casal Gilbreth, em 1921. Inicialmente foram propostos 40 símbolos. Em 1947 a American Society of Mechanical Engineers (ASME) definiu cinco símbolos para o diagrama de fluxo de processo (Ribeiro, Fernandes e Almeida, 2010)

Esta ferramenta permite verificar como se conectam e relacionam os componentes de um sistema, mecanizado ou não, facilitando a análise de sua eficácia; Facilita a localização das deficiências, pela fácil visualização dos passos, transportes, operações e formulários; Propicia o entendimento de qualquer alteração que se proponha nos sistemas existentes pela clara visualização das modificações introduzidas (Mello, 2008).

2.4.6 Diagrama de Dispersão

Os diagramas de dispersão ou gráficos de dispersão são representações de dados de duas (tipicamente) ou mais variáveis que são organizadas em um gráfico. O gráfico de dispersão utiliza coordenadas cartesianas para exibir valores de um conjunto de dados. Os dados são exibidos como uma coleção de pontos, cada um com o valor de uma variável determinando a posição no eixo horizontal e o valor da outra variável determinando a posição no eixo vertical em caso de duas variáveis, (Gentile, 1996).

Descrito pela primeira vez por Francis Galton, o gráfico de dispersão é usado para verificar se existe relação de causa e efeito entre duas variáveis de natureza quantitativa (variáveis que podem ser medidas ou contadas). Isto não prova que uma variável afeta outra variável, mas determina se existe relação e qual a intensidade da relação entre elas (Gentile, 1996).

Em 1920, o gráfico de dispersão havia se tornado um instrumento muito utilizado como a ferramenta da ciência que conhecemos agora. Entre todas as formas de gráficos estatísticos, o gráfico de dispersão pode ser considerado uma das invenções mais versáteis e útil da história dos gráficos estatísticos. Entre outros gráficos de dispersão notáveis estão o diagrama de Hertzprung-Russell no início dos anos 1900, a descoberta do número atômico por Henry Moseley também no início dos anos 1910 ou a curva de Phillips em meados dos anos 1950 (Gentile, 1996).

3. Metodologia

Para a condução deste trabalho, foram buscados materiais tanto em bibliografia predominantemente acadêmica, como livros, periódicos e anais de eventos, bem como em publicações de organizações vinculadas com a indústria.

Segundo Martins e Theóphilo (2009), a pesquisa quantitativa é aquela em que os dados e as evidências coletadas podem ser quantificados e mensurados. Os dados são filtrados, organizados e tabulados para que sejam submetidos a procedimentos estatísticos que permitam sua interpretação. Como a natureza das variáveis pesquisadas é qualitativa, a proposta pode ser considerada como quali-quantitativa.

Os dados foram coletados entre novembro e dezembro de 2020, por meio de questionário enviado via email a duas categorias de respondentes: profissionais de empresas de diversos segmentos e profissionais de empresas do segmento

automotivo, aqui descritos por “público geral” e especialistas da área da qualidade, aqui descritos por “especialistas”. Optou-se por não divulgar o nome das empresas por serem algumas concorrentes de mesmo segmento e produtos.

A relação de tópicos selecionados para a pesquisa foi escolhida pelos autores buscando contemplar ferramentas frequentemente utilizadas nas indústrias tradicionais.

Foram analisados 114 questionários, sendo 32 respondentes (28,0%) do grupo “público” e 82 deles (72,0%) do grupo formado por “especialistas”.

4. Resultados e Discussão

A importância da busca contínua pela qualidade tem assumido novas proporções nas últimas décadas, devido à concorrência crescente na indústria como um todo. Existe ainda uma constante preocupação com a diminuição de custos e prazos de entrega exigindo uma concepção integrada e dinâmica dos processos produtivos.

Nesta seção são apresentados os resultados da pesquisa de campo uma vez que as ferramentas da qualidade tiveram a sua origem no início de 1900 – 1950, sendo aplicada em diversos aspectos organizacionais e permitindo até então resultados satisfatórios para a sua aplicabilidade.

Como a literatura da Engenharia de Produção voltada para a Indústria 4.0 ainda está na fase de consolidação, este artigo espera contribuir positivamente no âmbito conceitual e reflexivo referente a uso de métodos e técnicas da administração da produção dentro das organizações na busca pela melhoria contínua por meio da utilização das ferramentas da qualidade.

As ferramentas da qualidade aqui apresentadas são aplicadas nas organizações e apresentam resultados satisfatórios. A questão levantada pelos autores esta relacionada com o tempo em que estas ferramentas já são aplicadas e se não seria necessário uma atualização das mesmas para obtenção de melhores resultados, uma vez que com o advento das metodologias 4.0 conforme apresentado novas metodologias também deveriam ser incorporadas a estas ferramentas potencializando os resultados. O Quadro 1 apresenta um resumo cronológico do surgimento destas ferramentas.

Quadro 1: Surgimento das Ferramentas da Qualidade.

Ferramenta da Qualidade	Ano de surgimento
Diagrama de Pareto	1900
Histograma	1833
Diagrama de Ishikawa	1953
Gráfico de Controle	1920
Fluxograma	1921
Diagrama de dispersão	1920

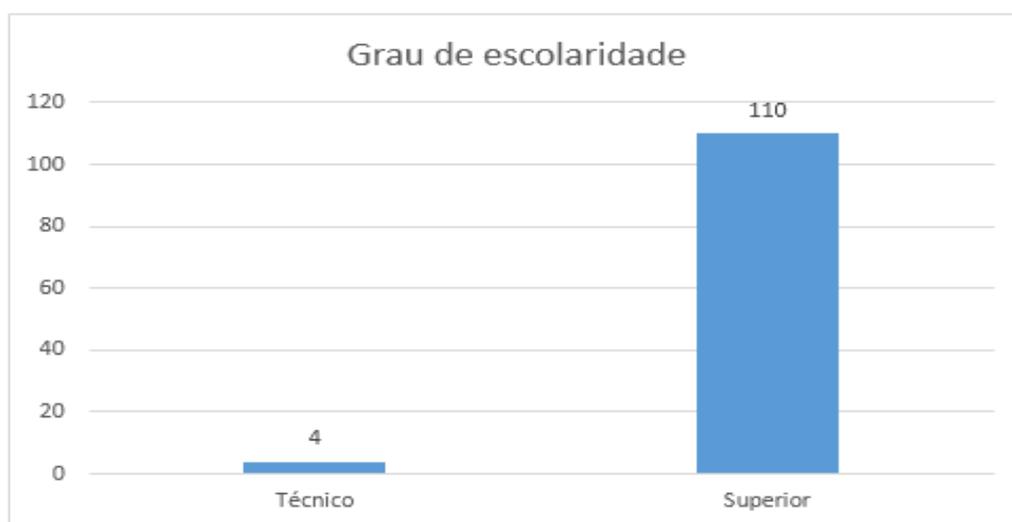
Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Aliar a expertise de ferramentas tradicionais com as tecnologias passa ser de extrema importância para promover novas fases e permitir a construção de novos conhecimentos. Promover esta interação e interface torna a tomada de decisão mais assertiva, favorecendo a competitividade e potencializando a locratividade nas organizações. De fato, a Indústria 4.0 terá que prover sinergia e colaboração entre os sistemas ciber-físicos e os trabalhadores, suportando uma efetiva interação na operação de tarefas complexas e no controle de processos e máquinas (Dombrowski et al, 2014).

4.1 Perfil dos entrevistados

Um dos aspectos do direcionamento da pesquisa e também ponto relevante está na qualificação profissional das pessoas que está relacionado diretamente com o grau de escolaridade/aprendizado envolvidos nos processos da chamada quarta revolução industrial, que impactam diretamente nas tomadas de decisões, nas ações e na aplicação das ferramentas gerenciais a serem abordadas em todo o processo, seja ele administrativo ou produtivo nas diversas áreas das empresas. O Gráfico 1 apresenta o grau de escolaridade dos entrevistados.

Gráfico 1: Grau de escolaridade.



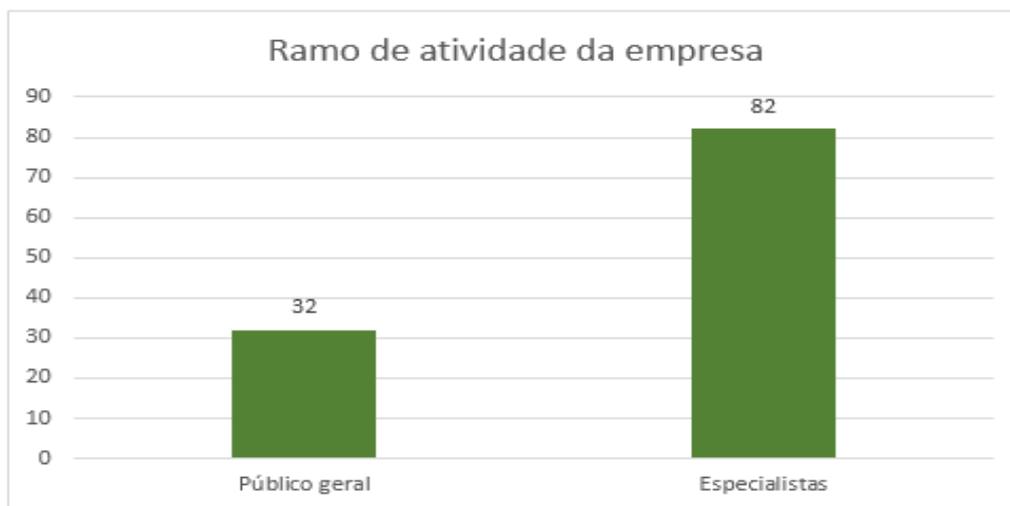
Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Foram entrevistadas 114 pessoas no total, destas 110 pessoas possuem nível superior completo ou seja 96% e 4 pessoas possuem nível técnico o que corresponde a 4% do universo dos entrevistados da pesquisa, permitindo assim ter uma visão do perfil dos entrevistados. A pesquisa aponta um bom nível de escolaridade entre os respondentes que também passa a refletir a importância da atualização acadêmica dentro das empresas em um ambiente cada vez mais competitivo e agressivo das organizações bem como do mercado como um todo.

4.2 Classificação das empresas

No quesito ramo de atividade da empresa foram abordados como público geral, onde se enquadram respondentes que não são do ramo automotivo, o que não os desqualifica em nada, porém para os autores do artigo a divisão se torna relevante considerando que no grupo especialistas estão respondentes com atuação mais enfática no processo produtivo nas organizações, mas também deve-se considerar que as ferramentas da qualidade assim como a qualidade como um todo pode e deve ser aplicada em várias empresas de distintos ramos empresariais. O Gráfico 2 apresenta esta divisão entre público geral e especialistas.

Gráfico 2: Ramo de atividade na empresa.



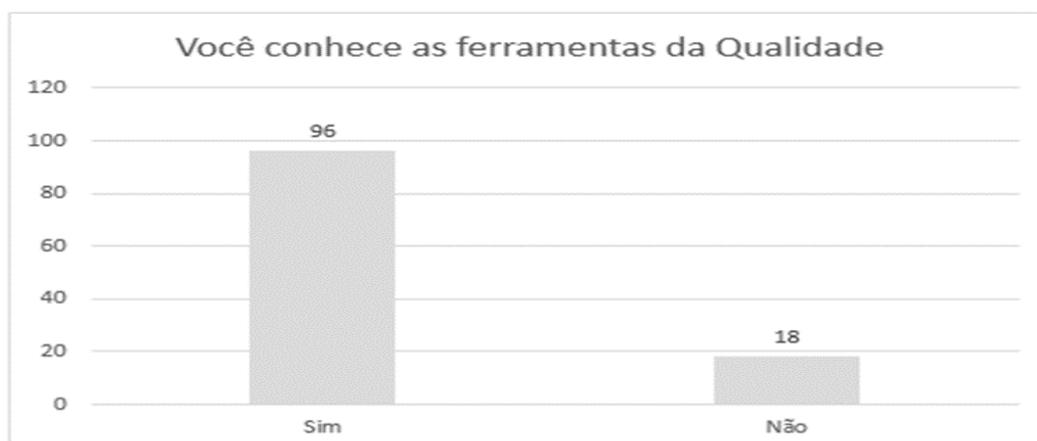
Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

O resultado apresentado no Gráfico 2 aponta que 32 pessoas ou seja 28% dos entrevistados estão classificados como público geral (pessoas que trabalham em diversas áreas), já o grupo de especialistas é composto por 82 pessoas sendo assim 72% dos respondentes da pesquisa (pessoas ligadas diretamente a área automotiva), com isso para os autores do artigo torna-se uma amostra interessante visto que uma grande parte dos entrevistados atua em um ramo que está sendo impactado diretamente em relação as mudanças classificadas pela indústria 4.0 e os seus efeitos na gestão da qualidade.

4.3 Conhecimento sobre as ferramentas da qualidade

Outra questão também abordada na pesquisa está relacionado diretamente com as ferramentas da qualidade, se os entrevistados conhecem as ferramentas da qualidade (Diagrama de Pareto, Diagrama de Disperção, Histograma, Fluxograma, Gráfico de Controle e Diagrama de Ishikawa) , bem como as suas aplicações nas resoluções e nos monitoramentos dos problemas do dia a dia nas organizações. O Gráfico 3 apresenta os resultados coletados.

Gráfico 3: Conhecimento sobre as ferramentas da qualidade.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

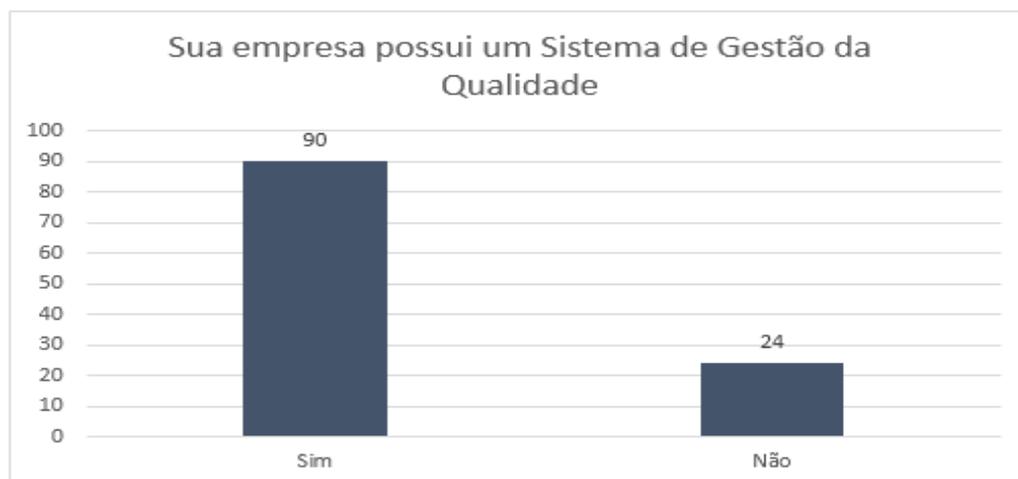
Quanto a resposta sobre o conhecimento da ferramentas da qualidade apresentadas 96 respondentes ou seja 84% dos entrevistados responderam que tem conhecimento sobre estas metodologias assim como sobre a sua utilização. Em contra partida 18 respondente perfazendo assim 16% dos entrevistados apontaram que não tem conhecimento sobre tais ferramentas e as suas aplicações.

Os autores consideram um valor expressivo de respondentes que aplicam a utilização das ferramentas da qualidade para a resolução dos seus problemas no cotidiano das organizações e nas melhorias de processos.

4.4 Utilização do sistema da qualidade nas empresas

Do universo de entrevistados foi enviado e analisado apenas uma resposta por empresa o que nos mostra que temos 114 empresas diferentes, não havendo assim a possibilidade de duplicidade de empresas. Com isso torna-se possível verificar quantas destas empresas possuem um sistema de gestão da qualidade bem como as práticas da utilização gerencias de suas ferramentas. O Gráfico 4 apresenta os resultados enviados pelos respondentes.

Gráfico 4: Empresa possui Sistema de estão da Qualidade.



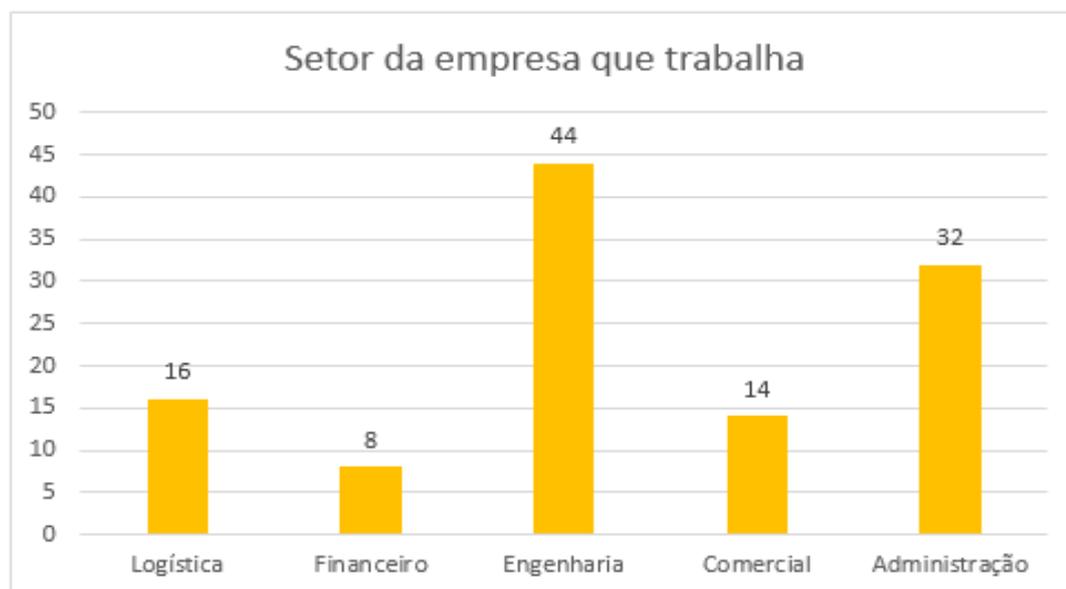
Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Após a análise dos resultado verificou-se que 90 empresas ou seja 79% dos respondentes trabalham em empresas que tenham um sistema de gestão da qualidade implementado e atuante. Já para 24 dos respondentes cerca de 21% a empresa em que atua não utiliza nenhum sistema de gestão da qualidade efetivamente, o que nos mostra que há ainda um bom mercado para implementação do sistema de gestão da qualidade nas organizações bem como para o sistema ISO 9000 por exemplo.

4.5 Classificação departamental dos respondentes

Foi perguntado para os entrevistados em qual setor da empresa trabalhava para que fosse possível também ter uma visão de como estavam localizados os respondentes bem como o seu campo de atuação. No Gráfico 5 é apresentado um panorama da distribuição setorial dos respondentes nas organizações.

Gráfico 5: Setor da empresa em que trabalha.



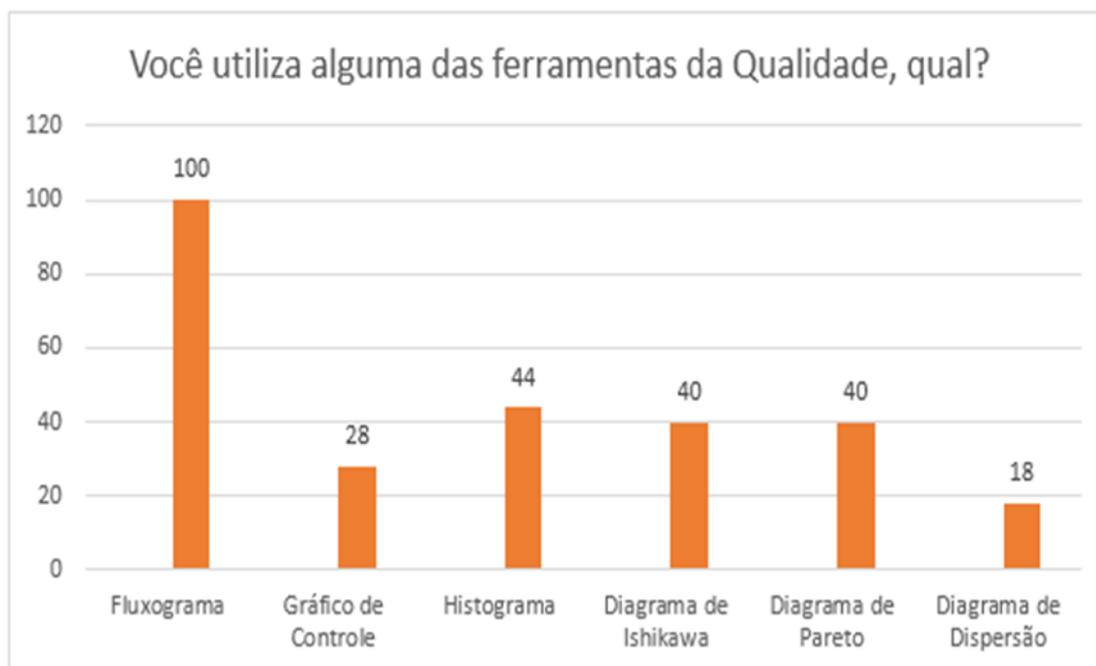
Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Na apresentação destes resultados é possível verificar quais áreas da empresa os respondentes atuam, 16 respondentes ou seja 14% atuam no setor de logística das empresas, 8 pessoas 7% dos respondentes atuam no setor financeiro, já na engenharia atuam 44 colaboradores o que representa 39% dos entrevistados, o setor comercial está representado por 14 pessoas cerca de 12% dos respondentes e a área administrativa está contemplada com 32 colaboradores o que representa 28% dos entrevistados, o que na visão dos autores torna-se uma amostragem relevante por englobar diversos setores das organizações identificando a importância do sistema de gestão da qualidade e de suas ferramentas dentro da empresa.

4.6 Utilização das ferramentas da qualidade

Outro questionamento bastante relevante para os autores está relacionado a qual tipo de ferramenta da qualidade os respondentes mais utilizam no seu dia a dia, possibilitando assim também mapear no ponto de vista desta pesquisa qual a ferramenta mais utilizada nas organizações bem como a utilizada com menor intensidade pelos respondentes dentro da amostragem realizada. O Gráfico 6 apresenta o resultado da pesquisa.

Gráfico 6: Ferramentas da Qualidade utilizadas.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Dentre as ferramentas da qualidade selecionadas estas o Fluxograma, Gráfico de Controle, Folha de Verificação, Diagrama de Ishikawa, Diagrama de Pareto e o Diagrama de dispersão. Após análise o resultado foi:

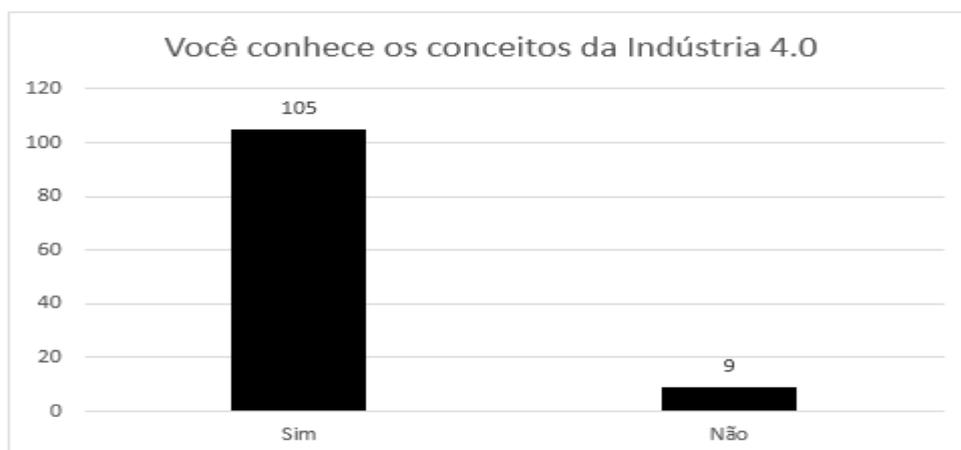
Utilização da ferramenta Fluxograma por 100 respondentes ou seja 87,7%, a ferramenta Gráfico de Controle foi utilizada por 28 respondentes o que significa 24,5%, já a Folha de Verificação é utilizada por 44 pessoas cerca de 38,5% dos respondentes, o Diagrama de Ishikawa foi apontado por 40 respondentes ou seja 35,0%, a ferramenta Diagrama de Pareto também teve a sua utilização por 40 dos respondentes 35,0% e o Diagrama de Dispersão é utilizado por 18 pessoas ou seja 15,7% dos respondentes. Sendo assim temos a seguinte classificação para a utilização das ferramentas da qualidade mais utilizadas: Fluxograma, Folha de Verificação, Diagrama de Ishikawa e Diagrama de Pareto, Carta de Controle e Diagrama de Dispersão.

4.7 Conhecimento sobre conceitos da indústria 4.0

Foi abordado também na pesquisa se os respondentes tinham conhecimentos das metodologias aplicadas na denominada indústria 4.0, permitindo assim também verificar a expansão de um tema que abrange diversos setores e que afetará direta ou indiretamente o mercado como um todo.

O Gráfico 7 apresenta os resultados da pesquisa sobre o entendimento do conceito indústria 4.0.

Gráfico 7: Conhecimento sobre os conceitos da indústria 4.0.



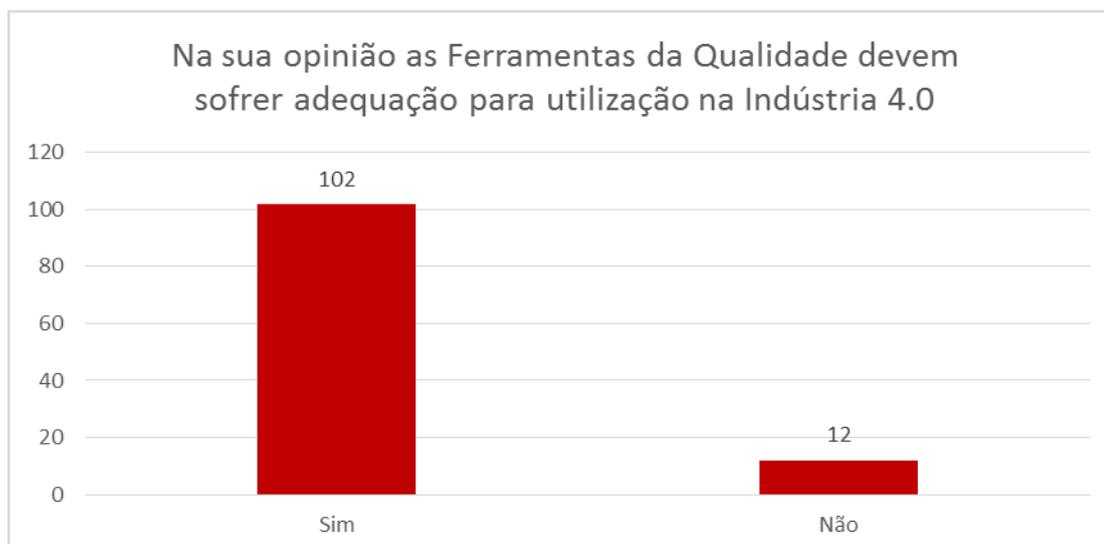
Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Por meio de uma resposta objetiva foi possível verificar que 105 pessoas das 114 respondentes ou seja 92%, conhecem os conceitos norteadores sobre o tema indústria 4.0. Porém 9 destes 114 respondentes 8% ainda não tem conhecimento sobre a aplicação desta metodologia, o que não deixa de ser um ponto de reflexão para uma melhor explanação sobre o tema nas diversas mídias existentes, possibilitando assim uma maior abrangência e esclarecimento sobre o tema.

4.8 Adequação das ferramentas da qualidade

Por fim temos o que para os autores deste artigo torna-se a pergunta mais expressiva da pesquisa que está relacionado a se as ferramentas da qualidade devem sofrer algum tipo de mudança e/ou atualização para a sua utilização na denominada indústria 4.0, no ponto de vista dos respondentes, levando-se em consideração que não foi proposta nenhum tipo de alteração ou mudança e sim se há alguma necessidade de alteração pela visão dos entrevistados. O Gráfico 8 apresenta a opinião dos respondentes sobre a adequação ou não das ferramentas da qualidade aplicadas no dia a dia na Indústria 4.0 na atualidade.

Gráfico 8: As Ferramentas da Qualidade devem sofrer adequação para utilização na indústria 4.0.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Na análise realizada pelos 114 respondentes, 102 pessoas ou seja 89,5% apontaram que se faz necessário uma adequação das ferramentas da qualidade para a sua aplicação na denominada indústria 4.0, já para 12 respondentes o que corresponde a 10,5%, não se faz necessário qualquer tipo de atualização ou mudança nas ferramentas da qualidade.

O resultado demonstra que a grande maioria dos entrevistado são a favor de mudanças nas ferramentas empregadas no sistema de gestão da qualidade (Diagrama de Pareto, Diagrama de Dispersão, Histograma, Fluxograma, Gráfico de Controle e Diagrama de Ishikawa), apresentadas neste artigo, despontado assim um olhar para possíveis atualizações nestas importantes ferramentas gerencias aplicadas nas organizações.

5. Conclusão

O estudo objetivou entender por meio da pesquisa realizada a importância da atualização da qualidade frente as metodologias utilizadas na indústria 4.0, como este tema está sendo visualizado pelas pessoas que atuam nas empresas de diversos segmentos e principalmente para a necessidade da revisão das ferramentas da qualidade, de maneira alguma os autores deste artigo estão colocando em dúvida a eficiência e eficácia destas ferramentas, apenas fomentando a perspectiva de uma possível atualização destas, uma vez que novas tecnologias e metodologias foram criadas por não atualizar estas que são metodologias relevantes aplicadas nas organizações e já comprovadas nos vários anos de utilização.

Entretanto os dados da pesquisa identificam que deve-se ainda aprimorar e ampliar tanto a divulgação das ferramentas da qualidade dentro das organizações assim a metodologias utilizadas na indústria 4.0 onde há um grande campo para atuação e implementação, fazendo com que se tenha um maior desenvolvimento de todos os sistemas empregados para o aumento da competitividade e lucratividade organizacional independentemente do ramo de atuação.

5.1 Pontos a observar

Entrevistados (público e especialistas)

- ✓ Após a estratificação das respostas verificou-se que a ferramenta mais utilizada por estes respondentes é o Fluxograma, tendo sido apontado por 100 respondentes ou seja 87,7%.
- ✓ A ferramenta com menor índice de utilização descrita foi o Diagrama de Dispersão utilizado por 18 pessoas ou seja 15,7% dos respondentes.

5.2 Trabalhos futuros

- ✓ Verificar quais tipos de possíveis mudanças estas ferramentas da qualidade poderiam sofrer, bem como a ordem em que as mesmas deverão ser alteradas.
- ✓ Verificar se esta atualização nas ferramentas da qualidade deve ser realizada para todos os segmentos ou para algum tipo específico.
- ✓ Com relação a oportunidades para pesquisas futuras, sugere-se o aprofundamento em cada um dos níveis que foram abordados nesse estudo através de estudos de caso em empresas que adotam práticas da Indústria 4.0.

Agradecimentos

Em memória do Professor Doutor José Benedito Sacomano falecido em 12/2020, grato por todos os seus ensinamentos, compartilhamento de conhecimento e companherismo em nossa jornada acadêmica, um exemplo de pessoa e profissional dedicado.

Referências

- Abreu, C. E. M., Gonzaga, D. R. B., dos Santos, F. J., de Oliveira, J. F., de Moraes Oliveira, K. D., Figueiredo, L. M., ... & da Mata, V. S. (2017). Indústria 4.0: Como as empresas estão utilizando a simulação para se preparar para o futuro. *Revista de Ciências Exatas e Tecnologia*, 12(12), 49-53.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. NBR ISO 9000:2005 - Sistemas de Gestão da Qualidade – *Fundamentos e vocabulários*. 2ªed.- ABNT, 2005
- Bateman, R. E. (2013). *Simulação de sistemas: aprimorando processos de logística, serviços e manufatura*. Elsevier.
- Belluzzo, L. G., Galípulo, G. (2016) A nova revolução industrial. *Valor Econômico*, Novembro. Extraído de <http://www.valor.com.br/opiniaio/4762325/nova-revolucao-industrial>.
- Berger, R. (2014). INDUSTRY 4.0–The new industrial revolution| *Alle Publikationen| Medien*| Roland Berger.
- Cheng, C. H., Guelfirat, T., Messinger, C., Schmitt, J. O., Schnelte, M., & Weber, P. (2015, August). Semantic degrees for industrie 4.0 engineering: deciding on the degree of semantic formalization to select appropriate technologies. In *Proceedings of the 2015 10th Joint Meeting on Foundations of Software Engineering* (pp. 1010-1013).
- Da Silva, C. E. S., da Silva Oliveira, E., Da Silva, S. F., Salgado, E. G., & Mello, C. H. P. (2007). Contribuição da Análise de Valor na Simulação da Manufatura. *XXVII Encontro Nacional de Engenharia*.
- Daniel, É. A., & Murback, F. G. R. (2014). Levantamento bibliográfico do uso das ferramentas da qualidade. *Revista do Curso de Administração/PUC Minas*.
- Dombrowski, U.; Wagner, T. (2014) Mental Strain as Field of Action in the 4th Industrial Revolution. Variety Management in Manufacturing. Proceedings of the 47th CIRP Conference on Manufacturing Systems. Aachen: *Procedia CIRP* (17) 100-105.
- Francisco, L. (2011). Por que as ferramentas e os métodos de gestão da qualidade são importantes para a empresa. *Portal Administradores*.
- Gentile, T. R., Houston, J. M., Hardis, J. E., Cromer, C. L., & Parr, A. C. (1996). National Institute of Standards and Technology high-accuracy cryogenic radiometer. *Applied optics*, 35(7), 1056-1068.
- Giocondo, F. I. C., & Francisco, I. (2011). Ferramentas básicas da Qualidade. *Instrumentos para gerenciamento de processo e melhoria contínua*. São Paulo: *Biblioteca24horas*.
- Godoy, A. L. D. (2009). Ferramentas da qualidade, 2009.
- Hermann, M., Pentek, T., & Otto, B. (2016, January). Design principles for industrie 4.0 scenarios. In 2016 49th *Hawaii international conference on system sciences* (HICSS) (pp. 3928-3937). IEEE.
- Kagermann, H., W. et al. (2013) Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0: *Final report of the Industrie 4.0 Working Group*. Extraído de http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Material_fuer_Sonderseiten/Industrie_4.0/Final_report__Industrie_4.0_accessible.pdf.
- Lucinda, M. A. (2010). *Qualidade-Fundamentos e Práticas*. Brasport.
- Machado, J. D., Poletti, L. H., & Comelius, R. A. (2017). O futuro da gestão da qualidade para a indústria 4.0. *Toledo: Centro Universitário FAG*.
- Martins, G. D. A., & Theóphilo, C. R. (2009). Metodologia da investigação científica. *São Paulo: Atlas*, 143-164.

- Mello, A. E. N. S. D. (2008). Aplicação do mapeamento de processos e da simulação no desenvolvimento de projetos de processos produtivos.
- Moço, P. A. B., & Cunha, P. (2020). Análise da implementação da indústria 4.0 nas gestões de qualidade e de conhecimento. *Boletim do Gerenciamento*, 16(16), 40-48.
- Morais, M. de O., Costa Neto, PL de O., Santos, OS dos, Cardoso Jr, AP., & Sacomano, JB (2020). A evolução da qualidade na indústria 4.0. *Research, Society and Development*, 9 (10), e3929108634. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i10.8634>.
- Radziwill, Nicole.A Qualidade 4.0. (2018). Disponível em: <<https://revistaadnormas.com.br/2018/10/30/a-qualidade-4-0>>.
- Ribeiro, J. R.; Fernandes B. C.; Almeida D. A. (2010). A questão da agregação de valor no mapeamento de processo e no mapeamento de falhas *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, 30., 2010, São Carlos.
- Ślusarczyk, B. (2018). Industry 4.0: Are we ready?. *Polish Journal of Management Studies*, 17.
- Souza, S. M. O. (2018). *Gestão da qualidade e produtividade*. Porto Alegre: Sagah,
- Tassey, G. (2014). Competing in advanced manufacturing: The need for improved growth models and policies. *Journal of Economic Perspectives*, 28(1), 27-48.
- Valdeza, A. C., Braunera, P., Schaara, A. K., Holzingerb, A., & Zieflea, M. (2015, August). Reducing complexity with simplicity-usability methods for industry 4.0. *In Proceedings 19th triennial congress of the IEA* (Vol. 9, p. 14).
- Vergueiro, W. (2002). Qualidade em serviços de informação. *Arte & Ciência*.