

**UNIVERSIDADE DE SOROCABA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA, EXTENSÃO E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE MESTRADO EM PROCESSOS TECNOLÓGICOS E
AMBIENTAIS**

Richardson Kennedy Luz

**PRINCÍPIOS ORIENTADORES APLICADOS NA AVALIAÇÃO DE EMPRESAS
DE MÉDIO E GRANDE PORTE DE SOROCABA E
A IMPLEMENTAÇÃO DO MODELO DE INDÚSTRIA 4.0**

**Sorocaba/SP
2020**

Richardson Kennedy Luz

**PRINCÍPIOS ORIENTADORES APLICADOS NA AVALIAÇÃO DE EMPRESAS
DE MÉDIO E GRANDE PORTE DE SOROCABA E
A IMPLEMENTAÇÃO DO MODELO DE INDÚSTRIA 4.0**

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre do Programa de Mestrado em Processos Tecnológicos e Ambientais da Universidade de Sorocaba.

Orientadora: Profa. Dra. Valquíria Miwa Hanai Yoshida

**Sorocaba/SP
2020**

Ficha Catalográfica

Luz, Richardson Kennedy
L994p Princípios orientadores aplicados na avaliação de empresas de médio e grande porte de Sorocaba e a implementação do modelo de indústria 4.0 / Richardson Kennedy Luz. – 2020.
115 f. : il.

Orientadora: Profa. Dra. Valquíria Miwa Hanai Yoshida.
Dissertação (Mestrado em Processos Tecnológicos e Ambientais)
– Universidade de Sorocaba, Sorocaba, SP, 2020.

1. Administração de empresas. 2. Indústrias – Sorocaba. 3. Inovações tecnológicas. 4. Pesquisa industrial. I. Yoshida, Valquíria Miwa Hanai, orient. II. Universidade de Sorocaba. III. Título.

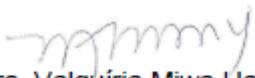
Richardson Kennedy Luz

**PRINCÍPIOS ORIENTADORES APLICADOS NA AVALIAÇÃO DE EMPRESAS
DE MÉDIO E GRANDE PORTE DE SOROCABA E
A IMPLEMENTAÇÃO DO MODELO DE INDÚSTRIA 4.0**

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre do Programa de Mestrado em Processos Tecnológicos e Ambientais da Universidade de Sorocaba.

Aprovado em: ___/___/___

BANCA EXAMINADORA:


Profa. Dra. Valquíria Miwa Hanai Yoshida
Universidade de Sorocaba - UNISO


Prof. Dr. Norberto Aranha
Universidade de Sorocaba - UNISO


Prof. Prof. Dr. Napuan Glória Júnior
Faculdade de Tecnologia - FATEC

AGRADECIMENTO

Agradeço à Profa. Dra. Valquíria Miwa Hanai Yoshida, que aceitou o desafio e com sua orientação possibilitou a realização deste trabalho.

A meu pai e Prof. Me. Robinson Luz, pelo seu apoio moral, financeiro e a “puxada de orelhas” no começo do processo de ingresso ao mestrado para a entrega do pré-projeto a tempo.

À Profa. Dra. Denise Lemos Gomes Luz, pelas sugestões nas correções do começo do projeto e após o término de cada capítulo deste trabalho.

Novamente ao meu pai Robinson e sua esposa Denise, que muito me ajudaram nas fases de finalização, acertos, e revisões praticamente toda semana na fase final.

À minha mãe Roseli Martins Luz, (em memória), que tenho a certeza que sempre me apoiou de onde ela esteja.

As minhas filhas Pietra e Luna, pois sem o apoio, compreensão, ajuda e paciência das mesmas esta pesquisa não seria concluída.

Um obrigado especial aos professores Prof. Dr. Irapuan Glória Júnior e Prof. Dr. Norberto Aranha pelas importantes contribuições para este trabalho.

Ao amigo Fernando Bueno por desenvolver o site e por realizar o trabalho de remodelagens das imagens dessa pesquisa.

Aos colegas, Diretor, Coordenadores, Professores e alunos do Instituto Educacional Superior – UNIP, que trabalho atualmente pelos conselhos e apoios.

Agradeço às pessoas que, direta ou indiretamente, ajudaram na elaboração deste trabalho.

“Se o dinheiro for a sua esperança de independência,
você jamais a terá. A única segurança verdadeira
consiste numa reserva de sabedoria,
de experiência e de competência”. (Henry Ford)

RESUMO

O surgimento da Indústria 4.0, em 2011 na Alemanha, trouxe muitas curiosidades e dúvidas sobre seu funcionamento. No Brasil é um tema novo, porém muitas Indústrias já estão se atualizando e buscando se informar a respeito do que são empresas na Era da Indústria 4.0. O objetivo desse trabalho foi identificar o quanto as empresas da cidade de Sorocaba do Estado de São Paulo, por meio dos seus segmentos, estão no conceito da Indústria 4.0. A metodologia empregada para a realização do estudo foi pesquisa de estudo de caso múltiplo e pesquisa bibliográfica, com abordagem qualitativa. A ferramenta utilizada foi o software *TOOLBOX 4.0*, e seus princípios orientadores para avaliação das empresas. Gestores Executivos e Gestores Operacionais responderam um questionário para identificar se as empresas reconhecem o nível no qual estão. Por meio da avaliação foi possível identificar os quesitos a serem trabalhados, em cada uma das empresas participantes deste estudo, para migrar para Indústria 4.0. Os resultados alcançados indicam que algumas empresas de Sorocaba estão alinhadas ao conceito da Indústria 4.0, porém a maioria almeja a implementação deste conceito e outras seguem com falta de investimentos no seu parque para atingir os índices satisfatórios, para implementação das áreas necessárias para uma empresa ser considerada indústria 4.0. Os índices resultantes deste trabalho inferem que as indústrias da cidade de Sorocaba ainda têm um longo trajeto a seguir.

Palavras-chave: Empresas. Ferramenta de Princípios Orientadores. Indústria 4.0. *TOOLBOX 4.0*.

ABSTRACT

The rise of Industry 4.0, in 2011 in Germany, brought many curiosities about it and questions about how it works. In Brazil it's a new subject, but a lot of industries are already updating themselves and seeking to learn about what are companies in the Era of Industry 4.0. The purpose of this work was identifying how much companies from the city of Sorocaba in the state of São Paulo, through their segments, are inserted in the concept of the Industry 4.0. The methodology used to carry out the study was multiple case study and bibliographic research with a qualitative approach. This work used the software tool TOOLBOX 4.0, of guiding principles for company valuation. The intention was that the Executive Managers and Operational Managers answered the questionnaire to really assess whether companies recognize the level they are at. By the evaluation it was possible to identify the items to be worked on, in each of the companies participating in this study, to migrate to Industry 4.0. The results achieved indicate that some companies in Sorocaba are in line with the concept of Industry 4.0, however most of them aim to implement this concept and others continue to lack investments in their park to reach satisfactory levels, to implement the areas necessary for a company to be considered industry 4.0. The indexes resulting from this work infer that the industries in the city of Sorocaba still have a long way to go.

Key words: Companies. Guiding Principles Tool. Industry 4.0. TOOLBOX 4.0.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Comparativo do conceito de planta industrial.....	13
Figura 2: Automação Indústria 3.0	15
Figura 3: As Revoluções Industriais	20
Figura 4: Números de Sorocaba em 2019 segundo a CIESP	27
Figura 5: Conceito Indústria 4.0	29
Figura 6: Pilares da Indústria 4.0.....	32
Figura 7: <i>TOOLBOX</i> 4.0 – Versão original	48
Figura 8: <i>TOOLBOX</i> 4.0 – Versão site	50
Figura 9: Processamento de dados na produção.....	52
Figura 10: Comunicação de máquinas para máquinas	53
Figura 11: Produção conectada em rede com toda a empresa.....	54
Figura 12: Infraestrutura de TIC na produção	55
Figura 13: Interfaces homem-máquina (IHC)	56
Figura 14: Eficiência com pequenos lotes	57
Figura 15: Tela de início da pesquisa.....	59
Figura 16: Tela com os dados obtidos na pesquisa	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Tabela geral da pesquisa com as Empresas.....	62
Tabela 2: Tabela geral da pesquisa com os Gestores	63
Tabela 3: Resultado da pesquisa aplicada pelo porte da empresa	65
Tabela 4: Resultado da pesquisa aplicada com os Gestores.....	74
Tabela 5: Discrepância nas Áreas entre Gestores	77
Tabela 6: Discrepância dentro das mesmas Empresas entre Gestores.....	78
Tabela 7: Respostas das Etapas das Grandes Empresas x Gestores Executivos....	78
Tabela 8: Respostas das Etapas das Grandes Empresas x Gestores Operacionais	79
Tabela 9: Respostas das Etapas das Médias Empresas x Gestores Executivos.....	80
Tabela 10: Respostas das Etapas das Médias Empresas x Gestores Operacionais	81

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Grandes Empresas inseridas nos Segmentos em (%Médio).....	67
Gráfico 2: Médias Empresas inseridas nos Segmentos em (%Médio).....	68
Gráfico 3: Visão geral dos Segmentos x Porte das empresas	68
Gráfico 4: Segmentos das Grandes Empresas com maiores Níveis percentuais (%Médio).....	69
Gráfico 5: Segmentos das Médias Empresas com maiores Níveis percentuais (%Médio).....	69
Gráfico 6: Empresas x Conceito da ferramenta.....	70
Gráfico 7: Segmentos das Grandes Empresas x Conceito da ferramenta	71
Gráfico 8: Segmentos das Grandes Empresas x $\geq 75\%$ do Conceito	71
Gráfico 9: Segmentos das Grandes Empresas $50\% \leq x < 75$ do Conceito	72
Gráfico 10: Segmentos das Médias Empresas x Conceito da ferramenta	72
Gráfico 11: Segmentos das Médias Empresas $50\% \leq x < 75$ do Conceito	73
Gráfico 12: Segmentos das Médias Empresas x $< 50\%$ do Conceito	73
Gráfico 13: Grandes Empresas nas respostas dos Gestores	76
Gráfico 14: Médias Empresas nas respostas dos Gestores.....	77
Gráfico 15: Respostas das Etapas das Grandes Empresas x Gestores Executivos .	79
Gráfico 16: Respostas das Etapas das Grandes Empresas x Gestores Operacionais	80
Gráfico 17: Respostas das Etapas das Médias Empresas x Gestores Executivos ...	81
Gráfico 18: Respostas das Etapas das Médias Empresas x Gestores Operacionais	82

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

APL	Arranjo Produtivo Local
CIESP	Centro das Indústrias do Estado de São Paulo
CHA	Competência, Habilidade e Atitude
CNI	Confederação Nacional da Indústria
CNPJ	Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica
COPIN	Conselho Temático Permanente de Política Industrial e Desenvolvimento Tecnológico
EUA	Estados Unidos da América
IND.	Indústria
IOT	<i>Internet of Things</i>
MIT	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>
PMS	Prefeitura Municipal de Sorocaba
RH	Recursos Humanos
TA	Tecnologia de Automação
TI	Tecnologia da Informação

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1 Histórico	15
2.2 O Modelo da Hélice Tríplice	17
2.3 Revoluções Industriais.....	20
2.4 Industrialização no Brasil	23
2.4.1 História das indústrias de Sorocaba	25
2.5 Indústria 4.0.....	28
2.5.1 Nove pilares da Indústria 4.0.....	31
2.5.2 A competência do ser humano para Indústria 4.0.....	35
2.5.3 O preparo das empresas para a era da Indústria 4.0.	40
2.6 A Ferramenta <i>TOOLBOX</i> INDÚSTRIA 4.0.....	46
3. MÉTODO.....	49
3.1 A ferramenta e os parâmetros utilizados nas pesquisas	49
3.2 As Seis Etapas da Ferramenta	51
3.3 A pesquisa utilizando o <i>TOOLBOX</i> 4.0	58
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	61
5. CONCLUSÕES	83
REFERÊNCIAS.....	85
APÊNDICE A – CARTA DE APRESENTAÇÃO.....	90
APÊNDICE B – TERMO DE CONFIDENCIALIDADE E SIGILO.....	92
APÊNDICE C – CARTILHA	94

1. INTRODUÇÃO

A atividade industrial no Brasil teve início no século XX, porém uma política de investimentos surgiu somente em meados de 1930 o qual passou por períodos de extensão e de retração até os dias atuais. A partir de 1930 este fenômeno se torna mais intenso, ocasionando fortes transformações na estrutura socioeconômica brasileira, nas condições necessárias e suficientes para o estabelecimento das relações capitalistas de produção e formação de um centro econômico capitalista no país. Para Mendonça em 2016 ele complementa enfatizando que:

A segunda metade do século XIX marcou o início do processo de industrialização, com a implantação de diversas fábricas. A lavoura de café era uma realidade consistente, exigindo do governo diversas obras estruturais, como a instalação de rede de telégrafos, ferrovias e navegação. Proliferaram fábricas nacionais de tecidos, chapéus, sapatos, vidros, couros, sabão e cerveja para o consumo interno. O fim da escravatura, em 1888, e a proclamação da República, em 1889, consolidaram esse processo. (MENDONÇA, 2011, p. 16)

O surgimento do termo Indústria 4.0 evidenciou um novo conceito das empresas trabalharem as informações que, por meio do uso da tecnologia da informação combinada com a automação industrial e da interoperabilidade de sistemas e máquinas, possibilita a empresa reduzir falhas, perdas, custos, controlar e avaliar os meios de produção e investir em novas tecnologias. Isso permitiu o sucesso das organizações, pois assim a indústria produzir mais no menor tempo possível, e com menos custos. (SCHWAB 2016).

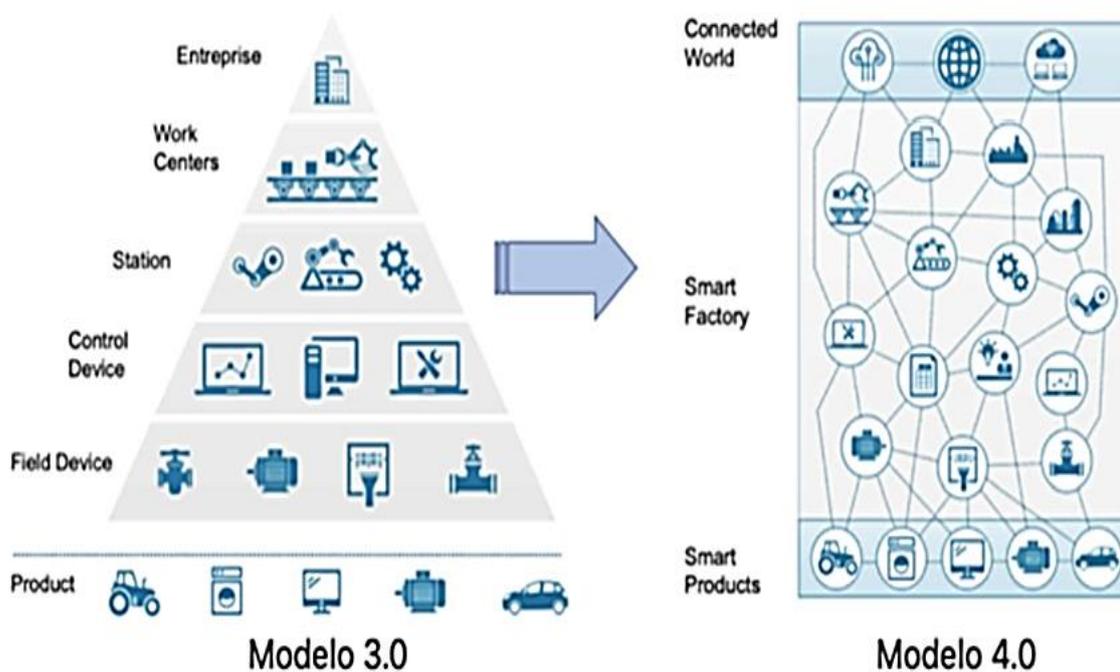
Atualmente o uso constante da tecnologia da informação por meio de sistemas integrados e da automação industrial, aplicada às linhas de produção, vem se mostrando uma maneira eficaz de se produzir com rapidez, confiabilidade, segurança e qualidade, além de reduzir as perdas e erros ao longo do processo produtivo. (ANDERL, 2015)

O desenvolvimento sobre o trabalho proposto, foi após ter feitos algumas visitas técnicas em empresas de médio e grande porte, e identificar junto com professores e alunos, que algumas empresas estão buscando essa transformação dentro das organizações, porém, deu para perceber que parte dos gestores não sabiam por onde começar, ou qual caminho a seguir.

Para o desenvolvimento desta pesquisa, foi decidido pela utilização da ferramenta de princípios orientadores *TOOLBOX 4.0* para avaliação de empresas, da cidade de Sorocaba, de médio e grande porte, pois é uma ferramenta que permite identificar o nível do conceito da Indústria. 4.0. Foi realizada uma pesquisa de campo com as empresas localizadas na referida cidade com a participação dos Gestores Executivos e Operacionais.

A Figura 1 ilustra o comparativo do conceito de planta industrial entre o conceito 3,0 e 4,0 das indústrias. A diferença entre estruturas da ilustração mostra que no conceito 3.0 a divisão em ordem de camadas principalmente nas tomadas de decisões são nítidas, já no conceito 4.0 a ligação entre todos os setores da empresa, com a opção da descentralização das tomadas de decisões por terem informações em tempo real, demonstra que a empresa está interligada por meios da tecnologia, tanto interno como também com o mundo externo.

Figura 1: Comparativo do conceito de planta industrial



Fonte: Empresa FESTO (2020)

Diante do anteriormente exposto, a questão de pesquisa é: "Quais os níveis de direcionamentos das empresas em Sorocaba para a implementação da Ind4?". Os objetivos específicos são: mapear o perfil das empresas de médio e grande porte, da cidade de Sorocaba, quanto à implementação do conceito de indústria 4.0 com o uso

da ferramenta *TOOLBOX 4.0*; e apresentar o nível de direcionamento de suas empresas para a Ind4.

A dissertação foi organizada na seguinte forma:

Capítulo 2: a revisão literária evidenciando o histórico da indústria e suas revoluções com destaque para modelo hélice tríplice, conceito da Indústria 4.0. São apresentados conceitos, definições e os nove pilares que sustentam uma empresa no desenvolvimento tecnológico da nova era. Veremos a industrialização do Brasil em relação à revolução industrial, bem como a história das indústrias de Sorocaba. Conceito da Indústria 4.0, os nove pilares, a competência do ser humano para atuar na indústria 4.0 e como as empresas estão se preparando para a nova Era.

O capítulo 3 define os objetivos gerais e específicos. O objetivo geral do presente trabalho foi avaliar as empresas de médio e grande porte de Sorocaba quanto a implementação do modelo de indústria 4.0.

Os objetivos específicos desse estudo foram adotar uma classificação para seleção das empresas pesquisadas; selecionar uma ferramenta para categorizar as empresas de Sorocaba quanto ao nível de implementação do modelo de indústria 4.0; e comparar as visões dos gestores dentro da mesma empresa quanto ao nível de implementação do modelo de indústria 4.0.

O capítulo 4 descreve os resultados e discussões dos dados obtidos com a pesquisa com algumas empresas de Sorocaba. Na conclusão são apontadas informações do todo da pesquisa.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo buscou-se relacionar a literatura pesquisada e a temática que está sendo estudada, destacando os principais trabalhos desenvolvidos na área de estudo.

2.1 Histórico

Segundo a Confederação Nacional da Indústria [CNI] (2016) denomina-se indústria o conjunto de atividades produtivas que o homem realiza, de modo organizado, com a ajuda de máquinas e ferramentas. Dentro dessa ampla definição se enquadram os mais diversos afazeres, em diferentes lugares e épocas.

Segundo Kalus Schwab (2016)

"A palavra revolução denota mudança abrupta e radical. Em nossa história, as revoluções têm ocorrido quando novas tecnologias e novas formas de perceber o mundo desencadeiam uma alteração profunda nas estruturas sociais e nos sistemas econômicos. Já que a história é usada como referência, as alterações podem levar anos para se desdobrarem."

A Revolução Industrial é um grande marco na história da humanidade, seus desdobramentos afetaram todo mundo. É um acontecimento extremamente importante para os homens, pois está mudando o processo produtivo, ou seja, os produtos deixaram de ser manufaturados e passaram a ser maquinofaturados, o que permitiu uma produção em massa, assim permitiu colocar mais e mais produtos no mercado e a preços muito mais atrativos (SCHWAB, 2016).

Segundo SCHAFF (1955), a revolução Industrial foi o grande precursor do capitalismo, foi marcada pela passagem do capitalismo comercial para o capitalismo industrial durante o no século XVIII que ocorreu na Inglaterra.

Primeira Revolução Industrial possui como marco a substituição da manufatura pela maquinofatura, foi iniciada com a introdução da fabricação mecânica no final do século XVIII, conhecida como primeira revolução industrial, ou indústria 1.0, ocasionando como os produtos eram fabricados (AZEVEDO, 2017).

Entre os anos 1760 e 1830, iniciou-se na Grã-Bretanha a Primeira Revolução Industrial e se espalhou pela Europa e Estados Unidos, o principal marco dessa

revolução foi a introdução da mecanização dos processos, que muitas das vezes era realizado de forma manual (SABO, 2015).

A introdução de máquinas a vapor permitiu a mecanização geral das indústrias que substituiu o método artesanal do “saber-fazer” de um indivíduo para a alta e rápida produção de bens de consumo (SCHUH *et al.*, 2014).

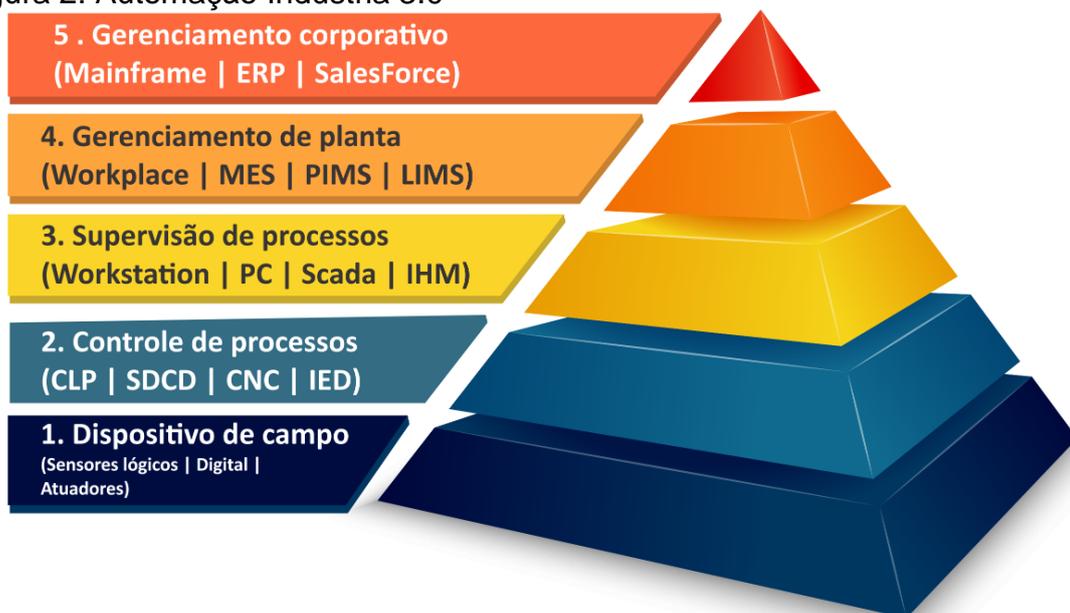
Tendo em vista que o foco do estudo foi salientar que o investimento seja feito de forma correta por meio da tecnologia para ter uma base do que realmente as Indústrias necessitam para migrar para a quarta revolução, faz-se necessário entender o que é, bem como resgatar, historicamente, o processo de industrialização e suas revoluções no modo de produção com a intenção de melhorar a produtividade e conseguir altos faturamentos e reduzir tempos e desperdícios diários.

A transição para a segunda revolução industrial, ou Indústria 2.0, ocorreu entre os anos de 1840 a 1870 e teve como principal catalisador a utilização da eletricidade para a produção em massa que causou um impacto significativo na produtividade e na economia no início do século XX (SCHUH *et al.*, 2014; SABO, 2015).

Essa revolução do século XIX esteve inserida no contexto do Neocolonialismo ou Imperialismo, em que os países procuravam por áreas, no mundo, que pudessem comercializar seus produtos para comprar as matérias-primas necessárias para a manutenção de suas indústrias. O clima de tensão e disputa ocasionou clima hostil entre os países que disputavam por regiões de influência e isso gerou a Primeira Guerra Mundial.

Nas décadas de 1950 começou-se a desenhar a terceira revolução industrial, conforme ilustra a Figura 2, inicia a revolução digital, com a proliferação e uso dos semicondutores, dos computadores, automação e robotização em linhas de produção, com informação armazenada e processada de forma digital, as comunicações, os telefones móveis e a internet (COELHO, 2016).

Figura 2: Automação Indústria 3.0



Fonte: Fonte: <http://google.com/imagens-> Reprodução da arte por Fernando Bueno.

A 3ª revolução ficou marcada pela automatização dos processos de produção onde as etapas de produção desse período estão vinculada à inserção de uma enorme quantidade de tecnologia e de informação. Vive-se, atualmente, sob seus impactos. Ela informatizou e tornou mais rápida as relações de produção, econômica e social.

2.2 O Modelo da Hélice Tríplice

Nessa etapa do projeto será discutido que mesmo antes da Era da Indústria 4.0, já existia um movimento no Mundo apontando como as esferas do Governo, Empresa e Instituições Acadêmicas, denominada Hélice Tríplice, já estão engajadas para a busca de um futuro promissor entre as esferas citadas. (VALENTE, 2016)

Para Valente (2010) o termo cunhado por Henry Etzkovitz, em meados dos anos 1990, para descrever o modelo de inovação com base na relação governo-universidade-indústria. Através da interação dessas três esferas é possível criar um sistema de inovação sustentável e durável na era da economia do conhecimento.

Hélice Tríplice nasceu das iniciativas entre a universidade, indústria e governo da Nova Inglaterra, a partir de 1920, para renovar uma economia industrial em declínio.

Tendo se originado como uma metáfora para identificar os protagonistas de um sistema icônico, relativo ao que se distingue ou simboliza uma época, uma cultura, uma área do conhecimento, de inovação regional na Rota 128 em Boston. Tornou-se um modelo reconhecido internacionalmente, que está no âmago da disciplina emergente de estudos de inovação. É um guia de políticas e práticas nos âmbitos: local, regional, nacional e multinacional.

O modelo prevê uma metodologia para examinar pontos fortes e fracos locais e preencher lacunas nas relações entre universidades, indústrias e governos, com vistas a desenvolver uma estratégia de inovação bem-sucedida. Identificar a fonte generativa do desenvolvimento socioeconômico baseado no conhecimento que é o cerne do projeto de inovação da Hélice Tríplice para aprimorar as interações universidade-indústria-governo. (ETZKOWITZ, 1998).

Um dos pontos mais críticos nas relações hélice tríplice é o tempo: as universidades têm o tempo da ciência, as indústrias têm o tempo do mercado e o governo tem o tempo da busca pela aprovação da opinião pública, se pode colocar assim. É possível equacionar esses tempos e fazer com que todos esses atores caminhem no mesmo ritmo? (HENRY ETZKOVIZ, 2010)

O modelo surgiu pela observação da atuação do *Massachusetts Institute of Technology MIT* e da sua relação com o polo de indústrias de alta tecnologia em seu entorno. Nesse ambiente a inovação é vista como resultante de um processo complexo e contínuo de experiências nas relações entre ciência, tecnologia, pesquisa e desenvolvimento nas universidades, indústrias e governo. Por isso, expressões como “fronteiras sem fim” e “transição contínua” são associadas ao modelo hélice tríplices. Esses termos emergiram das relações do Leste Europeu, com a transição que se iniciou em 1989, é uma "transição sem fim", isto é, a inovação é um processo contínuo, a melhoria das condições necessárias para a inovação também. Não existe um ponto final. Sempre há espaço para melhoria, portanto é um processo sem fim. (VALENTE, 2010)

A tese é que a universidade está deixando de ter um papel social secundário, ainda que importante, de prover ensino superior e pesquisa, e está assumindo um papel primordial equivalente ao da indústria e do governo, como geradora de novas empresas. (VALENTE, 2010)

As interações universidade-indústria-governo, que formam uma “hélice tríplice” de inovação e empreendedorismo, são a chave para o crescimento econômico e o desenvolvimento social baseados no conhecimento.

O Brasil percebeu que o propósito de uma incubadora é treinar um grupo de indivíduos para trabalhar como uma organização. E, portanto, a universidade pode assumir um papel de treinar as pessoas para trabalhar em uma organização. Isso é mais amplo do que inventar novas tecnologias, é, também, criar estruturas organizacionais. (HENRY ETZKOVITZ, 2010)

A Hélice Tríplice é um processo em desenvolvimento sua meta é criar um ecossistema para inovação e empreendedorismo. É a verdadeira dinâmica e processo que resultarão em um ecossistema de inovação. Um perigo de se desenvolver uma inovação regional é que apenas o resultado é visto e buscado, enquanto o processo essencial é ignorado.

A inovação é um processo interminável e como modelo para manter e desenvolver o processo, é uma teoria universal de inovação e empreendedorismo. No futuro, atuará com vistas não só ao crescimento econômico, mas também ao desenvolvimento social, encorajando o mundo a transcender os “ismos” e avançando para uma sociedade *de acordo com Hélice Tríplice*.

Estruturas estão surgindo em todas as partes do mundo, ainda que se desenvolvam de modo desigual, com várias ordens de progressão e diferentes taxas de mudança conforme a sociedade. (VALENTE, 2010)

Universidades empreendedoras também exercem papéis diferentes de acordo com a configuração da Hélice Tríplice. Podem dar o empurrão inicial da inovação regional em um cenário em que sejam predominantes. Num modelo liderado pelo governo, elas ajudam empresas e indústrias existentes e criam outras por decisão? do governo. Em um contexto liderado por corporações, tais universidades normalmente colaboram com a indústria na inovação de produtos e processos. (ETZKOVITZ, 2000)

A Hélice Tríplice identifica as pessoas e as relações, o arranjo institucional e os mecanismos dinâmicos que são fundamentais para a inovação e o empreendedorismo. Afirma Etzkovitz (2010) que a estrutura teórica da inovação se originou na indústria, é fortalecida pela inclusão do papel do governo, que a leva um passo adiante e conecta inovação e empreendedorismo à universidade como fonte fundamental do novo. (VALENTE, 2010)

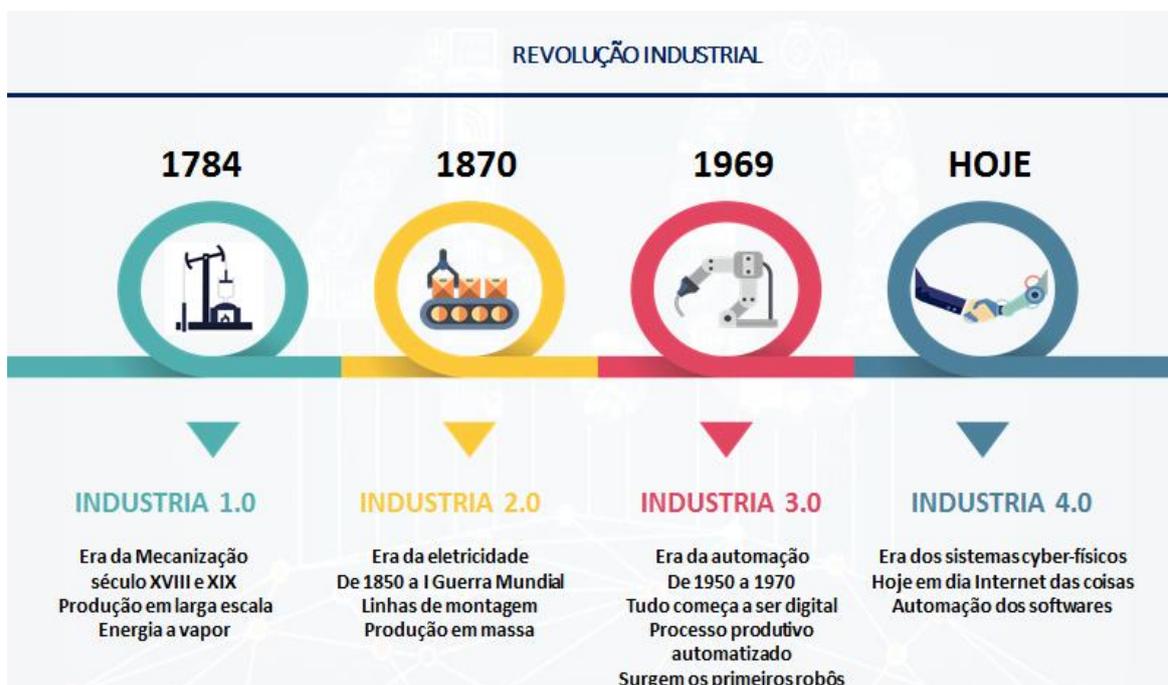
2.3 Revoluções Industriais

Até o final do século XVIII é no campo que se vai encontrar a maioria da população europeia, com uma produção artesanal e baseada no sustento familiar. Com a descoberta da metalurgia o homem começa a trabalhar os metais, e inicia a idade do Bronze. Algumas manufaturas são observadas nesse período, porém compostas por artesãos que realizam tarefas manualmente, subordinadas ao proprietário da manufatura, não se observam processos industriais significativos (SÁ, 2001).

De acordo com Hobsbawm (2011) é o momento que iniciam evoluções tecnológicas importantes. Para registrar esse fato, convencionaram-se chamar esses determinados períodos evolutivos de “revolução industrial”, nos quais são percebidas invenções ou mudanças, que alteram de forma significativa, a vida das pessoas. Segue Hobsbawm (2011, p. 13) “A Revolução Industrial assinala a mais radical transformação humana já registrada em documentos escritos”.

A Figura 3 apresenta, de forma resumida, algumas evoluções das revoluções industriais e os principais itens que as caracterizam no decorrer do tempo.

Figura 3: As Revoluções Industriais



Fonte: <http://google.com/imagens-> Reprodução da arte por Fernando Bueno.

No início do século XXI, com o desenvolvimento da internet, surgiram sensores cada vez menores e potentes, com preços gradativamente mais acessíveis, softwares e hardwares dia após dia mais sofisticados. Constatou-se a capacidade das máquinas aprenderem e colaborarem criando gigantescas redes de “coisas”. Iniciou-se uma grande transformação na indústria, cujos impactos na competitividade, na sociedade e na economia serão de tal forma que irão transformar o mundo tal como se conhece.

A Quarta Revolução Industrial é uma realidade, iniciada em 2011. Durante a feira de Hannover, Alemanha, foi inicialmente apresentada com o termo Indústria 4.0. Caracterizada por novos conceitos e tecnologias. São mudanças tão amplas que significam não necessariamente uma revolução somente das fábricas, mas do sistema inteiro (SCHWAB, 2016).

Segundo Coelho (2016) essa transformação foi apelidada pelos professores Erik Braynjolfsson e Andrew McAfee do instituto de tecnologia de Massachusetts como segunda ERA da máquina. Em 2011, na feira Industrial de Hannover na Alemanha, falava-se em indústria 4.0. O termo foi usado pela primeira vez na Feira de Hannover em 2011

O termo Indústria 4.0 se originou a partir de um projeto de estratégias a que exige um conjunto de tecnologia emergentes de TI e automação industrial, com intensa digitalização de informações e comunicação direta entre sistemas (Internet das Coisas), pelo governo alemão voltado à tecnologia. Em outubro de 2012 o grupo responsável pelo projeto, ministrado por Siegfried Dais, apresentou um relatório de recomendações para o Governo Federal Alemão, a fim de planejar sua implantação. Então, em abril de 2013, foi publicado na referida feira um trabalho final sobre o desenvolvimento da indústria 4.0. (WENDEL, 2018).

Com a Indústria 4.0, teve início a quarta revolução industrial. Informação moderna e tecnologias de comunicação estão se fundindo com tecnologias de produção para formar uma nova etapa de criação de valor.

A disponibilidade de informações em tempo real ocorre através do gerenciamento da rastreabilidade, automação de processos e manufatura, planejamento e otimização analítica, integração dos dados, e a conectividade do processo de agregação de valor e auto-organização entre empresas e redes de comunicação. (SACOMANO,2018)

De acordo com Kagermann (2013) a quarta revolução industrial, denominada pelo governo alemão como “Indústria 4.0”, é uma nova era da indústria, centralizada

na utilização de recursos da informação e tecnologia da comunicação para que, assim, seja possível melhorar o processo de manufatura e negócio. (HERMANN, 2015.) Kagermann complementa afirmando que a quarta revolução industrial representa uma mudança profunda na estrutura organizacional das indústrias. Pela primeira vez, uma revolução industrial é avaliada a priori e não *ex-post*, significando uma previsão do que está para acontecer e não uma avaliação do que já se passou.

Para Coelho (2016) a Indústria 4.0 está fortemente centralizada na melhoria contínua em termos de eficiência, segurança, produtividade das operações e especialmente no retorno do investimento.

Segundo Schwab (2016), a Indústria 4.0 tem foco em promover desenvolvimento tecnológico, infraestrutura de redes móveis e desafios de novas tecnologias e seus investimentos, cooperação com instituições voltadas a pesquisa, descentralização das áreas para os setores industriais, áreas de produtos ou processos inteligentes, tendo em vista que a área de processo de produção de manufaturados necessita de desenvolvimento rápido. Este modelo contribui com a flexibilidade bem como um complexo envolvimento na área produtiva por via de novas tecnologias empregadas para aumentar e facilitar o processo de difusão e lançamento de novos produtos no mercado.

A indústria 4.0 se caracteriza por unir três fatores à sua linha de produção: o progresso tecnológico, a digitalização e a inovação.

- i) **O progresso tecnológico:** que permitiu baratear e expandir o uso de computadores tem criado máquinas cada vez mais potentes e baratas;
- ii) **A digitalização:** imensa quantidade de informação digital disponível em alguns segmentos. A concepção dos produtos, os testes com novos materiais e com novas peças, o design, a estrutura da fábrica, a organização da linha de produção, dos estoques, tudo é digital;
- iii) **A inovação:** Os avanços na área de inovação é outro grande processo para as indústrias que podem recombina r tecnologias existentes e fazer contribuições na área de design, de novos materiais, gestão e produção.

2.4 Industrialização no Brasil

A Revolução Industrial representou um marco na história, transformando as relações sociais, as relações de trabalho, o sistema produtivo e estabeleceu novos padrões de consumo e uso dos recursos naturais. As consequências foram muitas e estão relacionadas a cada fase vivida no processo evolutivo das tecnologias que proporcionou a industrialização dos países.

Para Aleluia Junior (2018), o Brasil não concluiu de forma razoável a sua terceira revolução industrial. Isso quer dizer que muitas indústrias brasileiras (para não dizer a maioria) ainda operam em regime 2.0, utilizando, por exemplo, lógicas de acionamentos elétricos com relês para promover automação. Sequer utilizam micros controladores e ou controladores lógicos programáveis.

O Brasil não utiliza a robótica e a automação de forma sistemática. Um dos motivos pode ser que o Brasil tenha entrado tardiamente no processo de Industrialização, pois o consenso entre os especialistas é de que a indústria nacional ainda está em grande parte na transição do que seria a Indústria 2.0, caracterizada pela utilização de linhas de montagem e energia elétrica, para a Indústria 3.0, que aplica automação por meio da eletrônica, robótica e programação.

O estudo da CNI (2018) aponta que dos 24 setores industriais brasileiros, mais da metade (14, incluindo vestuário e têxtil) está bastante atrasada em relação à adoção de tecnologias digitais e robotização. Devido ao baixo grau de inovação, pouca inserção no comércio exterior e produtividade inferior à Média internacional, os níveis de industrialização no Brasil estariam nos níveis da Indústria 2.0.

A Revolução Industrial causou profundas transformações no mundo, e uma dessas transformações deu-se no processo produtivo e no estilo de vida dos trabalhadores. Para entender como a vida do trabalhador mudou, precisamos visualizar, antes, as mudanças no processo de produção de mercadorias utilizando o contexto da produção têxtil.

As principais consequências da Revolução são as novas relações de trabalho; a consolidação do capitalismo; a industrialização dos países; a expansão do imperialismo; o êxodo rural e a urbanização; os avanços nos campos da medicina, do transporte e das telecomunicações; o aumento da capacidade produtiva e do consumo; os impactos ambientais negativos

As três revoluções industriais anteriores tiveram início nos países desenvolvidos, chegando com atraso ao Brasil. A revolução atual, é caracterizada por sua natureza hiper conectada, em tempo real, por causa da internet. Além das mudanças nos sistemas de produção e consumo e amplo uso de inteligência artificial, ela também traz o desenvolvimento de energias verdes.

Em 2015 e 2016, realizou, sob a coordenação do Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC) e do Ministério Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), o Fórum “Perspectivas de Especialistas Brasileiros sobre a Manufatura Avançada no Brasil”, o qual reuniu representantes de 111 (cento e onze) empresas, 51 (cinquenta e um) participantes representando Associações, Federações e outras Instituições, e 55 (cinquenta e cinco) participantes representando Instituições Públicas. Por meio de workshops realizados em sete estados brasileiros, resultou em um relatório sobre a Indústria 4.0 e o posicionamento do Brasil perante esse assunto (MDIC; MCTIC, 2016).

O resultado desse Fórum (trecho do site do Ministério da Economia) foi o conjunto de medidas, estruturado a partir do conceito de jornada para a indústria 4.0, prevê amplo suporte ao empresário que pretende seguir o caminho da transformação digital. “Eficiência, controle de processos, qualidade dos produtos e segurança dos trabalhadores se impõem hoje como condição para o setor produtivo avançar rumo à indústria 4.0”, diz. O ministro acrescenta ainda que esta Agenda também prevê aumento de competitividade da indústria nacional, hoje um grande gargalo do setor. A 4ª Revolução Industrial impactará o mercado de trabalho e as demandas e ofertas por profissionais. Por meio de Memorando de Entendimentos (MoU), MDIC e Ministério da Educação (MEC), em parceria com a Comissão Europeia, destinarão recursos para o treinamento de 1,5 mil professores de educação profissional e tecnológica em indústria 4.0.

Com o fim da diferenciação entre homens e máquinas, uma nova quebra do modelo de cadeias produtivas e as interações comerciais em que consumidores atuam como produtores, mais de 7 milhões de empregos serão perdidos, segundo relatório do Fórum Econômico Mundial.

2.4.1 História das indústrias de Sorocaba

Faz-se necessário um resgate histórico sobre a história da necessidade das indústrias de Sorocaba.

Havia uma vila no meio do caminho dos Bandeirantes e seu nome era Sorocaba. Para cada bandeirante, tropeiro ou trem que circulasse pelo interior do Brasil nos séculos XVII e XVIII, a passagem por essa cidade cujo nome significa, literalmente, "lugar da rasgadura", era imprescindível.

Fundada em 1654 pelo bandeirante Baltazar Fernandes, Sorocaba nunca foi aquela típica cidade caipira que vive da terra e de seus frutos.

Com a criação da Companhia Estrada de Ferro Sorocabana, em 1870, por empresários ligados ao setor algodoeiro e à indústria têxtil, a estrada de ferro passou a atrair fábricas, que transformaram a cidade em um dos principais polos do interior do Estado. Foi apelidada de Manchester Paulista, pela vocação industrial e intensa atividade têxtil.

Segundo a Prefeitura Municipal de Sorocaba (site) Sorocaba é uma cidade de Estado do São Paulo. Os habitantes se chamam sorocabanos. O município se estende por 449 km² e contava com 679.378 habitantes no último censo. A densidade demográfica é de 1 513,1 habitantes por km² no território do município.

Sorocaba também faz parte da Região Metropolitana de Sorocaba (RMS), composta por 27 municípios. Juntos, representam 4,65% da população estadual, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) para 2018.

No ano de 2018, segundo o jornal Cruzeiro do Sul (2018) da cidade de Sorocaba, o número de empresas na cidade aumentou 1,56%. Entre as 15 (quinze) cidades com maior número de empresas no Estado de São Paulo, Sorocaba ocupa a sexta posição e seu desempenho no aumento do número de novas empresas foi superior ao movimento registrado nas outras cinco cidades que estão à frente no ranking, o que inclui a capital. Os dados foram divulgados pelo site Empresômetro - Inteligência de Mercado, vinculado ao Instituto Brasileiro de Planejamento e Tributação (IBPT).

Segundo site da MFRural (2019) O declínio da indústria têxtil fez com que a cidade buscasse novos caminhos e, a partir da década de 1970, diversificou o seu parque industrial, hoje com mais de 1.700 empresas, entre elas algumas principais do

país. O Parque Industrial de Sorocaba possui excelente infraestrutura rodoviária, transportes públicos, rede de energia elétrica, telecomunicações, deposição de lixo e resíduos industriais, água e esgoto, com mais de 25 milhões de metros quadrados.

As principais atividades econômicas são: indústrias de máquinas, siderurgia e metalurgia pesada, autopeças, indústrias têxteis, equipamentos agrícolas, químicas, petroquímicas farmacêuticas, papel e celulose, produção de cimento, energia eólica, eletrônica, ferramentas, telecomunicações entre outras, tornando-se assim uma cidade dinâmica e de boa situação econômica.

As indústrias também se destacam pela diversificação. Os segmentos de bebida, de borracha e material plástico, automobilístico, de produtos de madeira, de metal, de informática, eletrônicos e óticos são alguns setores nos quais o município se sobressai no Estado.

Entre os 23 maiores grupos internacionais instalados no Brasil, algumas já dirigem os negócios no país a partir do parque industrial de Sorocaba. Empresas japonesas, alemãs, norte-americanas, italianas, escandinavas e agora chinesas, entre outras, escolheram a cidade. Com suas diferentes nacionalidades, são atraídas pela infraestrutura, fazendo desta região paulista uma síntese da economia globalizada, onde apesar das atividades distintas falam aqui o idioma comum: trabalho.

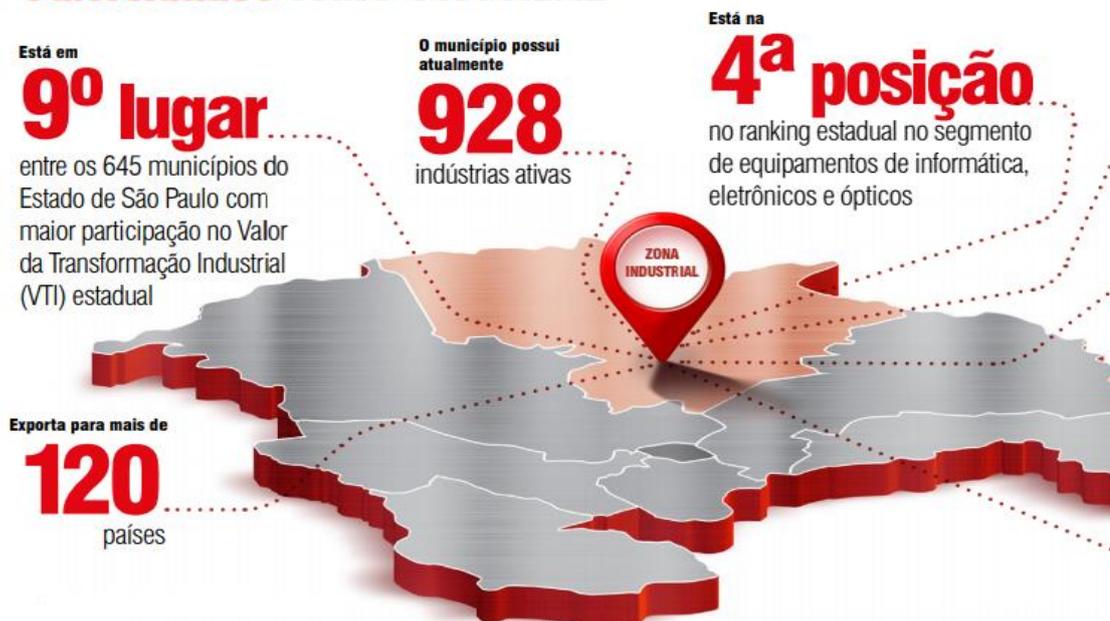
Sorocaba abriga quatro das empresas com melhor reputação do mundo. São as marcas: Toyota, Coca-Cola, Pirelli e Bosch. Isso demonstra a vocação da cidade para o desenvolvimento econômico e empregos de qualidade.

Para Centro das Indústrias do Estado de São Paulo (CIESP) da cidade de Sorocaba, em 2019 foi publicado na revista CIESP, edição 112, no que tange ao setor industrial, tem muito a comemorar como detalha a Figura 4 com curiosidades de Sorocaba.

Uma pesquisa recém-realizada pelo CIESP mostra que há quase mil indústrias ativas no município. São empresas que contribuem de forma relevante para a arrecadação municipal, criam empregos e movimentam a economia local. Mesmo com todas as dificuldades do país, a indústria da região segue forte, empregando aproximadamente 105 mil trabalhadores.

Figura 4: Números de Sorocaba em 2019 segundo a CIESP

Curiosidades sobre Sorocaba:



Fonte: Revista do CIESP Sorocaba / Edição 112

Para Nelson Cancellara (2019), Vice Diretor do CIESP Sorocaba, durante praticamente todo o século XX, a cidade de Sorocaba foi conhecida como Manchester Paulista, em virtude das semelhanças com a cidade inglesa Manchester, uma das pioneiras na implantação de extenso parque industrial ainda nos primeiros anos da Revolução Industrial e em que, tal como em Sorocaba, a indústria têxtil predominava. A proximidade da capital favoreceu a criação de um grande parque industrial. Atualmente, o município possui cerca de mil indústrias, entre elas, dezenas de multinacionais dos mais diversos setores.

Em 2019, segundo o site G1 (Grupo Globo) informa que Sorocaba assumiu o 9º lugar entre os 645 municípios do Estado de São Paulo com maior participação no Valor da Transformação Industrial (VTI) estadual o qual foram analisadas 22 divisões da indústria de transformação em todos os municípios paulistas, segundo a Fundação Seade.

Segundo dados da Prefeitura de Sorocaba, a cidade possui atualmente 928 indústrias ativas e contribuiu com o VTI paulista por meio de dez segmentos industriais. No setor de bebidas, a cidade manteve a 9º posição no ranking, que é liderado por Jundiaí. Já no ramo de produtos de madeira, segundo a Fundação Seade, Sorocaba foi responsável por 1,4% do VTI gerado nesse segmento, ficando na 10ª posição.

O mesmo ocorreu no setor de impressão e reprodução de gravações. No primeiro ano do estudo, Sorocaba não tinha indústria realizando esse tipo de trabalho, mas agora contribuiu com 2,1% do VTI, aparecendo em 11º. Outro dado importante do estudo está no setor de borracha e material plástico, onde Sorocaba teve uma grande evolução, passando de 1,3% para 4%. Notoriamente, a cidade ascendeu nove posições e atualmente aparece em 6º no ranking, que é liderado por São Paulo, com 13,9%.

O setor de metalurgia ocupa a 20ª, com 0,9% de participação. Na categoria produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos, Sorocaba está em 5º, o que mostra uma ascensão de quatro posições. A cidade mantém bons resultados no segmento de equipamentos de informática, eletrônicos e ópticos, com 10,2% de participação e em 4º lugar no ranking. No que se refere à produção de veículos automotores, Sorocaba ocupa também a 3ª colocação, sendo a cidade responsável por 6,5% do VTI paulista neste segmento.

2.5 INDÚSTRIA 4.0

Indústria 4.0 é um conceito de indústria que engloba as principais inovações tecnológicas dos campos de automação, controle e tecnologia da informação, aplicadas aos processos de manufatura e começou a ser revelado ao público em geral na edição de 2011 da Feira de Hannover (SCHWAB, 2016).

A partir deste ponto, várias empresas passaram a desenvolver soluções para este conceito, apoiadas por governos, principalmente europeus (com destaque para o alemão), mas também por países como os Estados Unidos, Japão e a China, indicando que esta nova era industrial são encarados como estratégica pelas Grandes potências industriais (SUGAYAMA; NEGRELLI, 2015).

A Indústria 4.0 nasce da narrativa progressista do melhoramento da potência dos computadores, de seu uso, do aumento da informação digitalizada e do conceito de englobá-la e integrá-la cada vez mais com as indústrias atuais. Segundo o mestre em administração Guilacci (2016), a Indústria 4.0 produzirá novas formas de entendimento da administração e gestão, será necessário criar uma agenda de absorção deste fenômeno tecnológico em que afetará a condição de oferta e demanda de produtos e serviços, sendo assim não haverá espaço para pensamentos gerenciais ortodoxos, conservadores e medíocres, ela também gera vários benefícios para as

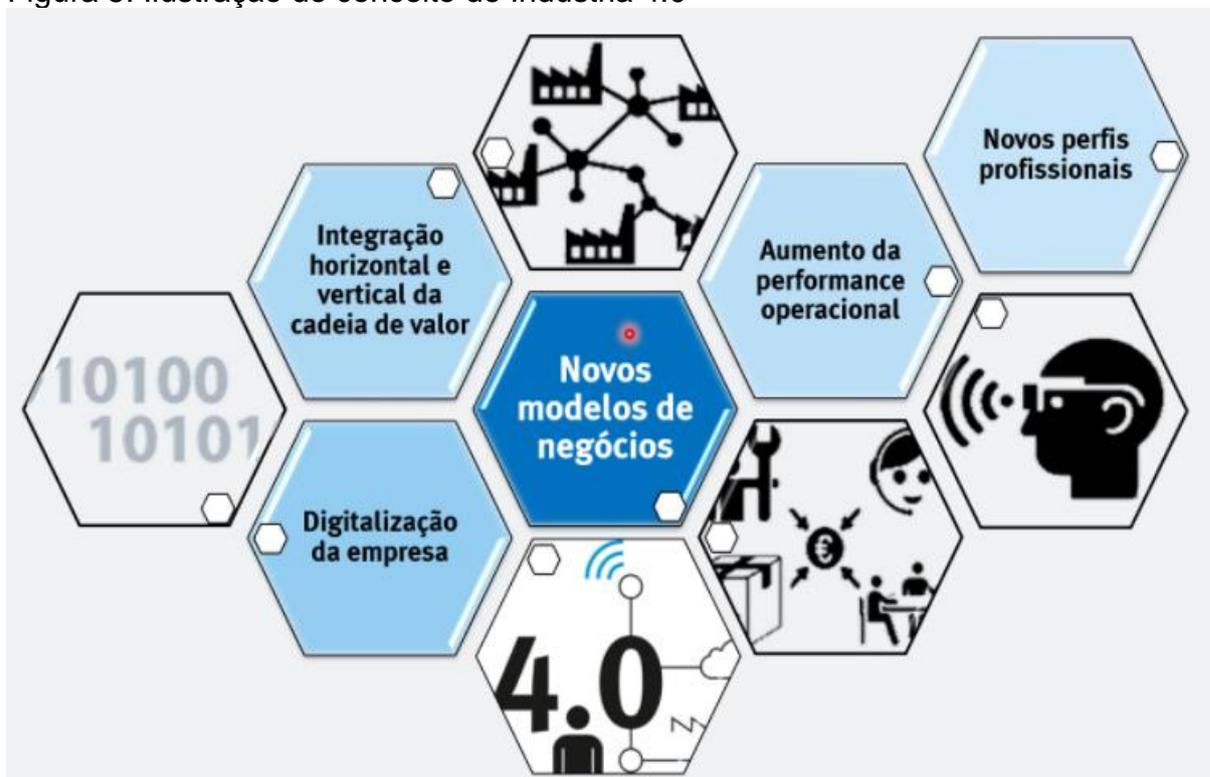
empresas como a redução de custo, redução de erros, economia de energia, eliminação de desperdícios e a possibilidade de uma tomada de decisão mais rápida.

A aplicação dessas tecnologias resultará em equipamentos totalmente automatizados capazes de estabelecer uma comunicação entre si modernizando o processo produtivo. Assim sendo, para garantir sua plena funcionalidade, são necessárias algumas ferramentas as quais são chamadas de pilares da indústria 4.0, sendo elas: robôs autônomos, manufatura aditiva, internet das coisas, simulação, *big data analytics*, sistemas integrados, computação na nuvem, realidade aumentada e *cyber* segurança (SCHWAB, 2016).

A Indústria 4.0 é um conceito que abrange uma diversidade de sistemas, tecnologias, o qual emprega fortemente recursos digitais e cibernéticos no ambiente real da produção (TORTORELLA; FETTERMANN, 2017).

Na Indústria 4.0, o processo além de ser automatizado, também engloba operações de digitalização (integrações homem e máquina, entre máquinas à rede, e assim, sucessivamente). Neste contexto, a Indústria 4.0 baseia-se nas mais recentes descobertas tecnológicas integrando novos modelos de negócios, conforme ilustra a Figura 5.

Figura 5: Ilustração do conceito de Indústria 4.0



Fonte: Empresa FESTO (2020)

O uso da automação na robótica desempenha o papel central, pois, dessa forma, garante-se a segurança de todo processo produtivo. Os robôs são capazes de coordenar e automatizar uma série de tarefas logísticas e de produção, além da capacidade de trabalhar sem necessidade de interação humana. (ISAYAMA, 2020)

Manufatura aditiva ou impressão 3D abrirá espaço para criação de uma grande variedade de peças por meio da impressão 3D que poderá desenvolver a matéria prima sem a necessidade de utilização de moldes físicos garantindo maior flexibilidade no desenvolvimento do processo.

A Internet das coisas, também conhecida como *Internet of Things (IOT)*, atuará como um dos pilares mais importantes da indústria 4.0, ela será responsável por unir máquinas, objetos físicos, ambientes, veículos e processos conectando-os a uma rede central de computadores automatizando totalmente o processo produtivo permitindo coleta e troca de informações através de dispositivos eletrônicos.

As empresas, no geral, não nascem com características da Indústria 4.0. Elas passam por um processo tecnológico, gradual e evolutivo, adotando-se as tecnologias de seus fornecedores especializados, empresas filiais, centros de pesquisa, entre outros (SILVA; KOVALESKI; PAGANI, 2018)

Conforme Dais, Bosch e Kagermann 2013 existem quatro princípios para a indústria 4.0, são eles:

- a) **Modularização:** permite que módulos sejam acoplados ou desacoplados a qualquer momento seguindo a demanda da fábrica, oferecendo grande flexibilidade na alteração de tarefas.
- b) **Capacidade de operação em tempo real:** a capacidade de coletar e tratar dados de forma instantânea, permitindo uma tomada de decisão qualificada em tempo real.
- c) **Descentralização dos processos decisórios:** é a ideia da própria máquina ser responsável pela tomada de decisão, por conta da sua capacidade de se auto ajustar. Ela também avalia as necessidades da fábrica em tempo real e fornece informações sobre seus ciclos de trabalho.
- d) **Virtualização:** é a proposta de uma cópia virtual das fábricas inteligentes, graças a sensores espalhados em toda a planta. Assim, é possível rastrear e monitorar, de forma remota, todos os seus processos.

Muitas empresas consideram a Indústria 4.0 mais um desafio, em vez de uma oportunidade ou um facilitador para novos modelos de negócios. Soluções concretas estão obscuras quanto à questão que representa o conceito Indústria 4.0. A diversidade no cenário de negócios, no entanto, significa que toda empresa precisa criar sua própria visão da Indústria 4.0 e desenvolver suas próprias ideias para usar os novos potenciais.

No Brasil várias ações são realizadas para acompanhar esse momento, com destaque para o fórum “Perspectivas de Especialistas Brasileiros sobre a Manufatura Avançada no Brasil” (2016)

O Ministério da Indústria, Comércio e Serviços, implantou em 2019 a Câmara Brasileira da Indústria 4.0, com representantes do governo, de empresas e da academia.

2.5.1 Nove pilares da Indústria 4.0

A Indústria 4.0 baseia-se nas mais recentes descobertas tecnológicas, a aplicação dessas tecnologias resultará em equipamentos totalmente automatizados, capazes de estabelecer uma comunicação entre si, modernizando o processo produtivo.

Os pilares, apresentados por Lorenz (2015), formam, em sua visão, a base da Indústria 4.0. Apesar de serem tecnologias já utilizadas nos processos produtivos, quando aplicadas dentro do conceito da Indústria 4.0 elas transformam a produção, otimizando processos através da comunicação entre máquinas e entre máquina e homens

O mais importante será a conectividade entre os diversos sistemas, seja numa fábrica, com máquinas atuando em rede com outras máquinas ou em uma interface homem-máquinas, ou mesmo na sociedade, com pessoas ligadas umas às outras através de celulares. Para tanto, é necessário a utilização e o aprimoramento de tecnologias desenvolvidas nas revoluções industriais anteriores, além do desenvolvimento de novas tecnologias, com uma forte integração entre a pesquisa, o desenvolvimento e a inovação (MACHADO; GALVÃO JUNIOR, 2018).

A emergência de novas tecnologias como *Big Data*, Internet das Coisas e manufatura aditiva cria as bases para essa nova revolução industrial. E, com ela, surge uma série de mudanças de paradigmas que alteram o jeito de enxergar o

funcionamento de uma indústria e o processo que faz um produto chegar até ao consumidor.

Na Figura 6, ilustra os pilares da Indústria 4.0, são tecnologias, objetos e conceitos. Eles estão muito bem integrados entre si, mas são interdependentes. envolve as inovações tecnológicas nos campos de automação e tecnologia da informação para manufatura. a quarta revolução industrial promove a união dos recursos físicos e digitais, (CESÁRIO JÚNIOR, 2017).

Figura 6: Pilares da Indústria 4.0



Fonte: <https://endeavor.org.br/tecnologia/industria-4-0-oportunidades-de-negocio-de-uma-revolucao-que-esta-em-curso/>

O uso da automação na robótica desempenha o papel central, pois, dessa forma, garante-se a segurança de todo processo produtivo, os robôs são capazes de coordenar e automatizar uma série de tarefas logísticas e de produção, além da capacidade de trabalhar sem necessidade de interação humana.

A seguir, resumidamente, são apresentados os nove pilares:

Em relação a **Realidade Aumentada** fará a conexão entre o ambiente virtual e o ambiente real, apesar de estar em fase de desenvolvimento, espera-se que ela aumente a eficiência da indústria 4.0 principalmente no que diz respeito à manutenção. Através dela é possível obter desde uso de óculos de realidade aumentada para gestão e operação de determinadas máquinas, melhorando

processos de trabalho, até obter instruções de montagem de peças em desenvolvimento (protótipos).

O armazenamento identificado por **Big Data Analytics** possui o papel central da indústria 4.0. É por meio dessa tecnologia que ocorrerá a análise e a gestão de dados através da verificação detalhada de números e estatísticas da indústria para que sejam identificadas falhas nos processos, possíveis otimizações para economia de energia, redução de custos, tornando mais eficiente a utilização de todos os recursos.

Os **Robôs autônomos** a presença da robótica no chão de fábrica não é novidade nas indústrias. Há algum tempo homens e máquinas trabalham juntos nesse ambiente. No entanto, os diferenciais dos robôs da Indústria 4.0 são novas habilidades, como a capacidade de trabalhar sem supervisão ou intervenção humana, interagindo de forma inteligente também com outras máquinas. Esses robôs podem realizar de forma rápida, precisa e segura uma série de tarefas que impactam na redução de custos com pessoal e no aumento da produção;

Outro conceito utilizado é a **Simulação**, por meio dela, será possível testar e aperfeiçoar equipamentos, processos e produtos ainda na fase de concepção reduzindo-se custos e tempo de criação. A simulação computacional é uma das tecnologias que permitem alcançar esse resultado. Isso porque, por meio da simulação, é possível que produtos e processos sejam testados ainda em estágios de desenvolvimento e criação, aperfeiçoando tanto o produto quanto o processo em si, a partir do desenvolvimento virtual de um ambiente que reproduz o mundo real, por meio dos dados coletados da planta industrial, por exemplo. É nesse ambiente virtual, mas com dados do mundo físico, que toda a cadeia de criação do produto é testada e aperfeiçoada.

A inovação da **Manufatura aditiva ou impressão 3D** abrirá espaço para criação de uma grande variedade de peças por meio da impressão 3D que poderá desenvolver a matéria prima sem a necessidade de utilização de moldes físicos garantindo maior flexibilidade no desenvolvimento do processo.

A empresa com **Sistemas Integrados**, atualmente, nem todos os sistemas são totalmente integrados, faltando uma coesão entre empresa-clientes e até mesmo o processo de produção de uma indústria carece de uma integração plena. A indústria 4.0 propõe uma melhor harmonia entre todos que façam parte do ecossistema, garantindo uma gestão integral de experiência para que cadeias de valor sejam realmente automatizadas tanto (verticais e horizontais) serão utilizados para unir a cadeia de valor automatizada por meio da digitalização de dados, proporcionando uma gestão completa de experiência entre todos os envolvidos.

Os dados armazenados na **Computação na Nuvem** (*Cloud Computing*) servirá para armazenar todas as informações da fábrica, digitalizada pelos Sistemas Integrados, em um banco de dados online que poderá ser acessado e controlado de qualquer lugar do mundo, pois a indústria do futuro demanda que todas as áreas da empresa estejam conectadas, tanto as redes corporativas (TI) quanto às de automação e operacionais (TA). Desta forma, é fundamental que as empresas contem com sistemas de cibersegurança robustos para proteger sistemas e informações de possíveis ameaças e falhas que podem causar transtornos na produção.

O pilar mais importante da Indústria 4.0 a **Internet das coisas**, conhecido mundialmente como *Internet of Things (IOT)*, atuará como um dos pilares mais importantes da indústria 4.0, ela será responsável por unir máquinas, objetos físicos, ambientes, veículos e processos conectando-os a uma rede central de computadores automatizando totalmente o processo produtivo permitindo coleta e troca de informações através de dispositivos eletrônicos.

Todo o cuidado da **Cibersegurança**, nesse ambiente com coisas e sistemas conectados, a segurança cibernética é uma necessidade – e um desafio – para a Indústria 4.0. A criação de procedimentos de TI para garantir redes seguras é fundamental para o negócio. A indústria do futuro demanda que todas as áreas da empresa estejam conectadas, tanto as redes corporativas da Tecnologia da Informação (TI) quanto às de automação e operacionais Tecnologias da Automação (TA). Desta forma, é fundamental que as empresas contem com sistemas de cibersegurança robustos para proteger sistemas e informações de possíveis ameaças e falhas que podem causar transtornos na produção.

2.5.2 A competência do ser humano para Indústria 4.0

Competência é uma palavra na língua portuguesa empregada para caracterizar uma pessoa qualificada a desempenhar alguma tarefa. O dicionário de língua portuguesa Aurélio destaca, em sua definição, competência como; aptidão, atribuições, aquele que faz algo melhor.

O termo competência está em pauta nos círculos empresariais há um tempo, no ambiente da gestão em Recursos Humanos (RH), surgiu no ano de 1973, com o renomado psicólogo *David C. McClelland*, do qual publicou o artigo *Testing for Competence rather than Intelligence*. Abrindo debate no meio administrativo da época, McClelland (1973) afirmava que os testes de inteligência e aptidão, que era realizado tradicionalmente e utilizados em seleção para escolas, faculdades e empregadores, não eram capazes de entrever o sucesso do candidato.

A partir dessa constatação, McClelland expos sua opinião referente aos testes que deveriam indicar a profissão de uma pessoa, para se descobrir a competência de uma pessoa em uma profissão ela deveria ser submetida a parte prática referentes aquela profissão e não só teóricos, com isso mudando totalmente a forma como eram aplicados os testes.

Na década de 80 Richard e Boyatzis lançaram o livro: “*The competent management: a model for effective performance*”, em seu livro Boyatzis determina quais características dos gerentes lhes permitem ser eficazes em vários trabalhos de gerenciamento. Fez um estudo com 2000 gerentes que ocupavam 41 empregos diferentes em 12 organizações, com isso desenvolveu as competências que um gerente deve possuir para proporcionar um alto desempenho em sua função.

Para Fleury e Fleury (2001) os autores McClelland e Boyatzis compartilham da mesma opinião, que o conceito de competência é considerado um conjunto de conhecimentos, habilidades e atitudes, que os melhores desempenhos estão baseados na inteligência e na personalidade das pessoas. Referente a isso, competência é definida como um acúmulo de recursos que um indivíduo possui uma análise voltada totalmente para o indivíduo.

Para os autores do começo do século XXI, competência não pode ser definida somente com o CHA. Segundo Costa (2015) não é suficiente que o indivíduo possua conhecimento e habilidades, mas ele precisa saber empregá-los na sua rotina de trabalho.

Segundo Silva e Luz (2010) além de o indivíduo possuir os atributos; conhecimento, habilidades e atitudes, ele precisa ter determinação na tarefa que lhe foi dada, se entregando para a empresa. O colaborador deve adotar um perfil engajado e comprometido com os rumos da organização.

De acordo com Niederauer, 2017, através do projeto especial do jornal Correio Braziliense, escrito a respeito das principais competências para profissionais da indústria 4.0, as empresas buscam equilíbrio.

Almström, (2017 *apud* NIEDERAUER, 2017) complementa com dois motivos para a necessidade dessa exigência: as estruturas das organizações, que estão reduzidas e sofre mais pressão por resultados e na formação de líderes para ter empatia, estabelecer confiança nos relacionamentos sociais e saber lidar com gerações diferentes são características buscadas nesses trabalhadores.

As estratégias usadas por empresas de recrutamento ou áreas de recursos humanos das organizações para analisar a presença dessas competências são normalmente duas: por meio de entrevistas em que o profissional relate situações que viveu na trajetória profissional e como lidou com elas; ou durante dinâmicas de grupo. "Essas dinâmicas desafiam os profissionais em situações lúdicas e, ao participar dessas atividades, as pessoas demonstram o quanto têm facilidade naquela situação..." (NIEDERAUER, 2017).

A indústria 4.0 promoverá uma mudança no perfil do funcionário, o colaborador pouco qualificado não fará mais tarefas simples e repetitivas, esse tipo de função ficará na responsabilidade dos robôs, os profissionais terão que se qualificar e se atualizar para se manter no mercado (BCG, 2015).

"A competência é a combinação sinérgica de conhecimentos, habilidades e atitudes. Quando falamos de competências sócias emocionais. Nem sempre só o conhecimento promove uma mudança", afirma a especialista. "Às vezes, as pessoas estudam e desenvolvem habilidades cognitivas, mas não têm habilidade de se relacionar. O trabalho em equipe visa o alcance de objetivos em comum, cabe aos profissionais e líderes desenvolverem competências relacionadas à inteligência emocional e resiliência", completa. Ter ciência dessa atribuição quando se está na liderança é fundamental. "Quando um líder não percebe a importância de seu papel como facilitador da aprendizagem ou menospreza o papel do outro, provavelmente terá uma perda de recursos financeiros, qualidade e capital intelectual intangível." (NIEDERAUER, 2017).

De acordo com Collabo (2017), uma das exigências naturais que as empresas farão é justamente a flexibilidade para se adaptar ao meio, com a dominação da tecnologia. As pessoas deverão demonstrar habilidade e interesse no aprendizado constante em relação às novas funções que surgirão nesse horizonte. Diante dessa

situação, é importante também que as empresas invistam em qualificação de mão de obra, oferecendo capacitação para seus colaboradores e incentivando a busca por conhecimento. Os empresários e gestores precisam ter em mente que isso não é gasto, mas investimento.

Em paralelo a isso, as empresas exigirão um perfil multidisciplinar, ou seja, não basta mais estar focado em uma única competência. É importante ter boa qualificação e ser especialista em alguma área. No entanto, será fundamental também ter conhecimento sobre outros setores e transitar bem entre eles, pois conversarão em uma frequência muito maior. (COLLABO, 2017, p. 20)

É perceptível que mudanças já estão ocorrendo no Brasil e, principalmente, na forma como trabalhamos, os capitais intelectuais brasileiros passarão por grandes mudanças para se adaptar à nova revolução industrial.

... há um grande processo de transformação em curso na manufatura e na formação da cadeia de valor, e em meio a essa revolução tecnológica os profissionais que quiserem fazer parte desse momento terão de entendê-lo, buscando novas habilidades e qualificações. Isso porque as empresas exigirão um novo modelo de colaborador diferente, muito mais versátil, ágil e conectado. (COLLABO, 2017, p. 16)

Ainda conforme BCG (2015) uma pesquisa feita na Alemanha, “o emprego terá um aumento de 6% nos próximos 10 anos, e no mesmo período a demanda por profissionais na área de engenharia mecânica aumentará para 10%”. No Brasil a porcentagem não será a mesma, mas a demanda por profissionais mais qualificados já é existente, mesmo o Brasil não estando na quarta revolução industrial. A pessoa que quiser fazer parte dessa revolução terá que desenvolver novos requisitos para se enquadrar nos parâmetros da indústria 4.0.

Segundo a revista Exame (2017) o “profissional 4.0 terá que desenvolver habilidades como visão técnica, atitude multidisciplinar e colaborativa, idiomas, senso crítico e flexibilidade”. A flexibilidade se encaixa como a principal, especialmente em fase de transição e adaptação de novas tecnologias e formas de trabalho, já que trabalhará junto com robôs.

A indústria 4.0 atrai novas tecnologias, e conseqüentemente abrirá espaços para exercer tarefas complexas e que exijam mais criatividade do colaborador, recursos que os robôs não possuem. Compete ao funcionário agregar qualidade no seu trabalho e se diferenciar com habilidades que só o homem consegue desenvolver.

Segundo Souza (2014), a consequência da Revolução Industrial houve um aumento a distância entre os detentores do poder e os subordinados, pois, a partir desse momento, manda quem tiver o conhecimento e os meios de produção. Todos os problemas gerados e aumentados nas organizações após a Revolução Industrial fizeram surgir o primeiro movimento sindical, que denunciava os abusos ocorridos nas organizações.

Para Ferreira (2016), a Associação Brasileira de Recursos Humanos, cita a pesquisa global *The Future of Jobs*, realizado pelo Fórum Econômico Mundial em 2017 por meio de entrevistas com 371 empresas em 15 países, incluindo Brasil, que identificou uma grande mudança na atual divulgação de vagas de emprego e das posições que serão mais oferecidas em um futuro próximo.

A tecnologia está moldando a função dos profissionais da América Latina. A expectativa é que *softwares*, robôs, *drones* e outras tecnologias serão utilizados para aumento de produtividade até 2025. A chegada das tecnologias em diversas áreas não representa o fim de algumas posições, mas sim uma mudança nas funções desempenhadas por pessoas. (FERREIRA, 2016)

O estudo do Fórum Econômico Mundial aponta que os empregos mais necessários em breve serão aqueles relacionados com instalação, reparo e manutenção de robôs e impressoras 3D e com análise de dados e implementação, uso, controle e automação de sistemas. Portanto, a quarta revolução industrial vai exigir mais arquitetos, matemáticos, engenheiros e analistas de dados, e o mercado de trabalho como o conhecemos passará por uma evolução. (FERREIRA, 2016)

Com a Quarta Revolução Industrial desempenhando um papel desafiador nas decisões profissionais, estudantes agora têm a oportunidade de escolher um caminho que pode contribuir para a construção de uma carreira sólida e o sucesso individual no futuro. Com essa mudança de paradigma em mente, é importante explorar as oportunidades que surgem. (FERREIRA, 2016)

No Fórum Econômico Mundial foi apresentada uma sugestão das competências e habilidades desejadas aos profissionais nas indústrias. Com destaque para a autonomia para execução, colaboração nas atividades, flexibilidade e aprendizado constante, multidisciplinaridade, resiliência, enfim um profissional globalizado.

A tecnologia é fruto do conhecimento humano, acumulado ao longo dos tempos, e uma das atribuições do desenvolvimento tecnológico está na redução dos custos da empresa e incremento da produção de bens, sejam eles bens de consumo ou bens de capital.

Principais habilidades e competências do profissional para atuação na Indústria 4.0 segundo a *World Economic Forum* apud Schwab, (2016). Habilidades: automação, computação, eletrônica e robótica. Competências: capacidade de avaliação e decisão, criatividade, flexibilidade cognitiva, gerenciamento de pessoas, inteligência emocional, negociação, orientação aos serviços, pensamento crítico, solução de problemas complexos e trabalho em equipe.

Em meio a um processo de mudança organizacional, é essencial o profissional buscar constante conhecimento e desenvolvimento. O que se entende, hoje, por processo produtivo dependente da força de trabalho humano, sofrerá uma mudança com o avanço da tecnologia e será substituído por máquinas automatizadas, capazes de se comunicarem entre si e de tomarem decisões sem a necessidade do fator humano. Diante desse cenário, as empresas buscam por profissionais qualificados e conectados com as novas tecnologias.

Se as máquinas capazes de reunir informações, processá-las e tomar decisões próprias a partir da interoperabilidade dos sistemas, o impacto na força de trabalho será grande e o nível de profissional requerido deixará de ser multifuncional apto a desenvolver diversas tarefas, e passará a multi especialista, com conhecimentos específico-técnicos em mais de uma área de atuação. (COLLABO, 2017)

Para que a indústria 4.0 possa obter o máximo desempenho durante o processo, faz-se necessário que ela também conte com uma equipe de colaboradores altamente técnica e com conhecimentos específicos, assim sendo, o profissional da indústria 4.0 necessita de competências detalhadas sobre sua área de atuação, dentro da organização. Desta forma se faz necessário desenvolver as competências necessárias para esse perfil profissional.

Manter-se no mercado de trabalho requer uma constante atualização profissional, à medida que as empresas fazem uso das mais avançadas tecnologias, busca-se: refletir em que os profissionais precisam aprimorar em suas competências para continuarem competitivos e o que o mercado de trabalho vai exigir.

O profissional da indústria 4.0 deve possuir conhecimento para o mercado de trabalho na área de:

- De automação industrial
 - ✓ De modo a compreender a interoperabilidade das máquinas,
 - ✓ Termos técnicos e nomenclaturas específicas da automação,
 - ✓ Conhecimento em robótica.

- De tecnologia da informação
 - ✓ Desenvolvimento de sistemas integrados, *big data centers*.
 - ✓ Programação básica de sistemas integrados
 - ✓ Desenvolvimento e análise de *big data centers*
 - ✓ Termos técnicos e nomenclaturas específicas da tecnologia da informação.

2.5.3 O preparo das empresas para a era da Indústria 4.0.

Será essencial a médio e longo prazo, a incorporação das novas tecnologias e uma estratégia para o desenvolvimento da indústria brasileira para a inclusão do país nesse contexto e para melhorar a sua participação nas cadeias globais de valor.

Em alguns países a Indústria 4.0 já começa a se tornar realidade, inclusive com o apoio dos governos das principais potências econômicas, que a tem colocado no centro de suas estratégias de política industrial. Isso cria um duplo desafio para o Brasil, pois além de buscar a incorporação e o desenvolvimento dessas tecnológicas, é preciso fazê-lo com relativa agilidade, a fim de evitar que o *gap* de competitividade entre o Brasil e alguns de seus principais competidores aumente.

Além disso, opostamente ao que vem ocorrendo em outros países, a difusão das tecnologias da Indústria 4.0, no Brasil, não atingirá todos os setores da mesma forma e ao mesmo tempo. O nível de heterogeneidade da nossa indústria exigirá que as políticas sejam adaptadas para diferentes conjuntos de setores e de empresas, que assumirão velocidades e condições diferenciadas.

Nesse contexto, o Conselho Nacional das Indústrias (CNI) está elaborando, no âmbito do Conselho Temático Permanente de Política Industrial e Desenvolvimento Tecnológico (COPIN), uma agenda de propostas sobre o tema. (CNI, 2016). A agenda aborda sete dimensões prioritárias para o desenvolvimento da Indústria 4.0 no Brasil.

São elas:

- i) Aplicações nas cadeias produtivas e desenvolvimento de fornecedores
- ii) Mecanismos para induzir a adoção das tecnologias da Indústria 4.0
- iii) Desenvolvimento tecnológico
- iv) Infraestrutura
- v) Regulação
- vi) Recursos humanos

vii) Articulação Institucional

Desafios para a indústria 4.0 no Brasil/Confederação Nacional da Indústria. – Brasília: CNI, 2016. Texto abaixo extraído: CNI.

i) Aplicações nas cadeias produtivas e desenvolvimento de fornecedores

A integração digital das empresas ao longo das cadeias produtivas é primordial para o ganho de eficiência esperado e deverá provocar mudanças significativas nas relações entre clientes e fornecedores. Isso demandará não somente a adaptação dos processos existentes, como também o desenvolvimento e a incorporação de novas tecnologias de *hardware* e *software*.

A ideia é que, antes de tudo, existe uma necessidade de avançar em direção à Indústria 4.0, pois, além da pressão competitiva oriunda de concorrentes baseados em baixos custos de fatores de produção, o desenvolvimento da Indústria 4.0 em outros países certamente aumentará a pressão competitiva sobre alguns setores da economia brasileira, que precisarão avançar na adoção dessas tecnologias mais rapidamente do que outros.

O desafio é estabelecer políticas de estímulo ao desenvolvimento tecnológico dessas empresas e à adaptação de seus produtos e serviços à realidade da Indústria 4.0 no Brasil e na economia mundial.

Propostas da CNI:

- ✓ Identificar setores e tipos de empresas com maior potencial para adoção de tecnologias ligadas à Indústria 4.0;
- ✓ Identificar aqueles setores/tipos de empresas cuja pressão competitiva para a adoção destas tecnologias será mais forte no curto e no Médio
- ✓ Identificar setores/tipos de empresas onde possam ser gerados maiores efeitos demonstração para outras empresas e maior impacto na competitividade ao longo da cadeia;
- ✓ Criar programas para desenvolvimento de fornecedores de bens e serviços ligados às tecnologias digitais para as cadeias/setores selecionados;

- ✓ Elaborar planejamentos estratégicos para o desenvolvimento das cadeias/setores selecionados.

ii) Mecanismos para induzir a adoção das tecnologias da Indústria 4.0

O baixo conhecimento sobre as tecnologias digitais e seus benefícios, revelado pela Sondagem Especial - Indústria 4.0, da CNI11, indica a necessidade de um esforço de disseminação de conhecimento sobre o tema.

A ampla oferta de tecnologias no escopo da Indústria 4.0 dificulta a identificação, por parte dos usuários, das formas mais eficientes para atender suas necessidades. Além disso, os complexos modos de funcionamento exigem elevado grau de conhecimento para que os usuários consigam empregar as tecnologias de forma eficiente.

Um segundo desafio diz respeito à identificação dos instrumentos de política industrial capazes de viabilizar e induzir o desenvolvimento da Indústria 4.0 no Brasil.

Propostas da CNI:

- ✓ Criação de sistemas de demonstração das tecnologias associadas à indústria 4.0, aplicados a setores prioritizados;
- ✓ Aperfeiçoar a tributação destinada aos setores selecionados, para que não seja um entrave ao investimento;
- ✓ Criar mecanismos de financiamento em condições diferenciadas para o desenvolvimento e adoção dessas tecnologias

iii) Desenvolvimento tecnológico

Em função da diversificação da indústria nacional e da atratividade do mercado doméstico, o desenvolvimento da Indústria 4.0 no Brasil criará oportunidades para o desenvolvimento de fornecedores domésticos de soluções dentro no novo ambiente tecnológico.

Para que essas oportunidades sejam adequadamente aproveitadas, será necessário desenvolver e fortalecer instrumentos de apoio ao desenvolvimento tecnológico das empresas locais. Parte do desafio envolverá a identificação, pela

indústria e pelo governo, de nichos onde as barreiras à entrada são menores e, conseqüentemente, onde as possibilidades de desenvolvimento serão maiores. O tamanho e a urgência do desafio exigirão foco.

Propostas da CNI:

- ✓ Desenvolver programas/serviços de prospecção tecnológica;
- ✓ Identificação de segmentos/nichos com maior espaço para o desenvolvimento tecnológico nacional;
- ✓ Criar programas de desenvolvimento de tecnologias específicas para as necessidades brasileiras (*mission oriented*), como plataformas tecnológicas demonstrativas ou *testbeds*;
- ✓ Direcionar o esforço de ICT e empresas para o desenvolvimento de determinadas tecnologias, adotando o modelo de plataformas tecnológicas, entre outras possibilidades;
- ✓ Criar programas que facilitem o intercâmbio tecnológico e comercial, principalmente com países líderes nessas tecnologias.

iv) Infraestrutura

Na Indústria 4.0 os fluxos de informações são essenciais para o funcionamento da produção. Assim, a limitada infraestrutura de banda larga e rede móvel são entraves para seu funcionamento.

Propostas da CNI:

- ✓ Fortalecer programas de estímulo ao investimento em banda larga e rede móvel;
- ✓ Revisar o modelo de telecomunicações a fim de que os recursos públicos possam ser utilizados para viabilizar investimentos de infraestrutura de telecomunicação, independente do regime de prestação do serviço.

v) Regulação

As transformações tecnológicas embarcadas na Indústria 4.0 demandam coordenação institucional diferente dos modelos existentes. A arquitetura da Internet pode ser dividida em etapas, cada qual com características próprias. É possível segmentá-la¹² em infraestrutura física (cabos, satélites, dispositivos), lógica (padrões técnicos) e aplicações (conteúdos). Sobre os atores, é possível dividi-los em provedores de conexão, provedores de aplicação, provedores de infraestrutura de telecomunicações, indústria de bens de informática, de bens de telecomunicações e de software, e ainda, setor empresarial usuário.

O agrupamento de etapas e atores conforme características em comum possibilita a identificação das demandas regulatórias específicas. Provedores de conexão e provedores de infraestrutura de telecomunicações podem considerar como prioritária a reforma da Lei Geral de Telecomunicações, a indústria de software pode demandar maior proteção às suas criações intelectuais, provedores de aplicações podem elencar como prioritárias as normas relativas ao tratamento de dados pessoais, o setor empresarial usuário pode demandar leis sobre cibersegurança, e assim por diante. Em todos os casos, é preciso que a regulação atue como indutora da inovação e da mudança tecnológica.

Propostas da CNI:

- ✓ Garantir que a legislação sobre tratamento de dados pessoais não impeça o fluxo de dados internacional, tampouco a coleta e o tratamento de dados em sistemas máquina-máquina;
- ✓ Adotar padrões de cibersegurança a fim minimizar o número de ciberataques, bem como legislação adequada prevenir e responder aos incidentes;
- ✓ Adotar uma abordagem internacional relacionada à regulamentação técnica para minimizar eventuais efeitos negativos relacionados à falta de interoperabilidade.

vi) Recursos humanos

As novas formas de produção decorrentes da Indústria 4.0 exigem profissionais com formação distinta das existentes. A integração de diversas formas de conhecimento, característica desse modo de produção, exigirá equipes

multidisciplinares, com elevado nível de conhecimento técnico e com capacidade de interação de diferentes áreas de conhecimento.

Propostas da CNI:

- ✓ Criação de novos cursos técnicos para atender necessidades específicas;
- ✓ Reformulação de cursos nas áreas de engenharia, administração e entre outros, para adequar as novas necessidades dessas tecnologias;
- ✓ Criação de cursos de gestão da produção multidisciplinar com ênfase em Indústria 4.0;
- ✓ Incentivar programas de competências tecnológicas nas empresas.

vii) Articulação Institucional

A atuação coordenada entre os diversos atores públicos que lidam direta ou indiretamente com os temas ligados à digitalização da economia, bem como a articulação destas com associações e empresas privadas, será fundamental para que o Brasil consiga aproveitar todas as oportunidades associadas à incorporação e ao desenvolvimento de soluções no país.

O avanço da digitalização da economia em suas várias áreas de aplicação demandará soluções específicas para cada uma delas, mas que empregam tecnologias viabilizadoras similares (TICs) e se utilizam da mesma infraestrutura, como as já citadas redes elétricas inteligentes, cidades inteligentes, soluções de saúde à distância etc. Cada uma está, a princípio, sob a responsabilidade de diferentes órgãos da administração pública e podem ser desenvolvidas separadamente. A atuação coordenada, contudo, pode gerar ganhos de escala e eficiência e, combinadas com instrumentos de política industrial, viabilizar o desenvolvimento de novas atividades ligadas à digitalização.

Propostas da CNI:

- ✓ Participação e construção de grupos de trabalho reunindo os diversos órgãos do governo envolvidos com o tema;

- ✓ Elaborar um plano conjunto, entre ministérios e instituições, para o desenvolvimento da Indústria 4.0 no Brasil e determinação de um órgão gestor centralizado, como forma de explorar sinergias e integrar instrumentos de política sob o controle de diferentes órgãos;
- ✓ Promoção de feiras, seminários e congressos sobre o tema.

As dimensões definidas acima pela CNI são complementares e seguem uma lógica específica para determinação do desenho das propostas. Nessa perspectiva, a dimensão “Aplicações nas cadeias produtivas e desenvolvimento de fornecedores” aparece como elemento chave para o desenvolvimento das demais, pois os setores, em função de suas peculiaridades, demandam mecanismos distintos para seu desenvolvimento.

Além dessa dimensão determinante, a dimensão de “Articulação Institucional” é a base para sustentar e implementar as propostas, pois a atuação coordenada entre os diversos setores públicos e privados será fundamental para que o Brasil consiga aproveitar todas as oportunidades associadas à incorporação e ao desenvolvimento dessas soluções no país.

2.6 A Ferramenta *TOOLBOX* INDÚSTRIA 4.0

A “*TOOLBOX* Indústria 4.0” conforme a Figura 7, apresentará diferentes níveis de aplicação dos conceitos da Indústria 4.0. Ela indica o estágio de desenvolvimento em que a empresa se encontra. É o ponto de partida em que se baseará para identificar a percentagem das áreas da empresa. Serve assim como base para desencadear novas ideias no processo da implementação da Indústria 4.0 (VDMA, 2018)

O fator tempo é decisivo ao programar abordagens da solução Indústria 4.0, sendo que as tecnologias da informação e comunicação são utilizadas na produção das empresas, baseadas em informações e as tecnologias estão cada vez mais presentes.

A ferramenta pode auxiliar na orientação, por conter um modelo de procedimento que ajuda desenvolver inovações com sucesso. A partir dos resultados, a empresa poderá analisar a sua situação baseada nos conceitos da Indústria 4.0.

A Implementação dessa ferramenta pode afetar todas as unidades de negócios de uma companhia do planejamento à produção. Todo o caminho de implantação precisa ser apoiado, acompanhado e chancelado pela administração, antes de sua aplicação na produção da empresa. Além disso a formação de uma equipe de projeto deve ser interdisciplinar, formada por funcionários de produção e pessoal da tecnologia da informação. Isto é vital ao gerar ideias em torno de Indústria 4.0, que exige uma rede próxima entre as áreas de tecnologia da informação e as demais áreas da organização.

O elemento chave é a ferramenta “*TOOLBOX*” que combina os diferentes níveis de aplicação de Indústria 4.0 em referência as inovações de produtos e aplicações técnicas relacionadas à produção.

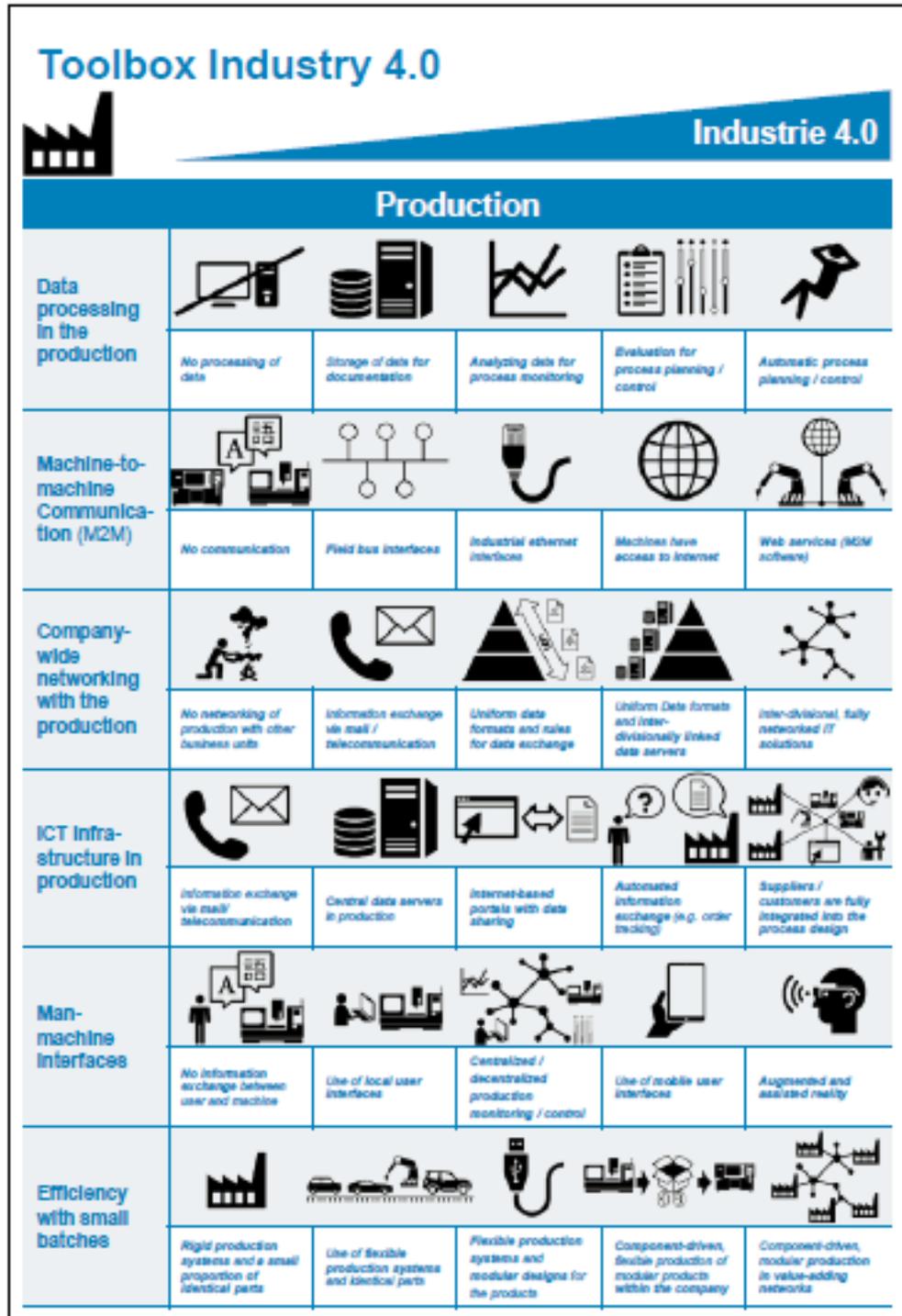
A ferramenta concentra-se em abordagens relacionadas à produção, que permitem considerações acerca de como os processos de produção podem ser otimizados, e como os custos podem ser reduzidos.

As Etapas consideradas na ferramenta são divididas em:

- I. Processamento de dados em produção,
- II. Comunicação com a máquina,
- III. Rede em toda a empresa com a produção,
- IV. Infraestrutura de informação e telecomunicações tecnologia na produção,
- V. Interfaces homem-máquina
- VI. Eficiência com pequenos lotes.

Para cada Etapas foram analisados cinco Níveis de desempenho de escolha.

Figura 7: TOOLBOX 4.0 – Versão original



Fonte: Empresa VDMA (2018)

3. MÉTODO

A metodologia qualitativa empregada para a realização deste trabalho foi o estudo de caso múltiplo e pesquisa bibliográfica.

Na sequência estão detalhados todos os processos metodológicos com explicações de cada etapa de desenvolvimento, como foi enviado o questionário, sua aplicação, quando as respostas eram salvas no banco de dados da aplicação desenvolvida para essa finalidade, como foram recebidas as respostas e como foram analisadas.

A ferramenta "TOOLBOX Indústria 4.0" foi utilizada na análise dos valores iniciais da empresa e sua situação em relação à Indústria 4.0.

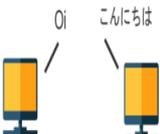
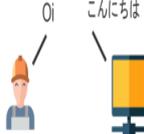
As respostas foram recebidas via site <https://nuvem-d.com.br/industria4> entre os dias 05/06/2020 até 25/09/2020. Não houve necessidade de expandir o período, pois o número de respostas, conforme os critérios estatísticos da Tabela 1, foram aceitáveis, para essa pesquisa.

Um dos objetivos da ferramenta é renderizar as várias ideias e abordagens da Indústria 4.0 tangíveis, e apontar potenciais de desenvolvimento.

3.1 A ferramenta e os parâmetros utilizados nas pesquisas

A *TOOLBOX* Indústria 4.0 é estruturada em seis Etapas de aplicações e cinco Níveis de desempenho, como mostra a Figura 8. Quanto maior for o Nível de desempenho, tanto mais próximo da visão *da* Indústria 4.0 se está. A ferramenta foi desenvolvida no software Excel, porém para esse estudo foi convertida para uma linguagem de programação html conforme Figura 9, para facilitar a coleta dos dados dos entrevistados, e para que as informações possam ser recebidas de forma *on line* reduzindo tempo do gestor ao retornar um e-mail com os dados coletados.

Figura 8: TOOLBOX 4.0 – Versão site

Processamento de dados na produção	 Nenhum processamento de dados	 Armazenamento de dados para documentação	 Analisando dados para monitoramento de processo	 Avaliação para planejamento de processo controle	 Processo automatizado Controle
Comunicação máquina a máquina (M2M)	 Sem comunicação	 Campo de interface BUS	 Interface rede	 Máquinas com acesso a internet	 Web services (M2M Softwares)
Rede de toda a empresa com a produção	 Sem comunicação em rede, com outros negócios	 Troca de informações via E-mail Telecomunicação	 Formatos de dados uniformes e regras para troca de dados	 Formatos de dados uniformes e servidores de dados sem divisões interdisciplinares	 soluções de TI interdivisionais e totalmente em rede
Infraestrutura de TIC na produção	 Informação de e-mail e telecomunicação	 Central de servidores de dados em produção	 Bases internas, portais, com dados para compartilhamento	 Informação automatizada, E-mails (Ex.: rastreamento de pedidos)	 Fornecedores Os clientes estão totalmente integrados ao design do processo
Interface Homem-Máquina (IHC)	 Nenhuma informação trocada entre usuário e máquina	 Uso de interfaces de usuário locais	 Centralização e descentralização de produção	 Uso de interfaces móveis ao usuário	 Aumentar o uso de realidade aumentada
Eficiência em pequenas partes	 Sistema de produção ágil e pequena proporção de peças idênticas.	 Uso de sistemas de produção flexíveis e peças idênticas	 Sistemas de produção flexíveis e designers modulares para os produtos.	 Produção flexível orientada por componentes de produtos modulares com a empresa	 Produção modular orientada por componentes em rede de valor agregado

Fonte: https://nuvem-d.com.br/industria4/View/_pages/inicio.php

3.2 As Seis Etapas da Ferramenta

Esta ferramenta que foi utilizada nas Grandes e Médias empresas de Sorocaba, busca a identificação de potenciais recursos mínimos utilizados na produção com um processo sistemático em relação à Indústria 4.0 e no desenvolvimento de suas ideias específicas a esse respeito. Ao fazer isso, a ferramenta descreve um procedimento adequado para aplicação direta na empresa.

O ponto de partida para considerações é a questão de como os processos de produção podem ser otimizados e como os custos de produção podem ser reduzidos com o ajuda da implementação do conceito da Indústria 4.0.

O *“TOOLBOX Indústria 4.0”* propõe renderizar as várias ideias e abordagens da Indústria 4.0 tangíveis e apontar potenciais de desenvolvimento. Conseqüentemente, a caixa de ferramentas Indústria 4.0 precisa para ser visto como uma fonte de inspiração que deve ser constantemente refinado.

A identificação da posição inicial da empresa em termos de suas próprias habilidades na Indústria 4.0 é um pré-requisito para a geração de ideias. As seis Etapas de aplicações devem apresentar um resultado como os gestores estão alinhados com a organização no todo para a Indústria 4.0. Essa pesquisa vem agregar a visão e a criatividade visando melhorar os processos de produção e já alavancar para trabalhar com os nove pilares da Indústria 4.0. Para cada parâmetro há opções “X” ou “escolha” conforme a Figura 09 como exemplo para serem analisadas pelo respondente do questionário. Ao final de cada opção assinalada é possível identificar no site criado para coleta de dados desse estudo a percentagem aferida. Ao concluir todas as respostas no instrumento de pesquisa, a ferramenta informa o percentual da empresa no conceito da Industrial 4.0.

A seguir serão explicitadas as perguntas das seis Etapas de aplicações e os cinco Níveis de desempenho.

Etapa 1 - Processamento de dados na produção

Pergunta: O processamento de dados para várias aplicações é uma questão fundamental para aplicações Indústria 4.0 em produção. Processamento de dados em produção pode ser usado para documentação simples, bem como para objetivos visando processos autônomos, o monitoramento dos mesmos, planejamento e controle. Qual dos cinco níveis sua empresa está contemplada da Figura 09?

Figura 9: Processamento de dados na produção

Selecione abaixo o item que condiz com sua empresa (Só é aceita uma opção) :

 Processamento de dados	 Armazenamento de dados por documentação	 Análise de dados por processo de monitoramento	 Avaliação para processo de planejamento controle	 Planejamento e controle automático do processo
Escolher : <input checked="" type="checkbox"/>	Escolher : <input type="checkbox"/>	Escolher : <input type="checkbox"/>	Escolher : <input type="checkbox"/>	Escolher : <input type="checkbox"/>

Fonte: https://nuvem-d.com.br/industria4/View/_pages/inicio.php

Nível 1: Informa que a empresa não tem da de processamento de dados, ou seja, não registra os dados obtidos nem em papel e nem virtual.

Nível 2: Os dados da empresa estão sendo armazenados porém não tem tratamento das informações

Nível 3: Os dados são analisados de formas individuais dos processos

Nível 4: As informações são avaliadas, analisadas para que ocorra o planejamento de estratégias com as informações e controle estatísticos

Nível 5: Todos os dados da empresa, os controles de monitoramento dos processos já estão de forma automática.

Etapa 2 - Comunicação de máquinas para máquinas

Pergunta: Interfaces para troca automatizada de dados entre máquinas formam a base para inúmeras aplicações da Indústria 4.0. Campo interfaces de barramento bem como interfaces industriais Ethernet e Web são aplicados no ambiente industrial. Interfaces da Web e aplicativos com troca autônoma de informações (web Serviços) oferecem a vantagem de uma possível separação de informações e localização. Qual dos cinco níveis sua empresa está contemplada da Figura 10?

Figura 10: Comunicação de máquinas para máquinas

Selecione abaixo o item que condiz com sua empresa (Só é aceita uma opção):

 <p>Sem comunicação</p> <p>Escolher :</p> <input checked="" type="checkbox"/>	 <p>Interfaces de barramento de campo</p> <p>Escolher :</p> <input type="checkbox"/>	 <p>Interfaces industriais conectadas a ethernet</p> <p>Escolher :</p> <input checked="" type="checkbox"/>	 <p>Máquinas com a Internet</p> <p>Escolher :</p> <input checked="" type="checkbox"/>	 <p>Serviços WEB e máquinas com softwares M2M</p> <p>Responda:</p> <p>Escolher :</p> <input checked="" type="checkbox"/>
--	---	---	--	---

Fonte: https://nuvem-d.com.br/industria4/View/_pages/inicio.php

Nível 1: Os equipamentos da produção têm seu funcionamento sem conexões entre si, sem troca de informações (dados) entre elas.

Nível 2: Existe uma interface para ligar as máquinas porem sem utilização correta das máquinas

Nível 3: Os equipamentos conectados via interface, tudo conectado via rede (Intranet).

Nível 4: Os equipamentos conectados via interface, tudo conectado via rede (Extranet).

Nível 5: Os equipamentos conectados via interface, tudo conectado via rede (Extranet) e utilizando tecnologias de troca de informações entre si de forma autônoma.

Etapa 3 - Produção da empresa conectada em rede com toda a empresa

Pergunta: Uma melhoria da rede entre a produção e os outros níveis da empresa abrem sinergias e evitam duplicação de trabalho. A rede entre produção e outros departamentos facilita soluções unificadas de TI, fluxos de trabalho padronizados ou formatos de arquivo usados de forma consistente a partir dos benefícios para toda a empresa. Qual dos cinco níveis sua empresa está contemplada da Figura 11?

Figura 11: Produção conectada em rede com toda a empresa

Selecione abaixo o item que condiz com sua empresa (Só é aceita uma opção) :

 Nenhuma rede na produção com outras unidades de negócios Escolher : <input type="checkbox"/>	 Troca de informações via correio e telefone Escolher : <input checked="" type="checkbox"/>	 Portais baseados na Internet com compartilhamento de dados Escolher : <input type="checkbox"/>	 Formatos de dados uniformes e servidores de dados inter-divisionalmente ligados Escolher : <input type="checkbox"/>	 Soluções de TI interdivisionais e totalmente em rede Escolher : <input type="checkbox"/>
---	---	---	--	---

Fonte: https://nuvem-d.com.br/industria4/View/_pages/inicio.php

Nível 1: A produção executa suas tarefas sem a comunicação dos dados para outras áreas da empresa.

Nível 2: As informações entre produção e outras áreas acontece somente via e-mail e telefone.

Nível 3: Existe uma estrutura de tecnologia como intranet para troca de dados e informações entre produção e outras áreas da empresa.

Nível 4: Total estrutura de tecnologia, para troca de dados e informações entre setores através de comando internos

Nível 5: Total estrutura de tecnologia, para troca de dados e informações entre setores através de comando internos e externos

Etapa 4 - Infraestrutura de TIC na produção

Pergunta: A infraestrutura de tecnologias da informação e telecomunicações na produção determina as possibilidades de implementar aplicações inovadoras e melhorias potenciais para e processos organizacionais. Além do uso da central dos servidores de dados, portais de comunicação baseados na Web podem ser usados. Processos automatizados para troca de dados com parceiros externos da cadeia de valor, ou melhor, da rede de valor representam Etapas adicionais em direção a uma visão da Indústria 4.0. Qual dos cinco níveis sua empresa está contemplada da Figura 12?

Figura 12: Infraestrutura de TIC na produção

Selecione abaixo o item que condiz com sua empresa (Só é aceita uma opção) :

 <p>Troca de informações via correio e telefone</p> <p>Escolher :</p> <input checked="" type="checkbox"/>	 <p>Servidores de dados centrais em produção</p> <p>Escolher :</p> <input checked="" type="checkbox"/>	 <p>Portais baseados na Internet com compartilhamento de dados</p> <p>Escolher :</p> <input checked="" type="checkbox"/>	 <p>Troca automatizada de informações</p> <p>Escolher :</p> <input checked="" type="checkbox"/>	 <p>Fornecedores e clientes são totalmente integrados ao design do processo</p> <p>Escolher :</p> <input checked="" type="checkbox"/>
--	---	--	--	---

Fonte: https://nuvem-d.com.br/industria4/View/_pages/inicio.php

Nível 1: As informações entre produção e outras áreas acontece somente via e-mail e telefone.

Nível 2: Com uma rede estruturada, todos os equipamentos são gerenciados por um servidor.

Nível 3: Troca de dados e informações entre as áreas através de uso compartilhado.

Nível 4: Troca de dados e informações entre as áreas sendo inseridas em uma base única, para um acesso centralizado.

Nível 5: Toda a troca de dados e informações entre as áreas compartilham da mesma origem de dados.

Etapa 5 - interfaces homem-máquina (IHC)

Pergunta: Considerando a crescente complexidade dos sistemas de produção, interfaces homem-máquina entram em foco. Na realidade industrial, o ponto de partida é frequentemente representado por unidades de exibição locais que não possui conceitos operacionais amigáveis. Novos conceitos operacionais tablets ou óculos de dados que convenientemente fornecem as informações corretas no lugar certo são potencialmente promissores para simplificar o trabalho dos funcionários e aumentar a eficiência da produção. Qual dos cinco níveis sua empresa está contemplada da Figura 13?

Figura 13: Interfaces homem-máquina (IHC)

Selecione abaixo o item que condiz com sua empresa (Só é aceita uma opção) :

 Nenhuma troca de informações entre usuário e máquina Escolher : <input checked="" type="checkbox"/>	 Uso de interfaces de usuário locais Escolher : <input type="checkbox"/>	 Monitoramento, controle de produção centralizado e descentralizado Escolher : <input type="checkbox"/>	 Uso de interfaces móveis Escolher : <input type="checkbox"/>	 Realidade aumentada e assistida Escolher : <input type="checkbox"/>
---	---	--	--	---

Fonte: https://nuvem-d.com.br/industria4/View/_pages/inicio.php

Nível 1: Nenhuma troca de informações entre usuário e máquina, serviços independentes.

Nível 2: Operadores da produção com acesso aos computadores e sistemas as máquinas para produção.

Nível 3: Toda a produção monitorada por uma aplicação, todas as áreas da empresa estão em rede sem exceção.

Nível 4: Funcionários de diversos setores podendo acessar o sistema com todas as informações que estão ocorrendo em tempo real.

Nível 5: Sistema de realidade aumentada nas áreas envolvidas para o acesso das informações para que possam fazer as ações necessárias com as informações que estão no servidos através de uma ferramenta.

Etapa 6 - Eficiência com pequenos lotes

Pergunta: A tendência para bens produzidos individualmente e continuamente lotes menores leva a uma crescente complexidade da produção. Atingir maior eficiência com lotes pequenos tornando-se assim um fator competitivo decisivo. Nesse sentido, uma estrutura modular dos respectivos produtos ou o uso de dispositivos flexíveis instalações de produção com a coordenação adequada na respectiva cadeia de valor pode abrir novos potenciais. Qual dos cinco níveis sua empresa está contemplada da Figura 14?.

Figura 14: Eficiência com pequenos lotes

Selecione abaixo o item que condiz com sua empresa (Só é aceita uma opção):

 Sistema de produção rígida e pequena proporção de peças idênticas Escolher : <input checked="" type="checkbox"/>	 Uso de sistema de produção flexível e peças idênticas Escolher : <input type="checkbox"/>	 Sistema de produção flexível e projetos modulares para os produtos Escolher : <input type="checkbox"/>	 Produção flexível orientada por componentes de produtos modulares dentro da empresa Escolher : <input type="checkbox"/>	 Produção modular orientada por componentes em redes de valor agregado Escolher : <input type="checkbox"/>
--	---	--	---	---

Fonte: <https://nuvem-d.com.br/industria4/View/pages/inicio.php>

Nível 1: Sistema sem controle efetivo e falta de linhas de produção.

Nível 2: Fabricação de peças/produtos de diversas formas, sendo simultânea em pequenas partes até o fim do processo.

Nível 3: Fabricação de peças/produtos diversas formas, sendo simultânea, sem a necessidade de alteração e parada de equipamentos.

Nível 4: Total controle e comunicação entre empresas, fornecedores, porém ainda com a produção em plantas separadas.

Nível 5: Total controle e comunicação entre empresas, fornecedores, com a produção na mesma planta.

3.3 A pesquisa utilizando o *TOOLBOX 4.0*

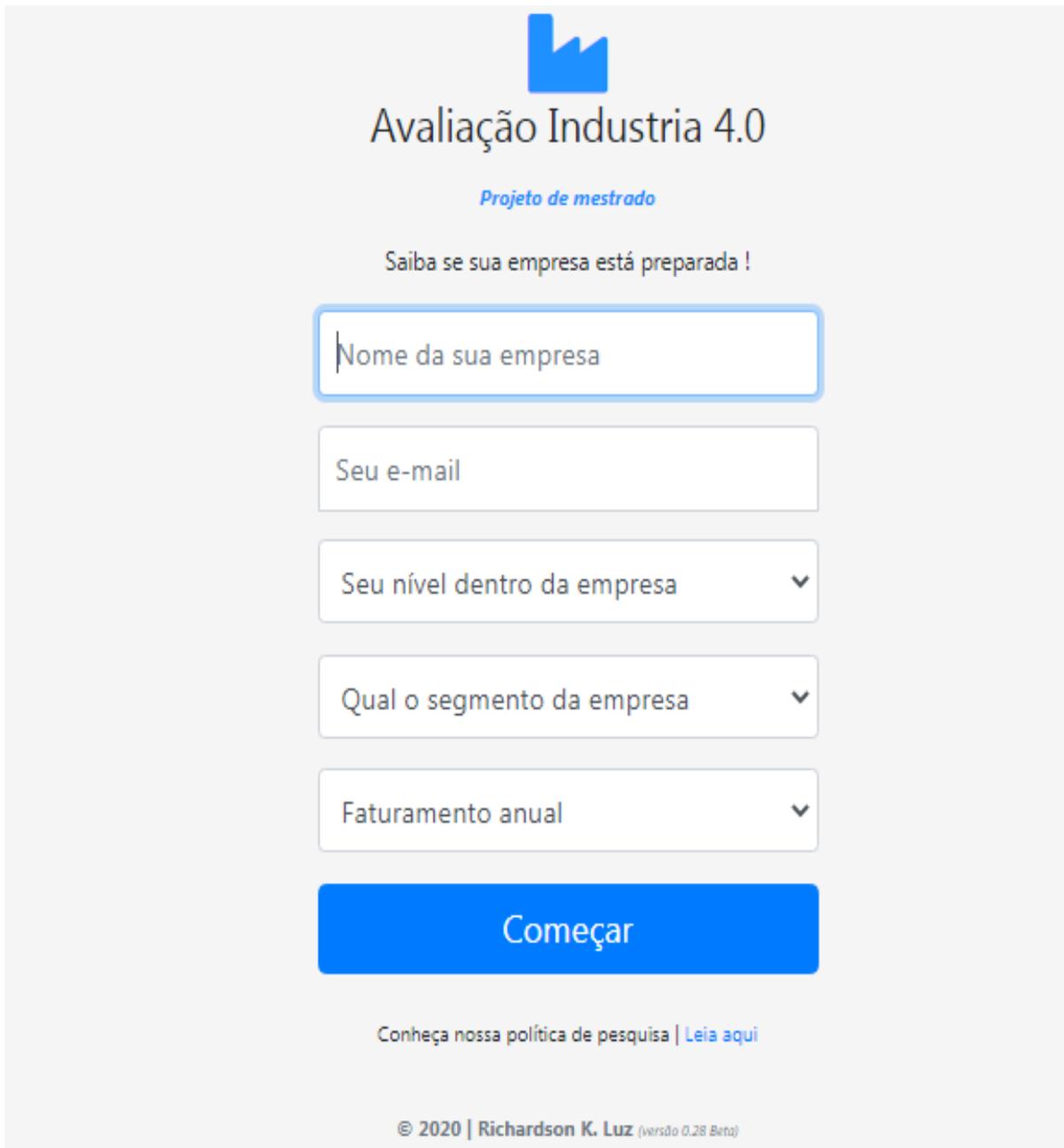
Este tópico engloba a apresentação da metodologia utilizada no desenvolvimento do trabalho. Para a construção dele foram realizados: estudo bibliográfico e pesquisa de caso múltiplos com Grandes e Médias empresas, categorizada pelo faturamento anual, segundo a CIESP, o que as define como parâmetros (entre R\$ 6 milhões e R\$ 20 milhões para Médias empresas e acima de R\$ 20 milhões para Grandes empresas). O questionário foi enviado para os Gestores Executivos e Gestores Operacionais por e-mail com um link do site da pesquisa de campo que foi desenvolvida especificamente para esse projeto do Mestrado, o qual é respondido clicando no link https://nuvem-d.com.br/industria4/View/_pages/inicio.php pelo site. No final da pesquisa é gerado um relatório para o pesquisado o qual fará a escolha de refazer a pesquisa ou enviar para o banco de dados da aplicação.

Após todas as entregas dos questionários foram realizadas as tabulações e análises dos dados coletados nas empresas pesquisadas, para identificar a porcentagem, enquadradas nos parâmetros do conceito da Indústria 4.0 estabelecidos na ferramenta.

Nesse tópico é descrita a ferramenta que foi enviada, para duas pessoas de cada empresa, cujo objetivo foi obter respostas na visão do Gestor Executivo e Gestor Operacional das indústrias. A mesma foi adaptada e aplicada nas empresas de Sorocaba pela URL é: https://nuvem-d.com.br/industria4/View/_pages/inicio.php. Ao final, foram coletados dados para tabulação e mapeamento das empresas de Médio e grande porte da cidade de Sorocaba.

A tela apresentada na Figura 15 foi subdividida em partes para poder auxiliar na tabulação. Uma delas é a identificação do nível departamental a que o respondente pertence na empresa (Gestor Executivo e Gestor Operacional). Depois o segmento da empresa sorocabana, utilizando as referências da CIESP o qual o entrevistado poderá escolher apenas uma opção.

Figura 15: Tela de início da pesquisa




Avaliação Indústria 4.0
Projeto de mestrado

Saiba se sua empresa está preparada !

Nome da sua empresa

Seu e-mail

Seu nível dentro da empresa ▼

Qual o segmento da empresa ▼

Faturamento anual ▼

Começar

[Conheça nossa política de pesquisa](#) | [Leia aqui](#)

© 2020 | Richardson K. Luz (versão 0.28 Beta)

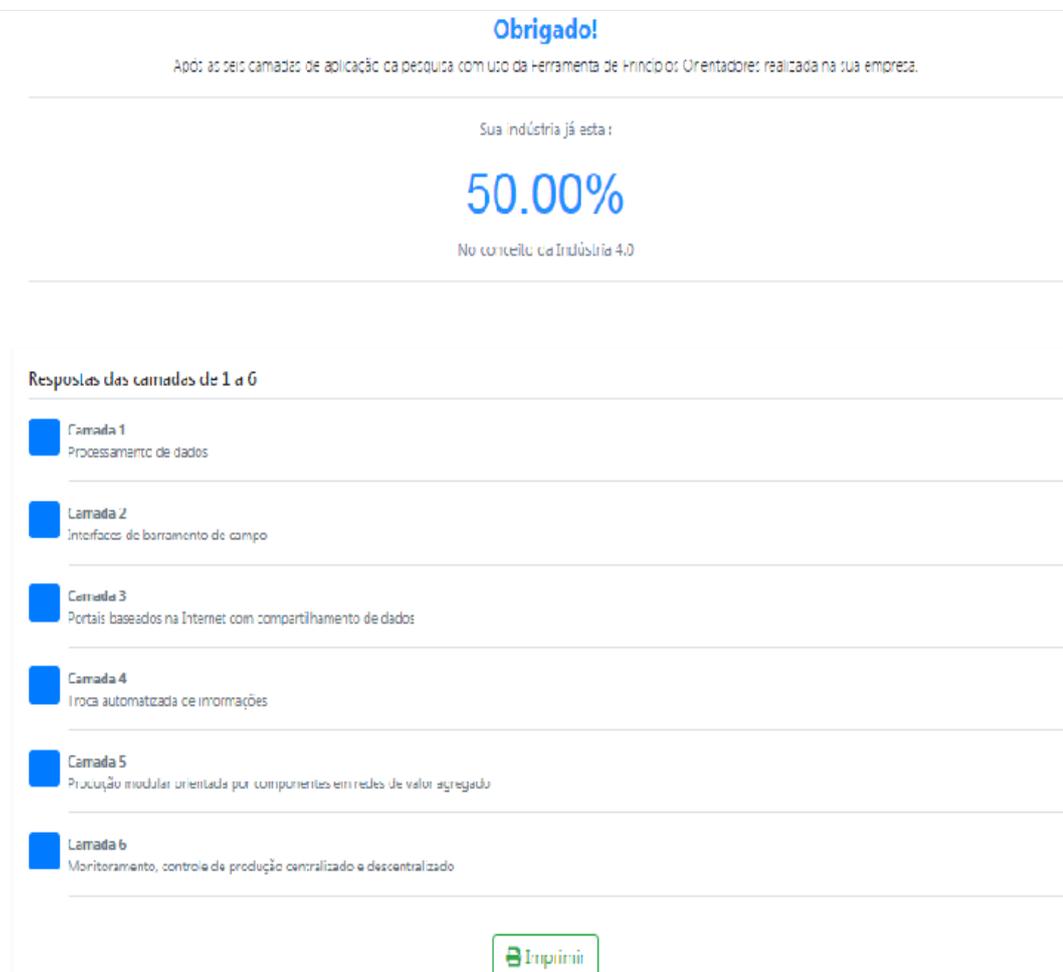
Fonte: https://nuvem-d.com.br/industria4/View/_pages/inicio.php

Os Parâmetros foram divididos em seis Etapas de aplicações e que para cada uma delas há cinco Níveis de respostas com uma única opção, obrigatoriamente conforme Figura 10.

No final do questionário ilustrado na Figura 16, o entrevistado receberá uma tela com o resultado das respostas que foram preenchidas. No início da página

aparecerá a percentual que a empresa está enquadrada com os conceitos da Indústria 4.0.

Figura 16: Tela com os dados obtidos na pesquisa



Fonte: https://nuvem-d.com.br/industria4/View/_pages/inicio.php

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pesquisa foi realizada com empresas de alguns segmentos da cidade de Sorocaba, com foco nas Grandes e Médias empresas.

As empresas pesquisadas foram retiradas do Relatório de Cadastros Econômicos Ativos por Ramo de Atividade, disponibilizado no site da Prefeitura Municipal de Sorocaba em 20 de maio de 2019. No referido relatório constam mais de 160 ramos de atividades e 928 empresas cadastradas. Foram feitos alguns filtros a partir dos critérios que enquadram as empresas em Grandes e Médias. Para sanar dúvidas os cartões de CNPJ das empresas foram consultados, uma vez que neles também consta o faturamento das indústrias o que complementa os dados para definição do porte das mesmas. O objeto desse estudo chegou ao número total de 88 empresas. Dessas 88, 55 foram consideradas de grande porte e 33 de Médio.

O procedimento para coleta de dados foi através de envio de e-mail para duas pessoas de cada empresa com cargos específicos (Gestor Executivo e Gestor Operacional) com o objetivo de termos a possibilidade de informações precisas dentro da mesma indústria. Nele continham breves informações sobre o projeto do estudo do mestrado, além de carta de apresentação (apêndice A) do mestrando e outra de Acordo de Confidencialidade (apêndice B) para dar credibilidade à pesquisa.

Com a tabulação dos dados, após as seis Etapas de aplicações e os cinco Níveis de desempenho temos as empresas investigadas de Sorocaba em que categorias se encontram, relatado quais parâmetros seriam necessários às empresas automatizar ou atualizar para migrar para Era Industrial 4.0. com base da ferramenta *TOOLBOX 4.0*.

A tabela 1 apresenta as informações do total de empresas que foram convidadas para participar da coleta de dados e o total de indústrias que responderam.

Os cálculos realizados são justificados pela estatística em relação a população e amostra, onde: N = população; n = amostra; n_0 = formula para determinar o erro; E_0 = erro considerado.

Tabela 1: Tabela geral da pesquisa com as Empresas

Tabela geral da pesquisa com as Empresas			
	Total	Resp. Absoluta	Resp. %
Total de empresas	88	68	77,27%
Grandes empresas	55	41	74,55%
Médias empresas	33	27	81,82%

Fonte: Autor

Total de Empresas consultadas 88 = N (população).

Respostas recebidas 68=amostra=n

$$n = N \cdot \frac{n_0}{N + n_0} \rightarrow$$

$$68 = 88 \cdot \frac{n_0}{88 + n_0} \rightarrow 68 * (88 + n_0) = 88 \cdot n_0 \rightarrow 5984 + 68n_0 = 88n_0$$

$$5984 = 88n_0 - 68n_0 \quad 5984 = 20n_0 \therefore n_0 = \frac{5984}{20} = n_0 = 557,3$$

$$No = 1 / (E_0)^2 \rightarrow 557,3 \cdot (E_0)^2 = 1 \rightarrow (E_0)^2 = \frac{1}{299} \rightarrow E_0 = \sqrt{0,0034} = 5,8\%$$

Logo 68 é uma amostra significativa, pois o erro apresentado é 5,8%, menor que 10% (referência).

Respostas recebidas de Grandes empresas

Empresas consultadas 55=N(população). Respostas recebidas 41=amostra=n

$$n = N \cdot \frac{n_0}{N + n_0} \rightarrow$$

$$41 = 55 \cdot \frac{n_0}{55 + n_0} \rightarrow 41 * (55 + n_0) = 55 \cdot n_0 \rightarrow 2255 + 41n_0 =$$

$$55n_0 \quad 2255 = 55n_0 - 41n_0 \quad 2255 = 14n_0 \therefore n_0 = \frac{2255}{14} = n_0 = 161,07$$

$$No = 1 / (E_0)^2 \rightarrow 161,07 \cdot (E_0)^2 = 1 \rightarrow (E_0)^2 = 1/161,07 \rightarrow E_0 = \sqrt{0,0062} = 7,8\%$$

Logo 41 é uma amostra significativa, pois o erro apresentado é de 7,8%, menor que 10% (referência)

Respostas recebidas de Médias empresas

Empresas consultadas 33=N(população).

Respostas recebidas 27=amostra=n

$$n = N \cdot \frac{n_0}{N + n_0} \rightarrow$$

$$27 = 33 \cdot \frac{n_0}{33 + n_0} \rightarrow 27 * (33 + n_0) = 33 \cdot n_0 \rightarrow 891 + 27n_0 = 33n_0 \quad 891$$

$$= 33n_0 - 27n_0 \quad 891 = 6n_0 \therefore n_0 = \frac{891}{6} = n_0 = 148,5$$

$$n_0 = \frac{1}{(E_0)^2} \rightarrow 148,5 \cdot (E_0)^2 = 1 \rightarrow (E_0)^2 = \frac{1}{148,5} \rightarrow E_0 = \sqrt{0,0067} = 8,1\%$$

Logo 27 é uma amostra significativa, pois o erro apresentado é 8,1%, menor que 10% (referência)

A tabela 2 apresenta o total de indústrias convidadas e a resposta dos gestores, independentemente de ser executivo ou operacional. O cálculo demonstrado é para termos a convicção que estamos dentro de uma margem aceitável de respostas sobre o número de respondentes

Tabela 2: Tabela geral da pesquisa com os Gestores

Tabela geral da pesquisa com os Gestores			
	Total	Resp. Absoluta	Resp. %
Executivo	88	55	62,50%
Operacional	88	63	71,59%

Fonte: Autor

Representação do cálculo

Total de Empresas consultadas 88=N(população).

Respostas recebidas Gestor executivo 88=amostra=n=55

$$n = N \cdot \frac{n_0}{N + n_0} \rightarrow$$

$$55 = 88 \cdot \frac{n_0}{88 + n_0} \rightarrow 55 \cdot (88 + n_0) = 88 * n_0 \rightarrow 4840 + 55n_0 = 88n_0$$

$$4840 = 88n_0 - 55n_0 \quad 4840 = 25n_0 \therefore n_0 = \frac{4840}{25} = n_0 = 193,6$$

$$n_0 = \frac{1}{(E_0)^2} \rightarrow 193,6 \cdot (E_0)^2 = 1 \rightarrow (E_0)^2 = \frac{1}{193,6} \rightarrow E_0 = \sqrt{0,0051} = 7,1\%$$

Logo 63 é uma amostra significativa, pois o erro apresentado é 7,1%, que é menor que 10% (referência)

Respostas recebidas Gestor operacional 88=amostra=n=63

$$n = N \cdot \frac{n_0}{N + n_0} \rightarrow$$

$$63 = 88 \cdot \frac{n_0}{88 + n_0} \rightarrow 63 \cdot (88 + n_0) = 88 * n_0 \rightarrow 5544 + 63n_0 = 88n_0$$

$$5544 = 88n_0 - 63n_0 \quad 5544 = 25n_0 \therefore n_0 = \frac{5544}{25} = n_0 = 221,76$$

$$n_0 = \frac{1}{(E_0)^2} \rightarrow 221,76 \cdot (E_0)^2 = 1 \rightarrow (E_0)^2 = \frac{1}{221,76} \rightarrow E_0 = \sqrt{0,0045} = 6,7\%$$

Logo 63 é uma amostra significativa, pois o erro apresentado é 6,7%, menor que 10% (referência).

A tabela 3 apresenta os percentuais das respostas dos gestores após a pesquisa com o uso da ferramenta citada, percentual este em relação ao quanto a empresa está dentro do conceito da indústria 4.0. Lembrando, os gestores responderam seis perguntas e escolherem um nível para cada pergunta, é possível verificar quais as categorias as empresas foram enquadradas em termos de média ou grande porte conforme o site da PMS e o cartão CNJP as empresas estão relacionadas a um ramo de atividade principal.

Tabela 3: Resultado da pesquisa aplicada pelo porte da empresa

Segmentos	Grandes Empresas	Médias Empresas
	%	%
Agrícolas		
AGR_01	45,83	
AGR_02	56,25	
Alimentação		
ALI_01		39,58
ALI_02	83,33	
ALI_03	79,17	
Automação		
ATM_01	79,17	
ATM_02	83,33	
Automotiva		
AUT_01		66,67
AUT_02	72,92	
AUT_03	41,67	
AUT_04	79,17	
AUT_05	62,50	
AUT_06	68,75	
AUT_07	64,58	
AUT_08	37,50	
AUT_09	60,42	
AUT_10	43,75	
AUT_11	25,00	
AUT_12		50,00
AUT_13	89,58	
AUT_14	62,50	
Aviamentos		
AVI_01	54,17	
Borracha		
BOR_01		54,17
BOR_02		27,08
BOR_03		41,67
BOR_04		25,00
BOR_05		29,17
Caldeiraria		
CAL_01		25,00
Cerâmica		
CER_01		18,75
CER_02		8,33
Construção		
COM_01		14,58
COM_02	41,67	
COM_03		37,50
COM_04		20,83
COM_05	45,83	

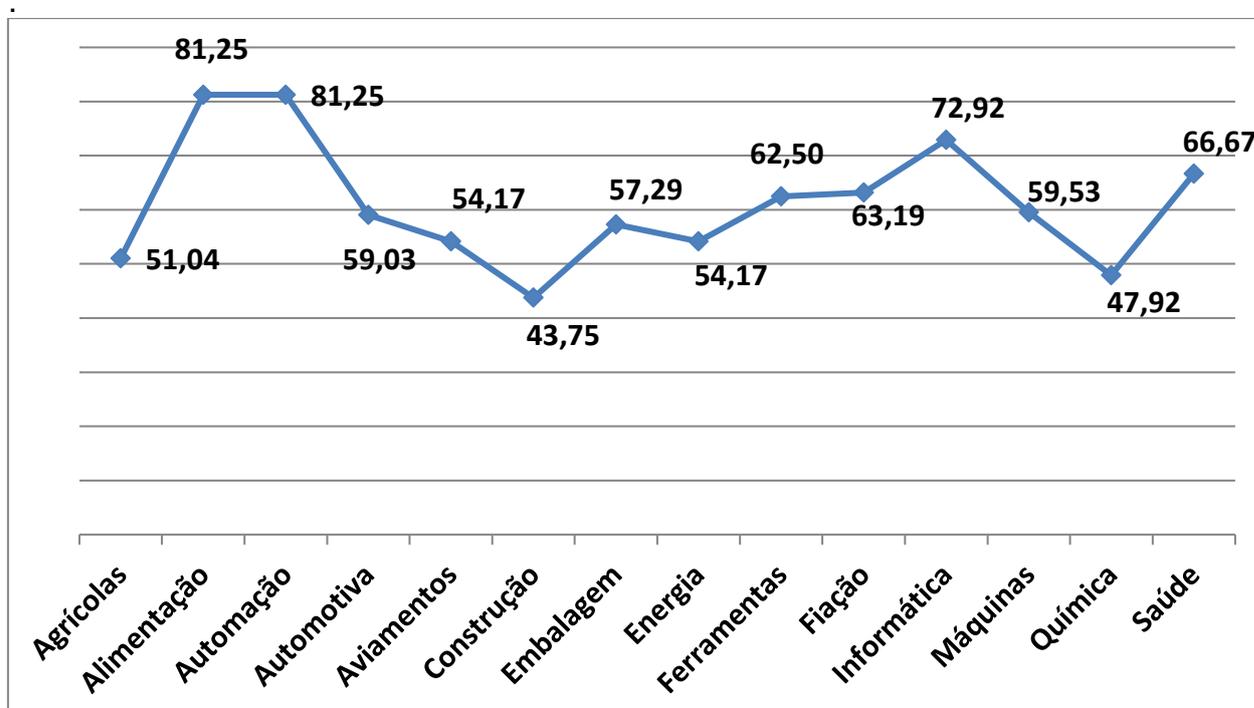
	Grandes Empresas %	Médias Empresas %
Embalagem		
BEM_01	58,33	
BEM_02		50,00
BEM_03		58,33
BEM_04		52,08
BEM_05		41,67
BEM_06	56,25	
Energia		
ENR_01	54,17	
Ferramentas		
FER_01	64,58	
FER_02		62,50
FER_03	68,75	
FER_04	54,17	
Fiação		
FIA_01	58,33	
FIA_02	56,25	
FIA_03	75,00	
Informática		
INF_01	72,92	
Madeira		
MAD_01		27,08
Máquinas		
MAQ_01		29,17
MAQ_02	35,42	
MAQ_03	66,67	
MAQ_04	60,42	
MAQ_05	66,67	
MAQ_06	37,50	
MAQ_07	66,67	
MAQ_08		79,17
MAQ_09	83,33	
MAQ_10		33,33
Móveis		
MOV_01		66,67
Química		
QUI_01		70,83
QUI_02		62,50
QUI_03	47,92	
Saúde		
SAU_01	77,08	
SAU_02	56,25	
Vidro		
VID_01		22,92

Na tabela 3 pode-se verificar que nas grandes empresas do segmento Automotivo, a empresa AUT_13 apresenta o maior índice de todas as demais, ela atingiu o percentual de 89,25% dentro do conceito da Indústria 4.0. Na sequência, em termos de índice, duas empresas de segmentos diferentes, de Alimentação e Automação, apresentam percentual de 83,33% dentro do conceito da Indústria 4.0.

Em relação as médias empresas, a que apresentou o melhor índice foi uma empresa do segmento de Ferramenta com 79,17% dentro do conceito da indústria 4.0 segundo a ferramenta TOOBOX, e em seguida uma empresa do segmento de Química.

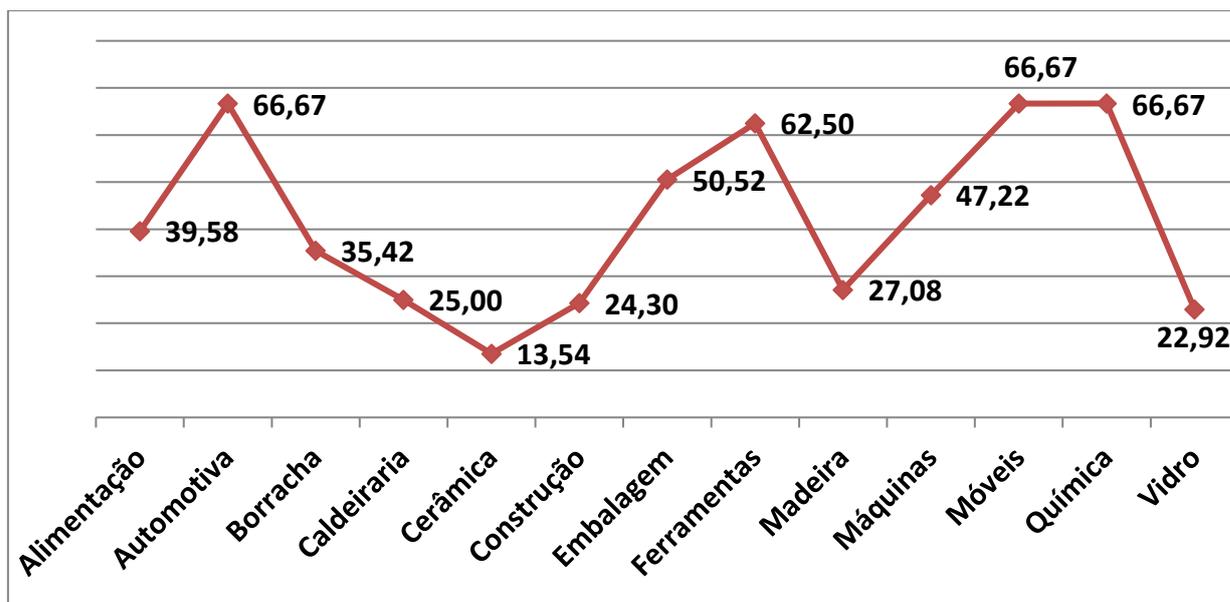
O gráfico 1 apresenta os segmentos que responderam à pesquisa e a sequência por percentuais mais altos até o mais baixo. Das 20 Áreas de estudos da cidade de Sorocaba, 14 segmentos têm Grandes Empresas. No gráfico 2 são apresentados os dados referentes as Médias Empresas onde pode-se constatar a presença de indústrias em 13 segmentos de ramos de atividades.

Gráfico 1: Grandes Empresas inseridas nos Segmentos em (%Médio)



Obs.: Eixo vertical temos o percentual e no eixo horizontal os segmentos e os números estão em percentuais dentro do conceito da Indústria Indústria 4.0

Gráfico 2: Médias Empresas inseridas nos Segmentos em (%Médio)

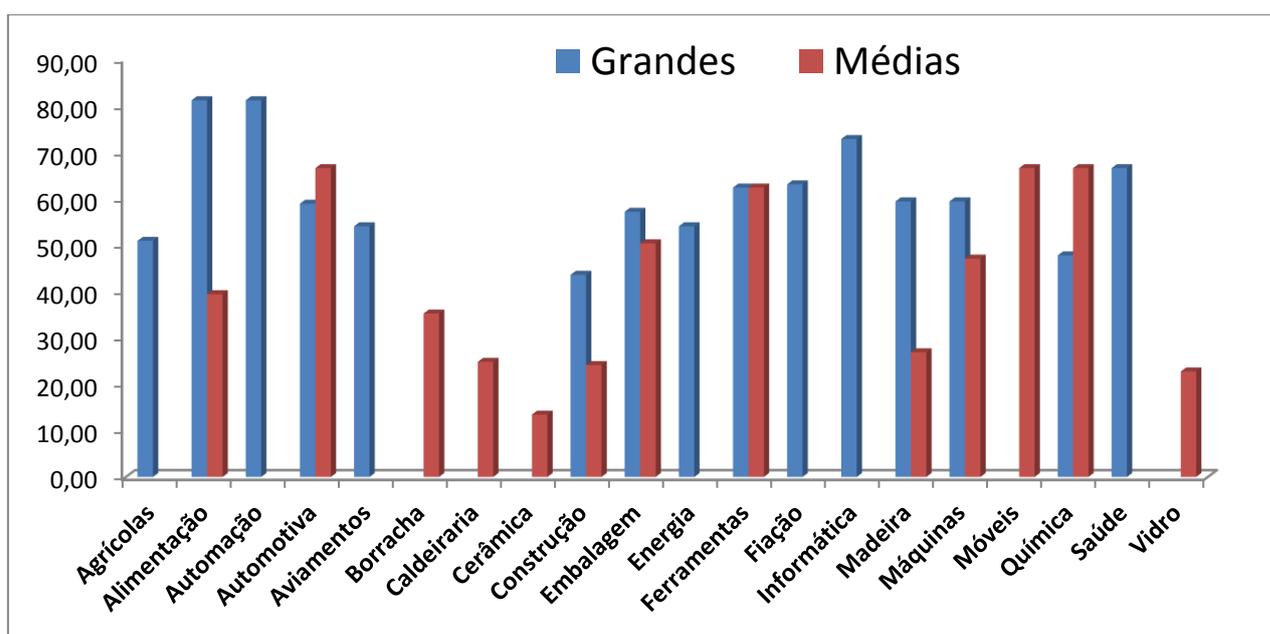


OBS.: Eixo vertical temos o percentual e o eixo horizontal temos os segmentos e o números estão em percentuais dentro do conceito da Indústria 4.0.

Fonte: Autor

Pode-se verificar no gráfico 3 um comparativo de todos os segmentos das empresas pesquisadas com o porte das empresas em grande e médias

Gráfico 3: Visão geral dos Segmentos x Porte das empresas

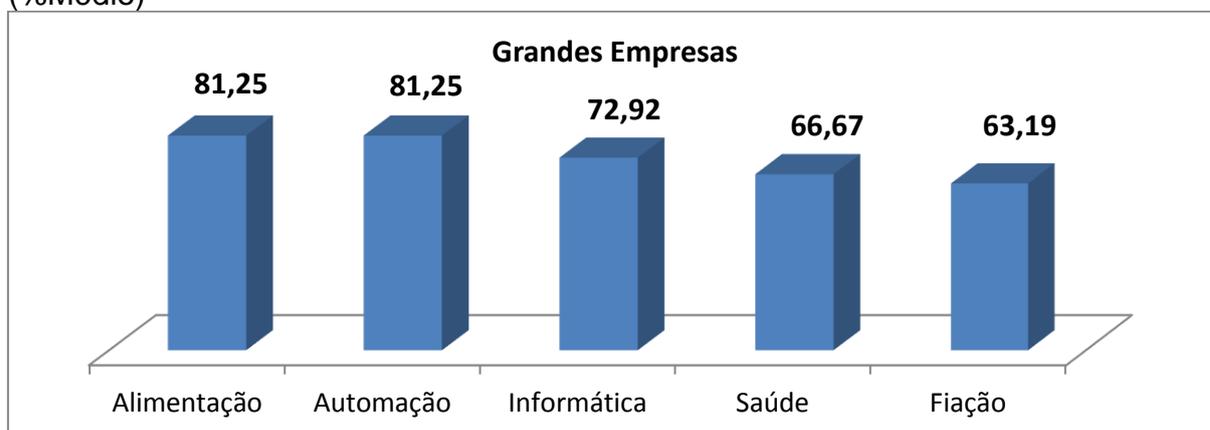


Fonte: Autor

No caso das empresas de grande porte que responderam à pesquisa, levando em consideração todos os seguimentos estudados, o percentual médio é de 61,05 % dentro do conceito da Indústria 4.0. Para as empresas de médio porte o percentual médio é de 41,52% dentro do conceito da Indústria 4.0 após a pesquisa com o uso da ferramenta *TOOLBOX*

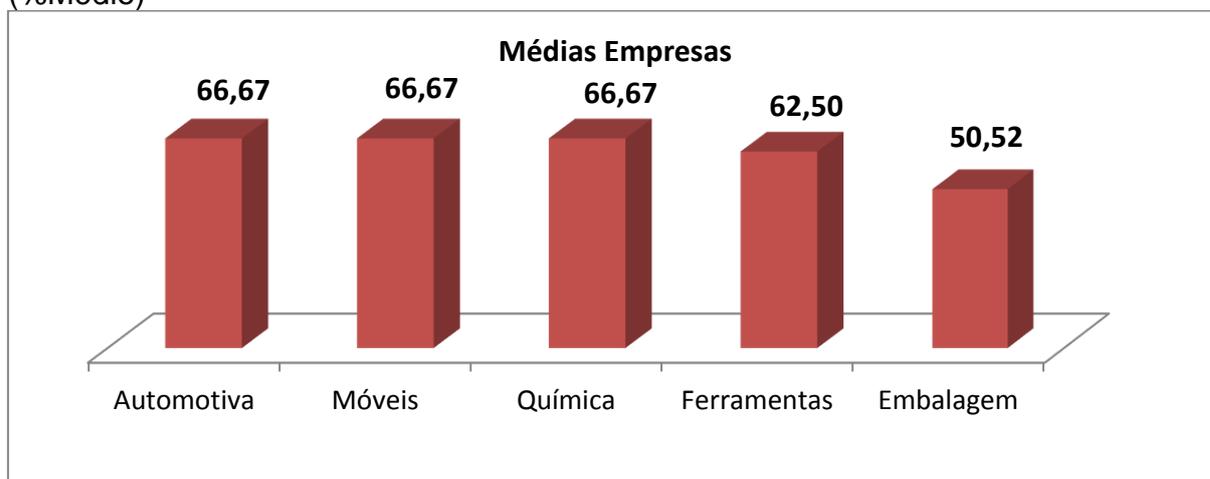
O gráfico 4 apresenta os cinco segmentos com maiores índices percentuais das Grandes Empresas com maiores Níveis dentro do conceito da Indústria 4.0, fornecido pela ferramenta utilizada que são: Alimentação, Automação, Automotiva, Saúde e Fiação O gráfico 5 os segmentos com maiores índices são: Automotiva, Móveis, Química, Ferramentas e Embalagens referente as Médias empresas.

Gráfico 4: Segmentos das Grandes Empresas com maiores Níveis percentuais (%Médio)



Fonte: Autor

Gráfico 5: Segmentos das Médias Empresas com maiores Níveis percentuais (%Médio)



Fonte: Autor

Entre as grandes Empresas, o segmento com menores índices percentuais no conceito da Indústria 4.0 na cidade de Sorocaba é o Segmento de Construção com 43,75%, e das Médias Empresas é o Segmento de Cerâmica com 13,54%.

Para análise das empresas dentro do conceito Indústria 4.0, foram definidos três cortes de percentual (%), para identificar em quais níveis as indústrias de Sorocaba, usando como base a ferramenta Princípios Orientadores a *TOOLBOX*, se enquadram conforme o porte das empresas.

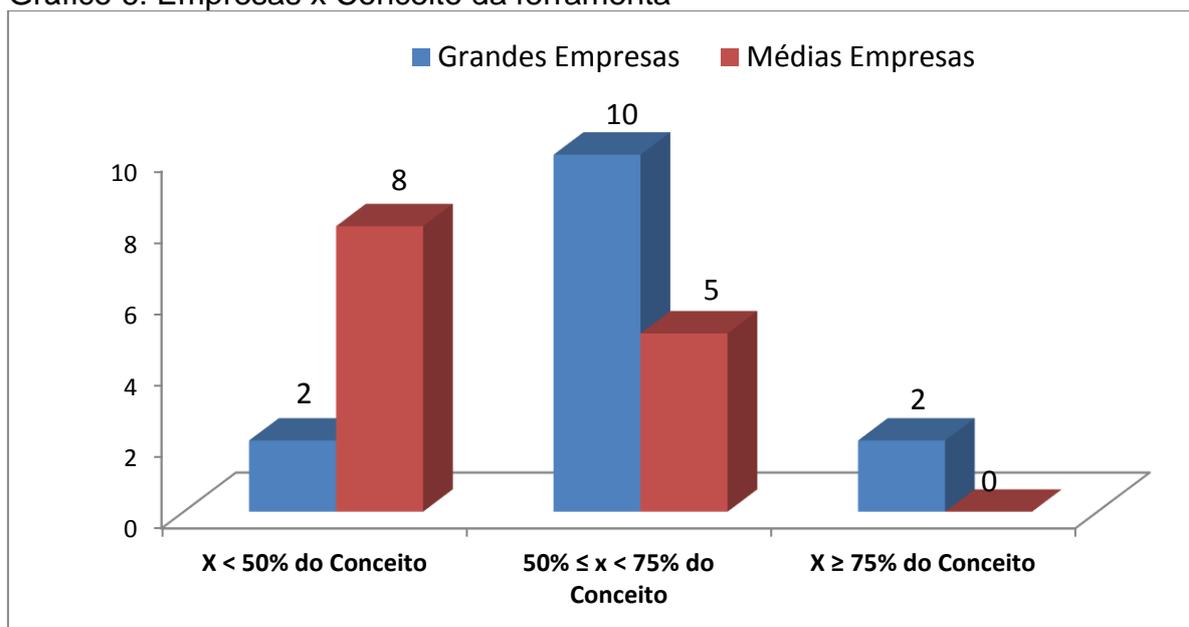
Os índices em percentuais apresentados a seguir foram escolhidos por serem percentuais aceitáveis dentro da estatística para pesquisa desse porte e ficaram definidos como:

- $x < 50\%$ do Conceito
- $50\% \leq x < 75\%$ do Conceito
- $x \geq 75\%$ do Conceito

Onde X é resposta do percentual do conceito da indústria 4.0

O gráfico 6 mostra a comparação da quantidade de Grandes e Médias Empresas conforme seus Segmentos de atuações estão inseridas nos índices de cortes.

Gráfico 6: Empresas x Conceito da ferramenta

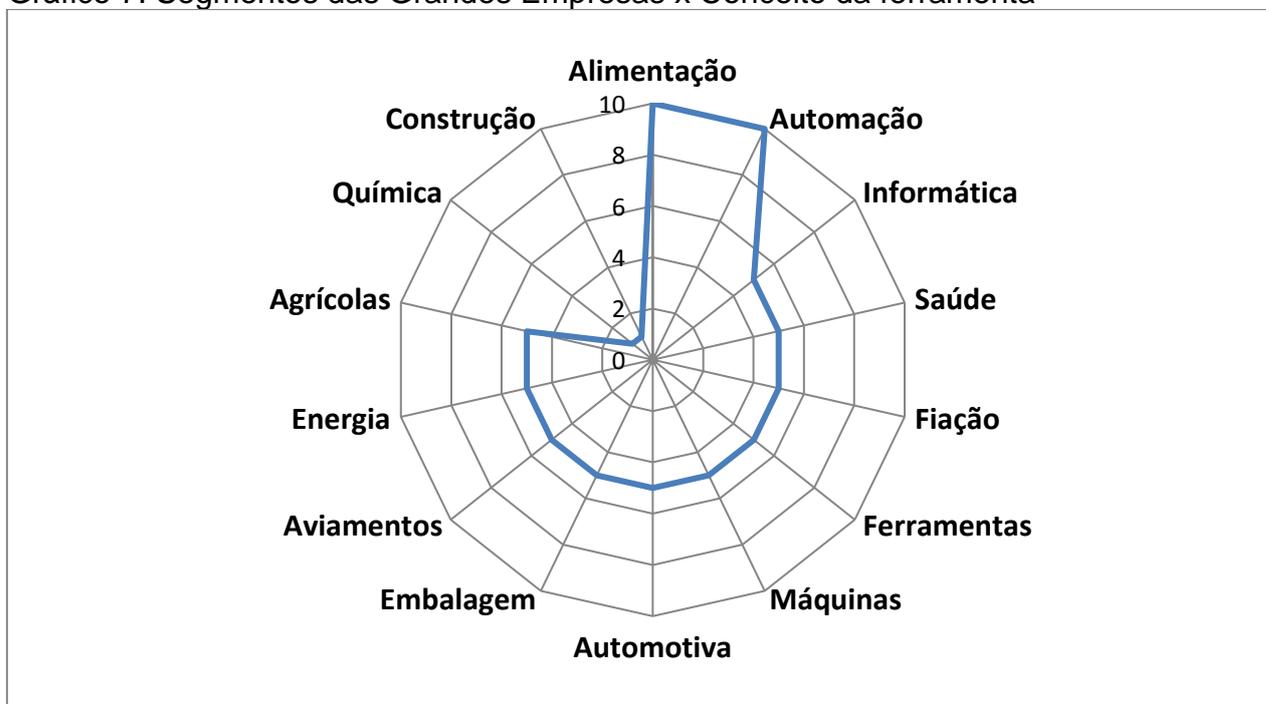


Obs.: Eixo vertical quantidade de empresas, eixo horizontal, o conceito enquadrado em percentuais (%)

Fonte: Autor

No gráfico 7 poderemos analisar todos os Segmentos e os patamares seguindo o risco de corte das três faixas citadas no gráfico 6.

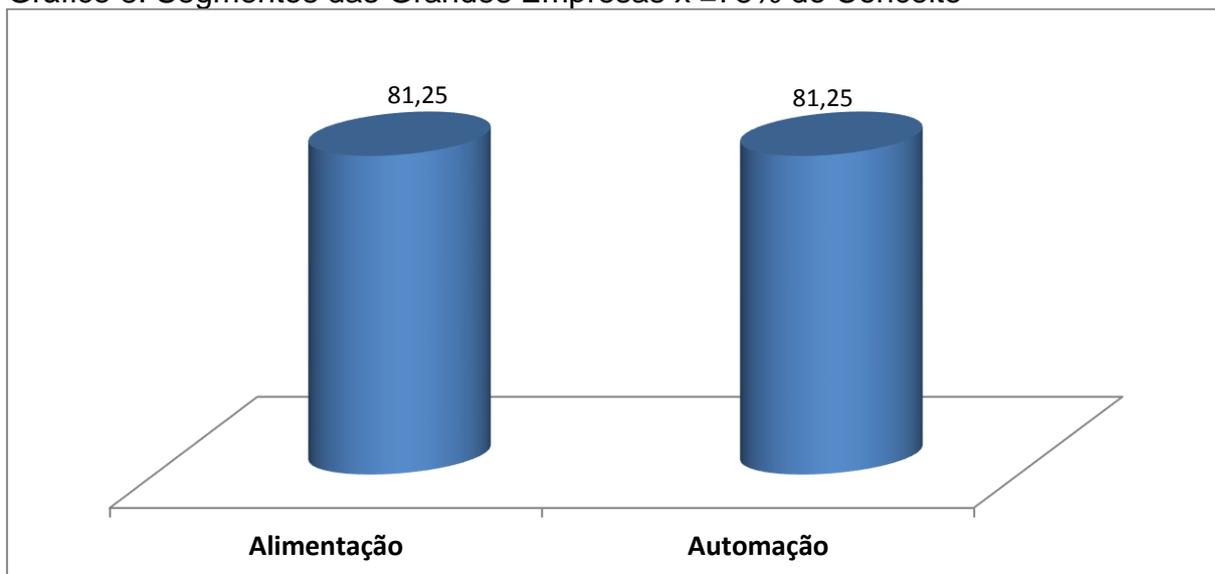
Gráfico 7: Segmentos das Grandes Empresas x Conceito da ferramenta



Fonte: Autor

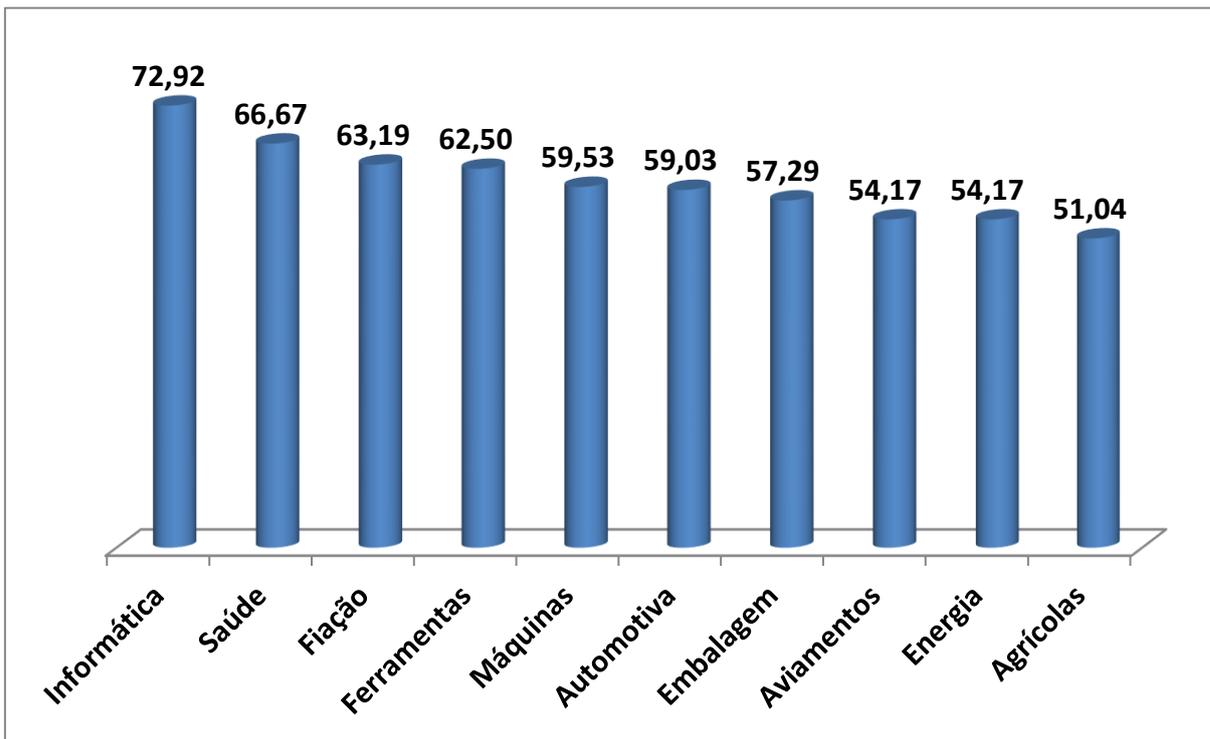
Os gráficos 08 e 09 apresentam os segmentos conforme os três índices dentro do percentual do conceito da Indústria 4.0 das Grandes Empresas.

Gráfico 8: Segmentos das Grandes Empresas x $\geq 75\%$ do Conceito



Obs.: Segmentos com os maiores índices percentuais

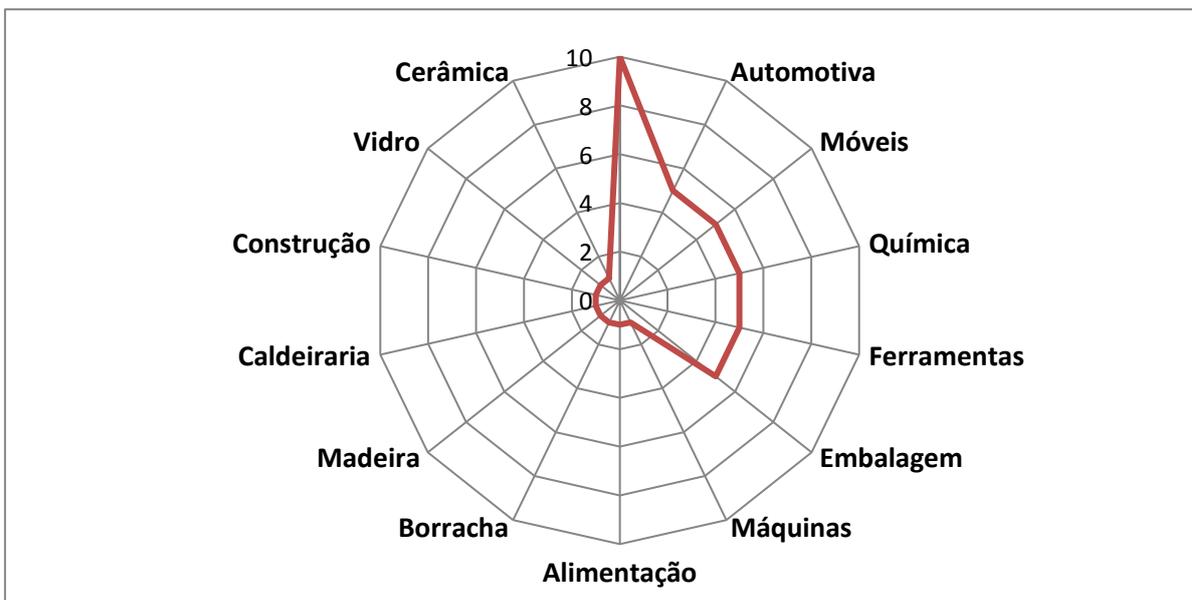
Fonte: Autor

Gráfico 9: Segmentos das Grandes Empresas $50\% \leq x < 75$ do Conceito

Fonte: Autor

No gráfico 10 pode-se visualizar analisar todos os Segmentos e os patamares seguindo o risco de corte das três faixas citadas no gráfico 6.

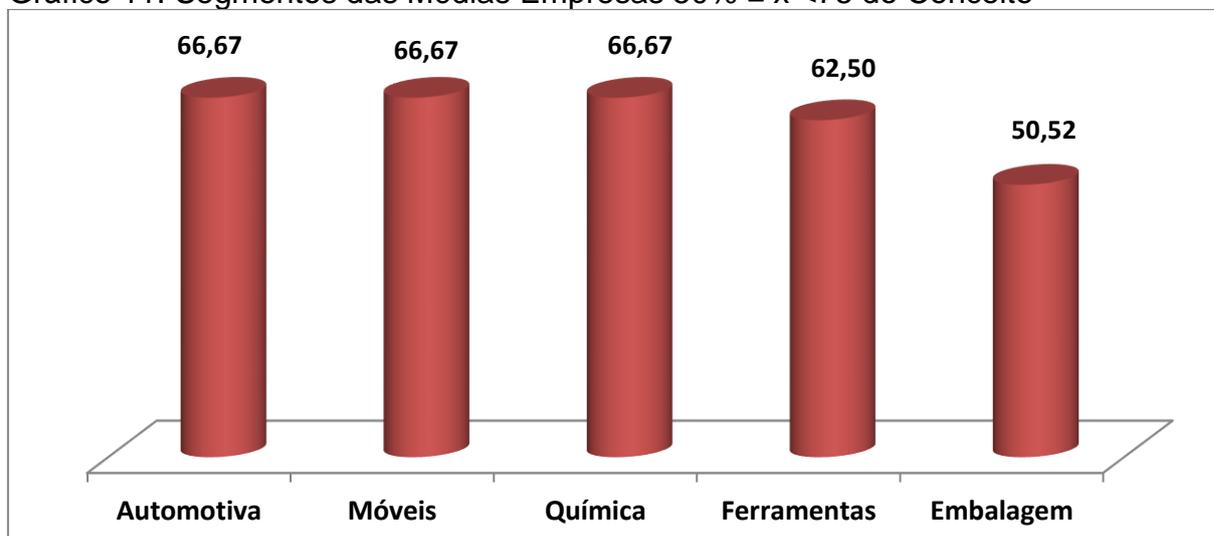
Gráfico 10: Segmentos das Médias Empresas x Conceito da ferramenta



Fonte: Autor

Nos gráficos 11 e 12 são apresentados os segmentos conforme os três índices dentro do percentual do conceito da Indústria 4.0 das Médias Empresas.

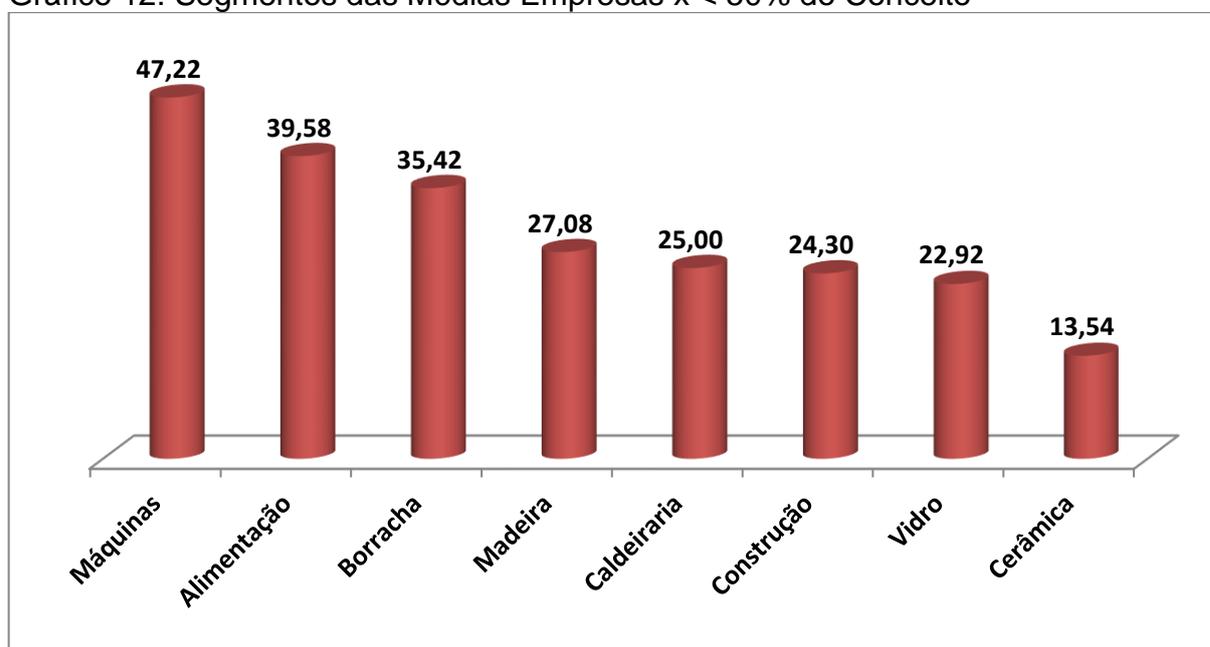
Gráfico 11: Segmentos das Médias Empresas $50\% \leq x < 75$ do Conceito



Obs.: Segmentos com os maiores índices percentuais

Fonte: Autor

Gráfico 12: Segmentos das Médias Empresas $x < 50\%$ do Conceito



Fonte: Autor

A tabela 4 apresenta a listagem dos Segmentos, nome das empresas participantes e o percentual do conceito da indústria 4.0 conforme as respostas dos Gestores Executivos e Operacionais. Os nomes das empresas estão codificados para garantir o sigilo.

Tabela 4: Resultado da pesquisa aplicada com os Gestores

Segmentos	Gestor Executivo	Gestor Operacional
	%	%
Agrícolas		
AGR_01	45,83	45,83
AGR_02	66,67	45,83
Alimentação		
ALI_01	41,67	37,50
ALI_02	83,33	83,33
ALI_03	79,17	79,17
Automação		
ATM_01	79,17	79,17
ATM_02		83,33
Automotiva		
AUT_01		66,67
AUT_02	66,67	79,17
AUT_03	37,50	45,83
AUT_04	79,17	79,17
AUT_05	54,17	70,83
AUT_06	66,67	70,83
AUT_07	62,50	66,67
AUT_08	41,67	33,33
AUT_09	62,50	58,33
AUT_10	54,17	33,33
AUT_11	25,00	
AUT_12		50,00
AUT_13	91,67	87,50
AUT_14	50,00	68,75
Aviamentos		
AVI_01	54,17	54,17
Borracha		
BOR_01	50,00	58,33
BOR_02	25,00	29,17
BOR_03	45,83	37,50
BOR_04	20,83	29,17
BOR_05	29,17	29,17
Caldeiraria		
CAL_01	25,00	25,00
Cerâmica		
CER_01	16,67	20,83
CER_02	8,33	8,33
Construção		
COM_01	12,50	16,67
COM_02	37,50	45,83
COM_03	33,33	41,67
COM_04	25,00	16,67
COM_05	50,00	41,67

Embalagem	Gestor Executivo	Gestor Operacional
BEM_01	66,67	50,00
BEM_02		50,00
BEM_03	58,33	
BEM_04	37,50	66,67
BEM_05		41,67
BEM_06	50,00	62,50
Energia		
ENR_01		54,17
Ferramentas		
FER_01	66,67	62,50
FER_02	62,50	
FER_03	62,50	75,00
FER_04		54,17
Fiação		
FIA_01	50,00	66,67
FIA_02	62,50	50,00
FIA_03	75,00	75,00
Informática		
INF_01	79,17	66,67
Madeira		
MAD_01	25,00	29,17
Máquinas		
MAQ_01	29,17	
MAQ_02	37,50	33,33
MAQ_03	66,67	66,67
MAQ_04	54,17	66,67
MAQ_05		66,67
MAQ_06		37,50
MAQ_07		66,67
MAQ_08		79,17
MAQ_09	87,50	79,17
MAQ_10		33,33
Móveis		
MOV_01	70,83	62,50
Química		
QUI_01		70,83
QUI_02	62,50	
QUI_03	58,33	37,50
Saúde		
SAU_01	75,00	79,17
SAU_02	50,00	62,50
Vidro		
VID_01	25,00	20,83

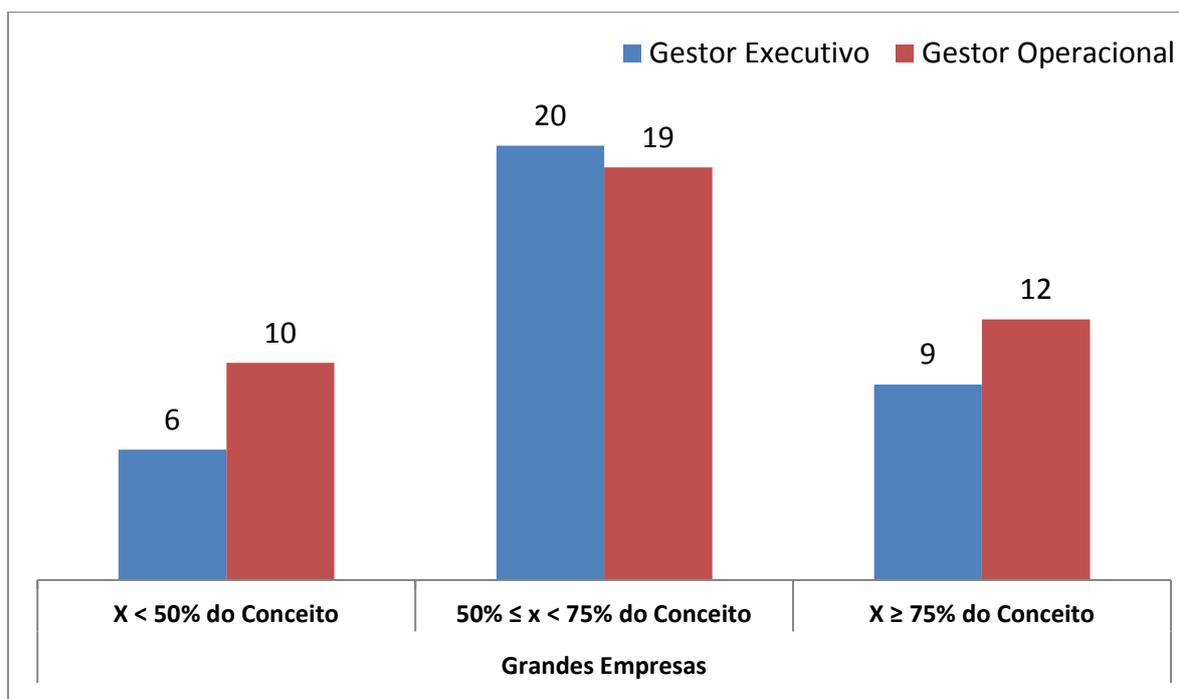
Fonte: Autor

Na tabela 4 pode ser observado, por exemplo, como no segmento automotivo a visão dos gestores executivos pode diferir dos gestores operacionais, e entender como as empresas estão próximas ou não dos parâmetros do conceito da Indústria 4.0 de suas atividades. Foram 14 empresas pesquisadas nesse segmento, sendo que 25 gestores participaram da pesquisa de um total 28.

O segmento Automotivo demonstrou uma discrepância (tabela 4). Pelos percentuais obtidos no parâmetro de corte, os gestores dentro da mesma empresa, como por exemplo as empresas AUT_02 (Gestor Executivo com 66,67% e Gestor Operacional com 79,17%) e AUT_10 02 (Gestor Executivo com 54,17% e Gestor Operacional com 33,33%), onde pode ser observado o desalinhamento em referência ao percentuais de corte, e para as demais empresas, segundo os valores percentuais dentro do índice de corte do conceito 4.0 mostra que há um consenso entre os gestores executivos e operacionais.

Os dados do gráfico 13 indicam que temos mais de dois terços das Grandes Empresas estão acima de 50% do conceito da indústria 4.0 tanto na visão dos Gestores Executivos e Operacionais, destacando um alinhamento no dia a dia dentro das empresas na visão e conhecimentos dos gestores sobre a produção das mesmas.

Gráfico 13: Grandes Empresas nas respostas dos Gestores

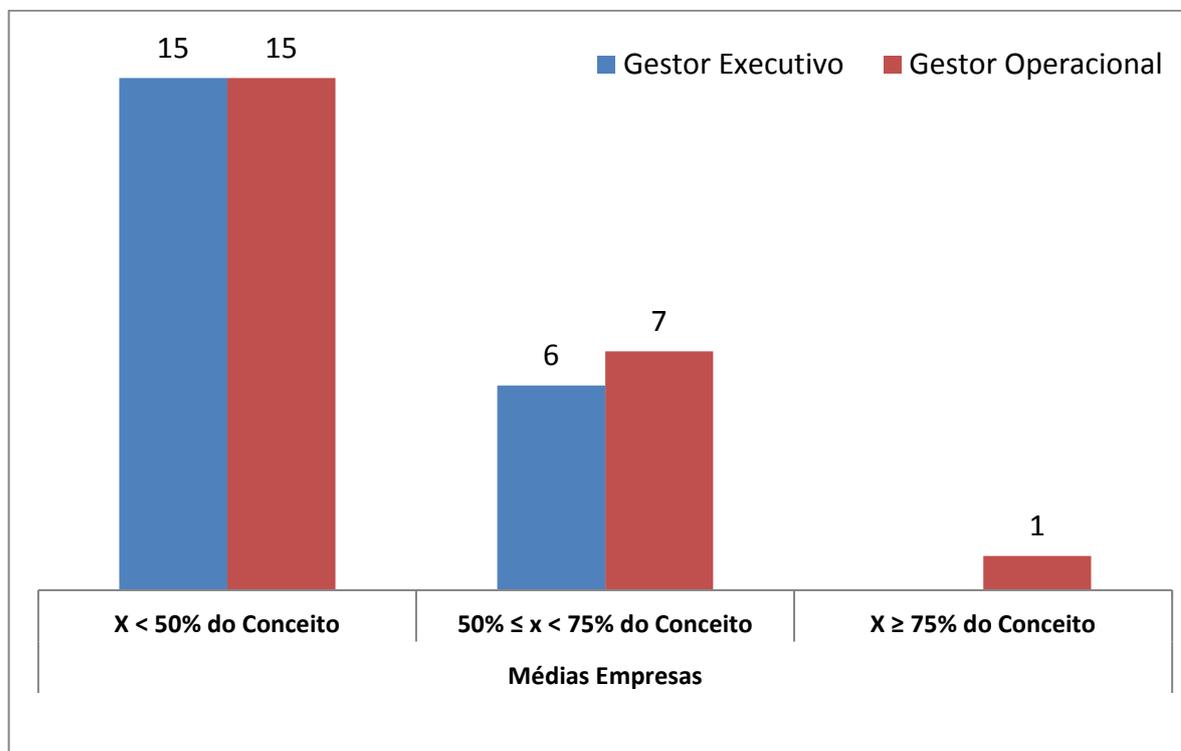


Obs.: Quantidade de gestores no eixo vertical pelo fator % no eixo vertical

Fonte: Autor

O gráfico 14 apresenta a quantidade de Médias empresas e qual nível estão segundo as respostas dos Gestores

Gráfico 14: Médias Empresas nas respostas dos Gestores



Fonte: Autor

Com os dados coletados das Médias empresas da cidade de Sorocaba, observa-se que há um alinhamento entre as respostas dos gestores executivos e operacionais. O que deixa em alerta são algumas respostas obtidas, pois, há discrepâncias das respostas absolutas, com base no índice de corte entre alguns Gestores Executivos e Operacionais dentro da mesma Empresa, como mostrado nas tabelas 5 e 6 independentes do porte da da empresa.

Tabela 5: Discrepância nas Áreas entre Gestores

Discrepância por segmento	Gestor Executivo	Gestor Operacional
	%	%
Média % do Segmento Agrícola	56,25	45,83
Média % do Segmento de Informática	79,17	66,67

Fonte: Autor

Na tabela 6 a seguir podemos constatar às empresas com discrepância com as respostas obtidas por Gestores Executivos e Operacionais.

Tabela 6: Discrepância dentro das mesmas Empresas entre Gestores

Discrepância dentro da mesma Empresa	Gestor Executivo %	Gestor Operacional %
Segmento Agrícola		
AGR_02	66,67	45,83
Segmento Automotivo		
AUT_02	66,67	79,17
AUT_10	54,17	33,33
Segmento de Construção		
COM_05	50,00	41,67
Segmento de Embalagem		
BEM_04	37,50	66,67
Segmento de Ferramentas		
FER_03	62,50	75,00
Segmento de Informática		
INF_01	79,17	66,67
Segmento Químico		
QUI_03	58,33	37,50

Fonte: Autor

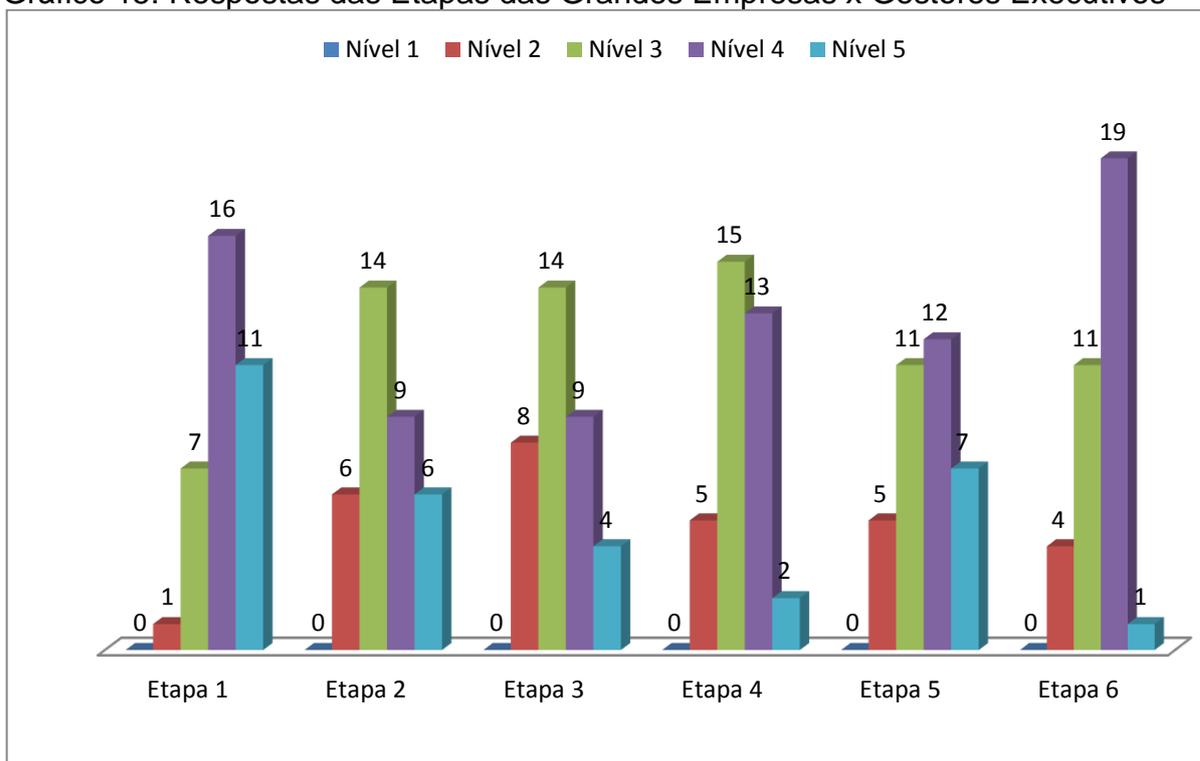
As tabelas 07, 08, 09 e 10, apresentam os resultados das respostas dos gestores conforme a Etapa e o Nível de desempenho que foi escolhido pelos mesmo entre as alternativas da ferramenta *TOOLBOX 4.0*. Os gráficos 15, 16, 17 e 18 ilustram esses resultados de uma forma mais visual.

Tabela 7: Respostas das Etapas das Grandes Empresas x Gestores Executivos

	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3	Etapa 4	Etapa 5	Etapa 6
Nível 1	0	0	0	0	0	0
Nível 2	1	6	8	5	5	4
Nível 3	7	14	14	15	11	11
Nível 4	16	9	9	13	12	19
Nível 5	11	6	4	2	7	1

Fonte: Autor

Gráfico 15: Respostas das Etapas das Grandes Empresas x Gestores Executivos



Fonte: Autor

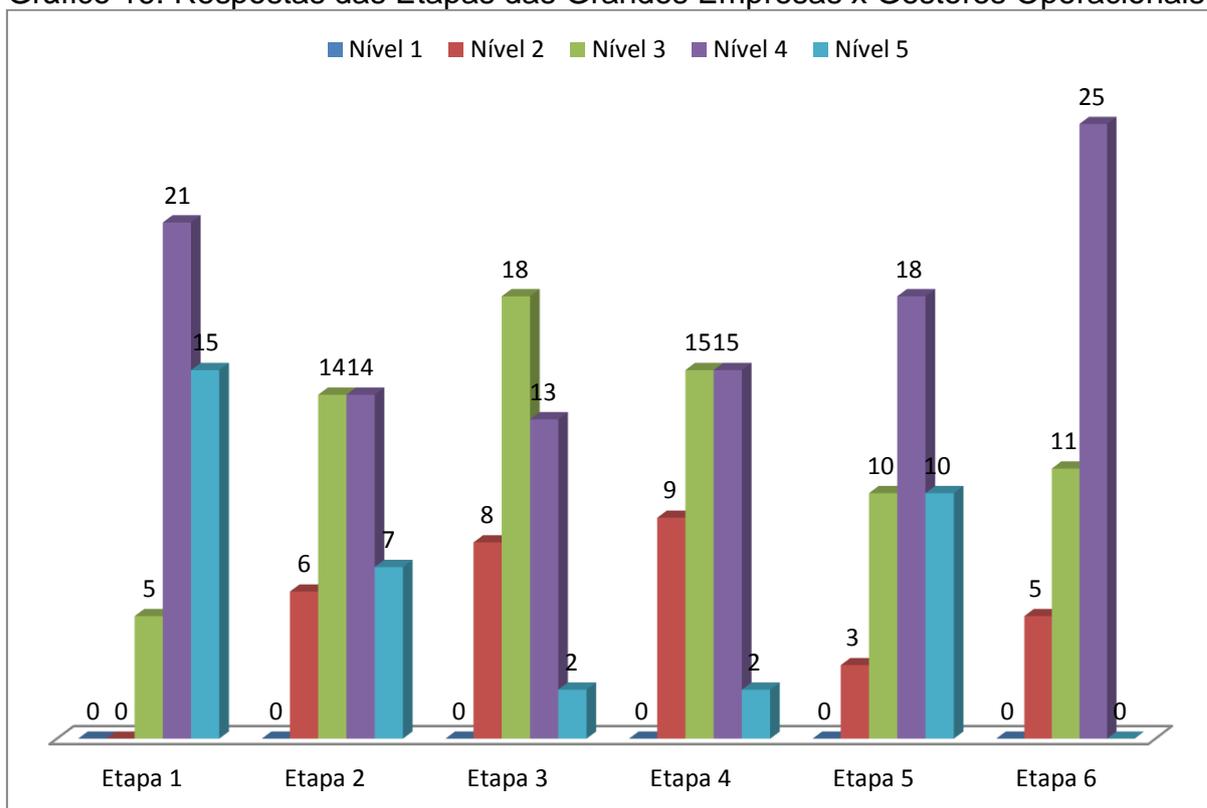
Analisando os dados do gráfico 15, que correspondem as Grandes empresas na visão dos gestores executivos, é possível observar que a Etapa 1 se destacou o Nível 4 que descreve que as informações são avaliadas, analisadas para que ocorra o planejamento de estratégias com as informações e controle estatísticos. A Etapa 2 se destacou o Nível 3 que relata que os equipamentos conectados via interface, tudo conectado via rede (Intranet) e a Etapa três também demonstra que as empresas estão no nível de desempenho que existe uma estrutura de tecnologia como intranet para troca de dados e informações entre produção e outras áreas da empresa. Nessa parte da pesquisa o maior destaque é para a Etapa 6 com o Nível de desempenho 4 que alinha a empresa com total controle e comunicação entre empresas, fornecedores, com a produção na mesma planta, conforme a ferramenta utilizada no estudo.

Tabela 8: Respostas das Etapas das Grandes Empresas x Gestores Operacionais

	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3	Etapa 4	Etapa 5	Etapa 6
Nível 1	0	0	0	0	0	0
Nível 2	0	6	8	9	3	5
Nível 3	5	14	18	15	10	11
Nível 4	21	14	13	15	18	25
Nível 5	15	7	2	2	10	0

Fonte: Autor

Gráfico 16: Respostas das Etapas das Grandes Empresas x Gestores Operacionais



Fonte: Autor

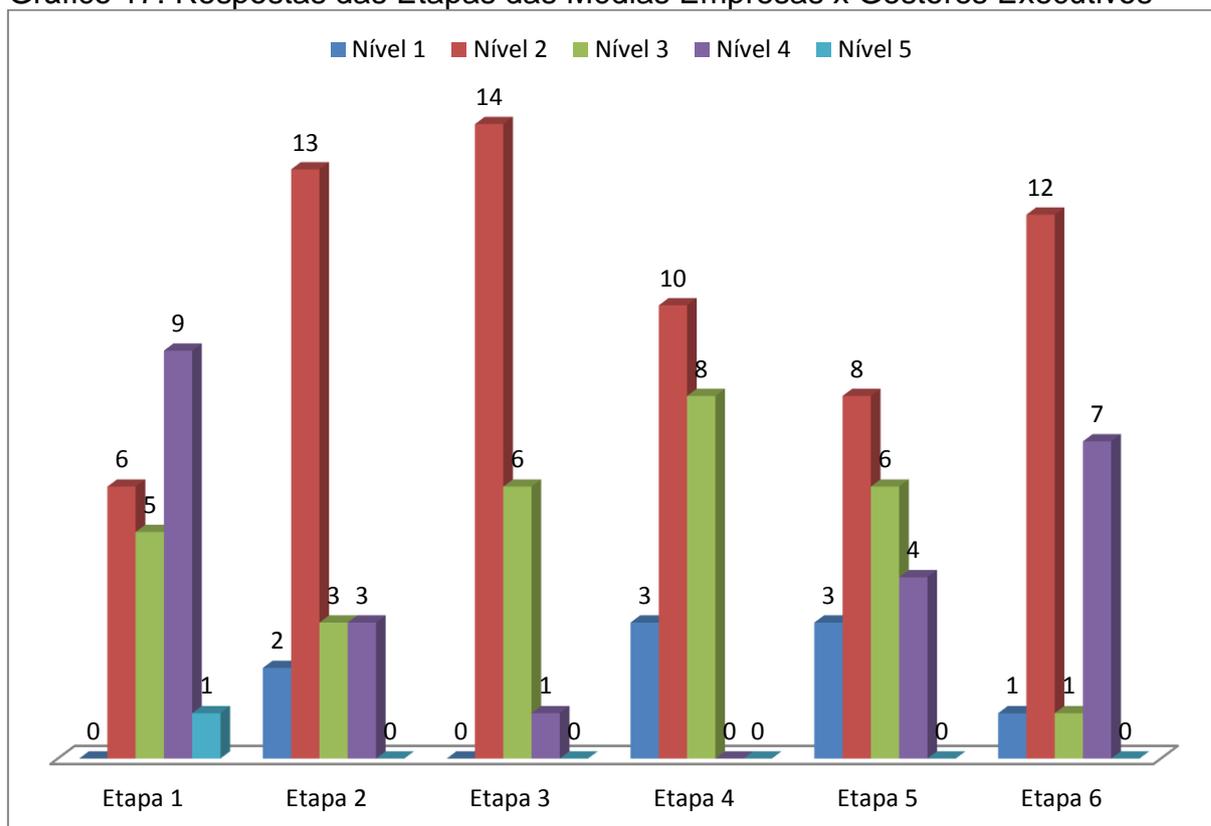
Os resultados do gráfico 16, representam as Grandes empresas na visão dos gestores operacionais, vamos destacar os números da Etapa 1 com o Nível 4 de desempenho que segundo a ferramenta, as empresas com informações são avaliadas, analisadas para que ocorra o planejamento de estratégias com as informações e controle estatísticos e também vamos dar ênfase para a Etapa 6 com o Nível 4 o qual as empresa diz terem o total controle e comunicação entre empresas, fornecedores, porém ainda com a produção em plantas separadas, foi o que responderam mais que o dobro dos gestores em relação aos demais níveis de desempenho independente do segmento das empresas da cidade de Sorocaba.

Tabela 9: Respostas das Etapas das Médias Empresas x Gestores Executivos

	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3	Etapa 4	Etapa 5	Etapa 6
Nível 1	0	2	0	3	3	1
Nível 2	6	13	14	10	8	12
Nível 3	5	3	6	8	6	1
Nível 4	9	3	1	0	4	7
Nível 5	1	0	0	0	0	0

Fonte: Autor

Gráfico 17: Respostas das Etapas das Médias Empresas x Gestores Executivos



Fonte: Autor

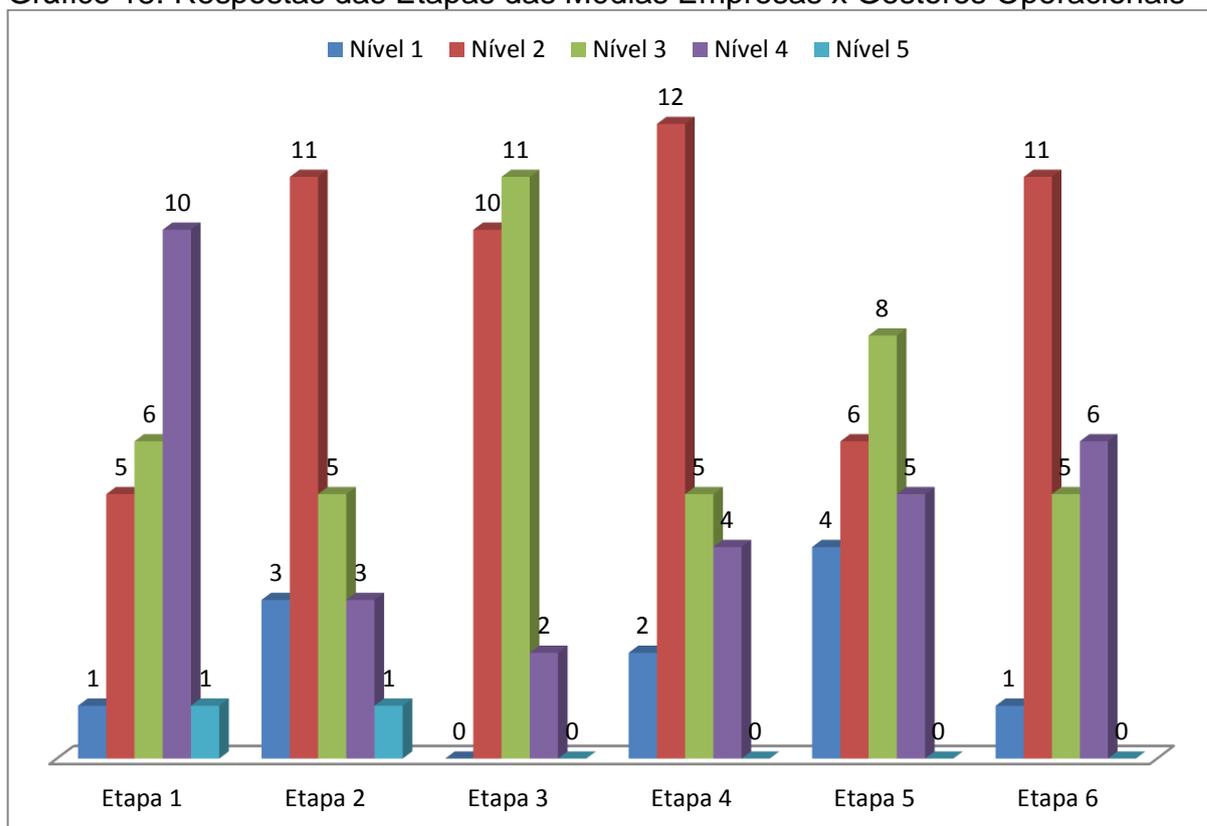
Na tabela 09, pode ser observado que o Nível 2 de desempenho é o que mais apareceu nas Etapas 2, 3, 4, 5 e 6, nas respostas dos que representam as Médias empresas na visão dos gestores executivos, que existe uma interface para ligar as máquinas porem sem utilização correta das máquinas, que as informações entre produção e outras áreas acontece somente via e-mail e telefone. A rede de computadores está estruturada, todos os equipamentos são gerenciados por um servidor, que seus operadores da produção têm acesso aos computadores e sistemas as máquinas para produção e toda parte da fabricação de peças/produtos de diversas formas, sendo simultânea em pequenas partes até o fim do processo.

Tabela 10: Respostas das Etapas das Médias Empresas x Gestores Operacionais

	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3	Etapa 4	Etapa 5	Etapa 6
Nível 1	1	3	0	2	4	1
Nível 2	5	11	10	12	6	11
Nível 3	6	5	11	5	8	5
Nível 4	10	3	2	4	5	6
Nível 5	1	1	0	0	0	0

Fonte: Autor

Gráfico 18: Respostas das Etapas das Médias Empresas x Gestores Operacionais



Fonte: Autor

A divisão na etapa três (tabela 10) entre os níveis de desempenhos dois e três, demonstra que a empresa trata as informações entre produção e outras áreas acontece somente via e-mail e telefone. No Nível 3, em algumas empresas já existe uma estrutura de tecnologia como intranet para troca de dados e informações entre produção e outras áreas da empresa. Com isso a informação entre os setores é mais rápida, e nenhum gestor entende que sua empresa tenha nos dias de hoje um total estrutura de tecnologia. Conseqüentemente, a troca de dados e informações entre setores através de comando internos e externos, pode ser considerado o nível máximo de desempenho da etapa três, que trata da produção da empresa conectada em rede com toda a empresa.

A ferramenta estudada não representa uma estratégia pronta para implementação na própria empresa, porém ela pode auxiliar em procedimentos para desenvolvimento individual de todos os pontos fortes e identifica o enquadramento da empresa no conceito da Indústria 4.0. Ela também pode incentivar e despertar curiosidade para oportunidades nos projetos que podem ser trabalhados como parte de uma estratégia individual da Indústria 4.0.

5. CONCLUSÕES

Com a ferramenta *TOOLBOX 4.0* de Princípios Orientadores adaptada foi possível identificar que algumas das empresas de Sorocaba estão alinhadas com o conceito de Indústria 4.0 e trilhando o caminho do desenvolvimento. Observa-se que a maioria das empresas almejam a implementação deste conceito e outras seguem com falta de investimentos no seu parque para atingir os índices satisfatórios para implementação das áreas mínimas necessárias para uma empresa ser considerada indústria 4.0. A média dos percentuais das Grandes Empresas está 61,05 % dentro do conceito da indústria 4.0, segundo a ferramenta utilizada e para as Médias empresas estão 41,52 %. Referente ao porte como Grandes Empresas, o maior percentual dentro do conceito da Indústria 4.0 é do segmento Automotivo com 89,58%, e referente a Médias Empresas é do segmento de Máquinas com 79,17 %. Os segmentos com menores índices percentuais no conceito da Indústria 4.0 na cidade de Sorocaba das Grandes Empresas são as da Área de Construção e das Médias Empresas é do segmento de Cerâmica.

Os índices resultantes deste trabalho inferem que as indústrias da cidade de Sorocaba ainda têm um longo trajeto a seguir. A Indústria 4.0 já é uma realidade em países como a Alemanha, porém muito há para ser desenvolvido e aplicado nas indústrias brasileiras, de modo a conduzi-las ao alcance de vantagens competitivas e melhores desempenhos produtivos.

A ferramenta *TOOLBOX 4.0* pode contribuir com o planejamento estratégico para a transição entre indústria 3.0 e 4.0. Isso pode ser alcançado com a otimização dos processos dentro da empresa, especialmente na sua própria produção. A ferramenta precisa ser vista como uma fonte de inspiração e ser constantemente refinada.

Esse trabalho poderá ainda contribuir na prática como norteador para Gestores das empresas detalharem pesquisa em suas seis Etapas, verificar em qual índice se encontra dentro de cada Etapa e Nível de desempenho e criar ações de melhorias e investimentos para os próximos níveis, informar as mídias mediáticas sobre as organizações da cidade de Sorocaba para novos investimentos de novas empresas na cidade, produzir documentos com sugestões quanto à automatização ou atualizações necessárias para as empresas que se caracterizaram no conceito da Indústria 4.0 e para que possam fazer um levantamento mais detalhado e traçar uma

rota para alcançar as tecnologias e todos os aparatos da Indústria 4.0. Outra contribuição prática deste trabalho é a cartilha (apêndice C), o qual será fornecida para todas as empresas independentes do porte da cidade de Sorocaba em parceria com a CIESP e Parque Tecnológico de Sorocaba.

REFERÊNCIAS

- ALMSTRÖM, Marcia. **Principais Competências**. 2017. *apud* NIEDERAUER, Mariana. **Principais Competências**. 2017
Disponível em: <http://www.correiobraziliense.com.br/educacaoprofissional/principais-competencias/>. Acesso em 18 de Novembro de 2019.
- ANDERL, R. **Industrie 4.0: Fundamentals Scenarios for Application and Strategies for Implementation**. Technische Universität Darmstadt, 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RECURSOS HUMANOS (São Paulo). **Reforma trabalhista e o RH 4.0**. 2017. Disponível em: <https://abrhsp.org.br/noticias/reforma-trabalhista-e-o-rh-4-0/>. Acesso em 03 de Novembro de 2019.
- AZEVEDO, Marcelo Teixeira de. **Transformação Digital na Indústria: Indústria 4.0 e a Rede de Água Inteligente no Brasil**. 2017. 177 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.
- BCG, The Boston Consulting Group. **Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Indústrias**. 2015. Disponível em: https://www.bcgperspectives.com/content/articles/engineered_products_project_business_industry_40_future_productivity_growth_manufacturing_industrias/. Acesso em 04 de Dezembro 2019.
- CNI. **Série Pilares da Indústria 4.0 (parte 1 de 9) - Big Data e Analytics**. 2017. Disponível em: <http://www.cnidigital.org/artigo/se-rie-pilares-da-industria-4-0-parte-1-de-9-big-data-e-analytics>. Acesso em 10 de Maio de 2019.
- CNI. **Série Pilares da Indústria 4.0 (parte 6 de 9) - Simulação**. 2017. Disponível em: <http://www.cnidigital.org/artigo/se-rie-pilares-da-industria-4-0-parte-6-de-9-simulacao>. Acesso em 20 de Maio de 2019.
- CNI. **Desafios para a indústria 4.0 no Brasil** / Confederação Nacional da Indústria. – Brasília: CNI, 2016.
- COELHO, Pedro Miguel Nogueira. **Rumo à Indústria 4.0**. 2016. 65 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia e Gestão Industrial, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra, Coimbra, 2016.
- COLLABO (Santa Catarina). **A Indústria 4.0 e a Revolução Digital**. Joinville: Collabo, 2017. 23 p. Disponível em: http://universidade.humantech.com.br/industria-4-0-revolucao-industrial?__hstc=135408366.b7123ec0c16d0a0a8fa45d5541807344.1509557532737.1509557532737.1509557532737.1&__hssc=135408366.2.1509557532737&__hsfp=3814265491. Acesso em 12 de Junho de 2019
- CONCEITO DE INDUSTRIA 4.0. **Smartec, 2016**. Disponível em: <https://www.smartec-automacao.com.br/wp->

[content/uploads/2018/04/Smartec PARTE 1 O que e a Industria 4 0.pdf](#)>. Acesso em 21 de Março de 2019.

7Industrial Internet Consortium, **Industrial Internet Reference Architecture**, Version 1.7, 2015.

COSTA, Daniele de Lourdes Curto da. **Gestão por competência e do conhecimento**/ Daniele de Lourdes Curto da Costa, Daniele Cristine Maske, Jerusa Betina Schroeder. Indaial : UNIASSELVI, 2015.

EXAME. **Como será o profissional da indústria 4.0?** Um novo perfil irá emergir com a quarta revolução industrial. Para trabalhar no chão de uma fábrica digital, será preciso desenvolver competências. 2017. Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/tecnologia/como-sera-o-profissional-da-industria-4-0/>>. Acesso em 04 de Novembro de 2019.

ETZKOWITZ, H. (1998). **The norms of entrepreneurial science**: cognitive effects of the new universityindustry linkages. *Research Policy*, 27(8), 823-833.

ETZKOWITZ, H., & Leydesdorff, L. (2000). **The dynamics of innovation: from national systems and “mode 2” to a triple helix of university-industry-government relations**. *Research Policy*, 29(2), 109-123.

ETZKOWITZ, H.; CHAMPENOIS, (2017). From Boundary Line to Boundary Space: **The Creation of Hybrid Organizations as a Triple Helix Micro-Foundation**. *Technovation*,

ETZKOWITZ, H.; **Conhecimento & Inovação** vol.6 no.1 Campinas 2010. Pesquisa de Luciano Valente http://inovacao.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1984-43952010000100002&lng=en&nrm=iso. Acessado em 10 de junho de 2020.

ERREIRA, Vanderlei. **O desafio de estar profissionalmente preparado para a 4ª revolução industrial**. 2016. Disponível em: <<http://www.abrhbrasil.org.br/cms/materias/artigos/o-desafio-de-estar-profissionalmente-preparado-para-a-4a-revolucao-industrial/>>. Acesso em 02 de Dezembro de 2019.

FLEURY, Maria Tereza Leme; FLEURY, Afonso. **Do o Conceito de Competência Construindo o Conceito de Competência**. 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rac/v5nspe/v5nspea10.pdf>>. Acesso em 11 de Janeiro de 2020.

FÓRUM ECONÔMICO MUNDIAL. **The Future of Jobs**. 2016. Disponível em: <http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf>. Acesso em 12 de Novembro de 2020.

HERMANN, Mario; Pentek, Tobias; Otto, Boris. **Design principles for Industrie 4.0 Scenarios: a literature review**. Working Paper n.01/2015, Technische Universität Dortmund, 15p, 2015.

HOBBSAWM, E. J. **Da Revolução Industrial Inglesa ao Imperialismo**. 6a. edição. Rio de Janeiro: Forense - Universitária, 2011. ISBN ISBN 9788530935368.

ISAYAMA, Oscar Y. **Treinamento - Introdução à Indústria 4.0 Módulo I**. Empresa Festo Brasil. 2020

JUNIOR, L. C. A.; FILHO, P. de S.; CUSTÓDIO, L. R.; SILVA, G. P. **Virtualização, Otimização e Flexibilização de Processos e da gestão: Potencialidades da Indústria 4.0**. Revista de Tecnologia da Informação Aplicada. 2018

KAGERMANN, H, “**Recommendations for Implementing the Strategic Initiative INDÚSTRIA 4.0: Securing the Future of German Manufacturing Industry ; Final Report of the Indústria 4.0 Working Group,**” 2013. [Online]. Available: http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Material_fuer_Sonderseiten/Industria_4.0/Final_report__Industria_4.0_accessible.pdf. Acesso em 20 de Junho de 2019

KAGERMANN, H.; Wahlster, W.; Helbig, J. **Recommendations for implementing the strategic initiative Indústria 4.0: final report of the Indústria 4.0 Working Group**. 82p, 2013.

KAGERMANN Henning , et al National Academy of Science and Engineering **Recommendations for implementing the strategic initiative INDÚSTRIA 4.0** Final report of the Indústria 4.0 Working Group - 2013

LORENZ, M.; RUBMANN, M.; et al. **Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries**. Boston Consulting Group, New York. 2015. Disponível em: [www.zvw.de/media.media.72e472fb-1698-4a15-8858-344351c8902f.original.pdf](http://www.zvw.de/media/media.72e472fb-1698-4a15-8858-344351c8902f.original.pdf). Acesso em 10 de Junho de 2019.

MACHADO, L. A.; GALVÃO JUNIOR, P. **A quarta revolução industrial em pleno século XXI**. SAM Souza Aranha machado, 12 Setembro 2018. Disponível em: <http://www.souzaaranhamachado.com.br/2018/09/a-quarta-revolucao-industrial-em-pleno-seculo-xxi/#top>. Acesso em 31 de Maio de 2019.

MDIC; MCTIC. **Perspectivas de especialistas Brasileiros sobre a Manufatura Avançada no Brasil**. Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços; Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. Brasília, p. 68. 2016.

MENDONÇA, G. de L. **Licenciatura em Ciências Sociais: problemas e perspectivas da Industria 4.0**. Marília-SP: Ed. Unesp, 2011.

NIEDERAUER, Mariana. **Principais Competências**. 2017. Disponível em: <http://www.correiobraziliense.com.br/educacaoprofissional/principais-competencias/>. Acesso em 18 de Novembro de 2019.

R. Davies, “Industry 4.0: **Digitalisation for productivity and growth,**” 22 09 2015. [Online]. Available:

[http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2015/568337/EPRS_BRI\(2015\)568337_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2015/568337/EPRS_BRI(2015)568337_EN.pdf). Acesso em 15 de Junho de 2019.

SÁ, R. **Agrogénese neolítica e principais transformações agrícolas ao longo da história até a revolução francesa**, Lisboa, 2001. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Rui_Sa4>. Acesso em: 20 abr. 2019.

SABO, Filip. **Industry 4.0 – a comparison of the status in Europe and the USA**. Austrian Maschall Plan Foundation, 33p., 2015.

SACOMANO, J. B.; SÁTYRO, W. C. **Indústria 4.0: conceitos fundamentais**. São Paulo: Blusher, 2018.

SILVA, Leila Vaz; LUZ, Talita Ribeiro. GESTÃO POR COMPETÊNCIAS: UM ESTUDO DOS IMPACTOS GERADOS NA AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO E REMUNERAÇÃO. **Ges – Revista Gestão e Sociedade: CEPEAD/UFMG**, Minas Gerais, v. 4, n. 8, p.539-561, ago. 2010. Disponível em: <<https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:Ud3suhD3smMJ:https://www.gestoesociedade.org/gestoesociedade/article/downloadSuppFile/745/217+&cd=2&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>>. Acesso em 03 de Janeiro de 2020.

SILVA, V. L.; KOVALESKI, J. L.; PAGANI, R. N. (2018). **Technology transfer in the supply chain oriented to industry 4.0: a literature review**. *Technology Analysis & Strategic Management*, Doi: 10.1080/09537325.2018.1524135.

SCHAFF, Adam . *História e verdade*. 6º edição. Martins Fontes. 1995. isbn: 9788533603967

SCHWAB, Klaus. **A quarta Revolução Industrial**. São Paulo: Edipro, 2016.

SCHUH, Günter; Potente, Till; Varandani, Rawina; Hausberg, Carlo; Fränken, Bastian. **Collaboration moves productivity to the next level**. Procedia CIRP, 2014.

SOUZA, Fabio Ribeiro de. **A história do RH**. 2014. Disponível em: <<https://www.administradores.com.br/artigos/academico/a-historia-do-rh/81679/>>. Acesso em: 13 fev. 2018.

SUGAYAMA, R.; NEGRELLI, E. **Connected vehicle on the way of Industry 4.0. Paraná: Especialização Engenharia Automotiva**, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2015. Disponível em: <<http://pdf.blucher.com.br.s3-saeast1.amazonaws.com/engineeringproceedings/simea2016/PAP16.pdf>> Acesso em 28 Maio 2019

Technical University Darmstadt. **Department of Computer Integrated Design (DiK)**. Otto-Berndt-Str. 2. Germany. 64287 Darmstadt. Internet www.dik.tu-darmstadt.de.

TORTORELLA, G. L., Fettermann, D. (2017). **Implementation of Industry 4.0 and lean production in Brazilian manufacturing companies**. *International Journal of Production Research*, 56(8), 2975-2987

VDMA - **Indústria 4.0 Forum (2018)** - <http://industria40.vdma.org> VDMA Verlag. ISBN 978-3-8163-0687-0

VALENTE, Luciano. Hélice tríplice: metáfora dos anos 90 descreve bem o mais sustentável modelo de sistema de inovação. **Entrevista com HENRY ETZKOVITZ**. Conhecimento & Inovação v.6 n.1 Campinas 2010

YIN, Y.; STECK, K. E.; LI, D. **A evolução dos sistemas de produção da indústria 2.0 até a indústria 4.0**. Revista Internacional de Pesquisa de Produção, p. 848-861, 2017.

WENDEL, A. *et al.* **Indústria 4.0 Conceitos e Fundamentos**. São Paulo, Blucher, 2018.

<https://www.mfrural.com.br/cidade/sorocaba-sp.aspx> Acesso em 02 de Junho de 2020.

<https://g1.globo.com/sp/sorocaba-jundiai/especial-publicitario/prefeitura-de-sorocaba/muito-mais-por-sorocaba/noticia/2019/05/10/sorocaba-esta-em-9o-entre-as-cidades-com-maior-riqueza-pela-atividade-industrial.ghtml> Acesso em 02 de Maio de 2020;

JORNAL CRUZEIRO DO SUL.

<https://www2.jornalcruzeiro.com.br/materia/865367/sorocaba-e-a-sexta-cidade-no-estado-de-sao-paulo-em-numero-de-empresas> Acesso em 02 de junho de 20120; CANCELLARA, Nelson (2019)

JORNAL CRUZEIRO DO SUL. Sorocaba é a sexta cidade no Estado de São Paulo em número de empresas - 04/03/18 - ECONOMIA. Disponível em: <https://www2.jornalcruzeiro.com.br/materia/865367/sorocaba-e-a-sexta-cidade-no-estado-de-sao-paulo-em-numero-de-empresas>. Acesso em: 24 nov. 2020.

http://www.ciespsorocaba.com.br/revistas/arquivos/revistaciesp_112.pdf Acesso em 14 de Junho de 2020;

<http://www.sorocaba.sp.gov.br/wp-content/uploads/2015/08/industria.pdf> Acesso em 20 de maio de 2019;

<http://www.mdic.gov.br/index.php/ultimas-noticias/3133-mdic-e-abdi-lancam-agenda-brasileira-para-a-industria-4-0-no-forum-economico-mundial> Acessado em 05 de Novembro de 2020.

APÊNDICE A – CARTA DE APRESENTAÇÃO

CARTA DE APRESENTAÇÃO

Eu **Richardson Kennedy Luz, brasileiro, casado, professor universitário, CPF 264.708.488-26**, abaixo firmado, assumo o compromisso de manter confidencialidade e sigilo sobre todas as informações a que tiver acesso como aluno da **PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA, EXTENSÃO E INOVAÇÃO. PROGRAMA DE MESTRADO EM PROCESSOS TECNOLÓGICOS E AMBIENTAIS DA UNIVERSIDADE DE SOROCABA – UNISO.**

Por este termo de carta de apresentação, comprometo-me:

1. Enviar um link da pesquisa do Programa de Mestrado;
2. A pesquisa tem como Título: *A FERRAMENTA DE PRINCÍPIOS ORIENTADORES APLICADA NA AVALIAÇÃO DE EMPRESAS DE MÉDIO E GRANDE PORTE QUANTO A IMPLEMENTAÇÃO DO MODELO DE INDÚSTRIA 4.0*
3. O Objetivo da Pesquisa são: A ferramenta de princípios orientadores aplicada na avaliação de empresas de Médio e grande porte quanto à implementação do modelo de indústria 4.0, e:
 - ✓ Utilizar a ferramenta, conhecida no mercado mundial, para classificar a empresa quanto ao conceito da Indústria 4.0.
 - ✓ Classificar o nível no qual as empresas investigadas nesse estudo se encontram e o que necessitam para migrar na era da “Indústria 4.0”
 - ✓ Produzir documentos com sugestões para as empresas quanto à automatização ou atualização necessárias para caracterizar-se como Indústria 4.0.
4. A pesquisa solicitará que você forneça a sua percepção sobre diversas assertivas relacionada à sua Empresa relacionada aos objetivos da pesquisa;

5. Caso você não tenha conhecimento dos detalhes exatos sobre os questionamentos, pedindo que verifique com alguém de sua confiança para que a pesquisa fique o mais fidedigno possível;
6. O tempo estimado para responder essa pesquisa é de 4 minutos.

Pelo não cumprimento do presente Termo de Confidencialidade e Sigilo, fica o abaixo assinado ciente de todas as sanções judiciais que poderão advir.

Sorocaba, 01 de março e 2020.

Richardson Kennedy Luz

264.708.488-26

APÊNDICE B – TERMO DE CONFIDENCIALIDADE E SIGILO

Eu **Richardson Kennedy Luz, brasileiro, casado, professor universitário, CPF 264.708.488-26**, abaixo firmado, assumo o compromisso de manter confidencialidade e sigilo sobre todas as informações a que tiver acesso como aluno da **PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA, EXTENSÃO E INOVAÇÃO. PROGRAMA DE MESTRADO EM PROCESSOS TECNOLÓGICOS E AMBIENTAIS DA UNIVERSIDADE DE SOROCABA – UNISO.**

Por este termo de confidencialidade e sigilo comprometo-me:

1. A não utilizar as informações confidenciais a que tiver acesso, para gerar benefício próprio exclusivo e/ou unilateral, presente ou futuro, ou para o uso de terceiros;

2. A não efetuar nenhuma gravação ou cópia da documentação confidencial a que tiver acesso;

3. A não me apropriar de material confidencial e/ou sigiloso que venha a ser disponibilizado;

4. A não repassar o conhecimento das informações confidenciais, responsabilizando-me por todas as pessoas que vierem a ter acesso às informações, por meu intermédio, e obrigando-me, assim, a ressarcir a ocorrência de qualquer dano e/ou prejuízo oriundo de uma eventual quebra de sigilo das informações fornecidas.

Neste Termo, as seguintes expressões serão assim definidas:

- Informação Confidencial significará toda informação revelada sob a forma escrita, verbal ou por quaisquer outros meios.
- Informação Confidencial inclui, quando na tabulação dos dados através da pesquisa realizadas nas Empresas de Sorocaba entre as empresas e banca de Qualificação e Defesa do Título de Mestre.

Pelo não cumprimento do presente Termo de Confidencialidade e Sigilo, fica o abaixo assinado ciente de todas as sanções judiciais que poderão advir.

Sorocaba, 01 de março e 2020.

Richardson Kennedy Luz

264.708.488-26

APÊNDICE C – CARTILHA

**EM QUAL ÍNDICE MINHA EMPRESA ESTÁ DENTRO DO CONCEITO DA
INDÚSTRIA 4.0?**



AUTORES:

RICHARDSON KENNEDY LUZ
VALQUÍRIA MIWA HANAI YOSHIDA

PROGRAMA DE MESTRADO EM PROCESSOS
TECNOLÓGICOS E AMBIENTAIS.
UNIVERSIDADE DE SOROCABA – UNISO

***Em qual índice minha Empresa está dentro do
Conceito da Indústria 4.0?***

**O uso da ferramenta TOOLBOX 4.0
na produção das Empresas.**

**PROGRAMA DE MESTRADO EM PROCESSOS
TECNOLÓGICOS E AMBIENTAIS.
UNIVERSIDADE DE SOROCABA – UNISO**

Título: Cartilha – Em qual índice minha produção está dentro do conceito da Indústria 4.0? O uso da ferramenta TOOLBOX 4.0 na produção das empresas.

Autores:

*RICHARDSON KENNEDY LUZ
VALQUÍRIA MIWA HANAI YOSHIDA*

Capa e artes:

Fernando Bueno

Link pra versão virtual: <https://nuvem-d.com.br/industria4>



A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais
(Lei nº 9.610/1998).

© 2020. TODOS OS DIREITOS RESERVADOS

Apresentação

Nosso objetivo com esta cartilha é apoiar os gestores na pesquisa que será realizada na sua empresa para descobrir qual o Índice que sua empresa está dentro do conceito da Indústria 4.0.

Ao conhecer e experimentar a Ferramenta TOOLBOX 4.0 (VDMA), a empresa poderá refletir sobre cada Etapa e o Nível de desempenho em que se encontra nos avanços tecnológicos, e observará o que precisa ser feito para conquistar maiores índices no conceito da Indústria 4.0.

TOOLBOX 4.0, como poderemos ver na imagem 1, compõe seis Etapas e cinco Níveis de desempenho, agrupados em: Processamento de dados na produção, Comunicação de máquinas para máquinas, Produção conectada em rede com toda a empresa, Infraestrutura de TIC na produção, Interfaces homem-máquina e Eficiência com pequenos lotes.

Em cada Etapa, assinale com x apenas um Nível que mais a sua empresa esteja executando no dia a dia. Será demonstrado o resultado final de suas marcações.

Esse é o caminho para identificar o índice que sua empresa está no Conceito da Indústria 4.0 segundo a ferramenta TOOLBOX 4.0.

Use. Identifique. Análise. Invista!

Mãos à obra e bom proveito!

SUMÁRIO

Os Conceitos da Industria 4.0	99
A Ferramenta	101
Uso da ferramenta.....	102
As 6 ETAPAS DA FERRAMENTA.....	103
Vamos começar?	104
Etapa 1 - Processamento de dados na produção.....	105
Etapa 2 - Comunicação de máquinas para máquinas .	106
Etapa 3 - Produção da empresa conectada em rede com toda a empresa.....	107
Etapa 4 - Infraestrutura de TIC na produção.....	108
Etapa 5 - Interfaces homem-máquina (IHC)	109
Etapa 6 - Eficiência com pequenos lotes	110
Anotações.....	111
Resultado alcançado	112
COMO CALCULAR:	113
COMO MELHORAR O ÍNDICE?	114

OS CONCEITOS DA INDÚSTRIA 4.0



Segundo a Confederação Nacional da Indústria - CNI, (2016) denomina-se indústria o conjunto de atividades produtivas que o homem realiza, de modo organizado, com a ajuda de máquinas e ferramentas.

A Quarta Revolução Industrial é uma realidade, iniciada em 2011. Durante a feira de Hannover, Alemanha, foi inicialmente apresentada com o termo Indústria 4.0, caracterizada por novos conceitos e tecnologias. São mudanças tão amplas que significam não necessariamente uma revolução somente das fábricas, mas do sistema inteiro (SCHWAB, 2016).¹

A iniciativa, fortemente patrocinada e incentivada pelo governo alemão em associação com empresas de tecnologia, universidades e centros de pesquisa do país, propõe uma importante mudança de paradigma em relação à maneira como as fábricas operam nos dias de hoje.

A Indústria 4.0 é um conceito amplo que abrange uma diversidade de sistemas, tecnologias, princípios e procedimentos, destinados a tornar os processos produtivos mais autônomos, dinâmicos (TORTORELLA; FETTERMANN, 2017).²

Conforme Dais, Bosch e Kagermann 2013 existem quatro princípios para a indústria 4.0, são eles:

a) **MODULARIZAÇÃO**: permite que módulos sejam acoplados ou desacoplados a qualquer momento seguindo a demanda da fábrica, oferecendo grande flexibilidade na alteração de tarefas.

- b) **CAPACIDADE DE OPERAÇÃO EM TEMPO REAL:** a capacidade de coletar e tratar dados de forma instantânea, permitindo uma tomada de decisão qualificada em tempo real.
- c) **DESCENTRALIZAÇÃO DOS PROCESSOS DECISÓRIOS:** é a ideia da própria máquina ser responsável pela tomada de decisão, por conta da sua capacidade de se auto ajustar. Ela também avalia as necessidades da fábrica em tempo real e fornece informações sobre seus ciclos de trabalho.
- d) **VIRTUALIZAÇÃO:** é a proposta de uma cópia virtual das fábricas inteligentes, graças a sensores espalhados em toda a planta. Assim, é possível rastrear e monitorar, de forma remota, todos os seus processos.

No Brasil várias ações são realizadas para acompanhar esse momento, com destaque para o fórum “Perspectivas de Especialistas Brasileiros sobre a Manufatura Avançada no Brasil” (2016).³

As empresas, no geral, não nascem com características da Indústria 4.0. Elas passam por um processo tecnológico, gradual e evolutivo, adotando-se as tecnologias de seus fornecedores especializados, empresas filiais, centros de pesquisa, entre outros (SILVA; KOVALESKI; PAGANI, 2018).⁴

¹ SCWARD, K.. A quarte revolução industrial. São Paulo. Edipro. 2019

² TORTORELLA, G. L.; FETTERMANN, D. Implementation of Industry 4.0 and lean production in Brazilian manufacturing companies. International Journal of Production Research, v. 56, n. 8, p. 2975-2987, 2017.

³ FÓRUM ECONÔMICO MUNDIAL. The Future of Jobs. 2016. Disponível em: <http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf>.

⁴ SILVA, V. L.; KOVALESKI, J. L.; PAGANI, R. N. **Technology transfer in the supply chain oriented to industry 4.0: a literature review.** Technology Analysis & Strategic Management, v. 31, n. 5, p. 546-562, 2018. DOI: 10.1080/09537325.2018.1524135

A FERRAMENTA

A ferramenta “TOOLBOX Indústria 4.0” apresentará diferentes níveis de aplicação dos conceitos da Indústria 4.0. Ela indica o estágio de desenvolvimento em que a empresa se encontra. É o ponto de partida em que se baseará para identificar a percentagem das áreas da empresa. Serve assim como base para desencadear novas ideias no processo da implementação da Indústria 4.0.

O fator tempo é decisivo ao programar abordagens da solução Indústria 4.0, sendo que as tecnologias da informação e comunicação são utilizadas na produção das empresas, baseadas em informações e as tecnologias estão cada vez mais presentes.

A partir do cenário exposto questiona-se: Como pode a visão da Indústria 4.0 tornar-se realidade? Muitas tecnologias e abordagens para a solução da Indústria 4.0 já estão disponíveis? O benefício da Indústria 4.0 só se concretizará com uma inteligente combinação dessas tecnologias? Ainda assim, muitas empresas desconhecem o caminho que leva à identificação e combinação bem-sucedida de abordagens da solução Indústria 4.0. A visão de Indústria 4.0 deve ser transformada em realidade.

O “TOOLBOX Indústria 4.0” é estruturada em seis Etapas de aplicações e cinco Níveis de desempenho. Quanto maior for o índice de desempenho, tanto mais próximo da visão da Indústria 4.0 se está.

A ferramenta foi desenvolvida originalmente no software Excel, e vamos disponibilizar as Etapas a seguir e fornecer um link da internet desenvolvido especialmente para esse projeto para fazer on line caso queira.

USO DA FERRAMENTA

Esta ferramenta vai auxiliar na busca à identificação de potenciais recursos mínimos utilizados na produção com um processo sistemático em relação à Indústria 4.0 e no desenvolvimento de suas ideias específicas a esse respeito. Ao fazer isso, a ferramenta descreve um procedimento adequado para aplicação direta na empresa.

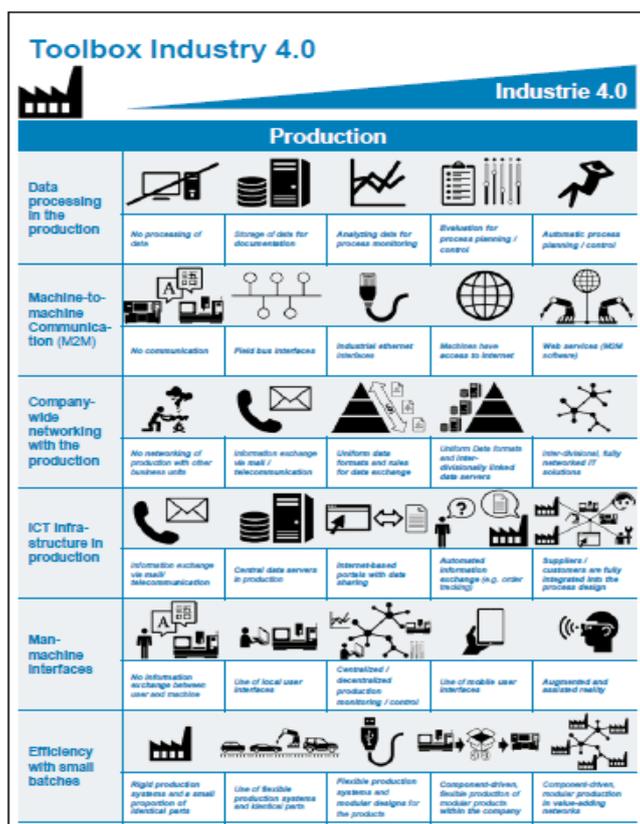


Imagem 1: TOOLBOX Indústria 4.0

O ponto de partida para considerações é a questão de como os processos de produção podem ser otimizados e como os custos de produção podem ser reduzidos com a ajuda da implementação do conceito da Indústria 4.0.

O “TOOLBOX Indústria 4.0” propõe renderizar as várias ideias e abordagens da Indústria 4.0 tangíveis e apontar potenciais de desenvolvimento.

AS 6 ETAPAS DA FERRAMENTA

Esta ferramenta visa auxiliar na busca à identificação de potenciais recursos mínimos utilizados na produção com um processo sistemático em relação à Indústria 4.0 e no desenvolvimento de suas ideias específicas a esse respeito. Ao fazer isso, a ferramenta descreve um procedimento adequado para aplicação direta na empresa.

Para cada parâmetro há opções “X” ou “escolha” para serem analisadas pelo respondente do questionário. Ao final de cada opção assinalada é possível identificar no site a percentagem aferida. Ao concluir todas as respostas o site informará o percentual da empresa no conceito da Industrial 4.0.

A partir de agora temos seis perguntas definidas como ETAPA, e cada ETAPA tem cinco Níveis de desempenho, e terá que escolher uma alternativa para cada ETAPA.

A ferramenta ajudará na orientação, por conter um modelo de procedimento que ajuda a desenvolver inovações, com sucesso. A partir dos resultados, a empresa poderá analisar a sua situação baseada nos conceitos da Indústria 4.0.

Etapa 1 - Processamento de dados na produção

O processamento de dados para várias aplicações é uma questão fundamental para aplicações Indústria 4.0 em produção. Processamento de dados em produção pode ser usado para documentação simples, bem como para objetivos visando o monitoramento de processos, processos autônomos planejamento e controle.

Etapa : ★★★★★

Selecione abaixo o item que condiz com sua empresa (Só é aceita uma opção) :

 Processamento de dados Escolher : <input type="checkbox"/>	 Armazenamento de dados por documentação Escolher : <input type="checkbox"/>	 Análise de dados por processo de monitoramento Escolher : <input type="checkbox"/>	 Avaliação para processo de planejamento controle Escolher : <input type="checkbox"/>	 Planejamento e controle automático do processo Escolher : <input type="checkbox"/>
--	---	--	--	--

Imagem 2: Aplicação virtual

VAMOS COMEÇAR?





Etapa 1 - Processamento de dados na produção

Pergunta: O processamento de dados para várias aplicações é uma questão fundamental para aplicações Indústria 4.0 em produção. Processamento de dados em produção pode ser usado para documentação simples, bem como para objetivos visando processos autônomos, o monitoramento dos mesmos, planejamento e controle. Qual dos cinco níveis sua empresa esta contemplada?

Escolha 1 Nível de desempenho e marque com “**X**” a opção desejada:

| | **Nível 1:** Informa que a empresa não tem base de processamento de dados, ou seja, não registra os dados obtidos nem em papel e nem virtual.

| | **Nível 2:** Os dados da empresa estão armazenados, porém não tem tratamento nas informações

| | **Nível 3:** Os dados são analisados de formas individuais dos processos

| | **Nível 4:** As informações são avaliadas e analisadas para que ocorra o planejamento de estratégias com as informações e controle estatísticos

| | **Nível 5:** Todos os dados da empresa e os controles de monitoramento dos processos já estão de forma automática.



Etapa 2 - Comunicação de máquinas para máquinas

Pergunta: Interfaces para troca automatizada de dados entre máquinas formam a base para inúmeras aplicações da Indústria 4.0. Campo interfaces de barramento bem como interfaces industriais Ethernet e Web são aplicados no ambiente industrial. Interfaces da Web e aplicativos com troca autônoma de informações (web Serviços) oferecem a vantagem de uma possível separação de informações e localização. Qual dos cinco níveis sua empresa esta contemplada?

Escolha 1 Nível de desempenho e marque com “**X**” a opção desejada:

| | **Nível 1:** Os equipamentos da produção têm seu funcionamento sem conexões entre si, sem troca de informações (dados) entre elas.

| | **Nível 2:** Existe uma interface para ligar as máquinas porem sem utilização correta das mesmas

| | **Nível 3:** Os equipamentos conectados via interface, tudo conectado via rede (Intranet).

| | **Nível 4:** Os equipamentos conectados via interface, tudo conectado via rede (Extranet).

| | **Nível 5:** Os equipamentos conectados via interface, tudo conectado via rede (Extranet) e utilizando tecnologias de troca de informações entre si de forma autônoma.



Etapa 3 - Produção da empresa conectada em rede com toda a empresa

Pergunta: Uma melhoria da rede entre a produção e os outros níveis da empresa abrem sinergias e evitam duplicação de trabalho. A rede entre produção e outros departamentos facilita soluções unificadas de TI, fluxos de trabalho padronizados ou formatos de arquivo usados de forma consistente a partir dos benefícios para toda a empresa. Qual dos cinco níveis sua empresa está contemplada?

Escolha 1 Nível de desempenho e marque com “**X**” a opção desejada:

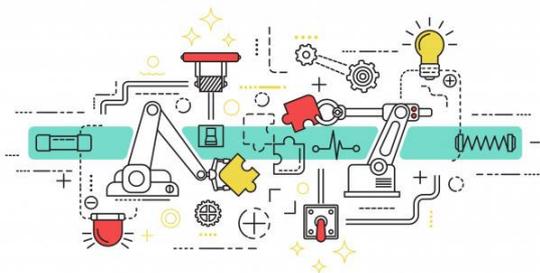
| | **Nível 1:** A produção executa suas tarefas sem a comunicação dos dados para outras áreas da empresa.

| | **Nível 2:** As informações entre produção e outras áreas acontecem somente via e-mail e telefone.

| | **Nível 3:** Existe uma estrutura de tecnologia como intranet para troca de dados e informações entre produção e outras áreas da empresa.

| | **Nível 4:** Total estrutura de tecnologia, para troca de dados e informações entre setores através de comandos internos

| | **Nível 5:** Total estrutura de tecnologia, para troca de dados e informações entre setores através de comandos internos e externos



Etapa 4 - Infraestrutura de TIC na produção

Pergunta: A infraestrutura de tecnologias da informação e telecomunicações na produção determina as possibilidades de implementar aplicações inovadoras e melhorias potenciais para processos organizacionais. Além do uso da central dos servidores de dados, portais de comunicação baseados na Web podem ser usados. Processos automatizados para troca de dados com parceiros externos da cadeia de valor, ou melhor, da rede de valor representam Etapas adicionais em direção a uma visão da Indústria 4.0. Qual dos cinco níveis sua empresa esta contemplada?

Escolha 1 Nível de desempenho e marque com “**X**” a opção desejada:

| | **Nível 1:** As informações entre produção e outras áreas acontece somente via e-mail e telefone.

| | **Nível 2:** Com uma rede estruturada, todos os equipamentos são gerenciados por um servidor.

| | **Nível 3:** Troca de dados e informações entre as áreas através de uso compartilhado.

| | **Nível 4:** Troca de dados e informações entre as áreas sendo inseridas em uma base única, para um acesso centralizado.

| | **Nível 5:** Toda a troca de dados e informações entre as áreas compartilham da mesma origem de dados.

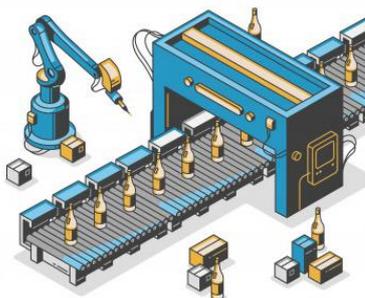


Etapa 5 - Interfaces homem-máquina (IHC)

Pergunta: Considerando a crescente complexidade dos sistemas de produção, interfaces homem-máquina entram em foco. Na realidade industrial, o ponto de partida é frequentemente representado por unidades de exibição locais que não possui conceitos operacionais amigáveis. Novos conceitos operacionais tablets ou óculos de dados que convenientemente fornecem as informações corretas no lugar certo são potencialmente promissores para simplificar o trabalho dos funcionários e aumentar a eficiência da produção. Qual dos cinco níveis sua empresa esta contemplada?

Escolha 1 Nível de desempenho e marque com “**X**” a opção desejada:

- | | **Nível 1:** Nenhuma troca de informações entre usuário e máquina, serviços independentes.
- | | **Nível 2:** Operadores da produção com acesso aos computadores e sistemas das máquinas para produção.
- | | **Nível 3:** Toda a produção monitorada por uma aplicação, todas as áreas da empresa estão em rede sem exceção.
- | | **Nível 4:** Funcionários de diversos setores podendo acessar o sistema com todas as informações que estão ocorrendo em tempo real.
- | | **Nível 5:** Sistema de realidade aumentada nas áreas envolvidas para o aceso das informações para que possam fazer as ações necessárias com as informações que estão no servidor através de uma ferramenta.



Etapa 6 - Eficiência com pequenos lotes

Pergunta: A tendência para bens produzidos individualmente e continuamente em lotes menores leva a uma crescente complexidade da produção. Atingir maior eficiência com lotes pequenos tornando-se assim um fator competitivo decisivo. Nesse sentido, uma estrutura modular dos respectivos produtos ou as facilidades do uso de dispositivos flexíveis com a coordenação adequada na respectiva cadeia de valor podem abrir novos potenciais. Qual dos cinco níveis sua empresa esta contemplada?

Escolha 1 Nível de desempenho e marque com “**X**” a opção desejada:

| | **Nível 1:** Sistema sem controle efetivo e falta de linhas de produção.

| | **Nível 2:** Fabricação de peças/produtos diversos de formas, sendo simultânea em pequenas partes até o fim do processo.

| | **Nível 3:** Fabricação de peças/produtos diversos de formas, sendo simultânea, sem a necessidade de alteração e parada de equipamentos.

| | **Nível 4:** Total controle e comunicação entre empresas e fornecedores, porém ainda com a produção em plantas separadas.

| | **Nível 5:** Total controle e comunicação entre empresas e fornecedores, com a produção na mesma planta.

RESULTADO ALCANÇADO



O resultado é a primeira base de partida para a ideia do posicionamento em que a organização se encontra hoje para saber se está no caminho do conceito da Indústria 4.0. Vamos trazer as respostas das Etapas anteriores para essa página para termos uma visão geral do levantamento.

Etapa 1 - Processamento de dados na produção

N1: () N2: () N3: () N4: () N5: () N6: ()

Etapa 2 - Comunicação de máquinas para máquinas

N1: () N2: () N3: () N4: () N5: () N6: ()

Etapa 3 - Produção da empresa conectada em rede com toda a empresa

N1: () N2: () N3: () N4: () N5: () N6: ()

Etapa 4 - Infraestrutura de TIC na produção

N1: () N2: () N3: () N4: () N5: () N6: ()

Etapa 5 - Interfaces homem-máquina (IHC)

N1: () N2: () N3: () N4: () N5: () N6: ()

Etapa 6 - Eficiência com pequenos lotes

N1: () N2: () N3: () N4: () N5: () N6: ()

Para cada nível tem um valor em percentual, o qual é demonstrado a seguir e depois será feita a média da pontuação alcançada. (somar os percentuais das seis etapas e dividir por 6).

Como calcular:

- 1- Onde foi colocado o “X” troque pelo percentual abaixo
N1: 0% N2: 20% N3: 40% N4: 60% N5: 80% N6: 100%
- 2- Somar os percentuais de cada Etapa e dividir a soma pelo número 6 (quantidade de etapas)
- 3- Terá um resultado final em percentual.
- 4- Agora vamos verificar com os índices abaixo e teremos o conceito final da empresa em qual percentual estará dentro do conceito da Indústria 4.0

Os índices em percentuais apresentados a baixos foram indicados para que a empresa tenha como parâmetro o quanto esta do conceito. Quanto maior o índice, melhor, e quanto menor o índice, mais a empresa terá que se preparar.

- $x < 50\%$ do Conceito
- $50\% \leq x < 75\%$ do Conceito
- $x \geq 75\%$ do Conceito

X= resposta do percentual do conceito da indústria 4.0

A Empresa _____ está com o percentual de _____% dentro do conceito da Indústria 4.0

***E AGORA,
O QUE PODEMOS FAZER?***

COMO MELHORAR O ÍNDICE?



Que legal!!!!

Estamos quase no final da nossa cartilha orientadora.

Vamos tentar melhorar nosso índice dentro do Conceito da Indústria 4.0 em nossa empresa?

Exemplo de como propor uma AÇÃO:

Se você estiver com o percentual baixo em uma das Etapas, vamos analisar o Nível de desempenho em que a empresa se encontra.

Vamos verificar qual o próximo Nível da ferramenta, e propor uma ação, pois temos uma base de em qual próximo passo a empresa poderá investir ou se atualizar, e você e sua equipe poderão fazer esse planejamento para como alcançar Níveis maiores, e o pessoal deverá verificar quais as prioridades da empresa dentro das seis Etapas que estão com Nível de desempenho mais baixo.

Lembre-se, O processo de implementação dentro da Organização não será tão simples, pois envolve muitas variáveis, porém temos uma ferramenta que poderá ser um Orientador desse processo.

Esperamos que nesse momento a Cartilha tenha sido útil para identificar o índice em que sua empresa se encontra no conceito da Indústria 4.0.

O elemento chave é a ferramenta “Toolbox”, que combina os diferentes níveis de aplicação de Indústria 4.0 em referência as inovações de produtos e aplicações técnicas relacionadas à produção. A ferramenta descreve um procedimento adequado para aplicação direta na empresa.

Com essa ferramenta de Princípios Orientadores, os parâmetros levantados devem ser repassados para o setor de estratégia da empresa para tomada de decisões de prioridades e investimentos e identificar algumas das áreas que merecem uma atenção no planejamento.

A Implementação dessa ferramenta pode afetar todas as unidades de negócios de uma companhia, do planejamento à produção. Todo o caminho de implantação precisa ser apoiado, acompanhado e chancelado pela administração, antes de sua aplicação na produção da empresa.

O ponto de partida para considerações é a questão de como os processos de produção podem ser otimizados e como os custos de produção podem ser reduzidos com o ajuda da implementação do conceito da Indústria 4.0.

Agora que temos nosso levantamento e conhecimento ainda mais detalhado da empresa, mão na massa para falarmos com orgulho que trabalhamos numa empresa inserida no conceito:

INDÚSTRIA 4.0!

RICHARDSON KENNEDY LUZ
VALQUÍRIA MIWA HANAI YOSHIDA