

A INDÚSTRIA 4.0 E A MATURIDADE DE UMA INDÚSTRIA DO SETOR DE ALIMENTOS

MARCELO JOSE ERPEN

UNIVERSIDADE DO OESTE DE SANTA CATARINA (UNOESC)

LEANDRO LUIZ VILANOVA

UNIVERSIDADE DO OESTE DE SANTA CATARINA (UNOESC)

FABIO MAURICIO SHIUS

UNIVERSIDADE DO OESTE DE SANTA CATARINA (UNOESC)

A INDÚSTRIA 4.0 E A MATURIDADE DE UMA INDÚSTRIA DO SETOR DE ALIMENTOS

1 INTRODUÇÃO

No contexto atual, o mundo dos negócios tem se mostrado com uma competitividade muito maior, bem como, as exigências por parte dos clientes. As alterações e o movimento relacionado ao processo de obter informações, vem e vão em velocidades em quantidade exorbitante, a melhoria nos processos produtivos necessitam ser contínua e constante, com a utilização de novas tecnologias que surgem a todo instante. Nos últimos 10 anos ocorreu uma transformação mundial com grandes avanços tecnológicos em todos os setores. Em meio a toda essa “explosão” tecnológica, filtra-se o setor industrial que traz maior impacto com as transformações para nosso país, nosso estado e sociedade.

Nesse contexto, de inovação com o surgimento da quarta Revolução Industrial, buscou-se tratar sobre o nível de maturidade de uma indústria no setor de alimentos, de Maravilha SC, em relação a indústria 4.0. Visto que em todas as grandes mudanças no ramo industrial ocorridas com as chamadas revoluções industriais vieram alavancar o setor em questão com utilização de novas tecnologias. Foi assim na Primeira Revolução Industrial com a utilização das máquinas à vapor e equipamentos de produção mecânica. Na Segunda Revolução, com a eletricidade, divisão do trabalho e produção em massa. Na Terceira, com a utilização dos computadores, TI, componentes eletrônicos e a automação industrial, e agora, na Quarta Revolução Industrial, trazendo como principais características: Sistemas *Cyber* Físicos, a IoT (internet das coisas), IA (inteligência artificial), *Big Data* e robotização dos processos industriais (DUTRA, 2016).

Nesse sentido, o presente estudo buscou responder ao seguinte problema de pesquisa: Qual o nível de maturidade em uma empresa no ramo de alimentos, no município de Maravilha, SC, ao modelo de Indústria 4.0?

Para a resolução da problemática, e do objetivo proposto, tem-se como objetivos específicos: verificar o nível de maturidade nas áreas estratégica, organizacional; Modelos de Negócio, Produtos e Serviços; no setor de Manufatura e Cadeia de Suprimento, propondo reflexões sobre ações para implementação da Indústria 4.0.

2 HISTÓRICO DAS REVOLUÇÕES INDUSTRIAIS

A Revolução Industrial, corresponde ao processo de industrialização ocorrido ao longo da história, quando novas tecnologias e novas formas de perceber o mundo, desencadearam uma mudança profunda nos sistemas econômicos e estruturas industriais. Estas revoluções marcaram a transição da força muscular ao poder mecânico (SCHWAB,2016).

A primeira Revolução Industrial, ocorreu em meados de 1784, na Inglaterra, com seu marco na história pela mecanização dos processos, pelo qual ocorreu a invenção de máquinas a vapor, acelerando e substituindo o trabalho humano (GONSALVES, 2017). Para Schwab (2016), ocorreu também a invenção de locomotivas, utilizando o vapor como combustível, essas invenções deram início a produção mecânica.

Na segunda Revolução Industrial, no final do século XIX, início século XX, a tecnologia se desenvolveu em ritmo acelerado, com o surgimento da eletricidade e o petróleo, marcando essa época e possibilitando a produção em massa com a invenção do automóvel, acompanhada pela linha de montagem (GONSALVES, 2017).

A terceira Revolução Industrial que teve início na década de 1960, foi marcada pelo surgimento dos computadores, equipamentos eletrônicos e de telecomunicação. Mainframe

Computing (década de 1960), computação pessoal (anos 1970 e 1980) e a internet (década de 1990) (SCHWAB, 2016). Buscando recuperar a participação da Alemanha na indústria global, em 2011 na Feira de Hannover, um novo conceito surgiu, como parte da estratégia do governo alemão para o desenvolvimento de alta tecnologia para a manufatura do país. Assim, teve início a quarta Revolução Industrial em um país com alta performance tecnológica, e rapidamente inspirando outras iniciativas no mundo inteiro (DALENOGARE, 2018).

A quarta revolução industrial não trata apenas sobre máquinas e sistemas conectados, mas vai além, contemplando áreas desde nanotecnologia e computação quântica. É o domínio e integração física, digital e biológica, diferenciando-se das revoluções anteriores (SCHWAB, 2016).

2.1 Indústria 4.0

O termo “Indústria 4.0” surgiu embasado em um projeto do governo alemão, visando o desenvolvimento das tecnologias voltadas para as indústrias, com o principal objetivo de aumentar a competitividade através de “fábricas inteligentes”, com alto grau de autonomia e flexibilidade, através de tecnologias digitais de forma integrada (AMORIM, 2017). Nessa direção, a ideia central da Indústria 4.0, é usar as tecnologias de informação emergentes para implementar a IoT (Internet das Coisas) e a IoS (Internet dos Serviços), para que os processos dentro de uma indústria sejam totalmente integrados, fazendo com que a produção opere de maneira flexível, eficiente, com alta qualidade e baixo custo (WANG, 2016).

A Indústria 4.0 é considerada uma revolução tecnológica, onde tudo dentro e ao redor de uma operação de manufatura, ou seja, os Stakeholders são conectados digitalmente, fornecendo uma cadeia de valor altamente integrada (DAVIES, 2015). Nesse sentido, Almeida (2017) expõem que a empregabilidade de novas tecnologias, direcionam a indústria para um novo paradigma de produção, com menores interferências humanas com um sistema inteligente e interconectado.

Outro objetivo da Indústria 4.0 é aumentar o grau de automação existente como um todo, tornando dessa maneira a produção mais flexível, sendo possível ser mais individual e ao mesmo tempo menos sensível a interrupções, como consequência se tornando mais eficiente em termos de recursos. As empresas serão capazes de ter sua produção mais rápida a mudança, ou seja, se adaptando às exigências do mercado e atendendo aos requisitos específicos de cada cliente, mesmo que seja em pequenos lotes sem perder a eficiência do processo (HORNUNG; HOFMANN, 2017).

A Indústria 4.0 está centrada em melhoria contínua buscando eficiência, segurança, produtividade e retorno do investimento. Para alcançar esses objetivos, estão disponíveis várias tecnologias e tendências facilitadoras (COELHO, 2016). Para Rubmann et al. (2015), essas tendências facilitadoras, acompanhadas por evoluções tecnológicas, formam os chamados pilares da Indústria 4.0. Dentre eles destacam-se: robôs autônomos, simulação, integração horizontal e vertical do sistema, *IoT*, *cyber* segurança, computação em nuvem, fabricação aditiva, realidade aumentada e *big data and analytics*.

Algumas indústrias, utilizam robôs para lidar com tarefas consideradas mais complexas, mas sem autonomia. Os robôs estão evoluindo, se tornando cada vez mais autônomos, flexíveis e cooperativos. No futuro eles irão interagir uns com os outros, chegando a capacidade de interagir com os seres humanos, toda essa tecnologia com um preço mais acessível, contendo uma gama maior de recursos em comparação aos utilizados atualmente pela indústria (RUBMANN et al., 2015).

Na indústria 4.0, as simulações serão usadas mais extensivamente nas operações da fábrica, alavancando dados em tempo real, para espelhar o mundo físico em um modelo virtual incluindo máquinas, produtos e seres humanos. Isso permite que os operadores testem e

otimizem as configurações de uma máquina para o próximo produto no mundo virtual, antes da troca física, reduzindo assim os tempos e ganhando na agilidade e qualidade (RUBMANN et al., 2015).

A maioria das indústrias não estão totalmente integradas ou interligadas com seus *Stakeholders*. Na Indústria 4.0, ocorre uma maior integração entre os processos e setores, trocando informação de maneira rápida e eficiente, agilizando uma tomada de decisão, buscando um aumento de produtividade e diminuição de perdas, com isso otimizando seus recursos (PEDERNEIRAS, 2019).

A IoT é uma inovação tecnológica com a utilização de internet, tornando objetos conectados e inteligentes. A crescente aplicação da Internet das Coisas nos negócios, torna necessária uma avaliação de estratégias, benefícios e dificuldades enfrentadas na aplicação da tecnologia (GALEALE et al., 2016).

Segurança das informações é fundamental para as pessoas ou organização, para tanto, a indústria 4.0 trabalha com protocolos padrão de comunicação, que garante a segurança dos dados que trafegam através de links da cadeia de criação de valor (VENTURELLI, 2017). Com o aumento da conectividade e o uso de protocolos de comunicação padrão, a necessidade de proteger sistemas industriais, até mesmo as linhas de fabricação de ameaças de segurança cibernética, aumentam drasticamente. A utilização de comunicações seguras e confiáveis, bem como o gerenciamento das identidades para o acesso de máquinas e equipamentos são essenciais (RUBMANN et al., 2015).

O desempenho das tecnologias de nuvem empregada na indústria melhorará, alcançando tempos de reação ao acesso de apenas alguns milissegundos. Assim, os dados e a funcionalidade das máquinas serão cada vez mais implementados na nuvem, até mesmo sistemas que monitoram e controlam processos podem se tornar baseados em nuvem (RUBMANN et al., 2015).

Manufatura aditiva ou impressão 3D é considerado como um processo de criação de um objeto físico, através da impressão de camadas separadamente de um modelo digital 3D. Tem o potencial de criar produtos com grau elevado de complexidade, sem a utilização de equipamentos complexos (SCHWAB, 2016).

Na indústria 4.0, um dos desafios tecnológicos é coletar todos os dados em tempo real e processá-lo para transformar em informações úteis para uma tomada de decisão precisa. Para que isso aconteça, a indústria requer sistemas tecnologicamente evoluídos, com alta capacidade de processamento em tempo real e algoritmos sofisticados (COELHO, 2016).

3 METODOLOGIA

Método deriva da metodologia e trata do conjunto de processos pelos quais se torna possível conhecer uma determinada realidade, produzir determinado objeto ou desenvolver certos procedimentos ou comportamentos. Desta forma, o método permite indicar a forma pela qual é alcançado determinado fim ou objetivo (OLIVEIRA 2002).

Para Fachin (2003), a partir da delimitação, o pesquisador pode dar enfoque o quanto for necessário ao que lhe interessa, dando mais ênfase de verificação ao aspecto mais significativo ou importante a ser mencionado. No quesito universo, esta pesquisa foi realizada em uma indústria do ramo de alimentos situada no município de Maravilha SC, na qual aplicouse, o instrumento de mensuração do índice de maturidade desenvolvido pelo Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI).

Esta pesquisa se caracterizou como descritiva, por apresentar critérios e detalhes relativos ao objeto de estudo e o detalhamento das informações coletadas. Para Gil (2002), a pesquisa descritiva pode ser definida por descrever as características de uma determinada população ou até mesmo um fenômeno. Vergara (2004) mostra a finalidade da pesquisa

descritiva, é de apresentar características de determinada população ou determinado acontecimento. Os estudos descritivos para Oliveira (2002), dão margem também à explicação das relações de causa e efeito dos fenômenos, ou seja, analisar o papel das variáveis que, de certa maneira, influenciam ou causam o aparecimento desses fenômenos.

A pesquisa utilizada foi qualitativa quanto a abordagem e de levantamento quanto aos procedimentos. No que se refere, aos objetivos utilizou-se uma ferramenta de mensuração do índice de maturidade e a partir da definição deste instrumento, aplicou-se o questionário, para apurar qual o nível de maturidade em uma indústria em comparação a indústria 4.0.

Os dados foram coletados por meio do questionário, composto por 21 questões exploratórias, as quais foram embasadas na ferramenta on-line desenvolvida pelo SENAI. O método é usado para identificar através de questionário online em qual nível de maturidade que a organização está em comparação a indústria 4.0 (SENAI, 2019).

A aplicação do questionário foi feita com abordagem presencial e on-line por meio Google Drive, entre os meses de agosto e setembro de 2019. A coleta de informações resultou em uma devolutiva de 32 participantes. Os respondentes foram escolhidos de forma intencional considerando o conhecimento do funcionamento dos setores da empresa. Selecionou-se 35 gestores de setores priorizando-se a organização como um todo. Os setores selecionados para a aplicação do questionário foram produção, manutenção, recepção, qualidade, expedição, gestão de pessoas, TI e Almoxarifado.

A ferramenta desenvolvida pelo SENAI, é embasada no modelo proposto por Schuh et al. (2017) e desenvolvido em um estudo da ACATECH - *The National Academy of Science and Engineering*, denominado *Industrie 4.0 Maturity Index* oferecendo orientação prática para o desenvolvimento de uma estratégia de implementação individual da Indústria 4.0, que esteja alinhada com sua própria estratégia de negócios (SCHUH et al., 2017).

O modelo *Industrie 4.0 Maturity Index*, foi alinhado com os desafios e atividades das empresas de manufatura, a aplicabilidade do modelo, foi validada na prática em empresas parceira pelo qual, foi utilizada para desenvolver um roteiro digital feito sob medida para as necessidades de cada empresa, a fim de ajudá-los a aproveitar ao máximo a Indústria 4.0 e transformar-se em organizações ágeis e de aprendizagem (SCHUH et al., 2017).

Baseado nesta análise de índice de maturidade da Acatech, o SENAI (Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial), buscou desenvolver um método para identificar em qual nível de maturidade que a organização está. Este modelo de maturidade inclui as dimensões funcionais mais relevantes e os estágios de maturidade em que uma empresa pode estar. É utilizado para ajudar as empresas a entender onde estão atualmente em sua jornada digital e quais os próximos passos em relação à sua situação atual e ao setor em que estão operando.

Após a coleta de dados estes foram organizados e tabulados e lançados na ferramenta de verificação do nível de maturidade do SENAI. As informações coletadas possibilitou alocar as respostas em quatro indicadores.

1. Por meio da área estratégica e organizacional;
2. Por meio da área manufatura e cadeia de suprimentos;
3. Por meio da área modelo de negócio produto e serviços;
4. Por meio da organização como um todo.

Ao final, a ferramenta disponibiliza um relatório detalhado, com a pontuação e a classificação de cada segmento em comparação a Indústria 4.0. A classificação disponibilizada pela ferramenta pode se encaixar em uma das 5 categorias propostas, sendo elas: otimização; sensorização e conectividade; visualização e transparência; capacidade preditiva; flexibilidade e adaptabilidade.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

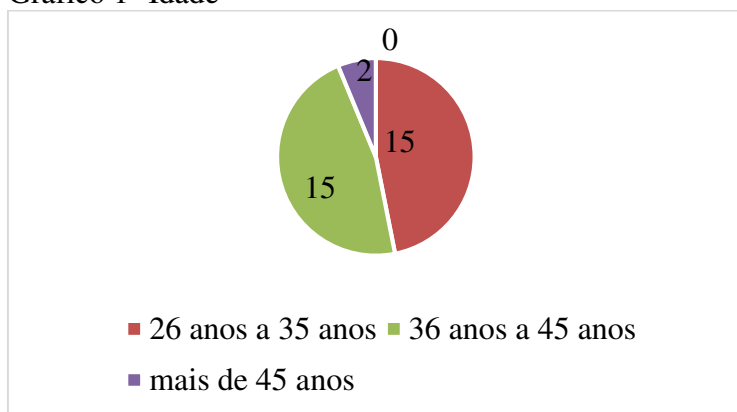
Nesse item serão demonstrados os resultados coletados por meio de coleta de informações com a aplicação questionário de pesquisa, revelando o nível de maturidade em uma indústria na área de alimentos de Maravilha, SC, em relação a indústria 4.0. A apresentação e análise dos resultados se inicia pela apresentação do perfil dos entrevistados.

4.1 Caracterização dos respondentes

Como forma de caracterizar o perfil dos participantes do estudo, buscou-se informações considerando a idade, o tempo de empresa e o grau de conhecimento a respeito do tema indústria 4.0.

Com relação à idade dos participantes do estudo identificou-se o que segue.

Gráfico 1- Idade

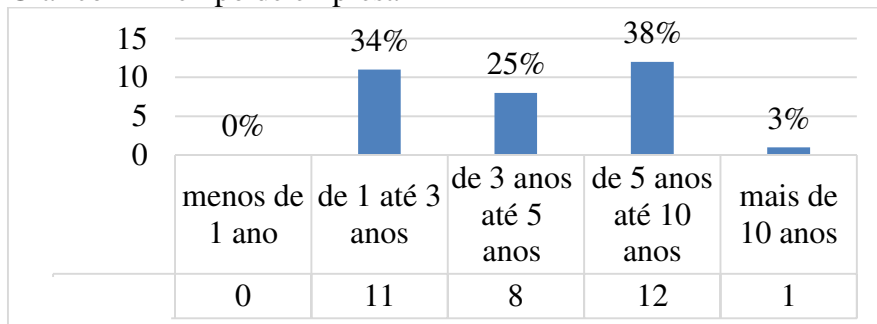


Fonte: Autores (2019).

O gráfico 1 representa a faixa etária dos participantes, onde percebe-se que a idade predominante está entre 26 e 45 anos. Nota-se que a maioria dos participantes possui idades que podem demonstrar maior flexibilidade e diversidade para as perspectivas para a gestão da empresa. Os gestores com a idade entre 26 e 35 anos, estão no máximo em seu segundo emprego. A idade representa que os participantes fazem parte dos nascidos digitais que, adaptam-se rapidamente aos processos tecnológicos, bem como à cultura da empresa para o preconizado pela Indústria 4.0. Além disso, os gestores com idades acima de 35 anos, trazem associado à sua postura de gestão laborativa, a “bagagem” e a experiência de outras organizações e agregam para melhorar ações que tenham a tecnologia em seus procedimentos e replicando para os demais colaboradores de forma assertiva os caminhos que a empresa está traçando e onde quer chegar.

No que se refere ao dado relativo ao tempo de empresa coletou-se os dados do Gráfico 2.

Gráfico 2 - Tempo de empresa



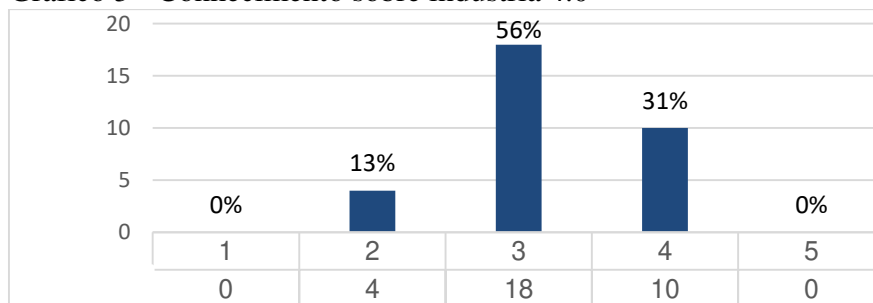
Fonte: Autores (2019).

As informações do gráfico 2 mostram pouca rotatividade dos cargos relacionados à gestão. Permite verificar que as empresas vêm valorizando seus colaboradores, pelo qual vêm proporcionando plano de carreira, com isso eles possuem oportunidade de crescimento profissional e pessoal.

Analisando as informações, é possível ver que alguns gestores já faziam parte da organização antes da instalação da empresa na cidade, sendo que vieram transferidos de outras unidades. Percebe-se por este dado, que pelo fato de todos já estarem na organização há no mínimo 1 ano e a maioria, (38%), com tempo de 5 à 10 anos, fato que promove uma sincronização entre setores, pois a grande maioria, tem a cultura da empresa bem disseminada no dia-dia, podendo orientar da melhor maneira os colaboradores e futuros gestores que poderão surgir.

Buscou-se saber sobre o conhecimento sobre a indústria 4.0 dos participantes.

Gráfico 3 - Conhecimento sobre indústria 4.0



Fonte: Autores (2019).

O gráfico 3 mostra que o nível de conhecimento em relação aos conceitos da indústria 4.0 ainda é limitado. O fato de a maioria, 56%, estar representada no nível 3 de um gráfico que tem escala de 1 à 5, deixa claro que esse conceito ainda não está bem disseminado. Para a CNI (2016) o conceito 4.0 para a indústria em geral no Brasil, ainda é carente de uma maior difusão e implementação, seja pela parte empresarial ou com fomentação governamental, assim, poderá trazer os bons resultados que o conceito 4.0 pode proporcionar.

4.2 Nível de maturidade no segmento estratégico e organizacional

O gráfico 4 inicia a avaliação dos objetivos específicos, e traz os resultados coletados dos setores pesquisados na empresa, em relação ao segmento organizacional e estratégico na organização. Segundo a ferramenta utilizada, o resultado desse segmento representa 28% do resultado do índice de maturidade geral da organização avaliada.

Gráfico 4 - Estratégia e Organização



Fonte: Autores (2019).

Considerando os dados do gráfico 4, é possível verificar a média geral dos setores quando avaliados os critérios relacionados a Estratégia e Organização. Percebe-se aqui uma resistência por parte da empresa sobre as vantagens da produção Inteligente proposta pela Indústria 4.0.

Pelo fato de trabalhar com um mix grande de produtos e subprodutos, nota-se ações e investimentos distintos em alguns produtos e linhas de produção, o que contribui para que a avaliação de todos os setores como sua média geral estar no nível dois de maturidade classificando sensorização e conectividade com uma média geral de 2,26.

O mundo da manufatura continua a evoluir à medida que se torna cada vez mais global e digital. Empresas que optam por seguir com uma estratégia digital têm maior chance de prosperar e não serem sucumbidas por novos entrantes em um mercado competitivo e de grandes revoluções (SCHUH et al., 2017). Considerando a transformação da sociedade, observa-se que a empresa evoluiu de um cenário onde tudo era produzido massivamente para todos, agora com estas novas soluções tem-se espaço para individualizar, personalizar produtos de acordo com a necessidade de cada um, ou de um mercado em específico, sem comprometer a produção em larga escala. E é importante lembrar que se vive em uma era onde empresas novas surgem, já dentro do conceito de Indústria 4.0, e que podem abalar corporações que vem trabalhando da mesma forma há anos (SCHWAB, 2016).

Na parte estratégica da organização faz-se necessário que haja um alto envolvimento das lideranças, pelo qual todos devem conhecer plenamente sobre o tema Indústria 4.0, reconhecendo sua importância, oportunidades e desafios, tendo assim uma visão e planejamento estratégico para transformação digital da empresa. Sendo assim, para ter o ganho que a indústria 4.0 traz, é necessário deixar claro qual o foco que deve ser seguido, traçar procedimentos para a obtenção de um resultado padrão nos diferentes produtos do mix.

4.3 Nível de maturidade no segmento de modelos de negócio, produtos e serviços

O gráfico 5 representa dados relacionados aos setores ligados ao chão de fábrica, departamentos que são responsáveis pelo processo. Nesses setores, a interatividade “homem-máquina” é constante e necessária. Para o segmento de modelo de negócio produtos e serviços a ferramenta utilizada, classifica sua média como representando 25 % da média geral do índice de maturidade da organização.

Gráfico 5 - Modelo de Negócio, produtos e serviços



Fonte: Autores(2019)

O gráfico 5 mostra a média geral dos setores quando avaliados os critérios relacionados a Modelo de Negócio, Produto e Serviço, ou seja, é a média de tudo o que a empresa fornece para o mercado em termos de produtos, serviços, diferenciais competitivos e demais aspectos que determinam como a empresa faz negócios.

Para esse segmento a média da avaliação dos setores ficou no nível três de maturidade e classificada como visibilidade e transparência tendo como média geral (3,17). Isso significa que os setores e departamentos já têm uma base para coleta de dados de forma automatizada e utiliza parte dos dados coletados automaticamente para tomadas de decisões.

4.4 Nível de maturidade no segmento de manufatura e cadeia de suprimento

O gráfico 6 mostra a visão dos setores em relação ao segmento de manufatura e cadeia de suprimento. Para esse segmento a ferramenta utilizada classifica seu resultado representando 47% do resultado de índice de maturidade geral da empresa avaliada.

Gráfico 6 - Manufatura e Cadeia de Suprimentos



Fonte: Autores (2019).

O gráfico 6 demonstra a média geral dos setores quando avaliados os critérios relacionados a Manufatura e Cadeia de Suprimentos, com uma média geral de 2,77, entre os setores, esses itens estão classificada no nível de Sensorização e Conectividade.

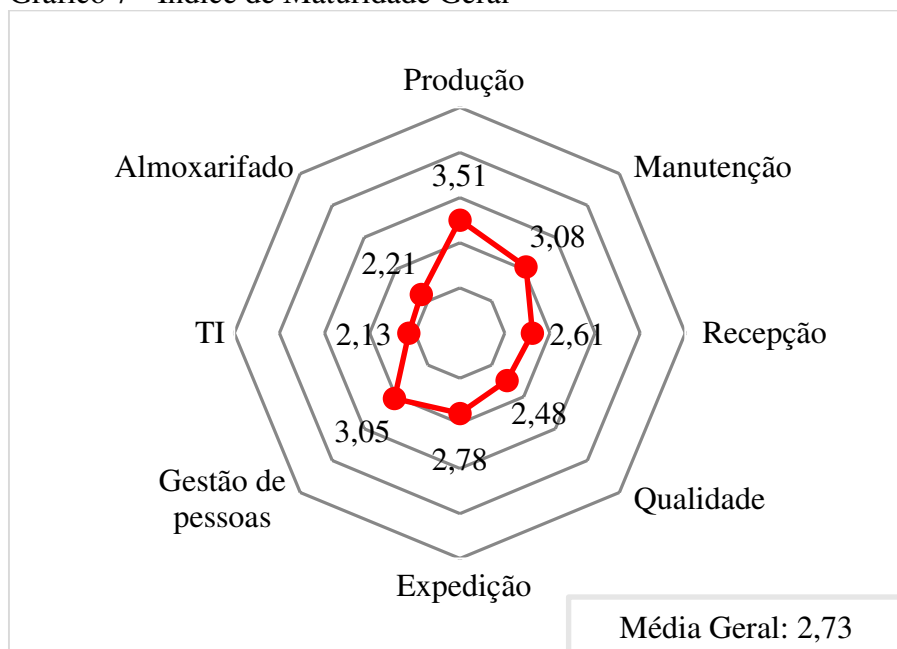
Nesse nível, o gerenciamento da demanda se torna um fator crítico, e a precisão das previsões pode ser o principal impulsor para uma maior acuidade nas operações da empresa nas áreas de planejamento, programação e controle da produção. Para Schuch et al. (2017) a orientação para a cadeia de suprimentos ganha maior importância com um gerenciamento mais estratégico e segmentado da base de fornecedores e clientes imediatos da organização. A gestão das áreas de Manufatura e Cadeia de Suprimentos torna-se cada vez mais importantes, pois esses processos apresentam altos custos para a empresa e podem ser fonte de valor para o cliente, se bem estruturadas.

A indústria 4.0 traz como alternativa para os setores, principalmente para a indústria de alimentos, a *Supply Chain Management* (SCM), ou gerenciamento da cadeia de suprimentos. Essa ferramenta, integra informações desde os fornecedores primários até o consumidor final, mais do que nunca a segurança alimentar deve ser considerada, pode ser um diferencial para as vendas no mercado em que a empresa atua. Algumas características como produção, matérias-primas utilizadas, condições de higiene e rastreabilidade, podem tornar-se determinantes para que alguns clientes intermediários ou finais comprem os produtos (SCHWAB, 2016).

4.5 Nível de maturidade geral

O gráfico 7 representa a avaliação do nível de maturidade nos setores que compõem o processo produtivo, desde a entrada da matéria prima na empresa, até a entrega do produto para o cliente final.

Gráfico 7 - Índice de Maturidade Geral



Fonte: Autores (2019).

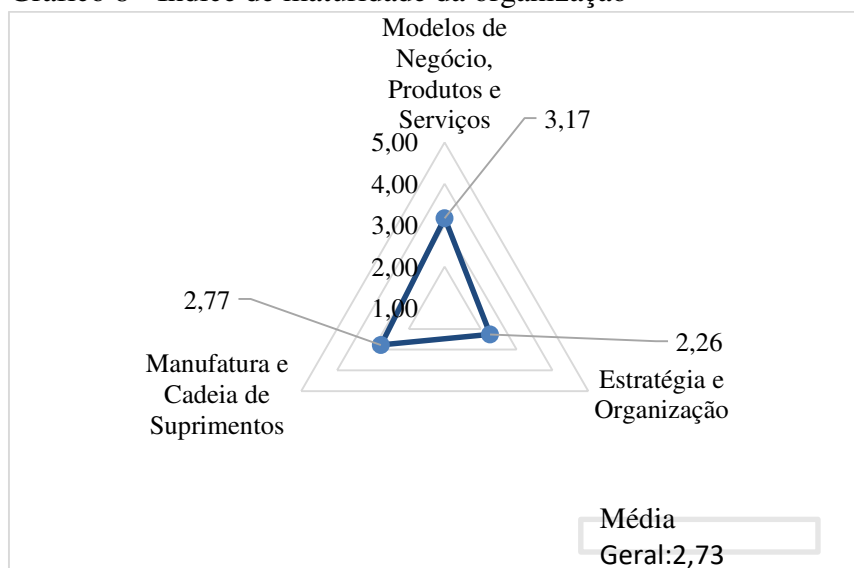
O gráfico 7 mostra a média geral avaliada pelos setores que compõem o processo interno de transformação do produto na empresa, com uma média geral de 2,73, a avaliação geral encaixa-se no nível de Sensorização e Conectividade.

Esse nível de transição, é onde o processo de produção já está ajustado e inicia-se a transformação cultural para os conceitos da indústria 4.0. Nesse passo, é importante que a empresa e seus gestores conheçam e implementem conceitos de manufatura enxuta, utilizando dados fornecidos pela automação e sensorização dos equipamentos em tempo real, utilizem sistemas integrados de gerenciamento para compilação e filtro das informações que facilitarão as tomadas de decisões (SCHUH et al. 2017).

Juntamente com a automatização de sistemas, coleta e uso dos dados em tempo real, é muito importante a capacitação técnica e operacional, com isso, facilitará o filtro das informações tornando-as rápidas e assertivas.

No dado que segue, apresenta-se o índice de maturidade da organização.

Gráfico 8 - Índice de maturidade da organização



Fonte: Autores (2019).

O gráfico 8 mostra a média geral nas três dimensões pautadas na avaliação de maturidade: Estratégia e Organização; Manufatura e Cadeia de Suprimentos; Modelo de Negócio, Produtos e Serviços.

Nota-se que há uma diferença de níveis entre as dimensões, onde Modelo de negócio, Produto e Serviço está no nível três, Visibilidade e Transparência com média de 3,17, e as outras duas dimensões, Estratégia e Organização juntamente com manufatura e Cadeia de Suprimentos, estão no nível dois, Sensorização e Conectividade, com médias de 2,26 e 2,77 respectivamente.

Esses resultados mostram que a dimensão ligada diretamente ao processo produtivo, Modelo de Negócios, Produtos e Serviços, teve uma média maior que as outras dimensões. Com a média de 3,17 e no nível de Visibilidade e Transparência, essa dimensão está no terceiro estágio de cinco, no modelo de Maturidade da Indústria 4.0.

Nesse estágio, o modelo de indústria 4.0 começa se tornar visível, no qual dados de processos são capturados em tempo real por sensores, criando uma nuvem digital que pode auxiliar no processo, gerar conhecimento e tomar decisões. Os setores que compõem essa dimensão, possuem um nível de maturidade para introduzir novas tecnologias, realizar integrações mais robustas entre suas linhas de produção e cadeia de valor, para trabalhar fortemente com inteligência de dados (SCHUH et al. 2017).

As dimensões: Estratégia e Organização juntamente com manufatura e Cadeia de Suprimentos, que estão no nível dois, Sensorização e Conectividade, com médias de 2,26 e 2,77 respectivamente, são compostas por setores de suporte do processo produtivo. Nesse estágio, a digitalização das linhas de produção conectando sistemas mecatrônicos e de tecnologia da

informação, irão potencializar os ganhos de produtividade, conhecer os gargalos e tomar decisões com dados em tempo real para então se posicionar sobre a adoção das novas tecnologias.

Vistas as médias gerais das dimensões, a organização objeto de estudo, teve como média geral no índice de maturidade de 2,73, nível de Sensorização e Conectividade, na escala que a ferramenta utiliza para calcular esse índice, o nível máximo é a partir do índice 5, sendo classificada como Flexibilidade e Adaptabilidade, este é o nível mais avançado de maturidade para o modelo Indústria 4.0. No quinto estágio, os sistemas por si só, já estão aptos a identificar o que está acontecendo, entender a causa, avaliar cenários possíveis e quais ações devem continuamente e automaticamente serem aplicadas, além de proporcionar a possibilidade de responder de forma rápida e flexível as demandas dos clientes, construir novos produtos e ofertas de serviços baseados em suas experiências e cadeia de fornecedores (SCHUH et al. 2017).

Nota-se uma diferença na percepção entre os setores, quanto ao tema e os conceitos que a ferramenta de análise de maturidade aplica para o modelo de Indústria 4.0. A busca pelo nível ideal dentro da ferramenta, demanda de uma análise custo benefício por parte das organizações, a implementação desta ferramenta, de regra não é onerosa, pode-se utilizar de componentes, equipamentos e sistemas que a empresa já utiliza no cotidiano e de acordo com os resultados obtidos e alcance dos níveis, a organização faz ajustes para alcançar o próximo nível.

4.5 Proposta de reflexões para ações de implementação da indústria 4.0

Partido da premissa da classificação do índice de maturidade da empresa ser de 2,73e se posicionando no estágio 2 Sensorização e conectividade, a empresa objeto de estudo, possui um grande desafio, se o desejo for para alcançar o estágio de completa implementação da indústria 4.0, em se tratando do estágio 5 de flexibilidade e adaptabilidade.

Para Schuh et al. (2017), cada estágio de maturidade desejado de uma empresa dependerá de sua estratégia de negócio, cabendo à própria empresa decidir qual estágio de maturidade representa um melhor equilíbrio entre custos, capacidades e benefícios. Com isso a organização após sua avaliação de nível de maturidade deve tomar decisões estratégicas apontando os objetivos específicos que desejam alcançar, para após prosseguir com a implementação das medidas mais relevantes.

Para propor reflexão de implementação da indústria 4.0, foi levado em consideração as perspectivas que a própria ferramenta *Maturity Index* propõe para atingir os demais estágios de maturidade levando em consideração a organização como um todo. Para seguir com as implementações dos demais estágio de maturidade deve-se seguir alguns passos que são necessários para atingir o nível mais alto de implementação da indústria 4.0 (SCHUH et al. 2017).

Próximo nível a ser atingido é o 3 (visibilidade e transparência), pelo qual a utilização de sensores, e outras tecnologias que permitem que os dados dos processos sejam capturados como um todo, sendo utilizados para a tomada de decisão em tempo real, integrando as informações de toda a organização não somente de forma isolada, tornado a chamada sombra digital da empresa. A sombra digital auxilia a empresa na tomada de decisão precisa, pois conecta simultaneamente os dados de toda a organização, mostrando o que está acontecendo em tempo real. É considerado um elemento essencial para passar para o próximo estágio de maturidade (SCHUH et al., 2017).

Com a utilização desses dados coletados pela sombra digital, a empresa deve entender por que algo está acontecendo, e usar esse entendimento para produzir conhecimento por meio de análises de causa raiz do problema. Para identificar e interpretar essa grande quantidade de dados e transformá-la em informação, é necessário a utilização da tecnologia Big data,

considerada pelos autores como sendo um dos pilares da indústria 4.0, conciliada com os sistemas Enterprise Resource Planning (ERP) e Manufacturing Execution System (MÊS).

Essa análise de dados, rápida e precisa, é utilizada como exemplo na leitura e monitoramento de condições de máquinas e equipamentos. Pelo qual o próprio sistema analisa os eventos ocorridos e prevê alguma quebra ou falha no processo, ou seja, auxilia na manutenção preditiva. Após a implementação do terceiro nível, o próximo a ser tratado é o 4 (Capacidade Preditiva), ou seja, a capacidade de previsão. Nessa etapa com a utilização dos dados coletados e a utilização sistemas de IA, a empresa é capaz de simular diferentes perspectiva futuras, identificando o mais provável e o ideal a ser seguido. Isso levando em consideração uma variedade de cenários que podem ser avaliados em termos de probabilidade de ocorrerem. Como resultado, as empresas são capazes de antecipar eventos futuros, para que possam tomar decisões e implementar as medidas apropriadas em tempo hábil.

O último nível e o mais avançado nível de maturidade é o 5 (Flexibilidade e adaptabilidade), pelo qual, a adaptação contínua permite que uma empresa delegue determinadas decisões aos sistemas de IA, para que possa se adaptar a uma falha ou alguma mudança no processo o mais rápido possível, em modo automático. Como por exemplo a alteração da sequência de ordens de produção devido a falhas esperadas na máquina ou até mesmo evitar atrasos na entrega.

Para Schuh et al. (2017), o objetivo da adaptabilidade foi completamente alcançado quando uma empresa é capaz de usar os dados captados pela sombra digital, para tomar decisões que tenham os melhores resultados possíveis no menor tempo possível automaticamente, ou seja, sem assistência humana.

5 CONCLUSÃO

A pesquisa teve como objetivo estudar o modelo de maturidade para uma indústria do setor de alimentos no município de Maravilha - SC, no qual, aplicou-se o instrumento de mensuração do índice de maturidade desenvolvido pelo SENAI, embasada no modelo proposto por Schuh et al. (2017) com base em estudo desenvolvido pela ACATECH - *The National Academy of Science and Engineering*, denominado *Industrie 4.0 Maturity Index*.

A análise foi validada com o uso de questionário, embasado na ferramenta on-line desenvolvida pelo SENAI para identificar em qual nível de maturidade que a organização está em comparação a indústria 4.0. A aplicação do questionário ocorreu por meio de abordagem presencial e on-line pelo Google Drive, nos meses de agosto e setembro de 2019, resultando em 32 participantes. Os respondentes foram selecionados intencionalmente pelo conhecimento a respeito do funcionamento dos setores da empresa em questão, ou seja, foram selecionados 32 gestores de setores, procurando abranger a organização como um todo.

Os dados coletados atenderam aos objetivos propostos, sendo que, as médias obtidas nos segmentos ficaram dentro da escala também proposta pela ferramenta que se tem valores de 1 (um) a 5 (cinco). Nesse sentido, foi possível evidenciar níveis de maturidade em todos segmentos estudados.

No segmento estratégico e organizacional foi obtido 2,26 pontos. Essa média deixa esse segmento no nível de Sensorização e Conectividade. No segmento de Modelos de Negócio, Produtos e Serviços, o índice de maturidade ficou em 3,17 pontos, ficando no nível de Visibilidade e Transparência. No segmento de Manufatura e Cadeia de Suprimentos, a pontuação atingida foi de 2,77 pontos, ficando no nível de Sensorização e Conectividade.

Na análise da média geral, pautando os três segmentos que contemplam os setores a ferramenta de análise classificou a organização com 2,73 pontos, ficando no nível de Sensorização e Conectividade. Essa pontuação mostra que a empresa precisa ter um maior envolvimento das lideranças, pelo qual todos devem conhecer plenamente sobre o tema

Indústria 4.0, reconhecendo sua importância, oportunidades e desafios, tendo assim uma visão e planejamento estratégico para transformação digital da empresa.

A empresa estudada possui um grande desafio a ser seguido, se o desejo for para alcançar o estágio de completa implementação da indústria 4.0, se tratando do estágio 5 de flexibilidade e adaptabilidade. Pois cada estágio de maturidade desejado de uma empresa dependerá de sua estratégia de negócio, cabendo à própria empresa decidir qual estágio de maturidade representa um melhor equilíbrio entre custos, capacidades e benefícios. Com isso a organização após sua avaliação de nível de maturidade deve tomar decisões estratégicas apontando os objetivos específicos que desejam alcançar, para após prosseguir com a implementação das medidas mais relevantes.

Durante a aplicação da ferramenta de análise de maturidade, identificou muitas dúvidas sobre o que é e quais os conceitos da Indústria 4.0, nota-se que em muitos setores, os equipamentos já estão preparados e fornecem informações para tomadas de decisões em tempo real, nota-se também, sistemas que captam dados em tempo real e geram informações que são disponibilizadas on-line, auxiliando em um controle maior sobre o processo.

A identificação de sistemas e equipamentos aptos e prontos para contribuir nas tomadas de decisões e fornecer informações seletivas de importância relevante para o processo. Em contrapartida aos equipamentos e sistemas já instalados, nota-se a necessidade de interação entre os sistemas usados que no momento coletam dados de forma independente, isso possibilita uma centralização de informações que facilita a análise com maior precisão na hora da tomada de decisão. Contudo o que foi observado é que, a empresa objeto de estudo, está trabalhando para buscar os benefícios que a Indústria 4.0 pode trazer.

Juntamente com o alinhamento dos sistemas e equipamentos para filtrar as informações e facilitar as decisões, é necessário fomentar a cultura e pensamento inovador nos gestores. O elemento chave para esta transformação não é a tecnologia, mas sim o ser humano, responsável por todo processo de inovação. As transformações são decorrentes de todo processo de inovação que está ocorrendo nas organizações que planejam permanecer no mercado futuro.

REFERÊNCIAS

ACATECH. . **Deutsche akademie der technikwissenschaften**. Disponível em: <<https://www.acatech.de/>>. Acesso em: 22 maio 2019.

ALMEIDA, Tatiana Domingues de. **Os benefícios da Indústria 4.0 no gerenciamento das empresas**. Journal Of Lean Systems. Florianópolis, Sc, p. 125-152. jun. 2017. Disponível em: <leansystem.ufsc.br/index.php/lean/article/download/2064/pdf>. Acesso em: 12 abr. 2019.

AMORIM, Eduardo J. A **“indústria 4.0” e a sustentabilidade do modelo de financiamento do Regime Geral da Segurança Social**. 2017. Publicado por Caderno de Direito Actual. Disponível em: <www.cadernosdedereitoactual.es/ojs/index.php/cadernos/article/download/132/93>. Acesso em: 08 abr. 2019.

COELHO, Pedro Miguel Nogueira. **Rumo à Indústria 4.0**. 2016. 65 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Coimbra, 2016. Disponível em: <<https://estudogeral.uc.pt/bitstream/10316/36992/1/Tese%20Pedro%20Coelho%20Rumo%20%C3%A0%20Industria%204.0.pdf>>. Acesso em: 22 abr. 2019.

CNI, confederação nacional da indústria. **Desafios para a Indústria 4.0 no Brasil**. Brasília, 2016. Disponível em: <<http://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2016/8/desafios-para-industria-40-nobrasil/>> Acesso em 07 mar 2019.

DALENOGARE, Lucas Santos. **A Indústria 4.0 No Brasil: Um Estudo Dos Benefícios Esperados E Tecnologias Habilitadoras**. 2018. 59 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia da Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/185799>>. Acesso em: 23 mar. 2019.

DAVIES, Ron. **Industry 4.0: Digitalisation for productivity and growth**. European Revista Produção Online. Florianópolis, SC, v. 18, n. 2, p. 743-769, 2018. 768 Parliamentary Research Service. Briefing. 2015. Disponível em: <[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 10 abril 2019.

DUTRA, Jhonata Teles. **PMC 4.0: Planejamento e controle da manutenção na indústria 4.0**. 2016. Disponível em: <https://d335luupugsy2.cloudfront.net/cms/files/41235/1512051910PCM_4.0_-_Planejamento_e_Controlde_de_Manutenao_na_Indstria_4.0.pdf>. Acesso em: 01 abr. 2019.

GALEGALE, Gustavo Perri et al. Internet das Coisas aplicada a negócios?? Um estudo bibliométrico. **Journal Of Information Systems And Technology Management**, [s.l.], v. 13, n. 3, 30 dez. 2016. TECSI. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4301/s1807-17752016000300004>>. Acesso em 6 maio 2019.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo, v. 5, p. 61, 2002.

GONSALVES, Eder. **CAMINHO até a indústria 4.0: Os destaques das revoluções industriais**. 2017. Disponível em: <<https://avozdaindustria.com.br/industria-4-0-os-destaques-das-revolucoes-industriais/>>. Acesso em: 06 maio 2019.

HORNUNG, Gerrit; HOFMANN, Kai. **Industrie 4.0 und das Recht: Drei zentrale Herausforderungen**. 2017. Publicado por Acatec. Disponível em: <<https://www.acatech.de/Publikation/industrie-4-0-und-das-recht-drei-zentrale-herausforderungen/>>. Acesso em: 01 abr. 2019.

OLIVEIRA, Silvio Luiz de. **Tratado de metodologia científica: projetos de pesquisa, TGI, TCC, Monografias, Dissertações e Teses**. São Paulo: Pioneira, 2002.

PEDERNEIRAS, Gabriela. **Integração entre Sistemas na Indústria 4.0**. Março, 2019 Disponível em: <<https://www.industria40.ind.br/artigo/17953-integracao-entre-sistemas-na-industria-40>>. Acesso em: 01 maio 2019.

RUBMANN, Michael et al. **Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries**. 2015. Disponível em: <https://www.bcg.com/publications/2015/engineered_products_project_business_industry_4_future_productivity_growth_manufacturing_industries.aspx>. Acesso em: 22 abr. 2019.

SCHUH, Günther et al. **Industrie 4.0 maturity index**. Deutschland: Acatech Study, 2017. Disponível em: <www.acatech.de/publikationen>. Acesso em: 06 maio 2019.

SCHWAB, Klaus. **The Fourth Industrial Revolution**. Genebra: World Economic Forum, 2016. 172 p. Disponível em: <<https://luminariaz.files.wordpress.com/2017/11/the-fourth-industrial-revolution-2016-21.pdf>>. Acesso em: 06 abr. 2019.

SENAI. Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. **Avaliação de maturidade industrial**. 2019. Disponível em: <<https://senai40.com.br/>>. Acesso em: 23 maio 2019.

SOUSA, Flávio R. C.; MOREIRA, Leonardo O.; MACHADO, Javam C.. **Computação em Nuvem:: Conceitos, Tecnologias, Aplicações e Desafios**. Edufpi, Ceará, v. 7, n. 0, p.00-0, set. 2010. Disponível em: <https://www.academia.edu/783784/Computa%C3%A7%C3%A3o_em_Nuvem_Conceitos_Tecnologias_Aplica%C3%A7%C3%B5es_e_Desafios>. Acesso em: 10 maio 2019.

VENTURELLI, Marcio. **Automação Industrial, Digitalização e Indústria 4.0**. 2017. Disponível em: <<https://marcioventurelli.com/2017/07/21/ciberseguranca-na-industria-4-0/>>. Acesso em: 22 abr. 2019.

VERGARA Sylvia Constant. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2004.

WANG, Shiyong et al. **Implementing Smart Factory of Industrie 4.0: An Outlook**. 2016. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1155/2016/3159805>. Acesso em: 04 Abril 2019.