

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA
ENGENHARIA QUÍMICA

VERÔNICA VENTURINI KUSMA

PROPOSTA DE MODELO DE MATURIDADE DA SEGURANÇA DO TRABALHO
PARA INDÚSTRIA 4.0

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PONTA GROSSA

2020

VERÔNICA VENTURINI KUSMA

**PROPOSTA DE UM MODELO DE MATURIDADE DA SEGURANÇA DO
TRABALHO PARA INDÚSTRIA 4.0**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Química, do Departamento de Engenharia Química da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Ponta Grossa.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Daiane Maria de Genaro Chiroli.



PONTA GROSSA

2020



TERMO DE APROVAÇÃO

PROPOSTA DE UM MODELO DE MATURIDADE DA SEGURANÇA DO TRABALHO PARA
INDÚSTRIA 4.0

por

Verônica Venturini Kusma

Monografia apresentada no dia 21 de outubro de 2020 ao Curso de Engenharia Química da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Ponta Grossa. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dra. Fernanda Cavicchioli Zola
(UTFPR)

Prof. Dra. Janaína Piana
(UTFPR)

Profa. Dra. Daiane Maria de Genaro Chiroli
(UTFPR)
Orientador

Profa. Dra. Juliana de Paula Martins
Responsável pelo TCC do Curso de Engenharia Química

O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso

RESUMO

KUSMA, Verônica V. **PROPOSTA DE UM MODELO DE MATURIDADE DA SEGURANÇA DO TRABALHO PARA INDÚSTRIA 4.0.** 2020. 119p. Trabalho de Conclusão de Curso – Bacharelado em Engenharia Química – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2020.

O conceito da indústria 4.0 está baseado na integração de diversas tecnologias inovadoras revolucionando a forma com que os processos são realizados nas organizações e conseqüentemente provocando alterações na forma com que o trabalho é executado. A dinâmica de trabalho para indústrias são cada vez mais automatizadas expondo assim a necessidade de estudo da área de interação entre a segurança do trabalho e a nova dinâmica de trabalho proveniente da indústria 4.0. A maioria das indústrias não conhecem seu grau de maturidade com relação aos conceitos referentes tanto da indústria 4.0 como a segurança do trabalho. Metodologicamente este trabalho está centrado em uma revisão bibliográfica referente aos atuais modelos de maturidade voltados para segurança do trabalho bem como para a indústria 4.0, atrelados aos modelos de tomada de decisão. É proposto um modelo de maturidade para análise da maturidade da segurança do trabalho vinculado aos pilares da indústria 4.0. O modelo proposto foi testado e validado.

Palavras-chave: Modelo de maturidade, segurança do trabalho, indústria 4.0.

ABSTRACT

KUSMA, Verônica V. **PROPOSAL FOR A MATURITY MODEL FOR WORK SAFETY FOR INDUSTRY 4.0.** 2020. 119p. Course Conclusion Paper - Bachelor of Chemical Engineering - Federal Technological University of Paraná. Ponta Grossa, 2020.

The concept of industry 4.0 is based on the integration of several innovative technologies, revolutionizing the way processes are carried out in organizations and consequently causing changes in the way work is performed. The work dynamics for industries are increasingly automated, thus exposing the need to study the area of interaction between work safety and the new work dynamics from industry 4.0. Most industries are not aware of their degree of maturity with regard to concepts referring to both industry 4.0 and job security. Methodologically, this work is centered on a bibliographic review referring to the current maturity models aimed at job security as well as industry 4.0, linked to decision making models. A maturity model is proposed to analyze the maturity of job security linked to the pillars of industry 4.0. The proposed model was tested and validated.

Keywords: Maturity model, work safety, industry 4.0.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Evolução das revoluções industriais.	15
Figura 2 - Os nove pilares da Revolução 4.0.	18
Figura 3 - Impactos da Indústria 4.0 no quantitativo dos postos de trabalho por indústria e tipo de trabalho.	20
Figura 4 – Perspectiva do cenário esperado em algumas profissões Brasileiras até 2020.	22
Figura 5 - Alteração na rotina de trabalho com o auxílio de novas tecnologias.	23
Figura 6 – Impactos esperados pelas tecnologias na Indústria 4.0.	25
Figura 7 – Metodologia para o desenvolvimento de modelos de maturidade. .	33
Figura 8 – Estrutura do framework de princípios de Design para um modelo de maturidade.	36
Figura 9 - Modelo de Hudson da evolução da cultura de segurança.	43
Figura 10 - Modelo de Fleming da maturidade da cultura de segurança.	46
Figura 11 - Quadros mostrando os fatores indicativos da maturidade da cultura de segurança nos diferentes estágios.	48
Figura 12 - Níveis de maturidade na transformação para a Indústria 4.0 do guia de avaliação de maturidade da Acatech.	58
Figura 13 - Avaliação da maturidade das áreas estruturais do guia de avaliação de maturidade da Acatech.	60
Figura 14 - Montagem do sistema decisório nos métodos de tomada de decisão.	62
Figura 15 – Etapas para desenvolvimento da pesquisa.	66
Figura 16 – Metodologia para o desenvolvimento do modelo de maturidade. .	67
Figura 17 – Descrição das etapas de metodologia para desenvolvimento do modelo de maturidade da segurança do trabalho para indústria 4.0.	67
Figura 18 - Fluxograma dos critérios para cada grupo de análise do modelo de maturidade proposto.	71
Figura 19 - Níveis de Maturidade propostos pelo método.	95

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Transformações vs empregos.	25
Tabela 2 - Anuário estatístico de acidentes de trabalho de 2017 divulgados pela Secretaria de Previdência (SPREV).	29
Tabela 3 - Acidentes de trabalho com CAT e sem Registrada entre os anos de 2007 e 2017 no Brasil.	30
Tabela 4 – Ranqueamento de modelos de maturidade em gerenciamento de projetos.	32
Tabela 5 – Estrutura de design para modelos de maturidade.	36
Tabela 6 - Resumo dos fatores utilizados em diferentes estudos	39
Tabela 7 – Descrição dos fatores do modelo de Gonçalves Filho.	47
Tabela 8 – Comparativo entre modelos de maturidade de segurança no trabalho.	53
Tabela 9 – Cálculo dos níveis de maturidade modelo SIMMI 4.0.	56
Tabela 10 - Modelo de Schumacher et al. para maturidade da Indústria 4.0. ...	57
Tabela 11 – Metodologia BWM.	63
Tabela 12 – Índice de Consistência.	64
Tabela 13 – Delimitação dos níveis de maturidade do modelo proposto.	69
Tabela 14 - Critérios de análise estabelecidos para o grupo de Estratégia.	72
Tabela 15 - Critérios de análise estabelecidos para o grupo de Liderança.	73
Tabela 16 - Critérios de análise estabelecidos para o grupo de Operação.	74
Tabela 17 - Critérios de análise estabelecidos para o grupo de Operação.	76
Tabela 18 - Critérios de análise estabelecidos para o grupo de Pessoas.	76
Tabela 19 - Critérios de análise estabelecidos para o grupo de Governança. .	77
Tabela 20 - Critérios de análise estabelecidos para o grupo de Tecnologia. ...	78
Tabela 21 – Escala de comparação de importância de grupos de análise e critérios.	79
Tabela 22 - Pesos dos Grupos de Análise.	80
Tabela 23 – Taxa de consistência dos Grupos de Análise.	80
Tabela 24 - Pesos atribuídos aos critérios e subcritérios do grupo de análise de Estratégia.	81
Tabela 25 - Pesos globais atribuídos aos subcritérios do grupo de análise de Estratégia.	82
Tabela 26 – Estratégia: taxa de consistência dos critérios do grupo de análise.	82
Tabela 27 - Pesos atribuídos aos critérios e subcritérios do grupo de análise de Liderança.	83
Tabela 28 - Pesos globais atribuídos aos subcritérios do grupo de análise de Liderança.	84
Tabela 29 – Liderança: taxa de consistência dos critérios do grupo de análise.	84
Tabela 30 - Pesos atribuídos aos critérios e subcritérios do grupo de análise de Operação.	85

Tabela 31 - Pesos globais atribuídos aos subcritérios do grupo de análise de Operação.....	86
Tabela 32 – Operação: taxa de consistência dos critérios do grupo de análise.	87
Tabela 33 - Pesos atribuídos aos critérios e subcritérios do grupo de análise de Cultura Organizacional.	88
Tabela 34 - Pesos globais atribuídos aos subcritérios do grupo de análise de Cultura Organizacional.	88
Tabela 35 – Cultura Organizacional: taxa de consistência dos critérios do grupo de análise.....	89
Tabela 36 - Pesos atribuídos aos critérios e subcritérios do grupo de análise de Pessoas.....	89
Tabela 37 - Pesos globais atribuídos aos subcritérios do grupo de análise de Pessoas.....	90
Tabela 38 – Pessoas taxa de consistência dos critérios do grupo de análise..	90
Tabela 39 - Pesos atribuídos aos critérios e subcritérios do grupo de análise de Governança.....	91
Tabela 40 - Pesos globais atribuídos aos subcritérios do grupo de análise de Governança.....	91
Tabela 41 – Governança: taxa de consistência dos critérios do grupo de análise.	92
Tabela 42 - Pesos atribuídos aos critérios e subcritérios do grupo de análise de Tecnologia.....	92
Tabela 43 - Pesos globais atribuídos aos subcritérios do grupo de análise de Tecnologia.....	93
Tabela 44 – Tecnologia: taxa de consistência dos critérios do grupo de análise.	94

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Distribuição relativa dos acidentes do trabalho com CAT por motivo no período de 2015 a 2017.	30
Gráfico 2 – Indicadores de maturidade Empresa A.....	96
Gráfico 3 – Indicadores de maturidade Empresa B.....	97

LISTA DE SIGLAS E ACRÔNIMOS

SIGLA	DEFINIÇÃO
SIGLA	Sistema de Gestão Integrado
SESMT	Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho
SSO	Sistema de Gestão e Segurança Ocupacional
DTSI 4.0	Desenvolvimento de Tecnologias e Sistemas da Indústria 4.0

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1. OBJETIVO GERAL.....	13
1.2. OBJETIVO ESPECÍFICO	13
2. REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1. INDÚSTRIA 4.0	14
2.2. INDÚSTRIA 4.0 E O MODELO DE TRABALHO ATUAL.....	19
2.3. INFLUÊNCIA DA INDÚSTRIA 4.0 NA DINÂMICA DE TRABALHO	22
2.4. SEGURANÇA DO TRABALHO	26
2.5. SEGURANÇA DO TRABALHO NO BRASIL.....	28
2.6. MODELO DE MATURIDADE.....	31
2.7. MODELO DE MATURIDADE DE SEGURANÇA NO TRABALHO	38
2.7.1. MODELO DE WESTRUM (1993)	42
2.7.2. MODELO DE HUDSON (2001)	43
2.7.3. MODELO DE FLEMING (2001).....	45
2.7.4. MODELO DE GONÇALVES FILHO (2011)	46
2.7.5. COMPARATIVO MODELOS DE MATURIDADE DE SEGURANÇA NO TRABALHO	53
2.8. MODELO DE MATURIDADE DA INDÚSTRIA 4.0.....	54
2.9. MODELO DE TOMADA DE DECISÃO MULTICRITÉRIO.....	61
2.10. MÉTODO BEST WORST METHOD	63
3. MATERIAIS E MÉTODOS	65
3.1. CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA.....	65
3.2. MODELO PROPOSTO	66
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	69
4.1. NÍVEIS DE MATURIDADE	69
4.2. GRUPOS DE ANÁLISE.....	70
4.2.1. ESTRATÉGIA	71
4.2.2. LIDERANÇA	73
4.2.3. OPERAÇÃO	74
4.2.4. CULTURA ORGANIZACIONAL	75
4.2.5. PESSOAS.....	76
4.2.6. GOVERNANÇA	77
4.2.7. TECNOLOGIA	78

4.3. METODOLOGIA DE ANÁLISE DE PESOS.....	79
4.3.1. ESTRATÉGIA: ANÁLISE DE PESOS	81
4.3.2. LIDERANÇA: ANÁLISE DE PESOS	83
4.3.3. OPERAÇÃO: ANÁLISE DE PESOS.....	85
4.3.4. CULTURA ORGANIZACIONAL: ANÁLISE DE PESOS .	87
4.3.5. PESSOAS: ANÁLISE DE PESOS.....	89
4.3.6. GOVERNANÇA: ANÁLISE DE PESOS.....	91
4.3.7. TECNOLOGIA: ANÁLISE DE PESOS	92
4.4. RANQUEAMENTO DO MODELO PROPOSTO	94
4.5. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO	95
4.5.1. EMPRESA A.....	95
4.5.2. EMPRESA B.....	97
5. CONCLUSÃO	98
REFERÊNCIAS.....	101
ANEXO I – QUESTIONÁRIO DE ANÁLISE DE EMPRESAS	112

1. INTRODUÇÃO

Vivencia-se atualmente a quarta revolução industrial, também denominada como indústria 4.0. Uma consequência desta nova revolução é que a dinâmica do trabalho vem sendo alterada, por meio da substituição de atividades, antes realizadas pelo homem, por máquinas e robôs, que executam esta mesma função de forma eficiente e sem problemas com relação a repetitividade da atividade. Uma nova dinâmica do trabalho, implica em mudanças nas profissões atualmente conhecidas, simultaneamente com alterações na forma que a segurança do trabalho é vista.

A maioria das indústrias não conhecem seu grau de maturidade em relação aos conceitos referentes tanto da indústria 4.0 como da segurança do trabalho, e nem em qual de suas áreas devem direcionar seus esforços para realizar as adaptações tecnológicas necessárias e se manterem competitivas no mercado industrial. Os modelos de maturidade são utilizados como instrumentos para conceituar e medir o nível de maturidade de uma empresa, ou de um processo relacionado a um estado ou objetivo futuro. (SANTOS, 2018). Esta ferramenta reflete aspectos da realidade, permitindo a classificação de determinados domínios de interesse, que podem ser utilizados para análise e comparação. (DONOVAN et al., 2016).

A realização de uma análise de maturidade da organização norteia a mesma em como realizar o processo de adaptação tecnológica, proveniente da quarta revolução industrial, simultaneamente com as adaptações necessárias dos postos de trabalho, visando a saúde e segurança de seus colaboradores.

A dinâmica de trabalho para indústrias são cada vez mais automatizadas. Processos são controlados por computadores, atividades que geram riscos à saúde de funcionários por conta da exposição à produtos químicos são realizados por máquinas. Assim os funcionários são realocados em novos postos de trabalho demandando uma atenção diferente com relação a sua saúde ocupacional. O cenário da indústria 4.0 requer um conjunto de tecnologias que sustentem processos industriais inteligentes.

Na subárea da Engenharia Química definida como Engenharia de Processos, que se darão as transformações mais notáveis provocadas pela quarta revolução industrial ou indústria 4.0. Neste cenário, o engenheiro químico deverá acompanhar de perto as novas tecnologias, colocando-as sempre a serviço daquilo que continuará sendo a sua missão fundamental: processos químicos mais eficientes, rentáveis, seguros e sustentáveis. (ABEQ, 2017).

Justifica-se esta pesquisa expondo a necessidade de estudo da área de interação entre a segurança do trabalho e a nova dinâmica de trabalho proveniente da indústria 4.0. Ressaltando-se que é de responsabilidade do engenheiro químico que os processos de produção sejam realizados de forma segura e com o menor índice possível de riscos para o trabalhador. Deste modo, tem-se a seguinte pergunta problema: Como desenvolver um modelo de maturidade da segurança do trabalho que atenda as necessidades da indústria 4.0?

1.1. OBJETIVO GERAL

O objetivo deste trabalho é desenvolver um modelo de maturidade da Segurança do Trabalho para a Indústria 4.0.

1.2. OBJETIVO ESPECÍFICO

- Entender o funcionamento da segurança do trabalho, junto com a legislação atual vigente;
- Analisar a transformação da segurança do trabalho ao decorrer da 4^o revolução industrial;
- Identificar aspectos norteadores para os problemas de cultura de segurança do trabalho em relação ao uso de modelos de maturidade de segurança do trabalho;
- Identificar e compreender os fatores técnicos e socioculturais da transformação da segurança do trabalho em relação a quarta revolução industrial.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo serão apresentados conceitos essenciais para cumprir com os objetivos propostos no presente estudo. Dentre os conceitos apresentados estão: indústria 4.0, segurança do trabalho, influência da indústria 4.0 na dinâmica de trabalho, segurança do trabalho no Brasil, modelos de maturidade e modelos de tomada de decisão multicritério.

2.1. INDÚSTRIA 4.0

A primeira revolução industrial aconteceu entre os anos de 1760 a 1840. Esta revolução ficou caracterizada por duas importantes invenções, que provocaram alterações no setor produtivo e de transporte da época: a descoberta do carvão como fonte de energia e o desenvolvimento de máquinas a vapor juntamente com as linhas férreas. A utilização de máquinas nas indústrias, proporcionou uma produtividade dinâmica, conseqüentemente a indústria tornou-se uma alternativa de trabalho para a população, que passou a deixar o campo em direção às cidades, em busca de empregos nas fábricas. (VIAN, 2015).

A segunda revolução industrial ocorreu no final do século XIX, tendo como precursor Henry Ford, que desenvolveu uma linha de produção em massa. (MATA et al., 2019). Esta revolução teve como principais inovações a eletricidade, fabricação do aço, lâmpadas incandescentes, combustíveis derivados de petróleo, linha de montagem, motor a explosão da locomotiva a vapor e o desenvolvimento de produtos químicos. (BEZERRA, 2018).

A terceira revolução Industrial, ou também denominada de revolução informacional, iniciou-se em meados do século XX. Corresponde ao processo de inovações no campo da informática e suas aplicações nos campos da produção e do consumo. As grandes realizações desse período são: o desenvolvimento da chamada química fina, a biotecnologia, a escalada espacial, a robótica, a genética, entre outros importantes avanços. Tem como principal característica o uso de tecnologias avançadas no sistema de produção industrial. (BRITO, 2017).

A quarta revolução industrial conhecida como Indústria 4.0 foi lançada pela primeira vez em 2011, na Alemanha, por meio da feira de Hannover. Esta teve como proposta a elaboração de uma nova tendência industrial baseada em tecnologia de ponta. (MATA et al., 2019). A quarta revolução Industrial está direcionada para os sistemas “de Produção Ciber-Físicos”, nos quais sensores dizem para as máquinas como elas devem ser processadas e os processos devem governar a si mesmos num sistema modular descentralizado. (BRITO, 2017). A Figura 1 ilustra a história e etapas das revoluções industriais.

Figura 1 – Evolução das revoluções industriais.



Fonte: Mata et al., (2019, p.18).

Como pode ser observado na Figura 1, nesta revolução das indústrias, houveram marcos fundamentais, os quais a tecnologia se fez presente. Como se observa, a primeira revolução estava em destaque a produção mecanizada e o uso de energia de máquinas a vapor. Já na segunda revolução houve o desenvolvimento da energia elétrica. Na terceira revolução houve uma crescente utilização da tecnologia da informação e de eletrônicos, o que desencadeou a quarta revolução, com o uso de sistemas físico-cibernéticos por meio de sensores e equipamentos conectados em rede.

O conceito da indústria 4.0, está baseado na integração de diversas tecnologias inovadoras. Tem como objetivo transformar o sistema industrial em um sistema inteligente utilizando para isto: a robótica avançada, impressão 3D,

Big Date, computação em nuvem, inteligência artificial, internet das coisas (IoT) e novos materiais. (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA, 2017).

I. Robótica avançada:

Sua aplicação tem sido expandida, tendo em vista que a utilização de robôs reduz custos de trabalho, e estes podem executar atividades repetitivas, podendo diminuir incidência problemas e acidentes associados a permanência de seres humanos em ambientes inóspitos ou insalubres. Além do cumprimento das tarefas atuais, futuramente, serão capazes de interagir com outras máquinas e com os humanos, tornando-se mais flexíveis e cooperativos. (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA, 2017; FREITAS, 2017).

II. Impressão 3D:

É o nome dado ao processo de criação de um objeto em três dimensões a partir de um modelo digital. A impressão é realizada por um processo aditivo, onde camadas de material são adicionadas sucessivamente de modo a compor objetos em formatos variados. (AZEVEDO, 2013).

III. *Big Date*:

É a capacidade de armazenamento e tratamento de um volume muito grande de informações que otimiza o design, a produção e os ciclos de produtos, sendo que simultaneamente minimiza o uso de recursos. O *Big Date* viabiliza a troca de informações de forma mais rápida fornecendo informações de linhas de produção prevenindo e identificando falhas no processo. (MATA et al., 2019).

IV. Computação em nuvem:

A nuvem consiste em máquinas acopladas a serviços de software capazes de entregar ampla gama de serviços de maneira confiável e segura para múltiplos dispositivos, garantindo a computação móvel. (FORESIGHT, 2013).

V. Inteligência artificial:

Tem como objeto de estudos o comportamento humano. Os pesquisadores tem como intuito estudar e explicar os processos

mentais humanos responsáveis pelo comportamento inteligente. O estudo desses processos é feito com o auxílio de técnicas computacionais que permitem a construção de modelos, na forma de programas, para a simulação de segmentos do comportamento humano. (TEIXEIRA, 2019).

VI. Internet das coisas (IoT):

Este termo considera que o ambiente da Indústria 4.0 tem quatro aspectos: a internet das coisas, a internet de dados, a internet de serviços e a internet de pessoas. É a rede utilizada para se comunicar, sentir e interagir com ambientes internos e externos. (MATA et al.,2019).

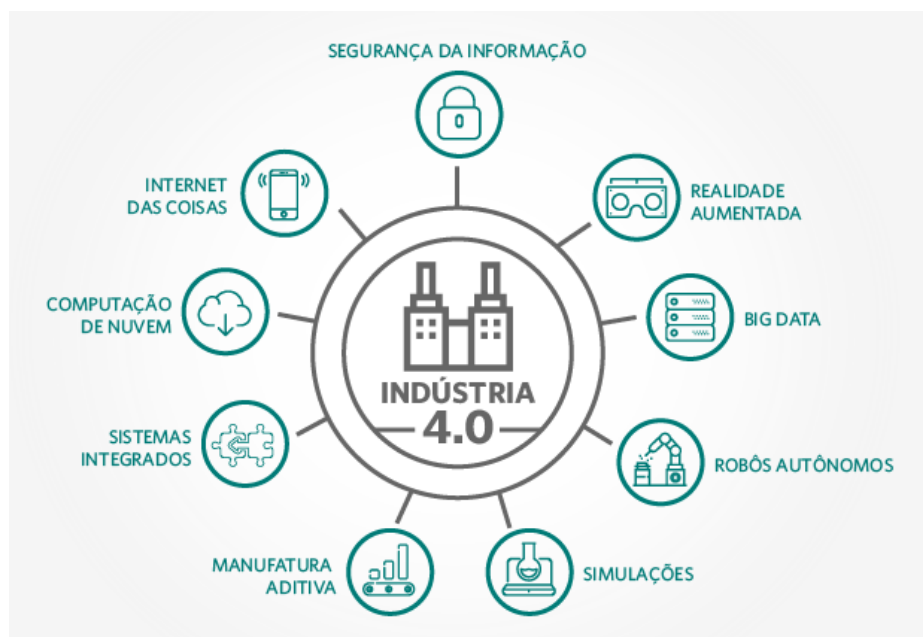
VII. Novos materiais:

São materiais que possuem uma propriedades que podem ser alteradas por meio de estímulos como, campo magnético, umidade, tensão e temperatura. Esses materiais proporcionam desenvolvimento de produtos e processos inovadores, tendo em vista que descartam o uso de sensores reagindo em tempo real as condições do ambiente. (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA, 2017).

Estes sistemas apresentados repercutem em melhorias dos sistemas produtivos e estão inseridos no que foi denominado como sendo os nove pilares da quarta revolução industrial, conforme Figura 2.

Com a implementação da indústria 4.0, ocorreram modificações na forma de trabalho, é o que apresenta o estudo realizado pela *World Economic Forum* (2016), das quais se destacam a alteração no cenário empregatício, proveniente da demanda de flexibilidade e novos formatos de trabalho; o aumento da classe média em mercados emergentes; aspectos ambientais impulsionando modelos de negócio a se tornarem sustentáveis; e a crescente volatilidade política alterando a dinâmica da economia global. (“WORD ECONOMIC FORUM. The future of jobs: employment, skills and workforce strategy for the fourth industrial revolution.”, 2016).

Figura 2 - Os nove pilares da Revolução 4.0.



Fonte: LWT sistemas.

Todos esses fatores mencionados anteriormente e ilustrados na Figura 2, são os principais pilares para que a indústria 4.0 funcione e exerça sua motivação, otimizando processos e funções e transformando o sistema industrial em um sistema inteligente.

No entanto, as modificações impostas pela indústria 4.0 proporcionam diversos benefícios, entre estes se destacam: (DESAFIOS PARA INDÚSTRIA 4.0 NO BRASIL, 2016).

- I. Maior eficiência: proporcionar um aumento de produtividade reduzindo simultaneamente custos operacionais e otimizando processos de automação e eficiência energética.
- II. Melhor gestão: torna o processo de tomada de decisão e controle mais eficientes.
- III. Menor *Time to Market*: este é o tempo de desenvolvimento do produto até o seu lançamento.
- IV. Melhores produtos: aumenta sua qualidade e permite uma maior customização.
- V. Maior segurança para os trabalhadores.

Como observado, a combinação das diversas tecnologias permite um novo nível de competitividade para as organizações, pois como consequência as atividades podem ser executadas com uma maior produtividade, economia de tempo, redução de custos, eficiência, melhor controle de qualidade, garantindo assim maior segurança no trabalho e para o trabalhador. Assim, tem-se observado que a indústria 4.0 tem provocado alterações no cenário de trabalho conhecido atualmente. Estas alterações serão tanto do ponto de vista tecnológico como também em relação ao sistema socioeconômico e demográficos, as quais serão descritas no tópico posterior.

2.2. INDÚSTRIA 4.0 E O MODELO DE TRABALHO ATUAL

Como nas revoluções industriais ocorridas ao decorrer da história, a Indústria 4.0 tem provocado impactos e modificações no modelo atual de produção e na dinâmica do trabalho, assim como provocará adaptações nos sistemas trabalhistas. (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA, 2017).

Dentre estas alterações se destacam o surgimento de novos postos de trabalho. Tais postos exigirão habilidades denominadas STEM (do inglês Science, Technology, Engineering and Math) que são um conjunto de habilidades comportamentais, relacionadas a comunicação, criatividade e negociação, e a capacidade técnica no campo de ciências, tecnologias, engenharia e matemática. Este conjunto de habilidades deverá representar as de maior relevância almejadas pelos empregadores em 2022, segundo dados dos Estados Unidos. (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA, 2017).

Esta transição do modelo atual de trabalho em decorrência da era da Indústria 4.0 irá exigir um grande aprendizado e uma rápida capacitação por parte do trabalhador. (TESSARINI JUNIOR; SALTORATO, 2018).

Diferentes tipos de empregos serão impactados de maneira específica a sua natureza, sendo que estes impactos dependem de categorias e do setor industrial em si. Podemos buscar exemplos no passado, de profissões que sofreram impactos significativos, em decorrência de revoluções industriais e da

era tecnológica, como as atividades relacionadas a datilografia e ao conserto de máquina de escrever, atividades estas que foram praticamente extintas. A seguir na Figura 3, está ilustrado alguns impactos da Indústria 4.0 em postos de trabalho por indústria e tipo de trabalho.

Figura 3 - Impactos da Indústria 4.0 no quantitativo dos postos de trabalho por indústria e tipo de trabalho.



Fonte: Confederação Nacional da Indústria (2017, p.24).

É perceptível, que os postos de trabalho que sofrerão menor impacto são aqueles que demandem atividades de: (FREY; OSBORNE, 2013).

- I. Manipulação e percepção: em robôs ainda é difícil reproduzir a percepção humana com qualidade, todavia é só questão de tempo para isto ser efetivado com sucesso.
- II. Atividades criativas: a habilidade de criar inovação por meio de inteligência artificial é difícil de ser reproduzida.
- III. Inteligência social: habilidades como de negociação e persuasão já foram desenvolvidas e aplicadas por algoritmos, todavia os resultados foram insatisfatórios tendo em vista a complexidade do reconhecimento de emoções.

Segundo dados divulgados pelo McKinsey Global Institute (2017) é estimado que 49% das atividades que as pessoas são pagas para realizar, tem potencial de serem automatizadas, por meio de adaptações da tecnológicas. Sendo que apenas 5% das profissões podem ser completamente automatizadas e cerca de 60% delas possuem ao menos 30% se suas atividades com potencial de automatização. A pesquisa também alerta que quase um quinto do tempo gasto nos locais de trabalho nos EUA, envolve atividade física previsível, e é predominante em setores como manufatura e comércio varejista. Assim, esses setores têm um potencial técnico relativamente alto para automação usando a tecnologia atual.

Em um estudo, agora realizado pela Roland Berger (2016), foi constatado as alavancas da Indústria 4.0 que impactam os postos de trabalho na Europa. As alavancas consideradas no estudo são:

- I. Aumento da produtividade proveniente da adoção de tecnologias da Indústria 4.0.
- II. A desindustrialização de alguns setores na Europa devido à perda de competitividade para outras regiões.

O estudo apresentou um efeito líquido positivo no cenário empregatício europeu até 2035. Foi constatado também que a criação de novos postos de trabalho será movida pelas oportunidades de reinvestimentos em novos projetos e criação de empregos. (BERGER, 2016).

Em análise realizada na Alemanha, foi constatado que a digitalização tem um poder positivo na criação de postos de trabalho no país. Cerca de 260 mil postos de trabalho podem ser criados até 2030, em contra partida é esperado uma redução de 23 mil postos de trabalho devido a digitalização acelerada. (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA, 2017).

Um estudo realizado pela World Economic Forum (2016) conclui que, para o Brasil, até 2020, diferentes profissões apresentaram diferentes perspectivas. Esta pesquisa considera direcionadores tecnológicos provenientes da Indústria 4.0 e direcionadores demográficos e socioeconômicos. A Figura 4 ilustra o resultado obtido.

É notável que as habilidades STEM apresentam uma tendência positiva enquanto as áreas como administrativo, manutenção e negócios jurídico e financeiro apresentam tendência negativa. O setor de produção, manufatura, transporte e logística apresentam característica neutra sendo que estes podem ser justificados pelo atraso tecnológico do Brasil em relação aos países precursores da Indústria 4.0.

Figura 4 – Perspectiva do cenário esperado em algumas profissões Brasileiras até 2020.



Fonte: Confederação Nacional da Indústria (2017, p.25).

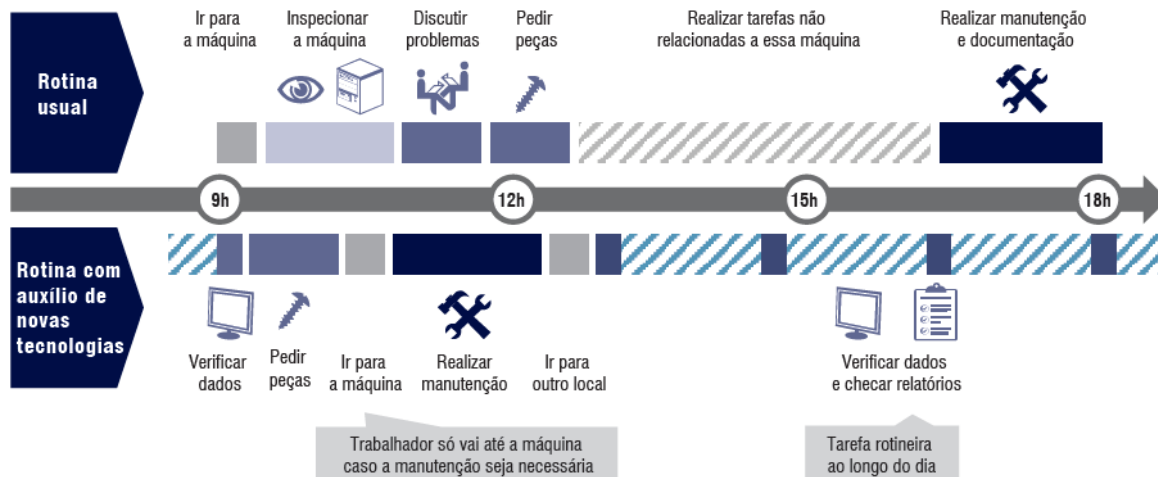
É imprescindível a realização de uma avaliação sobre os impactos que a Indústria 4.0 proporcionará na dinâmica de trabalho, sendo assim o próximo tópico deste trabalho abordará esta temática.

2.3. INFLUÊNCIA DA INDÚSTRIA 4.0 NA DINÂMICA DE TRABALHO

Com o desenvolvimento da Indústria 4.0 temos uma nova realidade produtiva, onde tudo dentro de uma indústria estará conectado para realizar a melhor tomada de decisão com relação a produção, custo e a segurança. (TESSARINI JUNIOR; SALTORATO, 2018). A Figura 5 ilustra algumas

alterações com relação a rotina de trabalho proveniente dessa nova realidade produtiva.

Figura 5 - Alteração na rotina de trabalho com o auxílio de novas tecnologias.



Fonte: Confederação Nacional da Indústria (2017, p.31).

Nota-se por meio da Figura 5 durante um processo de manutenção em uma rotina usual, este levaria aproximadamente 18h para ser realizado. Enquanto uma rotina com auxílio de novas tecnologias, a manutenção já estaria executada com 12h, sobrando tempo ainda para o trabalhador realizar suas tarefas rotineiras ao decorrer do dia.

Assim enfatiza-se que a forma que a mão-de-obra que é conceituada atualmente será extremamente impactada. Os postos de trabalho com funções que exigem atividades braçais e repetitivas sofrerão uma alta redução, atingindo fortemente o setor de mão-de-obra. O chamado popularmente de “chão de fábrica” vai passar por mudanças, onde os colaboradores terão um papel mais técnico e estratégico, onde a atividade exercida tende a ficar muito mais flexível e as pessoas terão de lidar com máquinas e ao mesmo tempo com sistemas inteligentes. (LORENZ, M. et al.,2015).

Essa nova revolução industrial tem proporcionado muitos desempregos em diferentes áreas de atuação. Empresas de diversos portes tem diminuído suas equipes e recorrendo a tecnologias para a execução de funções que antes

eram feitas por pessoas. (MATA et al., 2019). Lorenz, et al. (2015) destaca que as empresas precisarão reciclar seus funcionários e adotar novos modelos de trabalho e organização para se manterem competitivas no mercado. Tendo em vista esse quadro demissional à volta desses indivíduos ao mercado de trabalho se torna um desafio, que exige que os trabalhadores se adequem as novas demandas técnicas adquirindo conhecimento de outras áreas por meio de qualificações, cursos e treinamentos.

Os principais pontos que impactam a dinâmica do trabalho provenientes das tecnologias advindas da Indústria 4.0 são: (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA, 2017).

- I. Deslocamento de mão de obra entre setores e funções específicas.
- II. Flexibilização do regime de trabalho.
- III. Alterações nos requisitos de capacitação.
- IV. Melhora na segurança no trabalho.
- V. Disseminação de novas plataformas de relacionamento entre trabalhador e empregador.

A Figura 6 ilustra o impacto na dinâmica do trabalho que pode ser gerado pelos principais elementos da Indústria 4.0.

Nota-se a partir da Figura 6 que a robótica avançada, dentre os principais elementos, é o que mais se destaca, não estando presente apenas para plataformas. O impacto de capacitação é o mais atingido na dinâmica do trabalho sendo influenciado pelas seguintes características da indústria 4.0: robótica avançada, inteligência artificial, novos materiais e *big data*.

Figura 6 – Impactos esperados pelas tecnologias na Indústria 4.0.

Impactos na dinâmica de trabalho	Principais elementos da Indústria 4.0							Descrição
	Robótica avançada	Inteligência artificial	Computação em nuvem	Novos materiais	Big Data	Impressão 3D	Internet das Coisas	
1 Deslocamento de mão de obra	✓					✓		Redução e aumento de postos de trabalho em setores e funções específicos, deslocando mão de obra
2 Flexibilização	✓		✓				✓	Regimes de trabalho mais flexíveis tanto em relação à jornada de trabalho como também à localização
3 Capacitação	✓	✓		✓	✓			Capacitação da força de trabalho devido aos novos campos de conhecimento e tecnologia
4 Segurança no trabalho	✓	✓						Melhora nas condições de trabalho através do uso de robôs executando atividades de maior risco
5 Plataformas			✓				✓	Aumento no número de plataformas, incluindo <i>crowdworking</i>

Fonte: Confederação Nacional da Indústria (2017, p.28).

Um estudo realizado por Tessarini Junior e Saltorato (2018) destaca alguns impactos da indústria 4.0 na organização do trabalho, onde é possível identificar algumas transformações geradas pela tecnologia no ambiente de produção e como elas afetarão a redução e criação de empregos em determinadas áreas de atuação conforme a Tabela 1.

Tabela 1 – Transformações vs empregos.

TRANSFORMAÇÃO	REDUÇÃO DE EMPREGOS	CRIAÇÃO DE EMPREGOS
Utilização do <i>Big Data</i> no controle de qualidade.	<ul style="list-style-type: none"> Especialistas em controle de qualidade. 	<ul style="list-style-type: none"> Analistas de dados industriais.
Utilização de robôs, veículos, autônomos e impressoras 3D nas linhas de produção.	<ul style="list-style-type: none"> Operadores de produção, montagem e embalagem Pessoal de logística. 	<ul style="list-style-type: none"> Coordenadores de robôs Engenheiros e especialistas em pesquisa e desenvolvimento.
Redes de suprimentos e linhas de produção autônomas e inteligentes.	<ul style="list-style-type: none"> Especialistas em planejamento de produção. 	<ul style="list-style-type: none"> Especialistas em modelagem e interpretação de dados.
Manutenção preditiva automatizada.	<ul style="list-style-type: none"> Técnicos de manutenção tradicionais. 	<ul style="list-style-type: none"> Analistas de dados, sistemas e TI.

Fonte: Tessarini Junior; Saltorato (2018, p.759).

É perceptível por meio da Tabela 1 que ao mesmo tempo que muitas profissões estão sendo substituídas, novas funções estão surgindo, tendo em vista a necessidade de mão-de-obra nas áreas de tecnologia da informação, mecatrônica com habilidades com software, programação e inteligência artificial. A tendência de surgir novas especializações também é válida para garantir novas interfaces e interligar a relação entre os seres humanos e as máquinas. (MATA et al., 2019).

O termo infoproletários vem ganhando espaço de discussão na dinâmica do trabalho. Estes são os operários do novo mundo do trabalho digital: motoristas de aplicativo, operadores de telemarketing, técnicos da indústria de software, vendedores de comércio digital, bancários e dezenas de outras ocupações. São os trabalhadores, que independente da função que exerçam, é exigido para execução de seu trabalho a presença de uma máquina, um computador ou um celular. As atividades executadas por um infoproletário possui características bem definidas: intensidade no trabalho, pouca criatividade, pouca capacidade de controle e nenhuma estabilidade profissional. (ANTUNES; BRAGA, 2015).

Quando a dinâmica do trabalho é discutida, não pode-se deixar de considerar a saúde e integridade, tanto física como psicológica dos trabalhadores. Essa discussão direcionada a segurança no trabalho será abordada nos próximos tópicos.

2.4. SEGURANÇA DO TRABALHO

O envolvimento do homem com a segurança remonta aos tempos em que começou a utilizar instrumentos para trabalhar. Há quatro milhões de anos, quando os homens viviam nas cavernas, estes já viviam de acordo com algumas regras de segurança. Ao longo dos séculos, o homem modelou-se ao meio, de forma continuada, onde simultaneamente na medida que evoluía desenvolvia novas necessidades. Sabe-se atualmente que foi o trabalho da pedra que contribuiu, de forma determinante, para a criação da inteligência. A forma dos objetos e dos instrumentos evidencia que, mesmo nos primeiros tempos da humanidade, o desejo de assegurar a segurança e o bem-estar já se encontravam existentes. (FREITAS, 2016).

O homem sempre esteve exposto a riscos, todavia ao decorrer da primeira revolução industrial e com a invenção das máquinas a vapor, esses riscos só foram ampliando sua proporção. Com o passar dos anos deu-se início a produção em larga escala, por meio do uso de novas tecnologias, onde as fábricas eram estruturadas em locais improvisados, com péssimas condições de trabalho (o que incluía também mulheres e crianças) em jornadas diárias de até 16 horas. Como consequência de todo esse quadro, um grande número de acidentes de trabalho, doenças relacionadas a atividade executada e mortes começaram a acontecer. Essa situação dramática originou as primeiras leis e estudos relacionados à proteção, à saúde e à integridade física dos trabalhadores. (FERREIRA; PEIXOTO, 2012).

Tem-se em Bassano e Barbosa (2018, p.18) uma definição de Segurança do Trabalho:

A segurança do trabalho é a ciência que estuda as possíveis causas dos acidentes e incidentes durante a atividade laboral do trabalhador. Seu principal objetivo é a prevenção de acidentes e doenças ocupacionais e outras formas de agravos a saúde do profissional. Ela atinge sua finalidade quando consegue proporcionar a ambos, empregado e empregador, um ambiente de trabalho saudável e seguro. (BASSANO, BARBOSA, 2018, p.18).

Cabe a segurança do trabalho em conjunto com outros conhecimentos afins como a medicina do trabalho, ergonomia, saúde ocupacional e segurança patrimonial, identificar os fatores de risco que levam a ocorrência de acidentes e doenças ocupacionais, avaliando assim os seus efeitos na saúde do trabalhador. (BASSANO; BARBOSA, 2018).

Sendo assim a Segurança do Trabalho é baseada em Leis que são regulamentadas por Normatizações. As Normas Regulamentadoras (NR's) relativas à Segurança e Medicina do Trabalho são de cumprimento obrigatório por empresas privadas, públicas, pelos órgãos públicos da administração direta e indireta, bem como pelos órgãos de poder legislativo e judiciário, que possuam empregados regidos pela consolidação das leis do trabalho. As NR's, auxiliam a elaboração e implantação de procedimentos de processamentos dentro da organização com o trabalhador e vice-versa para se adequarem à Segurança e Medicina do Trabalho. (SMT, 2010).

Acidentes de trabalho representam altos custos tanto para a empresa, como para a sociedade e ao próprio trabalhador. Se considerados os custos econômicos, estes são dificilmente calculáveis. O que se pode ainda destacar é a forma adequada e prevista em questão a segurança de trabalho. É primordial o desenvolvimento de uma gestão com o intuito de garantir que os operários desempenhem suas atividades com cautela e segurança, eliminando qualquer tipo de risco eminente, evitando-se assim as ocorrências de acidentes do trabalho e doenças ocupacionais. (CAMARGO et al., 2018).

Todavia ainda existem empresas que relacionam os serviços de segurança do trabalho, saúde e meio ambiente como um “custo desnecessário”. Ancorado neste pensamento, Peixoto (2011), demonstra que a segurança do trabalho é praticada pela conscientização de empregadores e empregados em relação a seus direitos e deveres, sendo que esta deve ser praticada na rua, em casa, em todo o lugar e em qualquer momento. Empresas modernas e rentáveis reconhecem que o investimento com a segurança proporciona condições adequadas de serviço resultando em redução de custos e maior qualidade em produtos e serviços. (PEIXOTO et al., 2011).

2.5. SEGURANÇA DO TRABALHO NO BRASIL

Segundo o Ministério Público do Trabalho (MPT), somente no primeiro trimestre de 2018, os gastos estimados com benefícios relacionados aos acidentes de trabalho ultrapassaram R\$ 1 bilhão, somados auxílios-doença, aposentadorias por invalidez, pensões por morte e auxílios-acidente. (CIPA, 2018).

Em 1 de março de 2019 foi divulgado pela Federação das Indústrias do Estado do Paraná (FIEP) que mais de 800 mil acidentes de trabalho foram registrado no Brasil em 2018. O que significa que a cada 48 segundos um trabalhador sofre acidente no país. Entre 2012 e 2018, foram registrados 4,26 milhões de acidentes de trabalho, o que resultou num gasto de 28,81 bilhões de reais em benefícios acidentários como pensão por morte, auxílio-acidente e doença e aposentadoria por invalidez. O estudo também mostra que o número

de afastamento nas empresas brasileiras por acidentes de trabalho entre 2012 e 2018 foi superior a 335 milhões. (FIEP, 2019).

O anuário estatístico de acidentes de trabalho de 2017 divulgados pela Secretaria de Previdência (SPREV) mostra o número de acidentes de trabalho que ocorreram no Brasil entre os anos de 2013 a 2017.

Tabela 2 - Anuário estatístico de acidentes de trabalho de 2017 divulgados pela Secretaria de Previdência (SPREV).

ACIDENTES DE TRABALHO NO BRASIL		
ANO	Total de Acidentes no Brasil	Variação em relação ao ano anterior
2013	725.664	1,64%
2014	712.302	-1,84%
2015	622.379	-12,62% (GREVE)*
2016	585.626	-5,91%
2017	549.405	-6,19%

* Greve dos administrativos de 07/074/2015 a 25/09/2015 e greve dos peritos médicos de 04/09/2015 a 25/01/2016.

Fonte: SPREV (2018, p.3).

É perceptível por meio dos dados apresentados na Tabela 2 que o número de acidentes do trabalho no Brasil tem sofrido uma redução significativa com o passar dos anos. Em 2017 onde foram registrados 549.405 acidentes de trabalho em todo o Brasil. Esse número representa uma queda de 6,19% em relação a 2016, com 585.626 registros.

Quanto à notificação de acidente de trabalho com CAT Registrada (houve registro no INSS da Comunicação de Acidentes do Trabalho) e sem CAT Registrada (acidentes do trabalho identificados por meio de perícia) os dados encontram-se apresentados na Tabela 3 em um comparativo dos anos de 2007 a 2017.

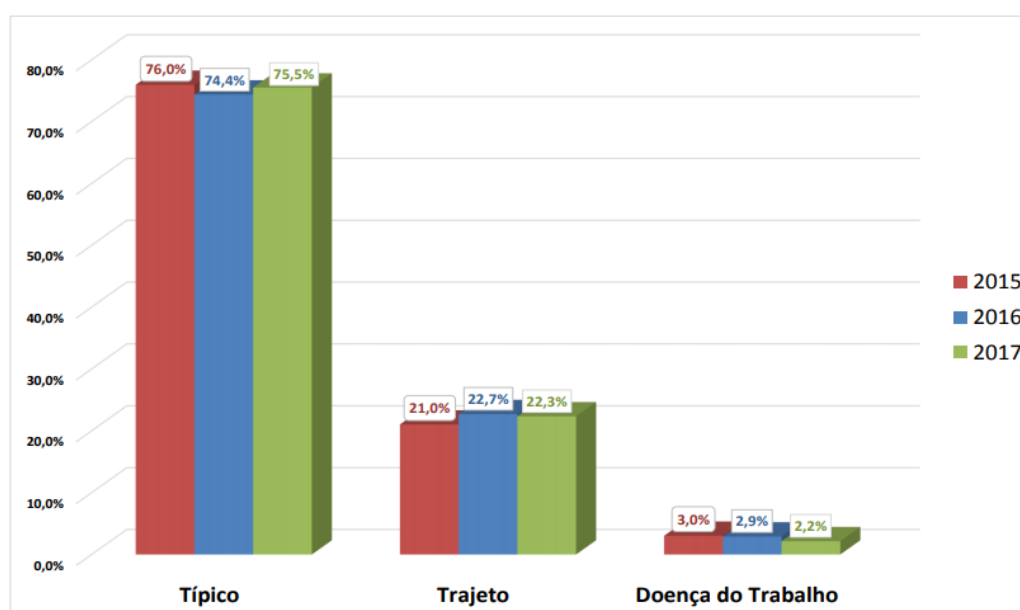
Tabela 3 - Acidentes de trabalho com CAT e sem Registrada entre os anos de 2007 e 2017 no Brasil.

ANO	TOTAL GERAL	COM CAT				TOTAL SEM CAT
		TOTAL COM CAT	TÍPICO	TRAJETO	DOENÇA DO TRABALHO	
2007	659.523	518.415	417.036	79.005	22.374	141.108
2008	755.980	551.023	441.925	88.742	20.356	204.957
2009	733.365	534.248	424.498	90.180	19.570	199.117
2010	709.474	529.793	417.295	95.321	17.177	179.681
2011	720.629	543.889	426.153	100.897	16.839	176.740
2012	713.984	546.222	426.284	103.040	16.898	167.762
2013	725.664	563.704	434.339	112.183	17.182	161.960
2014	712.302	564.283	430.454	116.230	17.599	148.019
2015	622.379	507.753	385.646	106.721	15.386	114.626
2016	585.626	478.039	355.560	108.552	13.927	107.587
2017	549.405	450.614	340.229	100.685	9.700	98.791

Fonte: SPREV (2018, p.7).

Nota-se uma queda na quantidade de acidentes do trabalho em 2017: 5,7% com CAT, 8,2% sem CAT e 6,2% no total. Sendo a maior queda com relação a doenças do trabalho com redução de 30,4%. O Gráfico 1 apresenta uma distribuição relativa dos acidentes do trabalho com CAT por motivos de: doença do trabalho, típico e de trajeto.

Gráfico 1 – Distribuição relativa dos acidentes do trabalho com CAT por motivo no período de 2015 a 2017.



Fonte: SPREV (2018, p.8).

Um acidente de trajeto é o acidente ocorrido no trajeto entre residência e local de trabalho, enquanto um acidente típico é o que ocorre com o segurado a serviço da empresa e a doença do trabalho é uma doença ocupacional incluindo nesse conceito a doença profissional e a do trabalho. Por meio do Gráfico 1 nota-se que a participação relativa de acidentes típicos em 2017 apresentou crescimento enquanto doenças do trabalho tiveram uma queda. (SPREV, 2018).

Nos próximos tópicos serão discutidos modelos de maturidade, definindo o que são e para que servem e aplicações destes na segurança do trabalho e na indústria 4.0.

2.6. MODELO DE MATURIDADE

Modelo de maturidade pode ser definido como uma estrutura conceitual, constituída por partes que definem a maturidade, ou estado de desenvolvimento, de uma determinada área de interesse. (SOUZA; GOMES, 2015).

Os modelos de maturidade são utilizados como instrumentos para conceituar e medir o nível de maturidade de uma empresa, ou de um processo relacionado a um estado ou objetivo futuro. São estruturados no fundamento de que as pessoas, as organizações, áreas funcionais, e os processos, evoluem por meio de um processo de desenvolvimento, ou de crescimento, na direção de uma maturidade mais avançada, a partir de um determinado número de níveis. Mediante o entendimento de Santos (2018, p.39) temos uma definição do que representa um nível de maturidade.

Um nível no modelo é a base sobre a qual uma evolução para um nível maior de maturidade pode ser planejada e implementada. O objetivo dos modelos de maturidade é quantificar as atividades realizadas, torná-las mensuráveis e fazê-las maduras ao longo do tempo. (SANTOS, 2018, p.39).

Esta ferramenta reflete aspectos da realidade, permitindo a classificação de determinados domínios de interesse, que podem ser utilizados para análise e comparação. Os modelos de maturidade tipicamente contemplam dimensões e níveis. O conteúdo de cada dimensão pode ser proveniente de métodos qualitativos de pesquisa, incluindo estudos de caso, grupos focais, e outras

metodologias de geração de ideias e tomada de decisão. (DONOVAN et al., 2016). Enquanto isso os níveis são rótulos ordinais que significam estágios de maturidade.

Um nível de maturidade consiste na consolidação de práticas gerais e específicas relacionadas a um conjunto de processos predefinidos que aumentam a performance geral de uma empresa, ou de um objetivo específico. (SANTOS, 2018, p.39).

Uma variedade de modelos foi criada com a finalidade de desenvolver a maturidade das organizações. Por exemplo, um modelo de maturidade em gerenciamento de projetos, permite com que uma organização visualize e entenda a estrutura conceitual da gestão de projetos, tendo em vista que níveis mais elevados de maturidade sugerem a capacidade de obter melhores resultados em projetos. (VIANA, 2014).

A Tabela 4 apresenta alguns modelos de maturidade para a área de gerenciamento de projetos. É apresentado como é realizado o ranqueamento para determinação de qual nível de maturidade a organização encontra-se.

Tabela 4 – Ranqueamento de modelos de maturidade em gerenciamento de projetos.

MODELO	RANQUEAMENTO
Modelo de Maturidade em Gerenciamento de Projetos (MMGP)	Questionário com 40 questões. Todas as perguntas têm cinco alternativas, com exceção do nível 5 que possui duas alternativas. Essas cinco alternativas correspondem ao estágio em que a organização se encontra com relação à respectiva pergunta.
Project Management Maturity Model (PMMM)	Questionário onde cada pergunta tem sete possibilidades de resposta, atribuído um número variando de -3 (discordo totalmente) a +3 (concordo totalmente). O valor total, calculado, servirá para indicar a fase que a organização se encontra.
Organizational Project Management Maturity Model (OPM3)	Questionário e um <i>software</i> com um banco de dados de boas práticas de gerenciamento de projetos.

Fonte: Autoria própria.

Viana (2014) destaca que assim como não há um consenso a respeito dos fatores de medição de sucesso organizacional, a mesma dificuldade é encontrada para a avaliação da maturidade organizacional.

Na concepção de Oliveira Junior (2018) e Bruin et al. (2005) a importância de uma estrutura de desenvolvimento padrão de um modelo de maturidade é enfatizada quando se considera a finalidade para este modelo, podendo este ser aplicado perante uma avaliação da maturidade de natureza descritiva, prescritiva ou comparativa.

I. Modelo Descritivo:

Apenas permite identificar o nível que a organização se encontra sem propor melhorias para aumentar o nível de maturidade. (OLIVEIRA JUNIOR, 2018). Se um modelo é puramente descritivo, a aplicação deste converge para um único ponto, sem provisão para melhorar a maturidade ou fornecer perspectiva de desempenho. Este tipo de modelo é bom para avaliar o aqui e agora, ou seja a situação como ela está. (BRUIN et al., 2005).

II. Modelo Prescritivo:

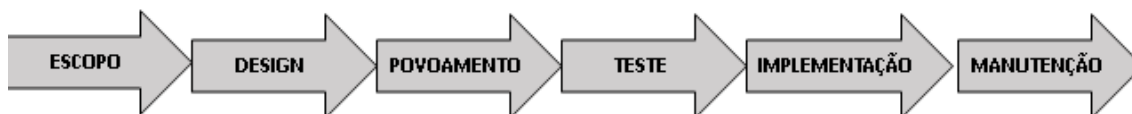
Indica a forma para alcançar os próximos níveis de maturidade ao estabelecer um roteiro para melhorias. (OLIVEIRA JUNIOR, 2018).

III. Modelo Comparativo:

É capaz de comparar as práticas semelhantes nas organizações, a fim de obter referência de maturidade dentro de indústrias diferentes. Todavia para utilizar um modelo Comparativo, o mesmo deve ser aplicado em uma grande variedade de organizações, com o intuito de atingir os dados suficientes para que a comparação almejada seja válida. (OLIVEIRA JUNIOR, 2018).

Bruin et al. (2005) propõem uma estrutura de desenvolvimento padrão para auxiliar o desenvolvimento de modelos de maturidade. Esta estrutura encontra-se na Figura 7.

Figura 7 – Metodologia para o desenvolvimento de modelos de maturidade.



Fonte: Adaptado Bruin et al. (2005, p.3).

A primeira etapa desta metodologia, apresentada na Figura 7, tem como objetivo definir o escopo do modelo que será desenvolvido, são delimitados os limites para aplicação e uso do modelo, com a definição do seu intuito e dos seus *stakeholders*. (BRUIN et al., 2005).

Na etapa de *design* são definidos o público-alvo, o método de aplicação, o solicitante da avaliação, os avaliadores e as estratégias de aplicação. Um princípio de *design* comum é representar a maturidade como um número de estágios cumulativos, sendo que este número pode variar de modelo para modelo, contudo a importância é que os estágios finais sejam bem definidos, existindo uma progressão lógica entre as etapas. Os estágios devem ser nomeados de forma clara e curta, sendo de fácil interpretação. Os estágios de maturidade podem ser definidos por meio de duas abordagens: *top-down* ou *bottom-up*. (BRUIN et al., 2005).

- *Top-down*: as definições são escritas primeiro e em seguida as medidas são desenvolvidas para ajustar as definições.
- *Bottom-up*: os requisitos e as medidas são determinados primeiro e em seguida as definições são escritas para refletir isso.

Definido o escopo e o *design* do modelo o próximo passo é definir o conteúdo do modelo, onde é necessário identificar o que precisa ser medido na avaliação da maturidade e como isso pode ser medido. Esta etapa pode ser realizada por meio de uma revisão de literatura. (BRUIN et al., 2005).

Depois que o modelo é preenchido ele deve ser testado quanto à relevância e rigor. Este pode ser validado por meio de uso de ferramentas em grupos focais e entrevistas, sendo que o domínio de avaliação deve ser completamente representado. Uma vez que o modelo de maturidade inicial foi julgado completo, um teste piloto de confiança pode ser iniciado, com o objetivo de melhorar a convergência de opiniões e objetivos pretendidos do projeto. Essas etapas iniciais para a validade são fundamentais para garantir que a base teórica do modelo seja sólida. (BRUIN et al., 2005).

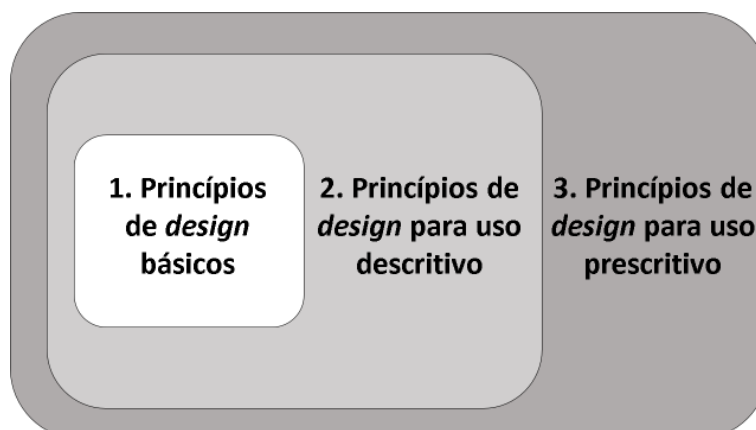
Após os testes, o modelo deve ser disponibilizado para uso e verificação. Questões como onde o modelo foi desenvolvido e testado devem ser levantadas em consideração. Até que o modelo seja implementado em entidades

independentes do desenvolvimento e teste, este não é validado, independente de ter sido formulado para um domínio específico ou para uma aplicação geral. (BRUIN et al., 2005).

O sucesso em estabelecer a generalização do modelo requer que sejam tomadas providências para lidar com volume de aplicações. Isso exige medidas de repositório para acompanhar a evolução do modelo e o seu desenvolvimento. A evolução do modelo ocorrerá conforme o conhecimento do domínio e a compreensão do modelo é ampliada e aprofunda. Esta capacidade irá apoiar ainda mais a padronização e a aceitação global. A disponibilidade de recursos para realizar tal manutenção também será determinada pelo escopo inicial. Se o modelo é disponibilizado por meio de uma interface web, software precisarão ser atualizados para refletir as mudanças no domínio e na tecnologia. Se a globalização do o modelo é alcançado a certificação de aplicadores de modelos é necessária, assim como material de treinamento, processos, e assim por diante. A relevância continuada de um modelo será assegurada apenas pela manutenção do modelo ao longo do tempo. (BRUIN et al., 2005).

Pöppelbuß e Röglinger (2011) propõem um *framework* de apoio como *checklist*, que pode ser utilizado na melhoria ou criação de modelos de maturidade. Os princípios gerais de *design* para modelos de maturidade são baseados em uma extensa revisão de maturidade na literatura relacionada a esses modelos. Ao decorrer da instigação desses autores, a respeito da utilidade dos modelos de maturidade, foi constatado que os mesmos são agrupados em três princípios: o básico, para fins descritivos de uso e para propósito prescritivo de uso. Os princípios de design básicos devem ser abordados independentemente de um propósito específico de uso. Enquanto a maturidade descritiva os modelos devem estar em conformidade com os princípios de *design* básicos. E os prescritivos devem estar de acordo com os dois primeiros princípios conforme a ilustração da Figura 8.

Figura 8 – Estrutura do framework de princípios de Design para um modelo de maturidade.



Fonte: Adaptado Pöppelbuß e Röglinger (2011, p.6).

A partir do *framework* de Princípios de *Design*, é possível elencar os subcomponentes que compõem cada um dos princípios. A Tabela 5 apresenta de forma detalha o princípio de *Design* elaborado por Pöppelbuß e Röglinger (2011).

Tabela 5 – Estrutura de design para modelos de maturidade.

GRUPO	PRINCÍPIOS DE <i>DESIGN</i>	
Básico	1.1	Informação básica: a) Domínio da aplicação e pré-requisitos para aplicabilidade. b) Finalidade de uso. c) Grupo alvo. d) Classe de entidades sob investigação. e) Diferenciação de modelos de maturidade relacionados. f) Processo de projeto e extensão da validação empírica.
	1.2	Definição de construtos centrais relacionados à maturidade e maturação: a) Maturidade e dimensões de maturidade. b) Níveis de maturidade e caminhos de maturação. c) Níveis disponíveis de granularidade de maturação. d) Apoiar os fundamentos teóricos em relação à evolução e mudança.
	1.3	Definição de construções centrais relacionadas ao domínio da aplicação.
	1.4	Documentação orientada ao grupo alvo.

Descritivo	2.1	CrITÉRIOS intersubjetivamente verificÁveis para cada nÍvel de maturidade e nÍvel de granularidade.
	2.2	Metodologia de avaliaÇão orientada para grupos-alvo: a) Modelo de procedimento. b) Assessoria na avaliaÇão de critÉrios. c) Assessoria na adaptaÇão e configuraÇão de critÉrios. d) Conhecimento especializado de aplicaÇão anterior.
Prescritivo	3.1	Medidas de melhoria para cada nÍvel de maturidade e nÍvel de granularidade.
	3.2	CÁlculo de decisão para selecionar medidas de melhoria: a) ExplicaÇão dos objetivos relevantes. b) ExplicaÇão de fatores relevantes de influênciA. c) DistinÇão entre um relatório externo e uma perspectiva de melhoria interna.
	3.3	Metodologia de decisão orientada para grupos-alvo: a) Modelo de procedimento. b) Assessoria na avaliaÇão de variÁveis. c) Assessoria na concretizaÇão e adaptaÇão das medidas de melhoria. d) Assessoria na adaptaÇão e configuraÇão do cÁlculo de decisão. e) Conhecimento especializado de aplicaÇão anterior.

Fonte: Adaptado Pppelbu e Rglinger (2011, p.7).

Os autores enfatizam que os princÍpios bÁsicos de *design* são importantes para o desenvolvimento de todos os modelos de maturidade, dando suporte a sua construÇão de forma a garantir sua aplicabilidade, independente do propósito do mesmo. (PPPELBU; RGLINGER, 2011).

As crÍticas mais comuns a modelos de maturidade incluem exatidão insuficiente, documentaÇão pobre, fundamentaÇão teórica inadequada, e abordagens tendenciosas no escopo do modelo, mesmo quando existem mÉtodos empÍricos. Em alguns casos, ao invés de desenvolverem próprios modelos de maturidade, as organizaÇões utilizam modelos concebidos por instituiÇões especializadas em determinados domÍnios de conhecimento. Todavia existem vantagens e desvantagens em utilizar modelos prontos. Santos (2018) apresenta alguns desses tpicos:

- I. Principais vantagens:
 - Prontos para o uso.

- Já foram testados, usados por outras instituições e pessoal especializado.
- Ele continua a ser desenvolvido, com muitas pessoas e instituições que os utilizam e contribuem para o seu aperfeiçoamento.

II. As principais desvantagens:

- Existem modelos com escopos que atendem apenas parcialmente à necessidade.
- Ele foi desenvolvido a partir de uma determinada disciplina.
- Parecem ser generalistas e não mostram o verdadeiro dinamismo da instituição que deseja aplicá-lo.
- Eles são únicos e têm que ser usados na própria forma como foram construídos, por isso não são flexíveis.

Uma pesquisa bibliográfica será apresentada nos próximos tópicos deste trabalho, com o objetivo de estudar alguns modelos de maturidade já desenvolvidos para a Indústria 4.0 e para a segurança no trabalho, com objetivo de conhecer o que existe na literatura, e fundamentar o desenvolvimento de um novo modelo, que contemple as melhores práticas de outros, relacionando a segurança no trabalho e a indústria 4.0.

2.7. MODELO DE MATURIDADE DE SEGURANÇA NO TRABALHO

O termo cultura de segurança foi utilizado pela primeira vez em um relatório sobre o acidente de Chernobyl no ano de 1986. Este conceito foi utilizado como intuito de justificar a sequência de erros organizacionais e violações nos procedimentos operacionais que ocasionaram o desastre que é considerado o pior acidente nuclear da história. (SOUZA, 2018).

Em 1989 é apresentado a primeira definição de cultura de segurança a salientar aspectos verdadeiramente culturais, onde esta cultura de segurança corresponde a um sistema de significados partilhados por um determinado grupo

de segurança e podem ser definido na visão de Gonçalves Filho (2011, p.70) como:

O conjunto específico de normas, crenças, funções, atitudes e valores dentro de uma organização, com o objetivo de minimizar a exposição dos empregados, clientes, fornecedores e do público em geral das condições consideradas perigosas ou que causem doenças. (GONÇALVES FILHO, 2011, p.70).

Para Cooper (1998) a definição de cultura de segurança é o resultado de interações dinâmicas entre três aspectos: 1) os pressupostos básicos e valores; 2) práticas coletivas; e 3) estrutura da organização. Sendo que estas interações podem variar em intensidade e tempo. Enquanto para Reason (1997) e Hopkins (2005), a cultura de segurança é um conjunto de pressupostos básicos e valores, compartilhados coletivamente pelos membros da organização, que determinam a estrutura e as práticas coletivas com relação à segurança do trabalho.

A cultura de segurança é avaliada e mensurada por meio de indicadores de seu estágio de maturidade. Contudo não existe um grupo comum de fatores definidos como padrões para esta avaliação. Assim muitos estudos sobre cultura de segurança têm como objetivo identificar quais são os fatores mais representativos que podem ser utilizados na sua avaliação da cultura de segurança. (GONÇALVES FILHO, 2011). Na Tabela 6 são descritos estudos sobre cultura de segurança e os fatores utilizados para caracterizá-la.

Tabela 6 - Resumo dos fatores utilizados em diferentes estudos

AUTORES	FATORES UTILIZADOS NA PESQUISA
Zohar (1980)	1. Atitudes da gerência para a segurança 2. Influência do comportamento seguro para a promoção 3. Influência do comportamento seguro sobre status social 4. Status dos profissionais de segurança na organização 5. Importância e efetividade dos treinamentos de segurança 6. Nível de risco no ambiente de trabalho 7. Efetividade do esforço versus orientação na promoção da segurança.
Ostrom, Wilhelmsen e Kaplan (1993)	1. Conhecimento em segurança 2. Comprometimento 3. Comunicação 4. Inovação 5. Obediência aos procedimentos 6. Treinamento 7. Efetividade da segurança
Reason (1997)	1. Informação 2. Aprendizagem Organizacional 3. Cultura Justa 4. Cultura flexível gerentes

Williamson e outros (1997)	1. Conhecimento de segurança 2. Responsabilidade com a segurança 3. Prioridade com a segurança 4. Comprometimento da gerência 5. Controle de segurança 6. Motivação 7. Atividades de segurança 8. Avaliação de segurança
Cheyne e outros (1998)	1. Gerência da segurança 2. Comunicação 3. Envolvimento pessoal 4. Perigos no ambiente de trabalho
Cooper (1998)	1. Comprometimento do Líder 2. Comunicação 3. Controle dos riscos 4. Prioridade da segurança 5. Aprendizagem organizacional
Rundmo e Hale (2000)	1. Comprometimento e envolvimento dos gerentes 2. Fatalismo 3. Atitudes para violação de regulamentos 4. Comunicação 5. Preocupação e emoção 6. Falta de poder 7. Prioridades para a segurança 8. Conhecimento gerencial.
Rundmo (2000)	1. Atitudes para a segurança 2. Comprometimento e envolvimento da gerência 3. Importância da segurança na organização 4. Percepção e comportamento ao risco
Glendon e Stanton (2000)	1. Pressão no trabalho 2. Investigação de acidentes e desenvolvimento de procedimentos 3. Adequação de procedimentos 4. Comunicação e treinamento 5. Relacionamento 6. EPI 7. Sobressalentes e substituição de equipamentos 8. Política de segurança e procedimentos
Neal, Griffin e Hart (2000)	1. Valores da gerência 2. Comunicação 3. Treinamento 4. Sistema de segurança
Varonen e Mattila (2000)	1. Práticas diárias de segurança 2. Atitudes 3. Motivação 4. Atividades de segurança dos gerentes 5. Antecipação dos riscos 6. Treinamento de segurança
Flin outros (2000)	1. Gerenciamento 2. Sistema de segurança 3. Pressão no trabalho 4. Competência 5. Risco 6. Procedimentos
Cox e Cheyne (2000)	1. Comprometimento da gerência 2. Comunicação 3. Prioridade da segurança 4. Regras e procedimentos de segurança 5. Suporte ambiental 6. Envolvimento 7. Prioridade e necessidade pessoal para segurança 8. Apreciação para o risco 9. Ambiente de trabalho
Fleming (2001)	1. Informações gerais do empregado 2. Treinamento e competência 3. Segurança e satisfação no trabalho 4. Pressão para produção 5. Comunicação 6. Envolvimento 7. Comprometimento dos gerentes 8. Procedimentos e regras 9. Acidentes e incidentes 10. Desobediência as regras 11. Visão dos empregados sobre o estado da segurança e saúde no trabalho. 12. Avaliação do estado da segurança e saúde
	1. Satisfação com as atividades de segurança 2. Envolvimento com as atividades de segurança 3. Comunicação 4. Competência dos supervisores 5. Comprometimento dos gerentes 6. Frequência de comportamento

Mears, Witaker e Flin (2003)	inseguro 7. Frequência de comportamento sob incentivos 8. Conhecimento da política de segurança 9. Satisfação com o trabalho 10. Procedimentos e regras escritas 11. Conhecimento dos relatórios de incidentes
DeJoy e outros (2004)	1. Suporte organizacional 2. Suporte dos colegas 3. Participação 4. Comunicação 5. Condições do ambiente de trabalho 6. Programas e políticas de segurança
Garcia, Boix e Canosa (2004)	1. Clima de segurança 2. Comportamento dos empregados em relação a segurança 3. Treinamento dos empregados na área de segurança
Hahn e Murphy (2007)	1. Comprometimento dos gerentes 2. Envolvimento dos empregados com a segurança 3. Comportamento dos empregados com relação às normas 4. Feedback do supervisor
Ek e outros (2007)	1. Aprendizagem 2. Relatórios 3. Justiça 4. Flexibilidade 5. Comunicação 6. Comportamento relativo à segurança 7. Atitudes para segurança 8. Situação no trabalho 9. Percepção do risco
Baek e outros (2007)	Características relativos aos gerentes: 1. Procedimentos e regras 2. Treinamento e competência 3. Acidentes e incidentes Características relativos aos empregados: 1. Satisfação e segurança no trabalho 2. Pressão para produção 3. Comunicação 4. Envolvimento 5. Percepção do envolvimento da gerência e da organização na segurança 6. 6. Desobediência as regras 7. Visão dos empregados do estado da segurança
Lin e outros (2007)	1. Comprometimento dos gerentes 2. Envolvimento dos empregados 3. Comunicação 4. Avaliação do risco 5. Ambiente de trabalho 6. Atitudes para a segurança 7. Competência e treinamento.
Gonçalves Filho (2011)	O modelo descreve como cada um dos cinco fatores: 1. Informação 2. Aprendizagem organizacional 3. Envolvimento 4. Comunicação 5. Comprometimento. São tratados em cada um dos cinco estágio de maturidade da cultura de segurança (patológico, reativo, burocrático, proativo e sustentável) desenvolvidos por Hudson (2001).

Fonte: Adaptado Gonçalves Filho (2011).

Conforme o resumo de estudos apresentados na Tabela 6, a cultura de segurança considera os sistemas de gestão da segurança e abrange comportamentos e aspectos psicológicos dos membros da organização. Assim ela surge para reduzir ainda mais os índices de acidentes e incidentes do

trabalho, promovendo mudanças no comportamento e nas atitudes de todos os indivíduos da organização. (ALBIERO, 2017).

Alguns autores desenvolveram modelos de maturidade para a segurança no trabalho. Estes serão discutidos nos próximos sub-tópicos.

2.7.1. MODELO DE WESTRUM (1993)

Westrum (1993) realizou um estudo, onde foi evidenciado a importância de uma cultura de investigação para o desenvolvimento de sistemas de segurança eficazes. Esta cultura consiste em incentivar todos os membros da organização a observar e pensar a respeito do sistema como um todo, imaginando possíveis falhas e consequências, proporcionando a geração de ideias. Continuando o autor também declara que esta cultura só é possível quando se obtém um eficiente fluxo de informação entre todos os níveis de uma organização. (ALBIERO, 2017).

Para Westrum (1993) um dos fatores mais importantes para a segurança é a informação, pois quando é observado a causa da maior parte de acidentes nota-se falha no fluxo de informação. O autor salienta que a informação flui bem em algumas organizações, em contra partida em outras não. Tal falha organizacional pode ser proveniente de razões políticas ou por barreiras burocráticas. Com base na maneira com que o fluxo de informações é tratado na organização, o autor elaborou um modelo que representa a forma como este fluxo de informação deve ser tratado por uma organização. O modelo elaborado por Westrum (1993) consiste nos três seguintes estágios: (GONÇALVES FILHO, 2011).

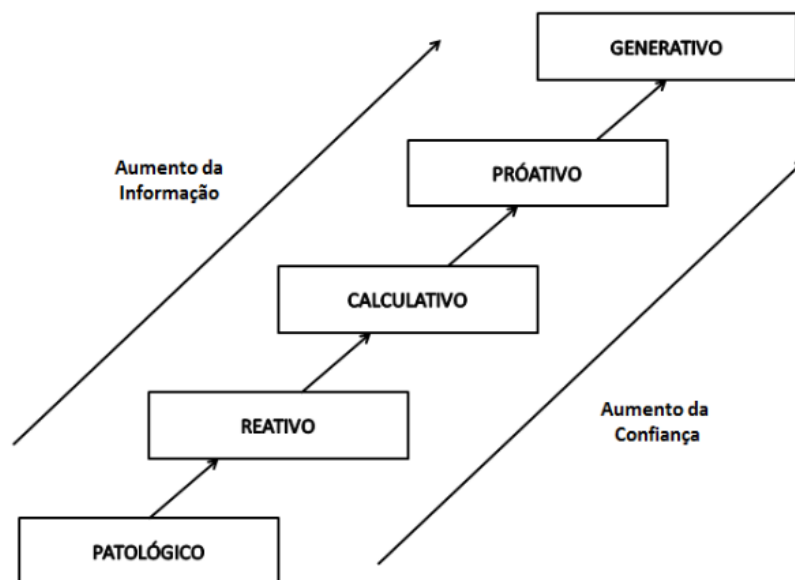
- I. Patológico: não há fluxo de informações, falhas são acobertadas ou punidas e ideias não são aceitas.
- II. Burocrático: a informação flui de forma seletiva e não é dada a importância necessária.
- III. Construtivo: o fluxo de informação é eficiente, responsabilidades são compartilhadas e novas ideias são incentivadas.

Estes três estágios de cultura de segurança serviram como base para Hudson (2001) propor um modelo de maturidade de cultura de segurança.

2.7.2. MODELO DE HUDSON (2001)

Tendo como base o estudo de Westrum (1993), Hudson (2001) desenvolveu um modelo de desenvolvimento da cultura de segurança de uma organização. Este modelo consiste em cinco estágios de maturidade: patológico, reativo, calculativo, proativo e construtivo. Estes estágios encontram-se na Figura 9. (SOUZA, 2018).

Figura 9 - Modelo de Hudson da evolução da cultura de segurança.



Fonte: Hudson (2001).

O entendimento de cada um dos estágios do modelo apresentados na Figura 9 é facilitado pela descrição detalhada apresentada a seguir: (SOUZA, 2018).

I. Estágio patológico:

Neste estágio não há ações em segurança do trabalho na organização, sendo o cumprimento da legislação a única ação tomada.

II. Estágio reativo:

Neste estágio as ações da organização em segurança do trabalho são realizadas somente depois de acidentes do trabalho terem acontecido, sendo que a alta administração ainda considera como causa dos acidentes falhas do trabalhador;

III. Estágio calculativo:

Neste estágio a organização tem sistema para gerenciar riscos nos locais de trabalho. Ações estão mais voltadas para quantificar os riscos. O termo calculativo é empregado neste estágio para deixar evidente que as questões relacionadas à segurança são calculadas, ou seja, são justificadas por cálculos simples que relacionam a ocorrência de incidentes com o custo monetário que estes representam para a organização.

IV. Estágio proativo:

É o estágio de transição para o estágio da cultura construtivo. O líder, com base nos valores da organização, conduz as melhorias contínuas para a segurança do trabalho, antecipando e agindo sempre que problemas são detectados. Neste estágio já existe uma cultura de segurança desenvolvida, todavia os valores ainda não estão internalizados.

V. Estágio construtivo:

Neste estágio a segurança do trabalho é a prioridade da empresa, estando presente em todos os níveis e práticas da organização. Existe um sistema integrado de saúde, segurança e meio ambiente, no qual a organização se baseia e se orienta para realizar seus negócios. A organização tem as informações necessárias para gerir o sistema de segurança do trabalho, está constantemente tentando melhorar e encontrar as melhores formas de controlar os riscos.

Mediante o entendimento de Hudson (2001), a cultura de segurança pode ser considerada somente nos últimos estágios desta evolução, pois nos estágios iniciais se tem apenas estruturas formais e superficiais, tendo em vista que a evolução para o estágio mais desenvolvido se dá pelo aumento da confiança e

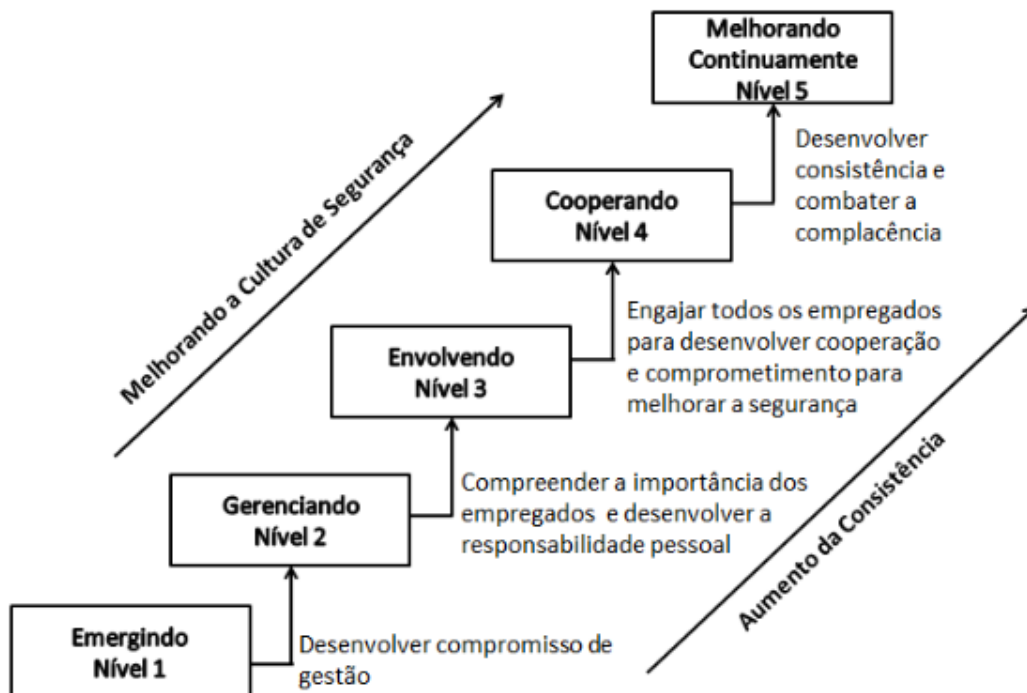
pela melhoria na comunicação entre todos os setores da organização. Na percepção do autor quando a cultura de segurança de uma organização atinge seu nível de maturidade mais avançado esta pode ser definida por meio de quatro características. A primeira delas é que a informação atinge todos os níveis e tanto é buscada como fornecida dentro da organização. A segunda é a confiança que é fruto da comunicação eficaz e justa que sempre busca melhorias e não punição. A terceira característica é a flexibilidade em relação a mudanças e a quarta característica de uma avançada cultura de segurança é ausência de complacência, mesmo quando tudo está bem com as questões de segurança, além da consciência de que sempre há motivos para preocupação. (HUDSON, 2001; ALBIERO, 2017).

2.7.3. MODELO DE FLEMING (2001)

Fleming (2001) também desenvolveu um modelo de desenvolvimento da maturidade da cultura de segurança em organização. Todavia mediante o entendimento deste autor, o modelo, somente é aplicável quando aspectos técnicos e de sistemas de segurança estão funcionando adequadamente, e se a maioria dos acidentes que acontecem na empresa é por fatores comportamentais ou culturais. (ALBIERO, 2017).

O modelo desenvolvido por Fleming (2001) encontra-se Figura 10. Este modelo compreende de cinco estágios interativos, onde as organizações progredem sequencialmente por meio deles, aproveitando pontos fortes e removendo as fraquezas provenientes de níveis anteriores. (OLIVEIRA; MICHALOSKI, 2018).

Figura 10 - Modelo de Fleming da maturidade da cultura de segurança.



Fonte: Albiero (2017).

Para este modelo o estágio de maturidade de cultura de segurança é determinado com base no tratamento dado pela organização a dez fatores considerados pelo autor como importantes para a formação da cultura de segurança, que são: comprometimento e visibilidade dos gerentes; comunicação; prioridade da produção em relação a segurança; aprendizagem organizacional; recursos para segurança do trabalho; participação dos empregados; percepção compartilhada dos empregados sobre segurança do trabalho; confiança; treinamento; e relações industriais e satisfação no trabalho. (GONÇALVES FILHO, 2011).

2.7.4. MODELO DE GONÇALVES FILHO (2011)

No modelo desenvolvido por Gonçalves Filho (2011), são tratados pelas organizações em cada um dos 5 estágios de maturidade da cultura de segurança - patológico, reativo, burocrático, proativo e construtivo - a forma da informação,

a aprendizagem organizacional, o envolvimento, a comunicação e o comprometimento, conforme Figura 11. Estes fatores foram escolhidos pela relevância na literatura e representatividade dos estágios de maturidade. (GONÇALVES FILHO, 2011). Cada um destes fatores encontram-se descritos na Tabela 7.

Tabela 7 – Descrição dos fatores do modelo de Gonçalves Filho.

FATORES	DESCRIÇÃO
INFORMAÇÃO	<ul style="list-style-type: none"> • Forma com a qual os erros, acidentes e os incidentes ocorridos na organização são relatados pelos trabalhadores. • Indicadores que são gerados pela organização para monitorar o desempenho da segurança do trabalho.
APRENDIZAGEM ORGANIZACIONAL	<ul style="list-style-type: none"> • Tratamento dado aos acidentes e incidentes, assim como as informações fornecidas pelos empregados e os indicadores de desempenho.
ENVOLVIMENTO	<ul style="list-style-type: none"> • Envolvimento dos empregados nas questões relacionadas à segurança do trabalho da organização.
COMUNICAÇÃO	<ul style="list-style-type: none"> • É a forma, a conveniência, a efetividade e a oportunidade com que é feita a comunicação sobre os temas relativos à segurança do trabalho.
COMPROMETIMENTO	<ul style="list-style-type: none"> • Desprendimento de recursos (tempo, dinheiro, pessoas) e suportes alocados para a gestão da segurança do trabalho, • Status da equipe de segurança do trabalho • Existência de um sistema de gestão da segurança do trabalho que contemple a política de treinamento e qualificação, procedimentos, recompensas, sanções e auditorias.

Fonte: Adaptado Albiero (2017) e Gonçalves Filho (2011).

Figura 11 - Quadros mostrando os fatores indicativos da maturidade da cultura de segurança nos diferentes estágios.

INFORMAÇÃO				
PATOLÓGICO	REATIVO	BUROCRÁTICO	PROATIVO	SUSTENTÁVEL
<p>1. As ocorrências anormais que acontecem na empresa, independente da gravidade ou se resultam em acidentes, não são informadas pelos empregados.</p> <p>2. a empresa não oferece meios que permitem os empregados informarem qualquer tipo de ocorrências anormais.</p> <p>3. Os empregados não se sentem a vontade (não tem confiança) em informar as ocorrências anormais que acontecem na empresa.</p> <p>4. não existem na empresa índices de desempenho da segurança no trabalho.</p>	<p>1. Somente as ocorrências anormais que resultam em acidentes graves são informados pelos empregados.</p> <p>2. A empresa oferece meios que permitem os empregados informarem apenas as ocorrências anormais que resultaram em acidentes graves.</p> <p>3. Os empregados não se sentem a vontade (não tem confiança) em informar as ocorrências anormais que acontecem na empresa.</p> <p>4. Os únicos índices de desempenho da segurança no trabalho existentes na empresa são os acidentes graves ocorridos.</p>	<p>1. A maioria das ocorrências anormais que acontecem na empresa, independente da gravidade ou se resultaram em acidentes, não são informadas pelos empregados.</p> <p>2. A empresa oferece meios que permitem os empregados informarem apenas as ocorrências anormais que resultam em acidentes (independente da gravidade).</p> <p>3. A minoria dos empregados se sente à vontade (tem confiança) em informar as ocorrências anormais ocorridas na empresa.</p> <p>4. Os únicos índices de desempenho da segurança no trabalho existentes na empresa são as taxas de acidentes ocorridos.</p>	<p>1. A maioria das ocorrências anormais que acontecem na empresa, independente da gravidade ou se resultaram em acidentes, são informadas pelos empregados.</p> <p>2. A empresa oferece meios que permitem os empregados informarem qualquer tipo de ocorrências anormais.</p> <p>3. A maioria dos empregados se sente à vontade (tem confiança) em informar as ocorrências anormais que acontecem na empresa.</p> <p>4. A empresa possui outros índices de desempenho da segurança no trabalho, além das taxas de acidentes ocorridos.</p>	<p>1. As ocorrências anormais que acontecem na empresa, independente da gravidade ou se resultaram em acidentes, são informadas pelos empregados.</p> <p>2. A empresa oferece meios que permitem os empregados informar qualquer tipo de ocorrências anormais.</p> <p>3. Todos os empregados se sentem à vontade (tem confiança) em informar as ocorrências anormais ocorridas na empresa.</p> <p>4. A empresa possui outros índices de desempenho da segurança no trabalho, além das taxas de acidentes ocorridos.</p>

APRENDIZAGEM ORGANIZACIONAL				
PATOLÓGICO	REATIVO	BUROCRÁTICO	PROATIVO	SUSTENTÁVEL
<p>1. A empresa não faz análise das ocorrências anormais.</p> <p>2. A análise das ocorrências anormais feita pela empresa se restringe a identificar os culpados pelas ocorrências.</p> <p>3. A empresa não faz melhorias em segurança no trabalho.</p> <p>4. A empresa não informa o resultado das análises das ocorrências anormais para os empregados.</p>	<p>1. A empresa faz análise apenas das ocorrências anormais que resultaram em acidentes graves.</p> <p>2. A análise das ocorrências anormais feita pela empresa se restringe a identificar as causas imediatas das ocorrências.</p> <p>3. A empresa faz melhorias em segurança no trabalho apenas quando ocorrem acidentes graves.</p> <p>4. A empresa informa o resultado da análise das ocorrências anormais apenas aos empregados envolvidos com a ocorrência.</p>	<p>1. A empresa faz análise apenas das ocorrências anormais que resultaram em acidentes (independente da gravidade).</p> <p>2. A análise das ocorrências anormais feita pela empresa se restringe a identificar falhas das máquinas, dos equipamentos, da manutenção e dos empregados.</p> <p>3. A empresa faz melhorias em segurança no trabalho apenas nos setores onde há riscos de acidentes.</p> <p>4. A empresa informa o resultado da análise das ocorrências anormais apenas aos empregados do setor envolvido com a ocorrência.</p>	<p>1. A empresa faz análise da maior parte das ocorrências anormais.</p> <p>2. A análise das ocorrências anormais feita pela empresa abrange a empresa como um todo, tais como os processos de trabalho, decisões gerenciais que influenciaram na ocorrência, os procedimentos de trabalho, a contribuição das máquinas e das pessoas para a ocorrência.</p> <p>3. A empresa faz continuamente melhorias em segurança do trabalho.</p> <p>4. A empresa informa apenas o resultado das análises dos acidentes graves para todos os empregados.</p>	<p>1. A empresa faz análise de todas as ocorrências anormais, independente da gravidade ou se resultaram em acidentes.</p> <p>2. A análise das ocorrências anormais feita pela empresa abrange a empresa como um todo, tais como os processos de trabalho, decisões gerenciais que influenciaram na ocorrência, os procedimentos de trabalho, a contribuição das máquinas e das pessoas para a ocorrência.</p> <p>3. A empresa faz continuamente melhorias em segurança do trabalho.</p> <p>4. A empresa informa os resultados das análises das ocorrências anormais para todos os empregados para compartilhar as lições aprendidas.</p>

COMUNICAÇÃO				
PATOLÓGICO	REATIVO	BUROCRÁTICO	PROATIVO	SUSTENTÁVEL
<p>1. As notícias sobre segurança no trabalho não são divulgadas pela empresa.</p> <p>2. Não existe um canal aberto de comunicação entre a empresa e os empregados para falar sobre segurança no trabalho.</p> <p>3. A comunicação sobre segurança no trabalho feita pela empresa não chega aos empregados.</p>	<p>1. As notícias sobre segurança no trabalho somente são divulgadas pela empresa quando ocorrem acidentes graves.</p> <p>2. Existe um canal aberto de comunicação entre a empresa e os empregados para falar sobre segurança no trabalho apenas quando acontecem acidentes graves.</p> <p>3. A comunicação sobre segurança no trabalho feita pela empresa não chega aos empregados.</p>	<p>1. As notícias sobre segurança no trabalho divulgadas pela empresa limitam-se as previstas em normas de segurança, como, por exemplo, sobre uso do Equipamento de Proteção Individual (EPI) e a Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA).</p> <p>2. O canal de comunicação entre a empresa e os empregados para falar sobre segurança no trabalho é formal (com base em normas e procedimentos da empresa, como, por exemplo, na Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA) e em reuniões formais de trabalho).</p> <p>3. A comunicação sobre segurança no trabalho feita pela empresa chega à minoria dos empregados.</p>	<p>1. As notícias sobre segurança no trabalho divulgadas pela empresa são diversas, tais como o uso do Equipamento de Proteção Individual (EPI), palestras sobre segurança, índices de acidentes, resultados de análises de ocorrências anormais, proteção à saúde, realizadas em melhorias de segurança no trabalho, entre outros.</p> <p>2. Existe um canal aberto de comunicação entre a empresa e os empregados para falar sobre segurança no trabalho.</p> <p>3. A comunicação sobre segurança no trabalho feita pela empresa chega a todos os empregados.</p>	<p>1. As notícias sobre segurança no trabalho divulgadas pela empresa são diversas, tais como o uso do Equipamento de Proteção Individual (EPI), palestras sobre segurança, índices de acidentes, resultados de análises de ocorrências anormais, proteção à saúde, realizadas em melhorias de segurança no trabalho, entre outros.</p> <p>2. Existe um canal aberto de comunicação entre a empresa e os empregados para falar sobre segurança no trabalho.</p> <p>3. A comunicação sobre segurança no trabalho feita pela empresa chega a maioria dos empregados.</p>

COMPROMETIMENTO				
PATOLÓGICO	REATIVO	BUROCRÁTICO	PROATIVO	SUSTENTÁVEL
1. Não existe na empresa planejamento em segurança no trabalho.	1. O planejamento da empresa para a segurança no trabalho é voltado apenas para a identificação e análise dos riscos existentes no ambiente de trabalho.	1. O planejamento da empresa para a segurança no trabalho é voltado apenas para a identificação e análise dos riscos existentes no ambiente de trabalho.	1. O planejamento da empresa para a segurança no trabalho não é integrado com o planejamento das outras áreas da empresa (como, por exemplo, a área de produção).	1. O planejamento da empresa para a segurança no trabalho é integrado com o planejamento das outras áreas da empresa (como, por exemplo, a área de produção).
2. A empresa não faz auditorias em segurança no trabalho.	2. A empresa faz auditorias em segurança no trabalho apenas depois que acidentes graves ocorrem.	2. A empresa faz auditorias em segurança no trabalho apenas nas áreas onde existem riscos de acidentes.	2. A empresa faz auditorias em segurança do trabalho em todos seus setores.	2. A empresa faz auditorias em segurança do trabalho em todos seus setores.
3. A empresa não faz investimentos em segurança no trabalho.	3. A empresa faz investimentos em segurança no trabalho apenas depois que acidentes graves ocorrem.	3. A empresa faz investimento em segurança no trabalho apenas nas áreas onde existem riscos de acidentes.	3. A empresa investe continuamente em segurança no trabalho em todos os seus setores.	3. A empresa investe continuamente em segurança no trabalho em todos os seus setores.
4. A empresa não realiza treinamento em segurança no trabalho.	4. A empresa realiza treinamento em segurança no trabalho apenas depois que acidentes graves ocorrem.	4. A empresa realiza treinamentos em segurança no trabalho apenas para os empregados que trabalham em ambientes onde existem riscos de acidentes.	4. A empresa realiza continuamente treinamento em segurança no trabalho para todos os empregados.	4. A empresa realiza continuamente treinamento em segurança no trabalho para todos os empregados.
5. A empresa não possui equipe para apoio a segurança no trabalho.	5. A empresa possui uma equipe pequena para apoio a segurança no trabalho.	5. A empresa possui uma equipe com dimensão adequada para apoio a segurança no trabalho.	5. A empresa possui uma equipe com dimensão adequada para apoio a segurança no trabalho.	5. A empresa não possui uma equipe para apoio a segurança no trabalho por que a responsabilidade pela área é distribuída por toda a empresa.
6. A segurança no trabalho não é prioridade na empresa.	6. A segurança no trabalho torna-se prioritária na empresa somente quando ocorrem	6. A segurança no trabalho não é a maior prioridade na empresa.	6. A segurança no trabalho não é prioridade na empresa.	6. A segurança no trabalho é a maior prioridade da empresa.
7. Não existem procedimentos em segurança no trabalho na empresa.	7. Os procedimentos em segurança no trabalho existentes na	7. Os procedimentos em segurança no trabalho existentes na	7. Os procedimentos em segurança no trabalho da empresa apresentam as melhores práticas para executar a tarefa, mas não são	7. Os procedimentos em segurança no trabalho da
8. A empresa contrata terceirizadas sem preocupação com a segurança no trabalho.				

	<p>acidentes graves.</p> <p>7. Os procedimentos em segurança no trabalho são escritos pela empresa apenas depois que acidentes graves ocorrem.</p> <p>8. A empresa dá atenção à segurança no trabalho das terceirizadas apenas depois que acidentes graves acontecem.</p>	<p>empresa são voltados apenas para os setores onde existem riscos de acidentes.</p> <p>8. A empresa antes de contratar terceirizadas realiza pré-qualificação em segurança do trabalho, mas não faz acompanhamento posterior.</p>	<p>constantemente revisados para adequá-los a realidade do trabalho.</p> <p>8. A empresa antes de contratar terceirizadas realiza em pré-qualificação segurança do trabalho, mas não faz acompanhamento posterior.</p>	<p>empresa apresentam as melhores práticas para executar a tarefa, e são constantemente revisados para adequá-los a realidade do trabalho.</p> <p>8. A empresa considera as terceirizadas parte integrante de seu sistema de gestão de segurança no trabalho.</p>
--	---	--	--	---

ENVOLVIMENTO				
PATOLÓGICO	REATIVO	BUROCRÁTICO	PROATIVO	SUSTENTÁVEL
<p>1. Os empregados não participam das questões sobre segurança no trabalho da empresa.</p> <p>2. Os empregados não se interessam em participar das questões sobre segurança no trabalho na empresa.</p>	<p>1. Os empregados participam das questões sobre segurança no trabalho apenas quando ocorrem acidentes graves na empresa.</p> <p>2. Os empregados se interessam em participar das questões sobre segurança no trabalho apenas quando ocorrem acidentes graves na empresa.</p>	<p>1. A minoria dos empregados participa das questões sobre segurança no trabalho da empresa.</p> <p>2. A minoria dos empregados se interessa em participar das questões sobre segurança no trabalho na empresa.</p>	<p>1. A maioria dos empregados participa das questões sobre segurança no trabalho da empresa.</p> <p>2. A maioria dos empregados se interessa em participar das questões sobre segurança no trabalho na empresa.</p>	<p>1. Todos os empregados participam das questões sobre segurança no trabalho da empresa.</p> <p>2. Todos os empregados se interessam em participar das questões sobre segurança no trabalho na empresa.</p>

Fonte: Gonçalves Filho (2011).

Como consequência, é possível identificar a maturidade da cultura de segurança de uma organização pela maneira com que a mesma trata cada um dos fatores. Para tal construção, Gonçalves Filho (2011) esclarece que um determinado fator pode estar em diferentes estágios de maturidade ao mesmo tempo, pelo fato da cultura de segurança se desenvolver de forma e ritmo diferenciados em setores distintos da organização. (GONÇALVES FILHO, 2011).

O modelo foi validado por meio de entrevistas individuais com os gerentes e por meio das evidências apresentadas, entrevista com grupo de gerentes e aplicação do questionário.

2.7.5. COMPARATIVO MODELOS DE MATURIDADE DE SEGURANÇA NO TRABALHO

Este capítulo apresenta um comparativo dos modelos de maturidade existentes na literatura e aplicáveis exclusivamente a segurança do trabalho.

Tabela 8 – Comparativo entre modelos de maturidade de segurança no trabalho.

AUTOR	NÍVEIS DE MATURIDADE
Westrum (1993)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Patológico: não há fluxo de informações, falhas são acobertadas ou punidas e ideias não são aceitas. 2. Burocrático: a informação flui de forma seletiva e não é dada a importância necessária. 3. Construtivo: o fluxo de informação é eficiente, responsabilidades são partilhadas e novas ideias são incentivadas.
Hudson (2001)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Estágio patológico: não tem ações em segurança do trabalho na organização, sendo o cumprimento da legislação a única ação tomada. 2. Estágio reativo: as ações da organização em segurança do trabalho são realizadas somente depois de acidentes do trabalho terem acontecido. A alta administração ainda considera como causa dos acidentes falhas do trabalhador. 3. Estágio calculativo: a organização tem sistema para gerenciar riscos nos locais de trabalho. Ações estão mais voltadas para quantificar os riscos. 4. Estágio proativo: O líder, com base nos valores da organização, conduz as melhorias contínuas para a segurança do trabalho,

	<p>antecipando e agindo sempre que problemas são detectados. Neste estágio já existe uma cultura de segurança desenvolvida.</p> <p>5. Estágio construtivo: a segurança do trabalho é a prioridade da empresa, estando presente em todos os níveis e práticas da organização.</p>
Fleming (2001)	<p>1. Emergindo → 2. Gerenciando: desenvolver compromisso de gestão.</p> <p>2. Gerenciando → 3. Envolvendo: compreender a importância dos empregados e desenvolver a responsabilidade pessoal.</p> <p>3. Envolvendo → 4. Cooperando: engajar todos os empregados para desenvolver cooperação e comprometimento para melhorar a segurança.</p> <p>4. Cooperando → 5. Melhorando continuamente: desenvolver consistência e combater a complacência.</p>
Gonçalves Filho (2011)	<p>O modelo descreve como cada um dos cinco fatores:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Informação 2. Aprendizagem organizacional 3. Envolvimento 4. Comunicação 5. Comprometimento <p>São tratados em cada um dos cinco estágios de maturidade da cultura de segurança (patológico, reativo, burocrático, proativo e sustentável) desenvolvidos por Hudson (2001).</p>

Fonte: Autoria própria.

2.8. MODELO DE MATURIDADE DA INDÚSTRIA 4.0

Doce e Gomes (2017) destacam que muitas indústrias brasileiras enxergam a Indústria 4.0 como uma das soluções para seus problemas. No entanto, a maioria destas indústrias não conhecem seu grau de maturidade em relação aos conceitos da Indústria 4.0 e nem em qual de suas áreas devem direcionar seus esforços.

Desde 2011 foram elaborados modelos de análise de níveis de maturidade com base em pilares da indústria 4.0. A maioria destes modelos foram desenvolvidos por empresas de consultoria, grandes indústrias, instituições de ensino ou parceiros. (DOCE; GOMES, 2017).

Nos próximos subitens desse tópico serão discutidos alguns modelos de maturidade aplicáveis para indústria 4.0.

2.8.1. SIMMI 4.0

O modelo de maturidade SIMMI 4.0 (*System Integration Maturity Model Industry 4.0*) adota quatro dimensões da Indústria 4.0 como base de cálculo, sendo elas: (LEYH et al. 2016).

I. Dimensão vertical:

Diferentes sistemas empresariais armazenam frequentemente seus dados em bases separadas e parcialmente armazenadas em formatos diferentes. Este nível de interação deve ser melhorado para implementação de negócios, processos e atividades da indústria 4.0.

II. Dimensão horizontal:

Implementação e utilização de diferentes sistemas empresariais, com a finalidade de falhas e vazamentos em todo o fluxo de informação serem evitadas. A troca de informação deve ser completamente automatizada.

III. Dimensão de desenvolvimento de produtos digitais:

Apoiar uma engenharia do produto de forma consistente e contínua utilizando de forma adequada e apropriada sistemas corporativos.

IV. Dimensão de critério de tecnologia transversal:

Esta dimensão centra-se em avaliar até que ponto as tecnologias são usadas em todos os diferentes campos da indústria 4.0.

Após os cálculos, a empresa avaliada é classificada dentre cinco estágios, sendo eles: (LEYH et al. 2016).

I. Nível básico de digitalização:

Início do envolvimento com foco na indústria 4.0 e primeiras abordagens orientadas a serviços.

II. Digitalização Interdepartamental:

Implementação de um SOA (arquitetura orientada a serviços), alcançar interações interdepartamental, primeiras abordagens para um modelo de segurança de TI e primeiros desenvolvimentos de aplicativos móveis.

III. Digitalização vertical e horizontal:

Conexão com outras empresas para construir redes de valor e desenvolvimento de uma plataforma baseada em nuvem para oferecer serviços por meio da fronteira da empresa.

IV. Digitalização total:

Início de colaborações com empresas dentro do valor *networks* para soluções *end-to-end* e otimização de fluxos de informação.

V. Digitalização total otimizada:

A empresa é uma vitrine para atividades da indústria 4.0. Otimiza as redes de valor e a segurança de TI ajusta-se prontamente a novos riscos. A criptografia é otimizada em cooperação com os parceiros ao longo das redes de valor.

É utilizado um questionário para fazer uma análise da empresa e posteriormente cálculos para estipular em qual nível de maturidade a mesma se encontra com relação as etapas da indústria 4.0. A Tabela 9 mostra as fórmulas utilizadas para cálculo de cada nível de maturidade para todas as dimensões.

Tabela 9 – Cálculo dos níveis de maturidade modelo SIMMI 4.0.

DIMENSÃO	FÓRMULAS	RESULTADOS (QR)	PONTUAÇÃO
Digitalização vertical (VI)	$VI = \left(\frac{QR_{2.1} + QR_{2.2}}{2}\right) \cdot \frac{1}{5} + \left(\frac{QR_{2.3} + QR_{2.4}}{2}\right) \cdot \frac{4}{5}$	QR _{2.1} =0 QR _{2.2} =1 QR _{2.3} =3 QR _{2.4} =3,93	VI= 2,87
Digitalização horizontal (HI)	$HI = \frac{(2 \cdot QR_{3.1}) + QR_{3.2}}{3}$	QR _{3.1} =3,63 QR _{3.2} =5	HI= 4,09
Desenvolvimento de produto digital (DPD)	$DPD = \frac{QR_{4.1} + QR_{4.2\&4.3}}{2}$	QR _{4.1} =5 QR _{4.2&4.3} =4	DPD=4,5
Critérios de tecnologia transversal (CTC)	$CTC = \frac{QR_{5.1} + QR_{5.2} + (3 \cdot QR_{5.3})}{5}$	QR _{5.1} =4 QR _{5.2} =4 QR _{5.3} =4,64	CTC=4,38
Nível geral de maturidade	$= \frac{VI + HI + DPD + CTC}{4}$	Nível geral de maturidade = 3,96 ≅ 4	

Fonte: Leyh et al. (2016, p.7).

2.8.2. MODELO DE MATURIDADE DE SCHUMACHER ET AL.

Outro modelo de maturidade existente para Indústria 4.0 é o de Schumacher et al (2016). Este modelo visa analisar a empresa em diferentes

dimensões, sendo cada uma destas, é analisada separadamente e alocada em um nível diferente de maturidade.

O modelo se baseia em nove dimensões da Indústria 4.0, sendo elas: estratégia, liderança, clientes, produtos, operações, cultura, pessoas, governança e tecnologia. (SCHUMACHER et al. 2016). A Tabela 10 detalha essas dimensões com seus respectivos atributos do modelo de maturidade.

Tabela 10 - Modelo de Schumacher et al. para maturidade da Indústria 4.0.

DIMENSÃO	ATRIBUTOS DO MODELO DE MATURIDADE
ESTRATÉGIA	Implementação de um <i>roadmap</i> tecnológico da indústria 4.0, recursos disponíveis para a realização do <i>roadmap</i> , adaptação de modelos de negócio.
LIDERANÇA	Participação e conhecimento dos líderes, gestão de métodos e competências, existência de uma coordenação central para a indústria 4.0.
CLIENTES	Utilização de dados sobre os clientes, serviços e vendas ocorrendo digitalmente, competência para tratar os clientes via mídias digitais.
PRODUTOS	Individualização dos produtos, digitalização dos produtos, integração dos produtos com outros sistemas.
OPERAÇÕES	Descentralização dos processos, modelagem e simulação, colaboração entre as áreas.
CULTURA	Compartilhamento de conhecimento, inovação, valorização da tecnologia da informação e comunicação (TIC).
PESSOAS	Pessoas com conhecimento em TIC, pessoas abertas à utilização de novas tecnologias, autonomia.
GOVERNANÇA	Regulações para indústria 4.0, padrões tecnológicos sustentáveis, proteção de propriedade intelectual.
TECNOLOGIA	Utilização de TICs modernos, utilização de celulares, comunicação M2M.

Fonte: Ribeiro (2018).

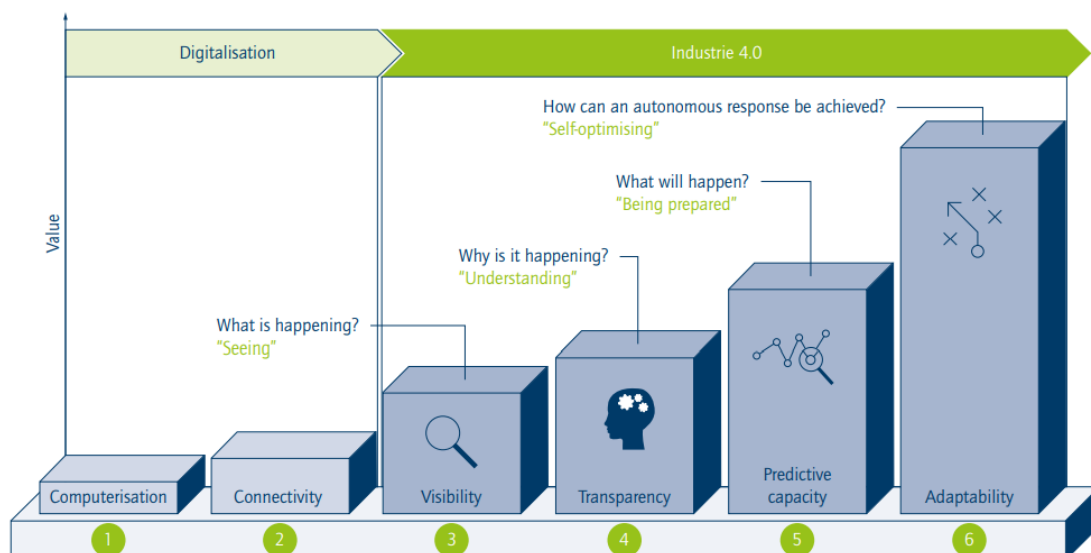
O modelo proposto pelos autores contém 5 níveis de maturidade, onde o primeiro representa uma realidade onde a Indústria 4.0 não é aplicada de nenhuma forma na organização e o quinto nível representa o cenário ideal de aplicação dos conceitos da Indústria 4.0. (RIBEIRO, 2018). A avaliação dos itens de maturidade é conduzido por meio de um questionário padronizado consistindo de uma questão fechada por item. Cada pergunta requer uma resposta a uma escala do tipo *Likert*. O questionário só pode ser respondido adequadamente se

todos os respondentes tiverem compreensão dos conceitos da indústria 4.0. O nível de maturidade de cada dimensão resulta do cálculo da média ponderada de todos os itens dentro de sua dimensão relacionada. (SCHUMACHER et al, 2016). O resultado do modelo, a partir das respostas, é dado por meio de um algoritmo que apresenta a nota final da dimensão avaliada e os pontos focais para implementação de melhorias voltadas para a Indústria 4.0. (RIBEIRO, 2018).

2.8.3. GUIA DE AVALIAÇÃO DE MATURIDADE DA ACATECH

O Guia de maturidade da Indústria 4.0, elaborado pela Acatech (*National Academy of Science and Engineering*), que é a Academia Nacional de Ciências e Engenharia, da Alemanha, é considerado um modelo de avaliação de maturidade, todavia pode ser utilizado como um guia para que as empresas construam seus próprios modelos e compreendam o caminho que devem seguir para o desenvolvimento da Indústria 4.0. Este guia sugere seis estágios para o desenvolvimento do processo de transformação da empresa: (SANTOS, 2018). A Figura 12 ilustra os níveis de maturidade, no caminho de transformação.

Figura 12 - Níveis de maturidade na transformação para a Indústria 4.0 do guia de avaliação de maturidade da Acatech.



Fonte: Schuh et al. (2017, p.16).

Ribeiro (2018) descreve cada uma das etapas apresentadas na Figura 12:

- I. **Informatização:**
Neste primeiro estágio os computadores funcionam de forma isolada para dar suporte a determinadas tarefas fabris. Essa etapa forma a base para a digitalização.
- II. **Conectividade:**
Com os computadores funcionando da maneira desejada, é possível se estabelecer as conexões entre as tecnologias por meio de componentes.
- III. **Visibilidade:**
É proveniente da coleta, em tempo real, de uma grande escala de dados, que se torna viável por meio da utilização de sensores. Por meio desta coleta em tempo real de dados, os gestores conseguem embasar suas decisões em dados reais e imediatamente atualizados.
- IV. **Transparência:**
Esta etapa se dá a partir do entendimento de algumas atividades que acontecem por meio da análise de dados gerados na sombra digital da empresa. O objetivo da fase de transparência é de traduzir os dados de forma a fornecer suporte para tomada de decisões de todos os níveis de complexidade. Uma tecnologia de apoio para esse tipo de análise é o *Big Data*.
- V. **Capacidade preditiva:**
Por meio deste estágio de maturidade, empresas são capazes de simular cenários futuros, reduzindo o número de eventos inesperados e garantindo maior precisão no seu desenvolvimento almejado.
É importante ressaltar que para que isso ocorra de maneira efetiva, é imprescindível que as etapas anteriores do índice de maturidade de Indústria 4.0 tenham sido cumpridos da melhor maneira possível.
- VI. **Adaptabilidade:**

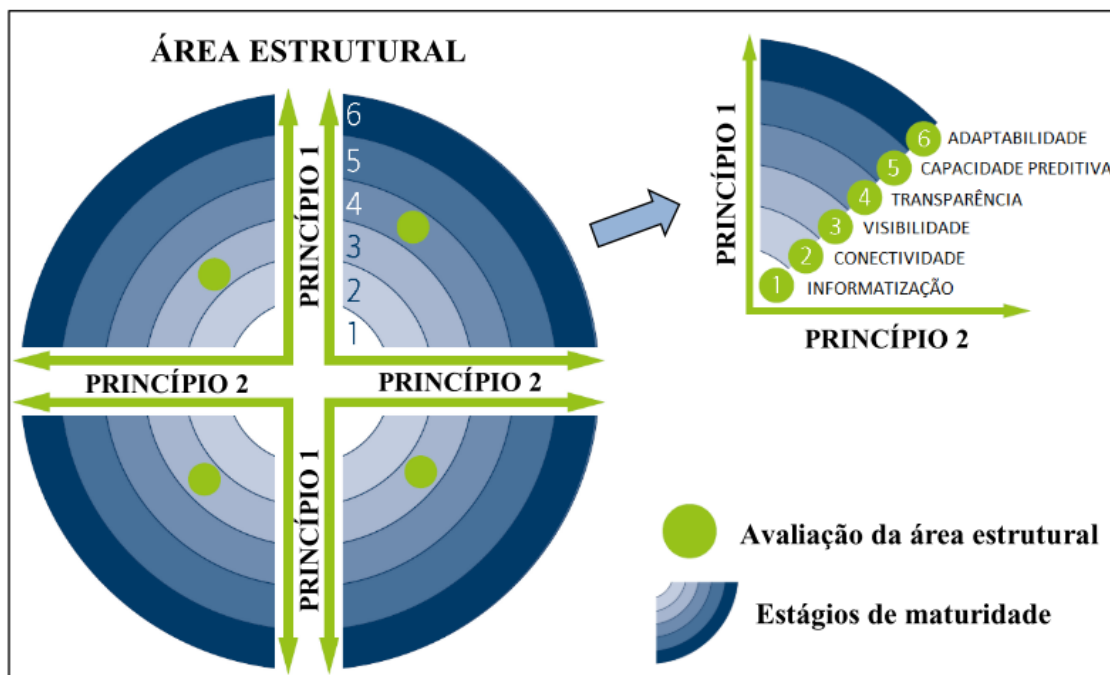
A partir da capacidade de fazer previsões de cenários com altos índices de precisão, a empresa se torna capaz de se adaptar a inúmeras adversidades que podem ocorrer ao longo dos anos. Essa adaptabilidade está totalmente ligada ao nível de automação na tomada de decisão, para posteriormente implementar as medidas sem a assistência humana.

Nenhum estágio pode ser pulado, pois todos os níveis são interdependentes, ou seja, um suporta o que o sucedem. Santos (2018, p.44) afirma:

O grau de maturidade na Indústria 4.0 de uma empresa baseia-se na sua capacidade global de mudança e adaptação. O guia define quatro áreas estruturais, sendo elas: os recursos, os sistemas de informação, a estrutura organizacional, e a cultura organizacional. Em cada área estrutural estão contidos dois princípios fundamentais, e cada princípio possui as respectivas capacidades requeridas de transformação. (SANTOS, 2018, p.44).

Cada área estrutural avaliada com relação aos seis estágios possíveis de maturidade encontram-se na Figura 13.

Figura 13 - Avaliação da maturidade das áreas estruturais do guia de avaliação de maturidade da Acatech.



Fonte: Santos (2018, p.44).

A utilização do guia compreende três fases. A primeira delas é realizar a identificação do estágio atual de maturidade da organização nas diferentes áreas estruturais, por meio de questionário, relacionando assim as capacidades de transformação de cada área estrutural a um determinado nível de maturidade. A segunda fase é a definição por parte da organização do estágio de maturidade que ela pretende atingir ao final do processo de transformação, tendo como base sua estratégia corporativa. E a terceira fase envolve a definição de ações para prover as capacidades necessárias, e a incorporação das mesmas em um mapa estratégico da Indústria 4.0. (SCHUH et al., 2017; SANTOS, 2018).

2.9. MODELO DE TOMADA DE DECISÃO MULTICRITÉRIO

Técnicas quantitativas que permitem realizar a avaliação de diversas alternativas considerando múltiplos critérios simultaneamente são conhecidas como métodos de decisão multicritério (ou métodos MCDM – *Multicriteria Decision Making*). São vistos como ferramentas matemáticas, eficazes para resolução de problemas em que existem critérios conflitantes. (LIMA JUNIOR et al, 2014).

Mediante o entendimento de Vincke (1992), a vantagem proveniente da utilização de métodos multicritérios, ocorre pelo fato de que não há, em geral, decisões que sejam simultaneamente ótimas sob todos os pontos de análise. (VINCKE, 1992). Wang (2010) ressalta que os métodos MCDM são um conjunto de ferramentas para abordar difíceis decisões auxiliando gestores em situações de incerteza, complexidade e objetivos conflitantes. Como consequência da utilização desse método obtém-se melhor seleção possível. (WANG, 2010).

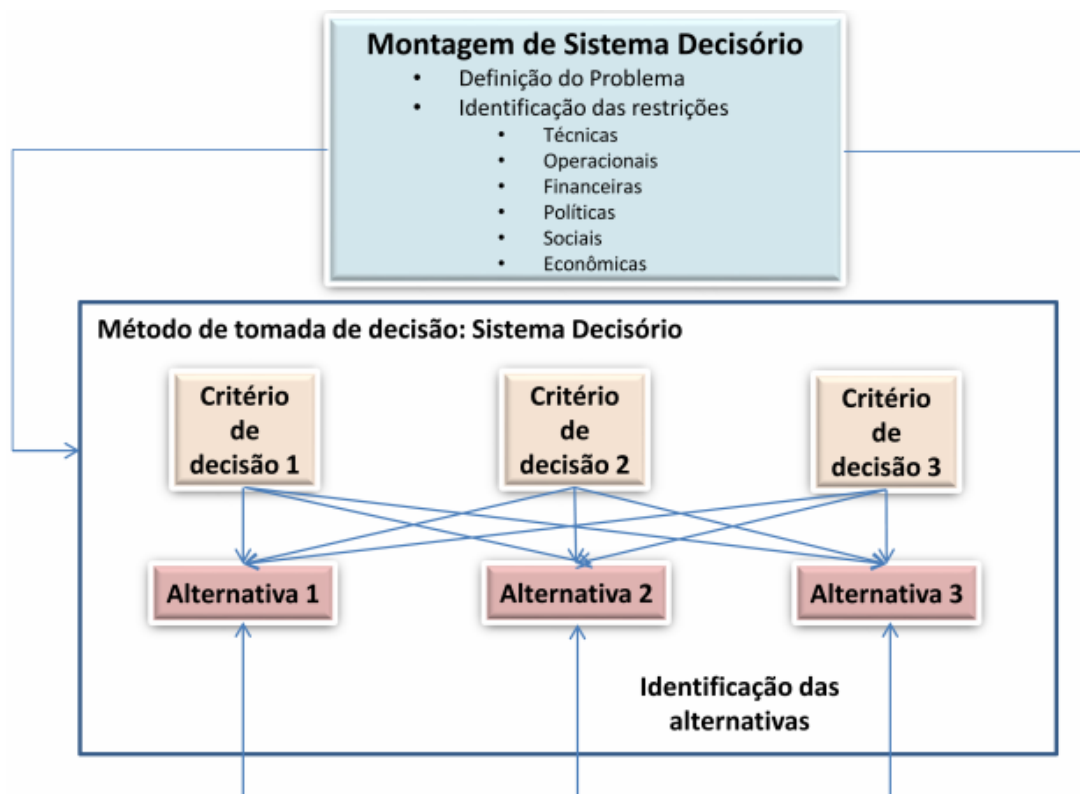
De Boer, Weger e Telgen (1998) complementam que esses métodos MCDM contribuem para a eficiência da tomada de decisão permitindo um processamento mais rápido e automatizado de dados e simultaneamente justificando os processos de decisão. (JUNIOR et al, 2014).

Os métodos multicritérios de tomada de decisão consideram diversos aspectos e avaliam as ações por meio de um conjunto de critérios, derivando de

cada conjunto uma função matemática, que possuem como funcionalidade medir o desempenho de cada ação. (AMANCIO; ANDREOTTI, 2015).

Grandes esforços e avanços significativos foram feitos para o desenvolvimento de várias metodologias MCDM para solucionar diferentes tipos de problemas do mundo real. (LIMA JUNIOR et al, 2014). Na Figura 14 encontra-se um sistema decisório para o método multicritério de tomada de decisão.

Figura 14 - Montagem do sistema decisório nos métodos de tomada de decisão.



Fonte: Amancio; Andreotti (2015, p.808).

Conforme a Figura 14 a resolução de um problema multicritério de tomada de decisão inicia-se com a definição do problema, a identificação das restrições, os critérios e as alternativas a serem avaliadas e selecionadas pelo tomador de decisão. Isto ocorre por meio do cruzamento dos critérios com as alternativas e dos critérios com o objetivo final.

2.10. MÉTODO BEST WORST METHOD

Best Worst Method é um método de tomada de decisão multicritério desenvolvido por Rezaei (2015). Este método pode ser utilizado para avaliar as alternativas no que diz respeito a critérios e para encontrar a importância (peso) de critérios que são usados para encontrar uma solução para satisfazer o objetivo principal de um problema.

O BWM é um método baseado em comparação de pares que oferece uma maneira estruturada de fazer as comparações. Para calcular os pesos relativos dos critérios o método desenvolve por meio de uma comparação de pares. O melhor critério de todos é comparado com os outros, posteriormente o pior critério também é comparado com todos os outros que compõem o problema, o que determina os vetores de preferência relativa.

Segundo o autor do método, como o mesmo é fundamentado em vetor existe um número menor de comparações do que os métodos multicritérios fundamentados em matriz. Isso facilita a obtenção de consistência após a aplicação. O método se baseia nas etapas apresentadas na Tabela 11.

Tabela 11 – Metodologia BWM.

ETAPAS PARA APLICAÇÃO DO MÉTODO BWM	
1º	Estabelecer os critérios necessários para a tomada de decisão: (C_1, C_2, \dots, C_n)
2º	Definir os critérios <i>Best</i> e <i>Worst</i> , ou seja o mais importante e o menos importante para aquele problema.
3º	Estabelecer a preferência do melhor critério (<i>Best</i>) em relação a todos os outros critérios utilizando um número entre 1 e 9, resultando o vetor <i>Best-to-Others</i> . $A_B = (a_{B1}, a_{B2}, \dots, a_{Bn})$ Onde a_{Bj} indica a preferência do melhor critério B em relação ao critério j , e $a_{BB} = 1$.
4º	Definir a preferência do pior critério (<i>Worst</i>) em relação a todos os outros critérios com números entre 1 e 9, resultando no vetor <i>Others-to-Worst</i> : $A_W = (a_{1w}, a_{2w}, \dots, a_{nw})$ Onde a_{jw} indica a preferência do critério j em relação ao pior critério W , e $a_{ww} = 1$.

Calcular os pesos ótimos $(w_1^*, w_2^*, \dots, w_n^*)$, com as diferenças absolutas máximas minimizadas $\left| \frac{w_B}{w_j} - a_{Bj} \right|$ e $\left| \frac{w_j}{w_w} - a_{jw} \right|$ para todos os j , conforme o seguinte modelo:

$$\min \max_j \left\{ \left| \frac{w_B}{w_j} - a_{Bj} \right|, \left| \frac{w_j}{w_w} - a_{jw} \right| \right\}$$

Satisfazendo as condições:

5° $\sum w_j = 1$ e $w_j \geq 0$, para todo j . Onde w_{Bw} retrata o peso do menor critério, w_w é o peso do pior critério e w_j traduz o peso do critério j .

O modelo é equivalente a:

$$\min \xi$$

Satisfazendo as condições:

$$\left| \frac{w_B}{w_j} - a_{Bj} \right| \leq \xi, \left| \frac{w_j}{w_w} - a_{jw} \right| \leq \xi, \sum w_j = 1; w_j \geq 0, \text{ para todo } j.$$

Resolvendo o modelo, obtêm-se os pesos ótimos $(w_1^*, w_2^*, \dots, w_n^*)$ e o valor da função objetivo ξ^* .

6° Verificar a consistência da aplicação, sendo que a comparação é totalmente consistente quando $a_{Bj} * a_{Bw} = a_{Bw}$ para todo j , sendo, a_{Bw} a preferência do melhor critério sobre o pior critério.

Fonte: Autoria própria.

Para a obtenção do índice de consistência, considera-se a Tabela 12.

Tabela 12 – Índice de Consistência.

a_{Bw}	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Índice de Consistência (max ξ)	0,00	0,44	1,00	1,63	2,30	3,00	3,73	4,47	5,23

Fonte: Rezaei (2015).

Com o índice de consistência $(CI, \max \xi)$ da Tabela 18, a taxa de consistência pode ser calculada pela equação $CR = \xi^* / CI$. A taxa de consistência (CR) representa o nível de consistência da aplicação do método. Rezaei (2015) afirma que $CR \in [0,1]$ e quanto mais próximo de 0 for o valor obtido, maior a consistência da aplicação do método.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo estão expostos os caminhos seguidos para alcançar os objetivos deste estudo, e que permitem a replicação do mesmo. Esta metodologia foi dividida em classificação da pesquisa e no modelo específico para o desenvolvimento do trabalho.

3.1. CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Do ponto de vista da sua natureza esta pesquisa é classificada como básica, pois tem como objetivo gerar conhecimentos novos e úteis para o avanço da ciência, tendo aplicação prática prevista.

Do ponto de vista de objetivos esta pesquisa é caracterizada tanto como exploratória e descritiva:

- Exploratória: visa proporcionar maior familiaridade com o problema e torná-lo explícito construindo hipóteses. Envolve levantamento bibliográfico e pesquisa de campo.
- Descritiva: objetivo de trabalhar com dados relativos a atualidade, observando uma determinada realidade para explicar um determinado objetivo relacionado a problemática da pesquisa. Utiliza instrumentos de coleta como questionários e entrevistas.

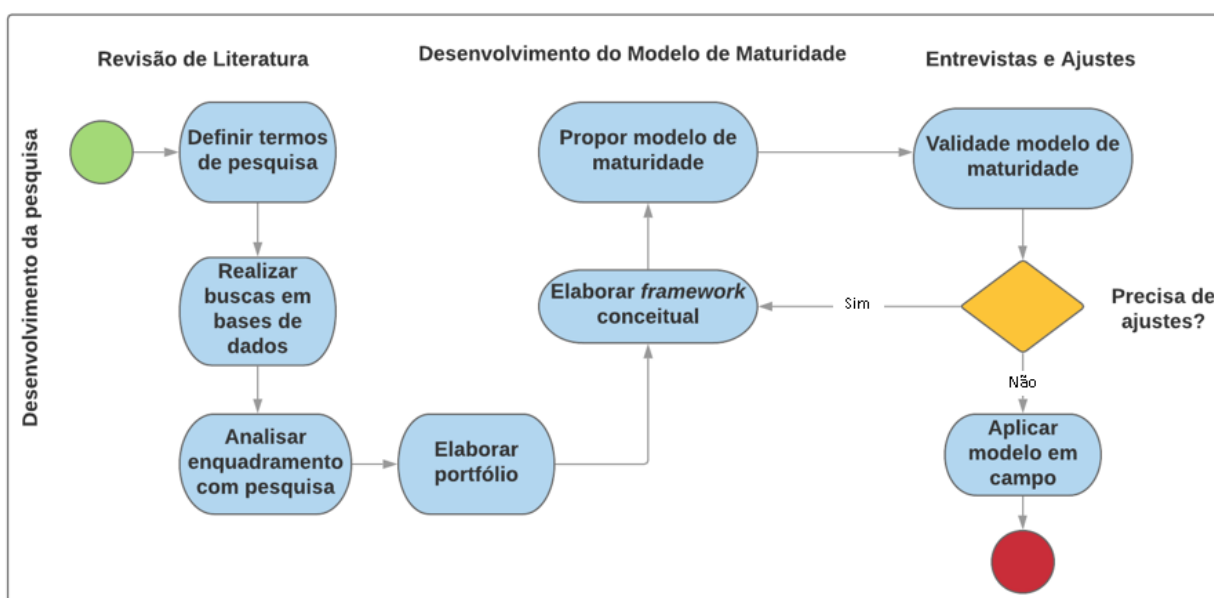
O estudo da cultura de segurança envolve aspectos comportamentais (trabalho), estruturais (organização) e psicológicos (atitudes, pensamentos e crenças do indivíduo), contudo o objetivo desta pesquisa foca em aspectos estruturais (o que a organização tem), desta forma será utilizado uma abordagem quantitativa. Esta é utilizada no desenvolvimento de pesquisas descritivas e exploratórias, onde procura-se descobrir e classificar a relação entre variáveis, assim como investigar as causas entre fenômenos. A abordagem quantitativa aplica instrumentos estatísticos como base do processo de análise de um problema, podendo assim comparar dados de pesquisas. Também será utilizada uma abordagem qualitativa para realizar análise de respostas de entrevistas. (GONÇALVES FILHO, 2011).

Assim esta pesquisa se classifica como de estudo de caso, descritivo e exploratório com abordagens quantitativa e qualitativa, que utilizará para seu desenvolvimento meios bibliográficos e levantamento de campo.

3.2. MODELO PROPOSTO

As etapas generalizadas para o desenvolvimento desta pesquisa encontram-se na Figura 15.

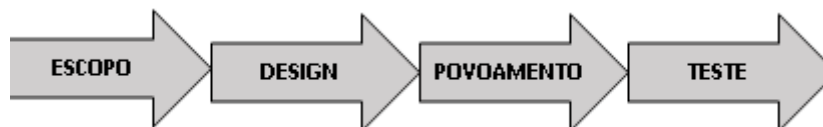
Figura 15 – Etapas para desenvolvimento da pesquisa.



Fonte: Adaptado Oliveira Júnior (2018, p.45).

O *framework* propõe que o desenvolvimento do modelo de maturidade deve ser um processo iterativo de três etapas: desenvolvimento, aplicação e validação. (OLIVEIRA JÚNIOR, 2018). Será utilizada como base para formulação do modelo de maturidade de segurança do trabalho para indústria 4.0 aplicado a indústria química a metodologia de Bruin et al (2005). A Figura 16 destaca as etapas desse modelo que serão aplicadas enquanto a Figura 17 esquematiza o que será realizado em cada uma destas etapas.

Figura 16 – Metodologia para o desenvolvimento do modelo de maturidade.



Fonte: Adaptado Bruin et al. (2005, p.3).

Figura 17 – Descrição das etapas de metodologia para desenvolvimento do modelo de maturidade da segurança do trabalho para indústria 4.0.

ESCOPO	DESIGN	POVOAMENTO	TESTE
Delimitação dos limites para aplicação	Público-Alvo	Identificar o que precisa ser medido na avaliação da maturidade	Aplicação do modelo proposto
Delimitação do uso e do modelo	Método de aplicação	Como medir	Testado quanto à relevância e rigor.
Definição do seu intuito	Solicitante da Avaliação	<div style="border: 1px dashed black; padding: 5px;"> Modelo Descritivo Modelo Prescritivo Modelo Comparativo ANÁLISE MULCRITÉRIO </div>	
Definição dos seus stakeholders.	Avaliadores		
	Estratégias de Aplicação		

Fonte: Autoria própria.

Será utilizado o método *Best Worst Method* para delimitação dos pesos dos grupos de análise, dos critérios e dos subcritérios estabelecidos do modelo de maturidade proposto. Tais itens serão apresentados no item 5.2. Esta metodologia foi escolhida devido alguns benefícios apresentados por ela, sendo eles:

- i. Ao se identificar o melhor e o pior critério antes de realizar as comparações de pares, já se tem uma compreensão clara da faixa de avaliação que poderia levar a comparações de pares mais confiáveis.
- ii. A utilização de dois vetores de comparação formados com base em duas referências opostas (melhor e pior) em um único modelo de otimização.
- iii. O BWM é o método mais eficiente em dados e tempo, que ao mesmo tempo, oferece a possibilidade de verificar a consistência das comparações de pares fornecidos. Como os dois vetores são formados considerando-se dois critérios de referência, o modelo não deve ser visto como um caso de matriz de comparação pareada incompleta.
- iv. Nos casos com mais de três critérios pode trazer várias soluções ótimas. Ter várias soluções ótimas traz mais flexibilidade para os casos em que há vários critérios envolvidos. Isso significa que no contexto de tomada de decisão em grupo, ter várias soluções ótimas pode resultar em uma chance maior para uma solução de compromisso coincidir ou pelo menos estar muito próxima de uma das soluções ótimas.

Com a finalidade de testa-lo, este modelo será aplicado em duas indústrias químicas. Com o intuito de coletar informações sobre fatores indicativos da maturidade da cultura de segurança do trabalho na indústria 4.0 para identificar os estágios de maturidade um pré-teste do questionário e um questionário serão elaborados com base nos modelos levantados no referencial teórico.

O próximo capítulo apresenta o cronograma a ser seguido para o desenvolvimento deste projeto.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. NÍVEIS DE MATURIDADE

O modelo proposto é composto por cinco estágios de maturidade: *Outsider*, *Beginner*, *Intermediate*, *Expert* e *Top Performer*. Os níveis *Outsider* e *Beginner* definem as organizações como *Newcomers*, estas são empresas recém-chegadas quando confrontadas aos parâmetros para análise de maturidade vinculados simultaneamente ao SSO e a Indústria 4.0. O nível *Intermediate* é definido como *Learners* pois está aprendendo e elaborando planos para se estabelecer e implementar a idealidade dos critérios que elencam a maturidade da proposta do modelo. Os níveis *Expert* e *Top Performer* são classificados como *Leaders* e são utilizados como os níveis referências para a organização alcançar a maturidade dentro do modelo proposto. A Tabela 13 apresenta a classificação dos respectivos níveis de maturidade.

Tabela 13 – Delimitação dos níveis de maturidade do modelo proposto.

	NÍVEL DE MATURIDADE	CLASSIFICAÇÃO
0	<i>Outsider</i>	NEWCOMERS
1	<i>Beginner</i>	
2	<i>Intermediate</i>	LEARNERS
3	<i>Expert</i>	LEADERS
4	<i>Top Performer</i>	

Fonte: Autoria própria.

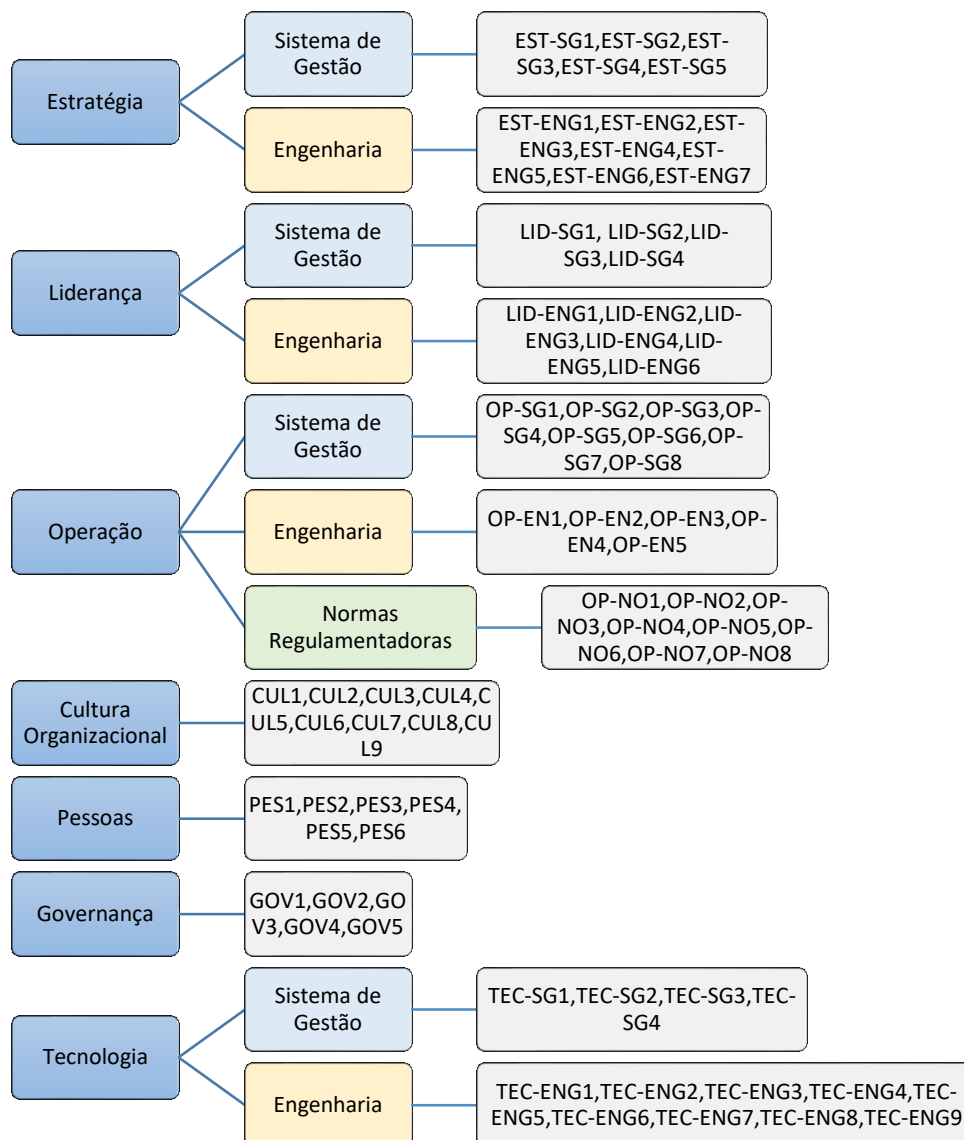
O nível de maturidade *Outsider* como o próprio nome já indica, significa a completa falta de existência de investimento e realização dos critérios utilizados como parâmetros para aquele grupo de análise. Já o nível *Beginner* representa o início de um questionamento sobre a medida de iniciar um planejamento para implantação de critérios. O *Intermediate* representa que a organização está tomando medidas de elaboração de planos e treinamentos para implementação dos critérios. O nível de maturidade *Expert* representa a execução desses planos

e treinamentos elaborados para atingir o objetivo de se tornar madura da organização. O nível *Top Performer* representa uma organização que já possui implementado e utiliza as ferramentas levantadas como critérios e que estabelece a mesma como sendo o índice mais maduro para os parâmetros levantados.

4.2. GRUPOS DE ANÁLISE

É proposto a análise de maturidade para sete grupos de análise dentro da organização sendo eles: estratégia, liderança, operação, cultura organizacional, pessoas, governança e tecnologia. Tais grupos possuem critérios para análise conforme ilustração da Figura 18.

Figura 18 - Fluxograma dos critérios para cada grupo de análise do modelo de maturidade proposto.



Fonte: Autoria própria.

4.2.1. ESTRATÉGIA

Estratégia é definida como as ações que devem ser tomadas no hoje (curto prazo) para acionar planos de ação (médio prazo) com base em estudos no passado, da situação presente e de perspectivas do que está por vim, pra assim alcançar os resultados desejados no futuro dentro de uma organização.

Este grupo de análise é encarregado de analisar como a organização está se estruturando para se tornar madura com relação a SSO e a indústria 4.0.

É analisado a existência de um *roadmap* tecnológico, se o modelo de negócio está adaptado ao SSO e a Indústria 4.0, a existência de equipes especialistas em SGI, SESMT e um setor de DTSI 4.0. A existência de estratégias para atrair pessoas qualificadas, utilização de tecnologia e assumir responsabilidades.

A Tabela 14 apresenta o conjunto de critérios que são analisados nesse grupo e os respectivos níveis de maturidade que se enquadram para cada análise de critério.

Tabela 14 - Critérios de análise estabelecidos para o grupo de Estratégia.

CRITÉRIOS	DESCRIÇÃO
EST – SG1	Modelo de negócio adaptado ao SSO e Indústria 4.0
EST – SG2	Equipe especializada em SGI, SESMT e Setor de Desenvolvimento de Tecnologias e Sistemas da Indústria 4.0 trabalhando em conjunto
EST – SG3	Incentivo de aperfeiçoamento tecnológico para os funcionários
EST – SG4	Estratégias para atrair profissionais qualificados
EST – SG5	Assumir a responsabilidade geral e a responsabilização pela prevenção de lesões e problemas de saúde, relacionados ao trabalho, bem como pelo fornecimento de locais de trabalho e atividades seguras e saudáveis. Apoiar o estabelecimento e o funcionamento dos comitês de saúde e segurança
EST – ENG1	Implementação de um <i>roadmap</i> (mapa estratégico) tecnológico e de SSO
EST – ENG2	Recursos disponíveis e necessários para a realização do <i>roadmap</i>
EST – ENG3	Equipe especializada em SGI, SESMT e Indústria 4.0
EST – ENG4	Projetos-pilotos estruturados como estratégia de negócio
EST – ENG5	Novas tecnologias de operação, segurança, conectividade (<i>Big Data</i>) e manutenção preditiva através da automação nas máquinas. Todos os equipamentos estão conectados para adquirir dados, visualizar processos, identificar falhas e tornar a operação mais segura
EST – ENG6	Utilizar as tecnologias advindas da Indústria 4.0 para manutenção e aperfeiçoamento do modelo de SSO
EST – ENG7	Otimização da produção, do controle de qualidade e conseqüentemente do SSO

Fonte: Autoria própria.

4.2.2. LIDERANÇA

No grupo de análise da liderança são questionados critérios referentes ao modelo de negócio implementado, a interdisciplinaridade dentro da empresa assim como o incentivo da melhoria continua. O papel de uma diretoria focada e preparada é essencial para que uma organização alcance a maturidade em todos os aspectos que podem ser analisados e questionados. A Tabela 15 apresenta o conjunto de critérios que são analisados.

Tabela 15 - Critérios de análise estabelecidos para o grupo de Liderança.

CRITÉRIOS	DESCRIÇÃO
LID – SG1	Assegura e promove a melhoria contínua
LID – SG2	Desenvolve, lidera e promove uma cultura na organização que apoie os resultados pretendidos do sistema de gestão SSO
LID – SG3	Assegura que a organização estabeleça e implemente um processo de consulta e participação de trabalhadores. Protege os trabalhadores das represálias ao relatar incidentes, perigos, riscos e oportunidades
LID – SG4	Interdisciplinaridade
LID – ENG1	Assegura que a política e os objetivos de SSO sejam estabelecidos e compatíveis com a direção estratégica da organização assim como comunicar a importância de uma gestão eficaz de SSO e da conformidade com os requisitos o sistema de gesto de SSO
LID – ENG2	Assegura a integração dos requisitos do sistema de gestão de SSO nos processos de negócios da organização assim como no DTSI 4.0
LID – ENG3	Assegura que os recursos necessários para estabelecer, implementar, manter e melhorar o sistema de gestão de SSO e do DTSI 4.0 estejam disponíveis
LID – ENG4	Assegura que o sistema de gestão de SSO e do DTSI 4.0 atinja os resultados pretendidos
LID – ENG5	Dirigi e apoia as pessoas para contribuir com a eficácia do Setor de DTSI 4.0 em conjunto com o sistema de gestão de SSO
LID – ENG6	Analisa periodicamente a adequação, suficiência e eficácia do sistema de gestão de SSO em conjunto com a melhoria continua do Setor de DTSI 4.0

Fonte: Autoria própria.

4.2.3. OPERAÇÃO

Para o grupo de análise da operação foram levantados questionamentos referentes tanto ao modelo de SSO utilizado como o desenvolvimento de tecnologias e a interligação entre eles. Critérios de análise para esse grupo são a existência de colaboração interdepartamental, atender a legislação vigente ao SSO, possui certificação da ISO 45001, estar preparado para mudanças, eliminar perigos, utilização de Computação em Nuvem, Internet das Coisas (IoT) e utilização de robótica avançada em etapas do processo produtivo.

A Tabela 16 apresenta o conjunto de critérios que são analisados para o grupo de Operação.

Tabela 16 - Critérios de análise estabelecidos para o grupo de Operação.

CRITÉRIOS	CRITÉRIOS DE ANÁLISE
OP – SG1	Colaboração interdepartamental
OP – SG2	Certificação ISO 45001 - Sistema de Gestão de Saúde e Segurança Ocupacional
OP – SG3	Estabelece Critérios de Processo, utiliza o controle do processo de acordo com os critérios, manter e reter informações documentadas na medida do necessário, para ter confiança de que o processo foi realizado conforme planejado e adaptar o trabalho aos trabalhadores
OP – SG4	Elimina os perigos, substitui por processos, operações, materiais ou equipamentos menos perigosos, utilizar controles de engenharia e reorganização do trabalho
OP – SG5	Utiliza controles administrativos, incluindo treinamentos
OP – SG6	Gestão de Mudanças
OP – SG7	Mantém um processo para o controle de aquisição de produtos e serviços, a fim de assegurar a sua conformidade com o sistema de gestão de SSO
OP – SG8	Equipe especializada no SESMT atuando com a produção e o processo de automação
OP – EN1	Utilização de Robótica Avançada em todas as etapas operacionais/necessárias do processos Industrial para Minimização de erros, acidentes do trabalho e controle de informações do processo
OP – EN2	Utilização do <i>Big Date</i> para o tratamento de informação do processo produtivo e identificação de falhas tanto para atender a demanda da produção como para identificar possíveis pontos de ocorrência de acidentes e incidentes

OP – EN3	Computação em Nuvem cujo pode entregar uma grande gama de serviços vinculados a área de produção, segurança do trabalho, entre outros departamentos.
OP – EN4	Utilização da Internet das Coisas (IoT) para comunicar e interagir com ambientes internos e externos.
OP – EN5	Compartilhamento de conhecimento e informações entre os setores/departamentos de SGI e DTSI 4.0
OP – NO1	Existência de CIPA NR 5 - Comissão Interna de prevenção de Acidentes
OP – NO2	Conformidade a NR 6 - Equipamentos de Proteção Individual
OP – NO3	Conformidade a NR 7 - Programas de Controle Médico de Saúde Ocupacional
OP – NO4	Conformidade a NR 9 - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais
OP – NO5	Conformidade a NR23 - Proteção Contra Incêndios
OP – NO6	Conformidade a NR26 - Sinalização de Segurança
OP – NO7	Processos automatizados e manutenções em equipamentos realizados por profissionais habilitados e certificados conforme necessidade e exigência: NR10 - Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade NR11 - Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais NR12 - Máquinas e Equipamentos NR13 - Caldeiras, Vasos de Pressão e Tabulações e Tanques Metálicos de Armazenamento NR 14 - Fornos NR19 - Explosivos NR20 - Segurança e Saúde no Trabalho com Inflamáveis e Combustíveis NR33 - Segurança e Saúde no Trabalho em Espaços Confinados NR35 - Trabalho em Altura
OP – NO8	Conformidade com a NR17 - Ergonomia

Fonte: Autoria própria.

4.2.4. CULTURA ORGANIZACIONAL

Cultura Organizacional é o conjunto de valores, crenças e hábitos compartilhados pelas pessoas que compõem uma empresa, consequentemente cultura organizacional é a manifestação dos valores e propósitos da empresa. Portanto este grupo de análise visa analisar a abertura a inovação da organização, a valorização dos funcionários, a contribuição social, as boas práticas de segurança e a transparência das informações. A Tabela 17 apresenta o conjunto de critérios que são analisados nesse para o grupo de análise.

Tabela 17 - Critérios de análise estabelecidos para o grupo de Operação.

CRITÉRIOS	CRITÉRIOS DE ANÁLISE
CUL1	Abertura a inovação e colaboração entre empresas
CUL2	Valorização dos funcionários e incentivo para aperfeiçoamento profissional
CUL3	Contribuição Social com incentivo a comunidade de aperfeiçoamento profissional
CUL4	As normas, valores e comportamento que regem a organização estão vinculados e possuem atuação eficaz com o sistema de SSO e as atividades tecnológicas advindas da quarta revolução industrial
CUL5	Boas práticas de Segurança internalizadas nos trabalhadores
CUL6	Capacitações no uso de novas tecnologias e de conhecimento sobre SSO
CUL7	Comunicação interna eficiente
CUL8	Transparência das informações
CUL9	Competência em execução do SSO em conjunto com a tecnologia de informação, para tratativa de dados, riscos e controle do processo de segurança, monitoramento e prevenção

Fonte: Autoria própria.

4.2.5. PESSOAS

O grupo de análise de Pessoas visa analisar o engajamento da equipe de funcionários com o SSO e os pilares da Indústria 4.0, o cumprimento as regras e as normas trabalhistas e o engajamento de aperfeiçoamento profissional interligando a política de SSO é a de Tecnologia. A Tabela 18 apresenta o conjunto de critérios que são analisados para o grupo de Pessoas.

Tabela 18 - Critérios de análise estabelecidos para o grupo de Pessoas.

CRITÉRIOS	GRUPOS DE ANÁLISE
PES1	Assegura o engajamento com o SSO e os pilares da Indústria 4.0
PES2	Assegura o engajamento de aperfeiçoamento profissional
PES3	Assegura a competência para execução do SSO estruturado, com conhecimento para aperfeiçoamento e execução tecnológica do sistema de controle
PES4	Cumprimento das regras

PES5	Utilização de totens para apontar falhas internas de colaboradores
PES6	Assegura o cumprimento de regras trabalhistas para a Indústria 4.0 e SSO

Fonte: Autoria própria.

4.2.6. GOVERNANÇA

O grupo de análise de Governança busca analisar o atendimento aos *stakeholders*, a utilização de tecnologia para planos e treinamentos das equipes de SGI e SESMT assim como a realização de auditorias dentro da organização. A Tabela 19 apresenta o conjunto de critérios que são analisados.

Tabela 19 - Critérios de análise estabelecidos para o grupo de Governança.

CRITÉRIOS	GRUPOS DE ANÁLISE
GOV1	Adequabilidade de padrões tecnológicos
GOV2	Proteção de propriedade intelectual
GOV3	Realizações de auditorias internas a intervalos planejados para fornecer informações sobre os processos de automação e o SSO. Deve ser estabelecido um escopo de cada auditoria para analisar se a estratégia definida pela organização está sendo implementada e mantida de forma eficaz. Deve ser estabelecido frequência, métodos, responsabilidade, consulta, requisitos planejados e relatórios, que devem levar em consideração a importância do processo em questão e os resultados das auditorias anteriores. Selecionar os auditores e realizar auditorias que assegurem a objetividade e a imparcialidade. Assegurar que os resultados das auditorias sejam relatados aos gestores relevantes; assegurar que os resultados relevantes de auditoria sejam relatados aos trabalhadores e, se existirem, aos representantes dos trabalhadores e outras partes interessadas relevantes. Tomar medidas para resolver as não conformidades e melhorar continuamente o desempenho de SSO.
GOV4	Atendimento aos <i>stakeholders</i>
GOV5	Existências de modernas tecnologias de informação e comunicação para o departamento de SGI e SESMT

Fonte: Autoria própria.

4.2.7. TECNOLOGIA

Para analisar a maturidade vinculada ao grupo de análise de Tecnologia foram levantados aspectos como a utilização de dispositivos móveis para controle do sistema de SSO, realização de simulações preventivas, utilização dos pilares da Indústria 4.0 e a utilização de um sistema de informação para o SSO.

A Tabela 20 apresenta o conjunto de critérios que são analisados para o grupo de Tecnologia.

Tabela 20 - Critérios de análise estabelecidos para o grupo de Tecnologia.

CRITÉRIOS	CRITÉRIOS DE ANÁLISE
TEC-SG1	Utilização de dispositivos móveis para controle do sistema de SSO
TEC-SG2	Programa para controle, tratativa, monitoramento e prevenção de riscos do SSO
TEC-SG3	Armazenamento em nuvem dos dados do SSO
TEC-SG4	Utilização de sistema de segurança de informação para SSO
TEC-ENG1	Realização de Simulações preventivas e para novos modelos de execuções de tarefas
TEC-ENG2	Utilização de robôs para execução de tarefas com riscos elevados e caracterizadas como repetitivas
TEC-ENG3	Utilização de sistema para tratamento de informações
TEC-ENG4	Utilização do <i>Big Data</i>
TEC-ENG5	Utilização de Integração Vertical e Horizontal
TEC-ENG6	Utilização de Internet das Coisas (IoT)
TEC-ENG7	Utilização de Manufatura Aditiva
TEC-ENG8	Utilização de Computação em Nuvem
TEC-ENG9	Utilização de Realidade Aumentada

Fonte: Autoria própria.

4.3. METODOLOGIA DE ANÁLISE DE PESOS

A metodologia multicritério selecionado para utilização nesta proposta de modelo de maturidade é o *Best Worst Method*. Para definição dos pesos dos grupos de análise, critérios e subcritérios, foi elaborado um questionário com o intuito de elevar preferências por meio de comparações em pares. O questionário foi encaminhado para cinco especialistas. Estes especialistas foram selecionados por experiência efetiva na área de SSO e Indústria 4.0.

Para a realização da comparação de importância entre os grupos de análises e os critérios, utilizou-se a escala definida por Rezaei (2015) e esta encontra-se apresentada na Tabela 21.

Tabela 21 – Escala de comparação de importância de grupos de análise e critérios.

ESCALA	IMPORTÂNCIA
1	Indiferente – Utilizado para comparação de mesmo índice
3	Pouca
5	Moderada
7	Alta
9	Extrema
2, 4, 6, 8	Valores Intermediários

Fonte: Adaptado Rezaei (2015).

Por meio da escala determinada na Tabela 22, foram determinadas as importâncias do grupo de análise e dos critérios *Best* com relação aos demais critérios. O mesmo foi realizado para os definidos como *Worst*. Os pesos atribuídos pelos especialistas por meio do método BMW para os grupos de análise encontram-se na Tabela 22.

Tabela 22 - Pesos dos Grupos de Análise.

Grupos de Análise	Especialistas					Média
	E1	E2	E3	E4	E5	
Estratégia	0,11728	0,101911	0,059134	0,08874	0,2625	0,125912
Liderança	0,1466	0,127389	0,266103	0,06902	0,0375	0,129322
Operação	0,041589	0,084926	0,266103	0,12423	0,125	0,12837
Cultura Organizacional	0,417966	0,382166	0,066526	0,20705	0,1875	0,252242
Pessoas	0,195467	0,169851	0,07603	0,04466	0,1875	0,134701
Governança	0,031192	0,031847	0,177402	0,08874	0,125	0,090836
Tecnologia	0,049906	0,101911	0,088701	0,37757	0,075	0,138617
Ksi*	0,168434	0,127389	0,266103	0,24359	0,1125	0,183603

Fonte: Autoria própria.

A taxa de consistência das comparações representa a efetividade da aplicação realizada. Os valores mais próximos de zero indicam maior consistência no cálculo. As taxas de consistência obtidas para as comparações em pares dos grupos de análise estão apresentadas na Tabela 23.

Tabela 23 – Taxa de consistência dos Grupos de Análise.

	Especialistas				
	E1	E2	E3	E4	E5
CI - Índice de Consistência	5,23	4,47	5,23	1	2,3
ξ* - Função Objetivo	0,168434	0,127389	0,266103	0,243591	0,1125
CR - Taxa de Consistência	0,032205	0,028499	0,05088	0,243591	0,048913

Fonte: Autoria própria.

Nos subtópicos seguintes serão apresentados a análise dos pesos para cada critério e subcritério dentro dos grupos de análise.

4.3.1. ESTRATÉGIA: ANÁLISE DE PESOS

Os pesos atribuídos pelos especialistas por meio do método BWM para os critérios e subcritérios pertencentes ao grupo de análise de Estratégia encontram-se na Tabela 24.

Tabela 24 - Pesos atribuídos aos critérios e subcritérios do grupo de análise de Estratégia.

Estratégia	Especialistas					Média
	E1	E2	E3	E4	E5	
Sistema de Gestão	0,265625	0,727273	0,227273	0,772727	0,25	0,44858
Engenharia	0,734375	0,272727	0,772727	0,227273	0,75	0,55142
Ksi*	0,03125	0,181818	0,090909	0,090909	0,055556	0,090088
EST-SG1	0,070234	0,036364	0,054911	0,480874	0,272727	0,183022
EST-SG2	0,451505	0,4	0,554597	0,131148	0,340909	0,375632
EST-SG3	0,110368	0,109091	0,119234	0,038251	0,068182	0,089025
EST-SG4	0,183946	0,181818	0,10433	0,218579	0,136364	0,165008
EST-SG5	0,183946	0,272727	0,166928	0,131148	0,181818	0,187314
Ksi*	0,100334	0,145455	0,280044	0,174863	0,204545	0,181048
EST-ENG1	0,290237	0,084681	0,052755	0,105641	0,16298	0,139259
EST-ENG2	0,131926	0,127021	0,164127	0,075458	0,122235	0,124153
EST-ENG3	0,079156	0,169361	0,298945	0,048509	0,122235	0,143641
EST-ENG4	0,036939	0,032333	0,098476	0,088034	0,087311	0,068619
EST-ENG5	0,131926	0,101617	0,164127	0,264103	0,16298	0,164951
EST-ENG6	0,197889	0,101617	0,123095	0,312612	0,097788	0,1666
EST-ENG7	0,131926	0,383372	0,098476	0,105641	0,24447	0,192777
Ksi*	0,105541	0,124711	0,193435	0,215595	0,488941	0,225644

Fonte: Autoria própria.

Com os valores atribuídos para cada critério e subcritério foi calculado o peso global pertencente aos subcritérios e estes encontram-se apresentados na Tabela 25.

Tabela 25 - Pesos globais atribuídos aos subcritérios do grupo de análise de Estratégia.

Peso Global	
EST-SG1	0,0821
EST-SG2	0,168501
EST-SG3	0,039935
EST-SG4	0,074019
EST-SG5	0,084025
EST-ENG1	0,07679
EST-ENG2	0,068461
EST-ENG3	0,079207
EST-ENG4	0,037838
EST-ENG5	0,090957
EST-ENG6	0,091867
EST-ENG7	0,106301

Fonte: Autoria própria.

As taxas de consistência obtidas para as comparações em pares dos critérios pertencentes ao grupo de análise da Estratégia estão apresentadas na Tabela 26.

Tabela 26 – Estratégia: taxa de consistência dos critérios do grupo de análise.

	Especialistas				
Sistema de Gestão	E1	E2	E3	E4	E5
CI - Índice de Consistência	2,3	3,73	3	5,23	1,63
ξ^* - Função Objetivo	0,10033445	0,145455	0,280044	0,174863	0,204545
CR - Taxa de Consistência	0,04362367	0,038996	0,093348	0,033435	0,125488
	Especialistas				
Engenharia	E1	E2	E3	E4	E5
CI - Índice de Consistência	2,3	4,47	2,3	0,44	2,3
ξ^* - Função Objetivo	0,1055409	0,124711	0,193435	0,215595	0,488941
CR - Taxa de Consistência	0,04588735	0,0279	0,084102	0,489988	0,212583

Fonte: Autoria própria.

Pode-se verificar que a taxa de consistência dos especialistas está dentro dos parâmetros pretendidos e próxima do valor zero, conforme é a idealidade.

4.3.2. LIDERANÇA: ANÁLISE DE PESOS

Os pesos atribuídos pelos especialistas por meio do método BWM para os critérios e subcritérios pertencentes ao grupo de análise de Liderança encontram-se na Tabela 27.

Tabela 27 - Pesos atribuídos aos critérios e subcritérios do grupo de análise de Liderança.

Liderança	Especialistas					Média
	E1	E2	E3	E4	E5	
Sistema de Gestão	0,5	0,6875	0,227273	0,6875	0,4	0,500455
Engenharia	0,5	0,3125	0,772727	0,3125	0,6	0,499545
Ksi*	0,666667	0,041667	0,090909	0,041667	0,4	0,248182
LID-SG1	0,129534	0,238095	0,486486	0,123894	0,263158	0,248233
LID-SG2	0,642487	0,428571	0,081081	0,610619	0,486842	0,44992
LID-SG3	0,072539	0,238095	0,27027	0,079646	0,157895	0,163689
LID-SG4	0,15544	0,095238	0,162162	0,185841	0,092105	0,138157
Ksi*	0,134715	0,047619	0,324324	0,132743	0,302632	0,188407
LID-ENG1	0,116525	0,272727	0,426667	0,144788	0,367776	0,265697
LID-ENG2	0,116525	0,163636	0,111111	0,11583	0,14711	0,130843
LID-ENG3	0,233051	0,072727	0,133333	0,11583	0,14711	0,14041
LID-ENG4	0,381356	0,163636	0,062222	0,42471	0,110333	0,228452
LID-ENG5	0,09322	0,163636	0,133333	0,144788	0,105079	0,128011
LID-ENG6	0,059322	0,163636	0,133333	0,054054	0,122592	0,106588
Ksi*	0,084746	0,054545	0,24	0,15444	0,625219	0,23179

Fonte: Autoria própria.

Com os valores atribuídos para cada critério e subcritério foi calculado o peso global pertencente aos subcritérios e estes encontram-se apresentados na Tabela 28.

Tabela 28 - Pesos globais atribuídos aos subcritérios do grupo de análise de Liderança.

Peso Global	
LID-SG1	0,12423
LID-SG2	0,225165
LID-SG3	0,081919
LID-SG4	0,069141
LID-ENG1	0,132728
LID-ENG2	0,065362
LID-ENG3	0,070141
LID-ENG4	0,114122
LID-ENG5	0,063947
LID-ENG6	0,053245

Fonte: Autoria própria.

As taxas de consistência obtidas para as comparações em pares dos critérios pertencentes ao grupo de análise da Liderança estão apresentadas na Tabela 29.

Tabela 29 – Liderança: taxa de consistência dos critérios do grupo de análise.

	Especialistas				
Sistema de Gestão	E1	E2	E3	E4	E5
CI - Índice de Consistência	3,37	1,63	0,44	3	1,63
ξ* - Função Objetivo	0,13471503	0,047619	0,324324	0,132743	0,30263158
CR - Taxa de Consistência	0,03997479	0,029214	0,737101	0,044248	0,18566355
	Especialistas				
Engenharia	E1	E2	E3	E4	E5
CI - Índice de Consistência	2,3	1	1,63	2,3	3
ξ* - Função Objetivo	0,08474576	0,054545	0,24	0,15444	0,62521891
CR - Taxa de Consistência	0,03684598	0,054545	0,147239	0,067148	0,2084063

Fonte: Autoria própria.

Pode-se verificar que a taxa de consistência dos especialistas está dentro dos parâmetros pretendidos e próxima do valor zero, conforme é a idealidade.

4.3.3. OPERAÇÃO: ANÁLISE DE PESOS

Os pesos atribuídos pelos especialistas por meio do método BWM para os critérios e subcritérios pertencentes ao grupo de análise de Operação encontram-se na Tabela 30.

Tabela 30 - Pesos atribuídos aos critérios e subcritérios do grupo de análise de Operação.

Operação	Especialistas					Média
	E1	E2	E3	E4	E5	
Sistema de Gestão	0,65	0,125	0,1111111	0,681818	0,142857	0,342157
Engenharia	0,083333	0,5625	0,6296296	0,090909	0,673469	0,407968
Normas Regulamentadoras	0,266667	0,3125	0,2592593	0,227273	0,183673	0,249874
Ksi*	0,15	0,0625	0,4074074	0,227273	0,244898	0,218416
OP-SG1	0,169279	0,089118	0,2795699	0,170284	0,115385	0,164727
OP-SG2	0,169279	0,028143	0,1935484	0,170284	0,115385	0,135328
OP-SG3	0,056426	0,276735	0,1290323	0,056761	0,153846	0,13456
OP-SG4	0,269592	0,178236	0,0645161	0,263773	0,288462	0,212916
OP-SG5	0,084639	0,089118	0,0967742	0,085142	0,076923	0,086519
OP-SG6	0,112853	0,089118	0,0430108	0,113523	0,057692	0,083239
OP-SG7	0,112853	0,071295	0,0967742	0,113523	0,115385	0,101966
OP-SG8	0,025078	0,178236	0,0967742	0,026711	0,076923	0,080745
Ksi*	0,068966	0,079737	0,1075269	0,076795	0,173077	0,10122
OP-EN1	0,217391	0,04918	0,1830986	0,236559	0,169903	0,171226
OP-EN2	0,217391	0,483607	0,0704225	0,157706	0,135922	0,21301
OP-EN3	0,086957	0,155738	0,3802817	0,11828	0,072816	0,162814
OP-EN4	0,086957	0,155738	0,1830986	0,071685	0,485437	0,196583
OP-EN5	0,391304	0,155738	0,1830986	0,415771	0,135922	0,256367
Ksi*	0,043478	0,139344	0,1690141	0,057348	0,194175	0,120672
OP-NO1	0,053004	0,137931	0,1052632	0,052717	0,043263	0,078436
OP-NO2	0,159011	0,303448	0,1052632	0,158151	0,086527	0,16248
OP-NO3	0,159011	0,137931	0,3157895	0,158151	0,103832	0,174943
OP-NO4	0,159011	0,103448	0,0526316	0,158151	0,12979	0,120606
OP-NO5	0,106007	0,103448	0,1052632	0,105434	0,086527	0,101336
OP-NO6	0,063604	0,103448	0,1052632	0,06326	0,074166	0,081948
OP-NO7	0,265018	0,082759	0,1052632	0,271695	0,302843	0,205516
OP-NO8	0,035336	0,027586	0,1052632	0,032441	0,173053	0,074736
Ksi*	0,053004	0,110345	0,1052632	0,044607	0,216316	0,105907

Fonte: Autoria própria.

Com os valores atribuídos para cada critério e subcritério foi calculado o peso global pertencente aos subcritérios e estes encontram-se apresentados na Tabela 31.

Tabela 31 - Pesos globais atribuídos aos subcritérios do grupo de análise de Operação.

Peso Global	
OP-SG1	0,056363
OP-SG2	0,046303
OP-SG3	0,046041
OP-SG4	0,072851
OP-SG5	0,029603
OP-SG6	0,028481
OP-SG7	0,034888
OP-SG8	0,027627
OP-EN1	0,069855
OP-EN2	0,086901
OP-EN3	0,066423
OP-EN4	0,0802
OP-EN5	0,104589
OP-NO1	0,019599
OP-NO2	0,0406
OP-NO3	0,043714
OP-NO4	0,030136
OP-NO5	0,025321
OP-NO6	0,020477
OP-NO7	0,051353
OP-NO8	0,018675

Fonte: Autoria própria.

As taxas de consistência obtidas para as comparações em pares dos critérios pertencentes ao grupo de análise da Operação estão apresentadas na Tabela 32.

Tabela 32 – Operação: taxa de consistência dos critérios do grupo de análise.

	Especialistas				
Sistema de Gestão	E1	E2	E3	E4	E5
CI - Índice de Consistência	4,47	3,73	2,3	1,63	2,3
ξ^* - Função Objetivo	0,068965517	0,079737	0,107527	0,076795	0,173077
CR - Taxa de Consistência	0,015428527	0,021377	0,046751	0,047113	0,075251
	Especialistas				
Engenharia	E1	E2	E3	E4	E5
CI - Índice de Consistência	2,3	3,73	1	2,3	1,63
ξ^* - Função Objetivo	0,043478261	0,139344	0,169014	0,057348	0,194175
CR - Taxa de Consistência	0,018903592	0,037358	0,169014	0,024934	0,119126
	Especialistas				
Normas Regulamentadoras	E1	E2	E3	E4	E5
CI - Índice de Consistência	3,73	3,73	1,63	3,73	3,73
ξ^* - Função Objetivo	0,053003534	0,110345	0,105263	0,044607	0,216316
CR - Taxa de Consistência	0,014210063	0,029583	0,064579	0,011959	0,057994

Fonte: Autoria própria.

Pode-se verificar que a taxa de consistência dos especialistas está dentro dos parâmetros pretendidos e próxima do valor zero, conforme é a idealidade.

4.3.4. CULTURA ORGANIZACIONAL: ANÁLISE DE PESOS

Os pesos atribuídos pelos especialistas por meio do método BWM para os critérios e subcritérios pertencentes ao grupo de análise de Cultura Organizacional encontram-se na Tabela 33.

Tabela 33 - Pesos atribuídos aos critérios e subcritérios do grupo de análise de Cultura Organizacional.

Cultura Organizacional	Especialistas					Média
	E1	E2	E3	E4	E5	
CUL1	0,089431	0,080717	0,097222	0,109589	0,04391	0,084174
CUL2	0,134146	0,188341	0,277778	0,109589	0,081547	0,15828
CUL3	0,036585	0,121076	0,097222	0,041096	0,135912	0,086378
CUL4	0,22561	0,044843	0,041667	0,246575	0,081547	0,128048
CUL5	0,134146	0,121076	0,097222	0,109589	0,081547	0,108716
CUL6	0,134146	0,080717	0,097222	0,109589	0,135912	0,111517
CUL7	0,089431	0,121076	0,097222	0,082192	0,269733	0,131931
CUL8	0,067073	0,121076	0,097222	0,082192	0,067956	0,087104
CUL9	0,089431	0,121076	0,097222	0,109589	0,101934	0,103851
Ksi*	0,042683	0,053812	0,111111	0,082192	0,138003	0,08556

Fonte: Autoria própria.

Com os valores atribuídos para cada critério e subcritério foi calculado o peso global pertencente aos subcritérios e estes encontram-se apresentados na Tabela 34.

Tabela 34 - Pesos globais atribuídos aos subcritérios do grupo de análise de Cultura Organizacional.

Peso Global	
CUL1	0,084174
CUL2	0,15828
CUL3	0,086378
CUL4	0,128048
CUL5	0,108716
CUL6	0,111517
CUL7	0,131931
CUL8	0,087104
CUL9	0,103851

Fonte: Autoria própria.

As taxas de consistência obtidas para as comparações em pares dos critérios pertencentes ao grupo de análise da Cultura Organizacional estão apresentadas na Tabela 35.

Tabela 35 – Cultura Organizacional: taxa de consistência dos critérios do grupo de análise.

	Especialistas				
	E1	E2	E3	E4	E5
CI -Índice de Consistência	2,3	1,63	1,63	1,63	1,63
ξ* - Função Objetivo	0,04268293	0,053812	0,1111111	0,082192	0,138003
CR - Taxa de Consistência	0,01855779	0,033013	0,068166	0,050424	0,084665

Fonte: Autoria própria.

Pode-se verificar que a taxa de consistência dos especialistas está dentro dos parâmetros pretendidos e próxima do valor zero, conforme é a idealidade.

4.3.5. PESSOAS: ANÁLISE DE PESOS

Os pesos atribuídos pelos especialistas por meio do método BWM para os critérios e subcritérios pertencentes ao grupo de análise de Pessoas encontram-se na Tabela 36.

Tabela 36 - Pesos atribuídos aos critérios e subcritérios do grupo de análise de Pessoas.

Pessoas	Especialistas					Média
	E1	E2	E3	E4	E5	
PES1	0,126582	0,190751	0,083333	0,137931	0,056	0,11892
PES2	0,189873	0,294798	0,361111	0,137931	0,12	0,220743
PES3	0,316456	0,069364	0,138889	0,321839	0,12	0,19331
PES4	0,126582	0,190751	0,138889	0,137931	0,384	0,195631
PES5	0,050633	0,127168	0,138889	0,057471	0,12	0,098832
PES6	0,189873	0,127168	0,138889	0,206897	0,2	0,172565
Ksi*	0,063291	0,086705	0,194444	0,091954	0,216	0,130479

Fonte: Autoria própria.

Com os valores atribuídos para cada critério e subcritério foi calculado o peso global pertencente aos subcritérios e estes encontram-se apresentados na Tabela 37.

Tabela 37 - Pesos globais atribuídos aos subcritérios do grupo de análise de Pessoas.

Peso Global	
PES1	0,11892
PES2	0,220743
PES3	0,19331
PES4	0,195631
PES5	0,098832
PES6	0,172565

Fonte: Autoria própria.

As taxas de consistência obtidas para as comparações em pares dos critérios pertencentes ao grupo de análise da Pessoas estão apresentadas na Tabela 38.

Tabela 38 – Pessoas taxa de consistência dos critérios do grupo de análise.

	Especialistas				
	E1	E2	E3	E4	E5
CI -Índice de Consistência	2,3	1,63	1,63	2,3	1
ξ* - Função Objetivo	0,06329114	0,086705	0,194444	0,091954	0,216
CR - Taxa de Consistência	0,02751789	0,053193	0,119291	0,03998	0,216

Fonte: Autoria própria.

Pode-se verificar que a taxa de consistência dos especialistas está dentro dos parâmetros pretendidos e próxima do valor zero, conforme é a idealidade.

4.3.6. GOVERNANÇA: ANÁLISE DE PESOS

Os pesos atribuídos pelos especialistas por meio do método BWM para os critérios e subcritérios pertencentes ao grupo de análise de Governança encontram-se na Tabela 39.

Tabela 39 - Pesos atribuídos aos critérios e subcritérios do grupo de análise de Governança.

Governança	Especialistas					Média
	E1	E2	E3	E4	E5	
GOV1	0,164179	0,071685	0,096774	0,150579	0,164706	0,129585
GOV2	0,074627	0,11828	0,419355	0,064865	0,164706	0,168366
GOV3	0,432836	0,415771	0,16129	0,46332	0,247059	0,344055
GOV4	0,164179	0,236559	0,16129	0,120463	0,364706	0,20944
GOV5	0,164179	0,157706	0,16129	0,200772	0,058824	0,148554
Ksi*	0,059701	0,057348	0,225806	0,138996	0,129412	0,122253

Fonte: Autoria própria.

Com os valores atribuídos para cada critério e subcritério foi calculado o peso global pertencente aos subcritérios e estes encontram-se apresentados na Tabela 40.

Tabela 40 - Pesos globais atribuídos aos subcritérios do grupo de análise de Governança.

Peso Global	
GOV1	0,129585
GOV2	0,168366
GOV3	0,344055
GOV4	0,20944
GOV5	0,148554

Fonte: Autoria própria.

As taxas de consistência obtidas para as comparações em pares dos critérios pertencentes ao grupo de análise da Governança estão apresentadas na Tabela 41.

Tabela 41 – Governança: taxa de consistência dos critérios do grupo de análise.

	Especialistas				
	E1	E2	E3	E4	E5
CI -Índice de Consistência	2,3	2,3	1	2,3	1,63
ξ* - Função Objetivo	0,05970149	0,057348	0,225806	0,138996	0,129412
CR - Taxa de Consistência	0,02595717	0,024934	0,225806	0,060433	0,079394

Fonte: Autoria própria.

Pode-se verificar que a taxa de consistência dos especialistas está dentro dos parâmetros pretendidos e próxima do valor zero, conforme é a idealidade.

4.3.7. TECNOLOGIA: ANÁLISE DE PESOS

Os pesos atribuídos pelos especialistas por meio do método BWM para os critérios e subcritérios pertencentes ao grupo de análise de Tecnologia encontram-se na Tabela 42.

Tabela 42 - Pesos atribuídos aos critérios e subcritérios do grupo de análise de Tecnologia.

Tecnologia	Especialistas					Média
	E1	E2	E3	E4	E5	
Sistema de Gestão	0,309524	0,3125	0,25	0,309524	0,28125	0,29256
Engenharia	0,690476	0,6875	0,75	0,690476	0,71875	0,70744
Ksi*	0,190476	0,041667	0,055556	0,190476	0,0625	0,108135
TEC-SG1	0,226064	0,089286	0,229358	0,232558	0,185841	0,192621
TEC-SG2	0,571809	0,517857	0,536697	0,55814	0,132743	0,463449
TEC-SG3	0,066489	0,196429	0,09633	0,069767	0,086726	0,103148
TEC-SG4	0,135638	0,196429	0,137615	0,139535	0,59469	0,240781
Ksi*	0,106383	0,071429	0,151376	0,139535	0,334513	0,160647
TEC-ENG1	0,12782	0,163413	0,148148	0,135837	0,257711	0,166586
TEC-ENG2	0,323308	0,35972	0,222222	0,321215	0,139303	0,273154
TEC-ENG3	0,076692	0,070034	0,088889	0,081502	0,139303	0,091284
TEC-ENG4	0,076692	0,070034	0,088889	0,081502	0,083582	0,08014
TEC-ENG5	0,076692	0,098048	0,088889	0,081502	0,083582	0,085742

TEC-ENG6	0,076692	0,070034	0,088889	0,081502	0,104478	0,084319
TEC-ENG7	0,076692	0,070034	0,088889	0,081502	0,083582	0,08014
TEC-ENG8	0,037594	0,070034	0,074074	0,03356	0,059701	0,054993
TEC-ENG9	0,12782	0,02865	0,111111	0,101878	0,048756	0,083643
Ksi*	0,06015	0,130518	0,222222	0,086296	0,160199	0,131877

Fonte: Autoria própria.

Com os valores atribuídos para cada critério e subcritério foi calculado o peso global pertencente aos subcritérios e estes encontram-se apresentados na Tabela 43.

Tabela 43 - Pesos globais atribuídos aos subcritérios do grupo de análise de Tecnologia.

Peso Global	
TEC-SG1	0,056353
TEC-SG2	0,135586
TEC-SG3	0,030177
TEC-SG4	0,070443
TEC-ENG1	0,117849
TEC-ENG2	0,19324
TEC-ENG3	0,064578
TEC-ENG4	0,056694
TEC-ENG5	0,060658
TEC-ENG6	0,059651
TEC-ENG7	0,056694
TEC-ENG8	0,038904
TEC-ENG9	0,059172

Fonte: Autoria própria.

As taxas de consistência obtidas para as comparações em pares dos critérios pertencentes ao grupo de análise da Tecnologia estão apresentadas na Tabela 44.

Tabela 44 – Tecnologia: taxa de consistência dos critérios do grupo de análise.

	Especialistas				
Sistema de Gestão	E1	E2	E3	E4	E5
CI - Índice de Consistência	3,73	2,3	3	3	1
ξ^* - Função Objetivo	0,10638298	0,071429	0,151376	0,139535	0,334513
CR - Taxa de Consistência	0,02852091	0,031056	0,050459	0,046512	0,334513
	Especialistas				
Engenharia	E1	E2	E3	E4	E5
CI - Índice de Consistência	3,73	4,47	1,63	3,73	0,44
ξ^* - Função Objetivo	0,06015038	0,130518	0,222222	0,086296	0,160199
CR - Taxa de Consistência	0,01612611	0,029199	0,136333	0,023136	0,364089

Fonte: Autoria própria.

Pode-se verificar que a taxa de consistência dos especialistas está dentro dos parâmetros pretendidos e próxima do valor zero, conforme é a idealidade.

4.4. RANQUEAMENTO DO MODELO PROPOSTO

Para realizar o Ranqueamento da maturidade do modelo proposto é utilizada uma metodologia embasada na proposta de Soares (2020). É gerado um arquivo contendo todas os grupos de análise e critérios onde os gestores das organizações devem afirmar se não possui (0) ou possui (1) os critérios questionados. Este questionário encontra-se no anexo I deste trabalho.

Em conjunto com os pesos levantados por meio do método BWM pode-se chegar a um índice que determinará o nível de maturidade da organização. Obtém-se primeiramente os índices de maturidade geral (IMG) da seguinte forma utilizando a equação a seguir.

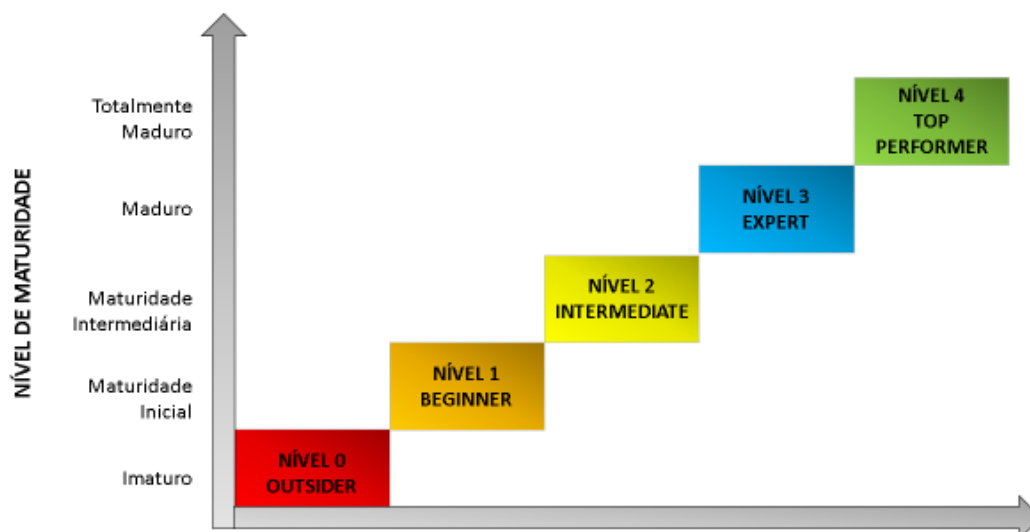
$$IMG = \left(\sum \text{Pesos Critérios} \right) . 4$$

Posteriormente é calculado o índice de maturidade da dimensão (IMD).

$$IMD = \frac{IMG}{\text{Peso Grupo de Análise}}$$

Como parte do método proposto, assim que determinados os IMG e IMD é necessário multiplicar os índices por cinco devido a existência de cinco níveis de maturidade conforme ilustrado na Figura 19.

Figura 19 - Níveis de Maturidade propostos pelo método.



Fonte: Adaptado de Soares(2020).

4.5. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

O modelo de maturidade proposto foi testado em duas indústrias químicas e a discussão de seu teste encontra-se apresentada nos subtópicos seguintes.

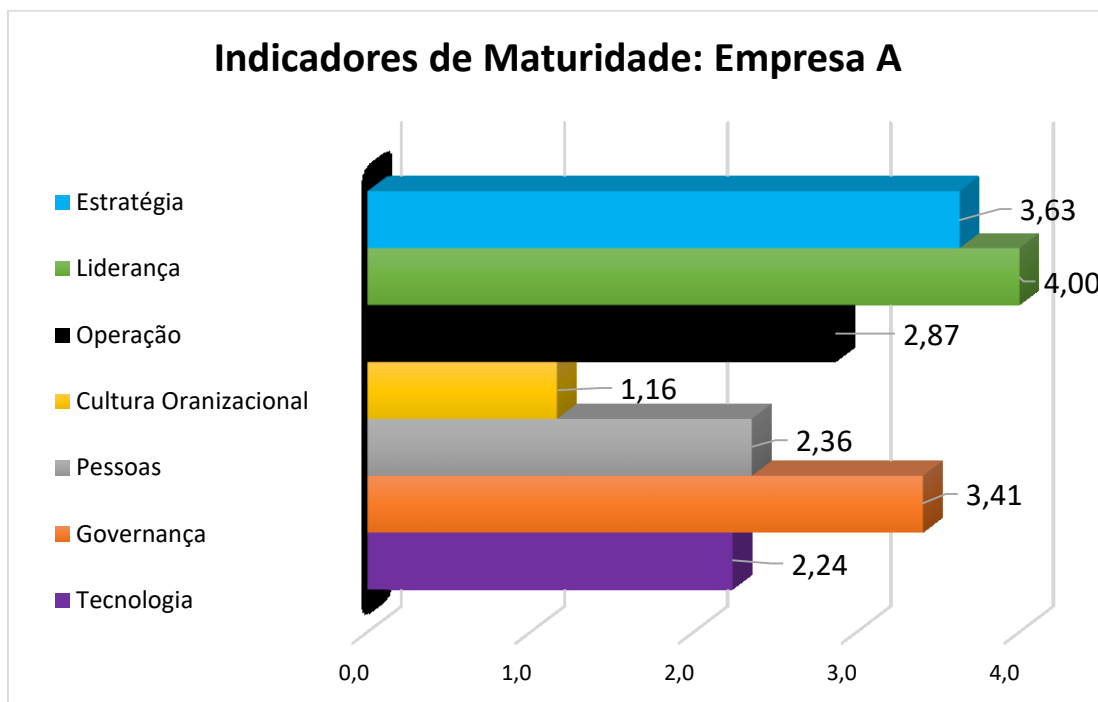
4.5.1. EMPRESA A

A primeira empresa onde o modelo foi testado é uma indústria química localizada no estado de São Paulo. Possui de 153 funcionários e terceiros prestadores de serviços de manutenção, limpeza e segurança que circulam pela unidade.

Foi entregue o questionário apresentado no Anexo I para o gerente do departamento de Sistema de Gestão Integrado responder e analisar. Como resultado foi constatado que a empresa possui um indicador IMG de 2,57, sendo considerado que esta está em um nível *Intermediate* para o *Expert*.

Considerando o indicador de maturidade para cada dimensão, tem-se que a Empresa A precisa melhorar principalmente nas dimensões de Cultura Organizacional, Pessoas e Tecnologia pois ao observar os indicadores destas dimensões, eles estão em um nível ainda muito baixo.

Gráfico 2 – Indicadores de maturidade Empresa A



Fonte: Autoria própria.

Analisando os aspectos questionados para a Cultura da Organização nota-se que existe políticas de capacitação de SSO todavia não existe políticas de capacitação que englobem a área tecnológica com os funcionários. A empresa A também é uma organização que possui muita restrição com o quesito de abertura de suas informações para os funcionários sendo que os departamentos não possuem acessos a arquivos entre si. A Empresa não pratica contribuições sociais com incentivo a comunidade de aperfeiçoamento profissional.

Com relação ao grupo de análise de pessoas a organização não utiliza ainda muitas facilidades provenientes da indústria 4.0 para auxiliar na gestão do modelo de SSO.

A Empresa A não utiliza dispositivos móveis para realização de controle do sistema de SSO. Muitas etapas repetitivas do processo produtivo e de envase do produto acabado são realizadas por operadores de forma manual, serviços estes que podem ser facilmente substituído por robôs automatizados.

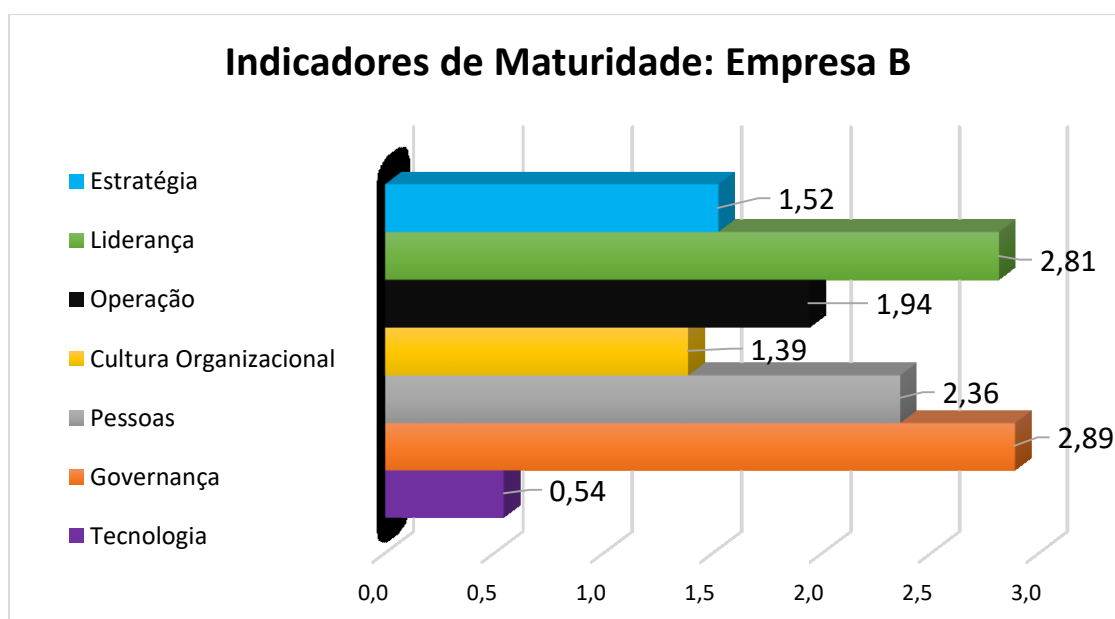
4.5.2. EMPRESA B

A segunda empresa analisada é uma indústria química localizada em Curitiba. Possui 53 funcionários e mais terceiros prestadores de serviços de manutenção, limpeza e segurança que circulam pela unidade.

Foi entregue o questionário apresentado no Anexo I para o supervisor de EHS responder e analisar. Como resultado foi constatado que a empresa possui um indicador IMG de 1,81, sendo considerado que esta está em um nível Beginner para o *Intermediate*.

Considerando o indicador de maturidade para cada dimensão, tem-se que a Empresa B precisa melhorar principalmente nas dimensões de Estratégia Cultural Organizacional e Tecnologia pois ao observar os indicadores destas dimensões, eles estão em um nível ainda muito baixo.

Gráfico 3 – Indicadores de maturidade Empresa B



Fonte: Autoria própria.

A Empresa B não possui um modelo de negócio adaptado ao SSO e a Indústria 4.0 e não possui um Setor de Desenvolvimento de Tecnologias e Sistemas da Indústria 4.0. Existe um déficit de conectividade entre os equipamentos da produção, sendo que a maior parte das coletas de dados é realizada manualmente.

A empresa não possui uma dinâmica de negócio com abertura a inovação, boas práticas de segurança internalizadas nos trabalhadores e não possui transparência de informações.

A Empresa B não utiliza dispositivos móveis para controle do sistema de SSO e não utiliza ferramentas computacionais eficientes para gestão e armazenamento de dados. Não realiza simulações preventivas em seu processo de produção. É uma indústria que utiliza muito da mão de obra de operadores para realizar tarefas que poderiam ser facilmente substituídas por robôs e por processos mais automatizados.

5. CONCLUSÃO

É evidenciado que a indústria 4.0 vem provocando alterações nos postos de trabalho, tanto em suas funções como na dinâmica que estes estão estruturados atualmente. É imprescindível a intensificação desta área de estudo e as consequências que esta provocará para a saúde, tanto física como psicológica, dos trabalhadores.

A quarta revolução industrial vem provocando diversos benefícios no ambiente industrial: melhora a eficiência de processos, proporciona uma melhor gestão, menor *Time to Market*, melhores produtos e maior segurança física para os trabalhadores. Os principais pontos que impactam a dinâmica do trabalho provenientes das tecnologias advindas da Indústria 4.0 são: o deslocamento de mão de obra entre setores e funções específicas, flexibilização do regime de trabalho, alterações nos requisitos de capacitação, melhora na segurança no trabalho e disseminação de novas plataformas de relacionamento entre trabalhador e empregador.

Com o desenvolvimento da Indústria 4.0 temos uma nova realidade produtiva, onde tudo dentro de uma indústria estará conectado para realizar a melhor tomada de decisão com relação a produção, custo e a segurança. A quarta revolução Industrial está direcionada para os sistemas “de Produção Ciber-Físicos”, nos quais sensores dizem para as máquinas como elas devem ser processadas e os processos devem governar a si mesmos num sistema modular descentralizado.

As indústrias precisam saber em que maturidade encontram-se para traçarem seus objetivos e metas. Tendo em vista esta necessidade é primordial a existência de um modelo de maturidade que analise esta área. Utilizou-se como base para estruturação dos subcritérios do modelo de maturidade a ISO 45001 o que proporcionou uma base muito bem estruturada quando comparada a certificação de SSO. Buscou-se interagir pontos vinculados dos modelos de segurança do trabalho com os propostos para Indústria 4.0.

O presente trabalho contribui para empresas que estão se adaptando a esta nova dinâmica de trabalho da indústria 4.0 e querem vincular as atividades de segurança do trabalho com este novo modelo tecnológico de produção. Fazer uma análise da maturidade da organização é essencial para o alimento e planejamento de metas e objetivos, assim como mostrar pontos de necessidade de melhora e déficit de alguns parâmetros. Este modelo avalia a conformidade no aspecto da liderança, da estratégia e da cultura organizacional da empresa, voltando assim tanto para uma parte operacional como para comportamental e liderança de negócio.

Como principal dificuldade para o desenvolvimento deste modelo destaca-se a necessidade de análise do mesmo por especialistas da área de segurança do trabalho e da Indústria 4.0. O ambiente industrial é muito dinâmico e requer muito tempo de atuação de seus profissionais, o que representou uma dificuldade de encontrar especialistas com vivência da indústria e formação na área de estudo que pudessem e se disponibilizassem a responder os questionários necessários para o desenvolvimento do modelo.

Como proposta de desenvolvimento para futuros trabalhos com este modelo, tem-se a aplicação de outras metodologias multicritérios para análise dos pesos atribuídos, assim como aplica-lo em um leque maior de indústrias.

REFERÊNCIAS

ABEQ. **Associação Brasileira de Engenharia Química**. 2017. Disponível em: <https://www.abeq.org.br/sms/files/rebeq2017_finalCorrigida2.pdf>. Acesso em: 9 jun 2019.

ALBIERO, J. K. (2017). **Avaliação da maturidade da cultura de segurança de uma indústria química**. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/8696/1/LD_CEEEST_V_2018_09.pdf>. Acesso em: 20 mai 2019.

ALVES, J. R. X., ALVES, J. M. **Definição de localidade para instalação industrial com o apoio do método de análise hierárquica (AHP)**. 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-65132015000100013&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em 3 jun 2019.

AMANCIO, B. R., ANDREOTTI, M. M. **Método multicritério de tomada de decisão: aplicação ao caso da localização espacial de uma Unidade de Pronto Atendimento – UPA 24 h**. 2015. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/gp/v22n4/0104-530X-gp-0104-530X975-13.pdf>>. Acesso em: 26 mai 2019.

AMARO, G. D., LIMA JUNIOR, F. R. **Aplicação do método fuzzy-TOPSIS no apoio à seleção de fornecedores “verdes”**. 2015. Disponível em: <<http://engemausp.submissao.com.br/17/anais/arquivos/83.pdf>>. Acesso em: 2 jun 2019.

ANTUNES, R., BRAGA, R. **Infoproletários: degradação real do trabalho virtual**. 2015. Disponível em: < https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=xxhCK1JMmTYC&oi=fnd&pg=PA65&dq=infoproletários&ots=sH6D_byHUG&sig=Fe9kDg69vETI8Mm8dShDC6yPaTg#v=onepage&q=infoproletários&f=false>. Acesso em: 5 jun 2019.

ARUEIRA, A. B. **Aplicação do Método AHP para Avaliação de Transportadores**. 2014. Disponível em: <<https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/24572/24572.PDF>>. Acesso em: 3 jun 2019.

AZEVEDO, F. M. **Estudo e projeto de melhoria em máquina de impressão 3D**. 2013. Disponível em: <<file:///C:/Users/HP/Desktop/AzevedoFabioMariotto.pdf>>. Acesso em: 28 mai 2019.

BASSANO, P. R., BARBOSA, R. P. **Segurança do trabalho: guia prático e didático**. 2018. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=h7hiDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT22&dq=segurança+no+trabalho&ots=fx1fP0KkmJ&sig=6mAR3bKOIfOtD2UrYbsBwJR_5p8#v=onepage&q&f=false>. Acesso em: 5 jun 2019.

BERGER, R. (2015). **The industrie 4.0 transition quantified**. 2016, 19. Disponível em: <[file:///C:/Users/HP/Downloads/roland_berger_industry_40_20160609\(2\).pdf](file:///C:/Users/HP/Downloads/roland_berger_industry_40_20160609(2).pdf)>. Acesso em: 13 mai 2019.

BEZERRA, J. **Segunda Revolução Industrial**. 2018. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/segunda-revolucao-industrial/>>. Acesso em: 28 mai 2019.

BOENTE, A. N. P. **Proposição de um modelo Fuzzy para tomada de decisão acerca da avaliação da qualidade do produto de software AVA moodle utilizado no curso de pós-graduação em tecnologias educacionais do IST-RIO e da satisfação de seus usuários**. 2013. Disponível em: <<http://www.producao.ufrj.br/index.php/br/teses-e-dissertacoes/teses-e-dissertacoes/doutorado/2013-1/84--75/file>>. Acesso em: 1 jun 2019.

BRITO, A. A. F. **A Quarta Revolução Industrial e as Perspectivas para o Brasil**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Edição 07. Ano 02, Vol. 02. p 91-96, Outubro de 2017. Disponível em: <<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/wp-content/uploads/artigo-cientifico/pdf/quarta-revolucao-industrial.pdf>>. Acesso em: 28 mai 2019.

BRUIN, T., RON, F., KULKARNI, U., ROSEMAN, M. **Understanding the Main Phases of Developing a Maturity Assessment Model**. 2005. Disponível em: <Understanding the Main Phases of Developing a Maturity Assessment Model>. Acesso em: 3 jun 2019.

CAMARGO, R. D., BRAGA, E. S., FERREIRA, A. F., CARVALHO, J. T. **Trabalho em altura X Acidentes de trabalho na Construção Civil**. 2018. Disponível em: <file:///C:/Users/HP/Desktop/Eng%20Química%202019-1/TCC%201/SEG%20DO%20TRABALHO/NA%20REVISAO/1312-Texto%20do%20artigo-5223-1-10-20181204.pdf>. Acesso em: 5 jun 2019.

CIPA. **Acidentes de trabalho já causaram morte de 653 pessoas em 2018**. 2018. Disponível em: <<http://revistacipa.com.br/acidentes-de-trabalho-ja-causaram-morte-de-653-pessoas-em-2018/>>. Acesso em: 5 jun 2019.

Confederação Nacional da Indústria (2016). **Desafios para a indústria 4.0 no Brasil**. Disponível em: <https://bucket-gw-cni-static-cms-si.s3.amazonaws.com/media/filer_public/d6/cb/d6cbfbba-4d7e-43a0-9784-86365061a366/desafios_para_industria_40_no_brasil.pdf>. Acesso em: 13 mai 2019.

Confederação Nacional da Indústria (2017). **Relações trabalhistas no contexto da indústria 4.0**. Disponível em: <http://conexaotrabalho.portaldaindustria.com.br/media/publication/files/Relacoes_trabalhistas_web.pdf>. Acesso em: 13 mai 2019.

COOPER, D. **Improving safety culture: a practical guide**. Londres: Wiley, 1998. 318p.

COOPER, M. D. **Towards a model of safety culture**. Safety Science, n. 36, p. 111-136, 2000.

COX, E. **The Fuzzy Systems Handbook: a practitioner's guide to building, using, and maintaining Fuzzy systems**. New York: AP Professional, 1994.

Disponível em: <file:///C:/Users/HP/Downloads/The_Fuzzy_Systems_Handbook_A_Practitione%20(1).pdf>. Acesso em: 1 jun 2019.

DOCE, L. C., GOMES, P. **Avaliação do nível de maturidade de uma indústria metal mecânica do noroeste do Paraná com base nos conceitos da indústria 4.0.** 2017. Disponível em: <http://www.dep.uem.br/gdct/index.php/dep_tcc/article/view/360>. Acesso em: 4 jun 2019.

DONOVAN, P., BRUNTON, K., DOMINIC, T. J. **IAMM: A Maturity Model for Measuring Industrial Analytics Capabilities in Large-scale Manufacturing Facilities.** 2016. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Peter_ODonovan/publication/310606499_IAMM_A_Maturity_Model_for_Measuring_Industrial_Analytics_Capabilities_in_Large-scale_Manufacturing_Facilities/links/58334a9d08ae102f073682fa.pdf>. Acesso em: 1 jun 2019.

FERREIRA, L. S., & PEIXOTO, N. H. (2012). **Segurança do Trabalho I.** Disponível em: <http://redeetec.mec.gov.br/images/stories/pdf/eixo_amb_saude_seguranca/tec_seguranca/seg_trabalho/151012_seg_trab_i.pdf>. Acesso em: 15 mai 2019.

FIEP – Federação das Indústrias do Estado do Paraná. **Mais de 800 mil acidentes de trabalho foram registrados no Brasil em 2018.** 2019. Disponível em: <<http://agenciafiep.com.br/2019/03/01/acidentes-de-trabalho-registrados-em-2018/>>. Acesso em: 5 jun 2019.

FILHO, A. P. G. **CULTURA E GESTÃO DE SEGURANÇA NO TRABALHO EM ORGANIZAÇÕES INDUSTRIAIS: UMA PROPOSTA DE MODELO.** 2011. Disponível em: <<https://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ri/18735/1/TESE-COMPLETArev8.pdf>>. Acesso em: 25 mai 2019.

FORESIGHT. **The Future of Manufacturing: a new era of opportunity and challenge for the UK. Summary Report.** The Government Office for Science, London, 2013. Disponível em: <<http://arquivos.portaldaindustria.com.br/app>>

/conteudo_18/2016/06/21/11146/Aquartarevoluoindustrialosetortxtiledconfeco.pdf?r=0.708670839781>. Acesso em: 15 mai 2019.

FREITAS, A. A. **A INTERNET DAS COISAS E SEUS EFEITOS NA INDÚSTRIA 4.0**. Disponível em: <https://app.uff.br/riuff/bitstream/1/5626/1/TCC_ARNOLD_DE_ARAUJO_FREITAS.pdf>. Acess em: 28 mai 2019.

FREITAS, L. C. **Segurança e saúde do trabalho**. 2016. Disponível em: <http://www.silabo.pt/Conteudos/8667_PDF.pdf>. Acesso em: 5 jun 2019.

FREY, C. B., OSBORNE, M. A. (2013). **THE FUTURE OF EMPLOYMENT: HOW SUSCEPTIBLE ARE JOBS TO COMPUTERISATION?** Disponível em: <https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf>. Acesso em: 13 mai 2019.

GONÇALVES FILHO, A. P., ANDRADE, J. C. S., MARINHO, M. M. O. **Modelo para a gestão da cultura de segurança do trabalho em organizações industriais**. 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/prod/v23n1/aop_t6_0004_0503.pdf>. Acesso em: 1 jun 2019.

HOPKINS, A. Safety, **Culture and Risk: the organizational causes of disasters**. Sydney: CCH, 2005. 171 p.

HOPKINS, A. **Study organizational cultures and their effects on safety**. Safety Science, n. 44, p. 875-889, 2006.

HUDSON, Patrick. Aviation safety culture. Safekies, p. 1-23, 2001.

KROHLING, R. A., CAMPANHARO, V. C. **FUZZY TOPSIS para tomada de decisão multicritério: uma aplicação para o caso de acidentes com derramamento de óleo no mar**. 2009. Disponível em: <<http://www.din.uem.br/~ademir/sbpo/sbpo2009/artigos/54715.pdf>>. Acesso em 1 jun 2019.

LEYH, C., BLEY, K., SCHÄFFER, T., BAY, L. **SIMMI 4.0 – A Maturity Model for Classifying the Enterprise-wide IT and Software Landscape Focusing on Industry 4.0**. 2016. Disponível em: <<https://annals-csis.org/proceedings/2016/pliks/478.pdf>>. Acesso em: 5 jun 2019.

LEYH, C., BLEY, K., SCHÄFFER, T., BAY, L. **The Application of the Maturity Model SIMMI 4.0 in Selected Enterprises**. 2017. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/ce1e/e1bf3faf17b67d3ff835bdd21d610c29fb58.pdf>>. Acesso em: 5 jun 2019.

LIMA JUNIOR, F. R., CARVIB, A. F. C., CARPINETTIB, L. C. R. **Uma metodologia multicritério baseada em inferência Fuzzy para classificação ABC de estoques**. 2014. Disponível em: <<https://podesenvolvimento.org.br/podesenvolvimento/article/view/312/305>>. Acesso em: 1 jun 2019.

LORENZ, M. et al. **Men and machine in the industry 4.0: how will technology**

LWT SISTEMAS. Disponível em: <<https://www.lwtsistemas.com.br/10-pilares-da-industria-4-0/>>. Acesso em: 28 mai 2019.

MARINS, C. S., SOUZA, D. O. BARROS, M. S. **O uso do método de análise hierárquica (AHP) na tomada de decisões gerenciais – um estudo de caso**. 2009. Disponível em: <<http://www2.ic.uff.br/~emitacc/AMD/Artigo%204.pdf>>. Acesso em: 3 jun 2019.

MARTINS, R., SILVA, D. **Aplicação Do Método Ahp Para Avaliação De Projetos Industriais**. 2007. Disponível em: <http://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/Busca_etds.php?strSecao=resultado&nrSeq=10385@1>. Acesso em: 3 jun 2019.

MATA, V. D. Si., COSTA, C. H. de O., FERNANDES, D. C., SILVA, E. O. da, CARDOSO, F. A., ANDRADE, J. C., RODRIGUES, R. P. de M. (2019). **Indústria 4.0: a Revolução 4.0 e o Impacto na Mão de Obra**. Revista de Ciências Exatas e Tecnologia, 13(13), 17. Disponível em: <<http://revista.pgsskroton.com.br>>

/index.php/rcext/article/view/5442/4484>. Acesso em: 12 mai 2019.

MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE. **A future that works: automation, employment and productivity.** 2017. Disponível em: <<http://www.mckinsey.com/~media/%0AMcKinsey/Global%2520Themes/Digital%2520Disruption/Harnessing%2520automation%25%0A20for%2520a%2520future%2520that%2520works/MGI-A-future-that-works-%0AExecutive-summary.ashx>>.

Acesso em: 29 mai 2019.

MÜHLBAUER, R. **Avaliação de maturidade de processos de TI.** 2015. Disponível em: <https://www.academia.edu/10605499/Avaliação_de_Maturidade_de_Processos_de_TI._Aplicação_de_lógica_difusa_utilizando_a_biblioteca_jFuzzyLogic>. Acesso em: 1 jun 2019.

NETO, A. M. **Lógica Fuzzy.** 2017. Disponível em: <<https://www.ime.usp.br/~adao/LOGICAFUZZY2017F.pdf>>. Acesso em: 1 jun 2019.

OLIVEIRA JÚNIOR, L. **Modelo de maturidade para a indústria 4.0 para PME'S brasileiras: um estudo de caso em uma indústria de ração animal.** 2018. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/4067/1/PB_PPGEPS_M_Oliveira_Júnior%2C_Libório_2018.pdf>. Acesso em: 25 mai 2019.

OLIVEIRA, K. G., MICHALOSKI, A. O. **A confiabilidade na liderança para o desempenho da segurança do trabalho: uma breve revisão.** 2018. Disponível em: <<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/administracao/seguranca-do-trabalho>>. Acesso em: 1 jun 2019.

Organización Internacional del Trabajo. Disponível em: <<https://www.ilo.org/global/lang--es/index.htm>>. Acesso em: 17 mai 2019.

PACHECO, M. C. R., GOLDMAN, F. L. **O AHP como um modelo matemático: uma análise de sensibilidade simples.** 2017. Disponível em: <<https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos16/682493.pdf>>. Acesso em: 3 jun 2019.

PEIXOTO, N. H., RS, S. M., ROBERTO, P., & CTISM, C. (2011). **Segurança do Trabalho**. Disponível em: <http://redeetec.mec.gov.br/images/stories/pdf/eixo_ctrl_proc_indust/tec_autom_ind/seg_trab/161012_seg_do_trab.pdf>. Acesso em: 15 mai 2019.

PIEIDADE, R. M. **Planejamento de Manutenção, após Phase- Out, das Aeronaves Alpha Jet da Força Aérea Portuguesa**. 2017. (Dissertação). Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Lisboa.

PÖPPELBUß, J., RÖGLINGER, M. **What makes a useful maturity model? A framework of general design principles for maturity models and its demonstration in business process management**. 2011. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/221409904_What_makes_a_useful_maturity_model_A_framework_of_general_design_principles_for_maturity_models_and_its_demonstration_in_business_process_management>. Acesso em: 3 jun 2019.

PRIEB, S. **A CLASSE TRABALHADORA DIANTE DA TERCEIRA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL**. 2016. Disponível em: <https://www.unicamp.br/cemarx/anais_v_coloquio_arquivos/arquivos/comunicacoes/gt4/sessao1/Sergio_Prieb.pdf>. Acesso em: 28 mai 2019.

REASON, J. **Managing the risks of organizational accidents**. Inglaterra: Ashgate Publishing Limited, 1997. 252 p.

Revolução digital impacta saúde do trabalhador brasileiro e cria os infoproletários. Disponível em: <<https://g1.globo.com/fantastico/noticia/2019/04/28/revolucao-digital-impacta-saude-do-trabalhador-brasileiro-e-cria-os-infoproletarios.ghtml>>. Acesso em: 25 mai 2019.

REZAEI, J. **Best-worst multi-criteria decision-making method**. Omega, v. 53, p. 49-57, 2015.

RIBEIRO, J. **Proposta de adaptação de modelo de maturidade para avaliação de indústrias brasileiras em indústria 4.0.** Disponível em: <http://bdm.unb.br/bitstream/10483/21161/1/2018_JoaoPedroViannaRibeiro_tc.c.pdf>. Acesso em: 25 mai 2019.

SAATY, T. L. **Método de Análise Hierárquica.** São Paulo: ed. McGrawHill, Makron, 1991.

SANTOS, R. C. **Proposta de modelo de avaliação de maturidade da Indústria 4.0.** 2018. Disponível em: <<https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/25346/1/Reginaldo-Carreiro-Santos.pdf>>. Acesso em: 25 mai 2019.

Schuh, G., Anderl, R., Gausemeier, J., ten Hompel, M., & Wahlster, W. (2017). **Industrie 4.0 Maturity Index. Managing the Digital Transformation of Companies (acatech STUDY).** Munich: Herbert Utl Verlag.

SCHUMACHER, A., EROL, S., SHIHN, W. **A maturity model for assessing Industry 4.0 readiness and maturity of manufacturing enterprises.** 2016. Disponível em: <<file:///C:/Users/HP/Desktop/Eng%20Química%202019-1/TCC%201/MATURIDADE%20IND%204.0/1-s2.0-S2212827116307909-main.pdf>>. Acesso em: 5 jun 2019.

SOARES, A. M. **MÉTODO PARA DETERMINAÇÃO DOS NÍVEIS DE MATURIDADE DE TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA DOS NÚCLEOS DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA BRASILEIROS.** 2020. Disponível em: <<https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/5049/1/niveismaturidadetransferenciatecnologia.pdf>>. Acesso em: 10 out 2020.

SOUZA, G. T. **CULTURA DE SEGURANÇA ANALISE DE CONCEITOS E PROPOSIÇÃO DE MODELO DE AVALIAÇÃO DE MATURIDADE.** 2018. Disponível em: <<https://riuni.unisul.br/bitstream/handle/12345/5659/Monografia%20Gabriela%20Triches%20de%20Souza.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em 1 jun 2019.

SOUZA, T. F., GOMES, C. F. S. **Assessment of Maturity in Project Management: A Bibliometric Study of Main Models**. 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.procs.2015.07.012>>. Acesso em: 1 jun 2019.

SPREV. **Anuário estatístico de acidentes de trabalho 2017**. 2018. Disponível em: <<http://sa.previdencia.gov.br/site/2018/09/Apresentacao-AEAT-2017-Alexandre-Zioli.pdf>>. Acesso em: 5 jun 2019

SPREV. **Anuário estatístico de acidentes de trabalho 2017**. 2018. Disponível em: <<http://sa.previdencia.gov.br/site/2018/09/Apresentacao-AEAT-2017-Orion.pdf>>. Acesso: 5 jun 2019.

TEIXEIRA, J. F. **O QUE É INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL**. 2009. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/praxis/395/o%20que%20e%20inteligencia%20artificial.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 28 mai 2019.

TESSARINI JUNIOR, G., SALTORATO, P. **Impactos da indústria 4.0 na organização do trabalho: uma revisão sistemática da literatura**. 2018. Disponível em: <<https://producaoonline.org.br/rpo/article/download/2967/1678%0A>>. Acesso em: 29 mai 2019.

The Future of Jobs Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution (2016). Disponível em: <http://www.landesmuseum.at/pdf_frei_remote/OEZ_02_0414-0422.pdf>. Acesso em: 13 mai 2019.

transform the industrial workforce through 2025? 2015. Disponível em: <http://englishbulletin.adapt.it/wp-content/uploads/2015/10/BCG_Man_and_Machine_in_Industry_4_0_Sep_2015_tcm80-197250.pdf>. Acesso em: 29 mai 2019.

VALLE, R. G. **A engenharia química no contexto da indústria 4.0**. 2018. Disponível em: <<http://rvalle.com.br/eqes/a-engenharia-quimica-no-contexto-da-industria-4-0/>>. Acesso em: 9 jun 2019.

VIAN, C. E. F. **História Econômica Geral**. 2015. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3374875/mod_folder/content/0/HEG%20-%20Aula%208-%20revolu%C3%A7%C3%A3o%20industrial%202015.ppt?forcedownload=1>. Acesso em: 28 mai 2019.

VIANA, J. C. **Modelo de decisão multicritério para o desenvolvimento da maturidade organizacional em gestão de projetos**. 2014. Disponível em: <<https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/14060/1/TESE%20Joana%20Coelho%20Viana.pdf>>. Acesso em: 1 jun 2019.

VINCKE, P. **Multicriteria decision-aid**. Londres: John Wiley & Sons, 1992.

Wang, W. (2010). **A fuzzy linguistic computing approach to supplier evaluation**. Applied Mathematical Modelling, 34, 3130–3141

ANEXO I – QUESTIONÁRIO DE ANÁLISE DE EMPRESAS

**QUESTIONÁRIO DE ANÁLISE DE MATURIDADE DA SEGURANÇA DO
TRABALHO PARA INDÚSTRIA 4.0**

Para responder o questionário assinale um “x” na coluna referente a **POSSUI** caso possua este critério implementado em sua empresa ou em **NÃO POSSUI** para aquelas que não possuir implementado.

Critério de Análise do Modelo	POSSUI	NÃO POSSUI
1 Modelo de negócio adaptado ao SSO e Indústria 4.0	()	()
2 Equipe especializada em SGI, SESMT e Setor de Desenvolvimento de Tecnologias e Sistemas da Indústria 4.0 trabalhando em conjunto	()	()
3 Estratégias para atrair profissionais qualificados	()	()
4 Assumir a responsabilidade geral e a responsabilização pela prevenção de lesões e problemas de saúde, relacionados ao trabalho, bem como pelo fornecimento de locais de trabalho e atividades seguras e saudáveis. Apoiar o estabelecimento e o funcionamento dos comitês de saúde e segurança	()	()
5 Implementação de um <i>roadmap</i> (mapa estratégico) tecnológico e de SSO	()	()
6 Recursos disponíveis e necessários para a realização do <i>roadmap</i>	()	()
7 Equipe especializada em SGI, SESMT e Indústria 4.0	()	()
8 Projetos-pilotos estruturados como estratégia de negócio	()	()
9 Novas tecnologias de operação, segurança, conectividade (<i>Big Data</i>) e manutenção preditiva através da automação nas máquinas. Todos os equipamentos estão conectados para adquirir dados, visualizar processos, identificar falhas e tornar a operação mais segura	()	()

Critério de Análise do Modelo	POSSUI	NÃO POSSUI
10 Utilizar as tecnologias advindas da Indústria 4.0 para manutenção e aperfeiçoamento do modelo de SSO	()	()
11 Otimização da produção, do controle de qualidade e consequentemente do SSO	()	()
12 Assegura e promove a melhoria contínua	()	()
13 Desenvolve, lidera e promove uma cultura na organização que apoie os resultados pretendidos do sistema de gestão SSO	()	()
14 Assegura que a organização estabeleça e implemente um processo de consulta e participação de trabalhadores. Protege os trabalhadores das represálias ao relatar incidentes, perigos, riscos e oportunidades	()	()
15 Interdisciplinaridade	()	()
16 Assegura que a política e os objetivos de SSO sejam estabelecidos e compatíveis com a direção estratégica da organização assim como comunicar a importância de uma gestão eficaz de SSO e da conformidade com os requisitos o sistema de gesto de SSO	()	()
17 Assegura a integração dos requisitos do sistema de gestão de SSO nos processos de negócios da organização assim como no DTSI 4.0	()	()
18 Assegura que os recursos necessários para estabelecer, implementar, manter e melhorar o sistema de gestão de SSO e do DTSI 4.0 estejam disponíveis	()	()
19 Assegura que o sistema de gestão de SSO e do DTSI 4.0 atinja os resultados pretendidos	()	()
20 Dirigi e apoia as pessoas para contribuir com a eficácia do Setor de DTSI 4.0 em conjunto com o sistema de gestão de SSO	()	()

Critério de Análise do Modelo	POSSUI	NÃO POSSUI
21 Analisa periodicamente a adequação, suficiência e eficácia do sistema de gestão de SSO em conjunto com a melhoria continua do Setor de DTSI 4.0	()	()
22 Colaboração interdepartamental	()	()
23 Certificação ISO 45001 - Sistema de Gestão de Saúde e Segurança Ocupacional	()	()
24 Estabelece Critérios de Processo, utiliza o controle do processo de acordo com os critérios, manter e reter informações documentadas na medida do necessário, para ter confiança de que o processo foi realizado conforme planejado e adaptar o trabalho aos trabalhadores	()	()
25 Elimina os perigos, substitui por processos, operações, materiais ou equipamentos menos perigosos, utilizar controles de engenharia e reorganização do trabalho	()	()
26 Utiliza controles administrativos, incluindo treinamentos	()	()
27 Gestão de Mudanças	()	()
28 Mantém um processo para o controle de aquisição de produtos e serviços, a fim de assegurar a sua conformidade com o sistema de gestão de SSO	()	()
29 Equipe especializada no SESMT atuando com a produção e o processo de automação	()	()
30 Utilização de Robótica Avançada em todas as etapas operacionais/necessárias do processos Industrial para Minimização de erros, acidentes do trabalho e controle de informações do processo	()	()
31 Utilização do <i>Big Date</i> para o tratamento de informação do processo produtivo e identificação de falhas tanto para atender a demanda da produção como para identificar possíveis pontos de ocorrência de acidentes e incidentes	()	()

	Critério de Análise do Modelo	POSSUI	NÃO POSSUI
32	Computação em Nuvem cujo pode entregar uma grande gama de serviços vinculados a área de produção, segurança do trabalho, entre outros departamentos.	()	()
33	Utilização da Internet das Coisas (IoT) para comunicar e interagir com ambientes internos e externos.	()	()
34	Compartilhamento de conhecimento e informações entre os setores/departamentos de SGI e DTSI 4.0	()	()
35	Existência de CIPA NR 5 - Comissão Interna de prevenção de Acidentes	()	()
36	Conformidade a NR 6 - Equipamentos de Proteção Individual	()	()
37	Conformidade a NR 7 - Programas de Controle Médico de Saúde Ocupacional	()	()
38	Conformidade a NR 9 - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais	()	()
39	Conformidade a NR23 - Proteção Contra Incêndios	()	()
40	Conformidade a NR26 - Sinalização de Segurança	()	()
41	Processos automatizados e manutenções em equipamentos realizados por profissionais habilitados e certificados conforme necessidade e exigência: NR10 - Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade NR11 - Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais NR12 - Máquinas e Equipamentos NR13 - Caldeiras, Vasos de Pressão e Tabulações e Tanques Metálicos de Armazenamento NR 14 - Fornos NR19 - Explosivos NR20 - Segurança e Saúde no Trabalho com Inflamáveis e Combustíveis NR33 - Segurança e Saúde no Trabalho em Espaços Confinados NR35 - Trabalho em Altura	()	()
42	Conformidade com a NR17 - Ergonomia	()	()

Critério de Análise do Modelo	POSSUI	NÃO POSSUI
43 Abertura a inovação e colaboração entre empresas	()	()
44 Valorização dos funcionários e incentivo para aperfeiçoamento profissional	()	()
45 Contribuição Social com incentivo a comunidade de aperfeiçoamento profissional	()	()
46 As normas, valores e comportamento que regem a organização estão vinculados e possuem atuação eficaz com o sistema de SSO e as atividades tecnológicas advindas da quarta revolução industrial	()	()
47 Boas práticas de Segurança internalizadas nos trabalhadores	()	()
48 Capacitações no uso de novas tecnologias e de conhecimento sobre SSO	()	()
49 Comunicação interna eficiente	()	()
50 Transparência das informações	()	()
51 Competência em execução do SSO em conjunto com a tecnologia de informação, para tratativa de dados, riscos e controle do processo de segurança, monitoramento e prevenção	()	()
52 Assegura o engajamento com o SSO e os pilares da Indústria 4.0	()	()
53 Assegura o engajamento de aperfeiçoamento profissional	()	()
54 Assegura a competência para execução do SSO estruturado, com conhecimento para aperfeiçoamento e execução tecnológica do sistema de controle	()	()
55 Cumprimento das regras	()	()
56 Utilização de totens para apontar falhas internas de colaboradores	()	()

Critério de Análise do Modelo	POSSUI	NÃO POSSUI
57 Assegura o cumprimento de regras trabalhistas para a Indústria 4.0 e SSO	()	()
58 Adequabilidade de padrões tecnológicos	()	()
59 Proteção de propriedade intelectual	()	()
60 Realizações de auditorias internas a intervalos planejados para fornecer informações sobre os processos de automação e o SSO. Deve ser estabelecido um escopo de cada auditoria para analisar se a estratégia definida pela organização está sendo implementada e mantida de forma eficaz. Deve ser estabelecido frequência, métodos, responsabilidade, consulta, requisitos planejados e relatórios, que devem levar em consideração a importância do processo em questão e os resultados das auditorias anteriores. Selecionar os auditores e realizar auditorias que assegurem a objetividade e a imparcialidade. Assegurar que os resultados das auditorias sejam relatados aos gestores relevantes; assegurar que os resultados relevantes de auditoria sejam relatados aos trabalhadores e, se existirem, aos representantes dos trabalhadores e outras partes interessadas relevantes. Tomar medidas para resolver as não conformidades e melhorar continuamente o desempenho de SSO.	()	()
61 Atendimento aos stakeholders	()	()
62 Existências de modernas tecnologias de informação e comunicação para o departamento de SGI e SESMT	()	()
63 Utilização de dispositivos móveis para controle do sistema de SSO	()	()
64 Programa para controle, tratativa, monitoramento e prevenção de riscos do SSO	()	()
65 Armazenamento em nuvem dos dados do SSO	()	()

	Critério de Análise do Modelo	POSSUI	NÃO POSSUI
66	Utilização de sistema de segurança de informação para SSO	()	()
67	Realização de Simulações preventivas e para novos modelos de execuções de tarefas	()	()
68	Utilização de robôs para execução de tarefas com riscos elevados e caracterizadas como repetitivas	()	()
69	Utilização de sistema para tratamento de informações	()	()
70	Utilização do Big Data	()	()
71	Utilização de Integração Vertical e Horizontal	()	()
72	Utilização de Internet das Coisas (IoT)	()	()
73	Utilização de Manufatura Aditiva	()	()
74	Utilização de Computação em Nuvem	()	()
75	Utilização de Realidade Aumentada	()	()