

# Avaliação de maturidade da Indústria 4.0 em uma empresa fabricante de produtos eletromédicos

## Industry 4.0 maturity evaluation in an electromedical products manufacturer

Vanderson Kruschardt Völz<sup>1,†</sup>, Aline Soares Pereira<sup>1</sup>, Gilson Simões Porciúncula<sup>1</sup>, Eduardo Walker<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro de Engenharias, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Brasil

<sup>†</sup>**Autor correspondente:** vandersonvolz@gmail.com

### Resumo

A partir do contexto de mudança e inovação surgido nas últimas décadas, emerge o conceito de Indústria 4.0, que apresenta-se como alternativa e solução para empresas que visam integrar seus processos e cadeias produtivas, aumentando sua participação no mercado e gerando mais ganhos ao decorrer das operações. Em vista disso, o presente trabalho tem como objetivo avaliar e mensurar o índice de maturidade de uma indústria com foco na fabricação de produtos eletromédicos perante o seu alinhamento frente à Indústria 4.0. Baseando-se em métodos de medição do índice de maturidade, a pesquisa utilizar-se-á de um *checklist*, de modo a estimar e avaliar o grau de inserção da organização em estudo no ambiente 4.0. Tais objetivos propostos no início do estudo foram cumpridos, indicando a pontuação final de 4,06 no índice geral de maturidade, refletindo a visão que o gestor possui sobre os processos e tecnologias utilizadas pela empresa diante do ambiente 4.0.

### Palavras-chave

Indústria 4.0 • Manufatura Avançada • Quarta Revolução Industrial • Índice de Maturidade

### Abstract

From the context of change and innovation arisen in the last decades, emerges the concept of Industry 4.0 which presents an alternative and solution for companies that aim to integrate their processes and productive chains, increasing their market shares and generating further gains in the course of their operations. Thus, the present research aims to evaluate the maturity index of an industry with focus on manufacturing of electromedical products, in view of its alignment with Industry 4.0. Based on maturity index measurement methods, this research will use a checklist in order to estimate and evaluate the insertion degree of the organization studied in the environment 4.0. Such goals proposed on the beginning of this research have been fulfilled, indicating the final score of 4,06 on overall maturity index which reports the technologies employed by the organization in front of the environment 4.0 according to the manager's process view.

### Keywords

Industry 4.0 • Advanced Manufacturing • Fourth Industrial Revolution • Maturity Index

# 1 Introdução

A Indústria 4.0, frequentemente chamada de Quarta Revolução Industrial, deu um novo sentido aos processos de produção existentes dentro das empresas, conduzindo organizações de diversos segmentos ao desenvolvimento tecnológico. Esta nova revolução tecnológica tem a capacidade de provocar consequências e impactos em escalas globais, visto que cada vez mais os modelos de negócios encontram-se descentralizados e integrados.

De acordo com o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) [1], a Indústria 4.0 compõe-se de inovações tecnológicas no ramo da automação, utilizando-se de tecnologias disruptivas como a Internet das Coisas e a computação em nuvem. Estas ferramentas trazem consigo a perspectiva do desenvolvimento de novos padrões de negócio para o mercado, aumentando a produtividade e participação das indústrias.

A Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP) [2] realizou uma pesquisa de cunho exploratório, visando identificar os desafios da Indústria 4.0 no Brasil. Tal pesquisa apontou que cerca de 32% das empresas nunca tinham ouvido falar de assuntos e tópicos referentes à Indústria 4.0. O estudo ainda indicou que 30% das empresas solicitadas já haviam dado início ao processo de desenvolvimento tecnológico que o ambiente 4.0 requer, enquanto que 25% das organizações encontravam-se na etapa de planejamento.

A fim de apoiar iniciativas para avanços tecnológicos, o Ministério da Economia apresentou informações acerca de uma parceria realizada entre o Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior e a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), ao qual visa a elaboração de um plano estratégico para o setor produtivo em direção ao desenvolvimento industrial no país. De acordo com o levantamento realizado pela ABDI [3], a migração da indústria brasileira para os padrões utilizados pela Indústria 4.0 irá gerar uma economia de 73 bilhões/ano.

No que se refere à área da saúde, os efeitos do novo paradigma que se apresenta às indústrias têm chegado de maneira gradativa ao ambiente hospitalar. De acordo com os dados estimados pela *IMS Research* [4], o número de máquinas inteligentes embarcadas com alguma nova tecnologia aplicada em recintos hospitalares chegou ao total de 22 bilhões no ano de 2020. Visando dar seguimento ao avanço tecnológico no setor de saúde no país, a Associação Brasileira da Indústria de Artigos e Equipamentos Médicos, Odontológicos, Hospitalares e de Laboratórios (ABIMO) [5] elaborou uma estrutura de trabalho voltada para discutir as soluções requisitadas por toda a indústria de saúde no país, tal medida busca pôr em prática a implementação da Saúde 4.0 no Brasil.

Stonehouse e Snowdon [6] destacam que as indústrias brasileiras precisam preparar-se para serem mais competitivas no mercado, ou seja, necessitam obter maturidade suficiente para adaptarem-se ao desenvolvimento tecnológico, econômico e social, garantido, assim, soluções superiores àquelas alcançadas pela concorrência. Desta forma, dada a relevância atual e a proporção que o tema alcançou nos últimos anos em países desenvolvidos, a presente pesquisa justifica-se por ser uma oportunidade de avaliação e mensuração quanto ao nível de compreensão e engajamento às tecnologias utilizadas pela Indústria 4.0 em ambientes corporativos.

Levando em consideração o contexto de maturidade das indústrias brasileiras em relação à Indústria 4.0, o presente trabalho visa apresentar os resultados de uma pesquisa aplicada em uma indústria fabricante de produtos eletromédicos, situada no município de Pelotas, com o objetivo de avaliar o índice de maturidade referente à adoção de tecnologias da Indústria 4.0 de tal organização, a fim de estimar o grau de inserção desta neste ambiente.

Para alcance do objetivo proposto, será utilizado o *checklist* de avaliação de maturidade desenvolvido pelo Núcleo de Estudos Aplicados à Indústria 4.0 (NEAI 4.0) da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), que se baseia no método de desenvolvimento de modelos de maturidade de De Bruin et al. [7], utilizando a escala de medição dos níveis de maturidade propostos pelos autores Lichtblau et al. [8].

## 2 Referencial Teórico

### 2.1 Conceitos

Segundo Sacomano et al. [9], a Indústria 4.0 é um termo coletivo que une, emprega e engloba tecnologias e concepções da cadeia de valor de uma organização. Com a utilização de Sistemas Ciber-Físicos (CPS) aliada ao uso da Internet das Coisas, os processos produtivos possuem fortes tendências a tornarem-se mais eficientes, adaptáveis e descentralizados, o que acaba gerando grande impacto em toda cadeia de valor das indústrias ao redor do mundo.

De acordo com Gasparetto e Souza [10], a partir da migração das empresas ao ambiente da Indústria 4.0, a customização de produtos e serviços poderá ser realizada de forma lucrativa. Nestas organizações haverá maior flexibilidade e adaptabilidade nos processos produtivos, visto que a redefinição dos seus produtos poderá ocorrer em tempo real.

Oliveira Júnior [11] afirma que a Indústria 4.0 não é um movimento voltado exclusivamente à era digital ou a busca pela melhoria de processos, dado que novas formas de trabalho e de negócios serão ditadas e reestruturadas a partir da migração das empresas a este novo meio.

## 2.2 Modelos de Maturidade

Santos [12] indica que um modelo de maturidade pode ser definido como sendo um suporte conceitual formado por vários elementos ou condições que estabelecem a maturidade, a partir de uma futura perspectiva que deseja-se alcançar. Baseado no nível de maturidade determinado pelo modelo, pode-se definir procedimentos e estratégias a serem implementadas, visando tornar os processos dentro de um estado mais maduros ao longo do tempo. De Souza e Gomes [13] apontam que um nível de maturidade constitui-se a partir do desenvolvimento e da utilização de práticas gerais e específicas, baseadas em um agrupamento de processos que amplificam o resultado geral de uma organização ou de uma atividade em especial.

### 2.2.1 Guia de Avaliação de Maturidade da Acatech

Para Schuh et al. [14], o Guia de maturidade da Indústria 4.0 elaborado pela *National Academy of Science and Engineering* (Acatech), que representa a Academia Nacional de Ciências e Engenharia da Alemanha, é encarado como um modelo de avaliação e análise por si só, mas que pode também desempenhar função de guia para organizações que desejam adaptar-se aos padrões exigidos pelo ambiente 4.0. Tal modelo busca auxiliar as empresas a estipularem o nível de estágio que estas se encontram no processo de transformação ao desenvolvimento, a partir de perspectivas tecnológicas, organizacionais e culturais.

O guia sugere seis estágios para o processo de desenvolvimento tecnológico rumo à Indústria 4.0:

- **Informatização:** é a etapa inicial do processo de implementação, as diferentes ferramentas de tecnologia da informação começam a ser utilizadas de maneira isolada, visando a criação de uma base para a migração ao sistema de digitalização;
- **Conectividade:** as tecnologias utilizadas são substituídas por componentes interconectados. Alguns segmentos dos sistemas de tecnologia operacional começam a fornecer interoperabilidade e conectividade, mas não de maneira total;
- **Visibilidade:** nesta etapa, a fábrica utiliza os equipamentos com sensores, que permitem que o processo seja iniciado e completado de maneira ininterrupta. A empresa começa a expandir suas atividades em tempo real, não apenas em setores individualizados como era anteriormente. Decisões baseadas em dados informativos começam a ser utilizadas;
- **Transparência:** nesta etapa é criada uma versão digital da empresa, visando obter todos os dados a serem usados nos demais estágios. Através da geração de conhecimento obtida, busca analisar-se a origem dos problemas causados no passado e da sua posterior solução no futuro, criando assim uma rápida solução contra falhas que podem vir a acontecer;
- **Capacidade preditiva:** neste estágio, a organização inicia a simulação de cenários futuros, começando a identificar os mais prováveis. Tais experimentações podem ser ensaiadas na planta digital através de testes, antes de serem levadas adiante na planta física;
- **Adaptabilidade:** a adaptação contínua permite que a empresa transfira decisões estratégicas ao sistema de TI, para que o processo de produção se adapte e forneça respostas do jeito mais rápido possível para o mercado. O atingimento da adaptabilidade se dá quando a organização é capaz de usar os dados da planta digital, de modo que as decisões tomadas possibilitem os melhores resultados em curtos espaços de tempo, com pouca ou nenhuma interferência humana.

### 2.2.2 Modelo IMPULS-VDMA

A Associação de Fabricantes de Máquinas da Alemanha (VDMA), através da Fundação IMPULS e auxiliada por indústrias do mercado local, realizou um estudo acerca da transformação das empresas para o ambiente 4.0, tal pesquisa acabou gerando uma ferramenta on-line, na qual empresas interessadas tinham a possibilidade de se autoavaliar. Esta ferramenta de autoavaliação é um modelo de análise e aferição de maturidade, onde seis dimensões que contemplam áreas de interesse são as bases para o resultado gerado, segundo afirma Santos [12].

Tabela 1: Capacidades de transformação (Adaptado de Lichtblau et al. [8]).

DIMENSÕES	CAPACIDADES DE TRANSFORMAÇÃO
Estratégia e organização	Planejamento estratégico para implementação da Indústria 4.0
	Investimento nas ferramentas tecnológicas da Indústria 4.0
	Gestão da inovação e utilização de Pesquisa e Desenvolvimento
Fábricas Inteligentes	Utilização de modelagem e simulação de processos
	Rede de infraestrutura tecnológica
	Utilização de dados informativos
	Sistemas de Informação e comunicação
Operações Inteligentes	Uso da <i>Cloud Computing</i>
	Segurança Cibernética
	Processos autônomos e independentes
	Dados e informações compartilhadas
Produtos inteligentes	<i>Softwares</i> embarcados nos produtos
	Avaliação dos dados durante a fase de utilidade do produto
Serviços derivados da coleta de dados	Serviços disponíveis a partir da coleta de dados
	Proporcionalidade de receita gerada em decorrência da utilização da coleta de dados
Mão-de-obra	Aquisição de força de trabalho capacitada
	Capacitação da mão de obra existente

Santos [12] aponta seis níveis abrangentes para definição de maturidade de uma empresa.

- Nível 0 – *Outsider*: neste nível, nenhum requisito referente à Indústria 4.0 é cumprido. Este patamar, geralmente, é vinculado a organizações que desconhecem os conceitos do ambiente 4.0 ou que os declaram irrelevantes;

- Nível 1 – *Beginner*: através de pequenas iniciativas a empresa busca envolver-se com os conceitos utilizados pela Indústria 4.0. Sistemas integrados de informações e comunicação compartilham uma quantidade limitada de dados entre poucos setores. As competências requeridas para expandir o ambiente rumo ao desenvolvimento tecnológico são encontradas em poucas áreas da organização;

- Nível 2 – *Intermediate*: insere a Indústria 4.0 na sua visão estratégica, desenvolvendo ferramentas de medição de status da implementação. Alguns investimentos necessários começam a ser realizados em determinados setores. Dados começam a ser catalogados e utilizados de forma reduzida. Fabrica produtos com as primeiras tecnologias embarcadas. Em algumas áreas, os colaboradores possuem a capacidade técnica necessária para a expansão tecnológica;

- Nível 3 – *Experienced*: através de um comitê associado à gestão da inovação, começa a promover investimentos necessários relacionados à promoção da Indústria 4.0. O sistema produtivo já conta com tecnologias embarcadas que sustentam os processos de produção. Soluções voltadas à segurança cibernética já se encontram integradas aos sistemas. Esforços para a qualificação e capacitação dos colaboradores começam a ser desenvolvidos;

- Nível 4 – *Expert*: através de indicadores referentes à Indústria 4.0, as empresas monitoram a estratégia apropriada a ser adotada. Investimentos em todos os setores são realizados. Os produtos em processo e os produtos acabados encontram-se com as funcionalidades baseadas nas tecnologias embarcadas, o que possibilita a comunicação com os clientes;

- Nível 5 – *Top Performer*: toda organização já possui uma estratégia implantada referente ao ambiente 4.0. Soluções de segurança e de *cloud computing* encontram-se totalmente integradas. Dados informativos catalogados na fase de uso dos produtos são utilizados para atividades de manutenção à distância, suporte e marketing. Serviços ao cliente orientado por dados contribuem com uma fração expressiva das receitas da empresa.

De acordo com o índice de maturidade atingido na aplicação e utilização do modelo, as organizações são classificadas em três grupos: *Newcomers*, que são as instituições que encontram-se no início do caminho rumo à transformação tecnológica; *Learners*, que são as organizações que já possuem um determinado engajamento, mas

que ainda estão em processo de aprendizagem na implementação de conceitos e ferramentas adotadas pela Indústria 4.0 e *Leaders*, que são as empresas que já atingiram resultados suficientemente bons, servindo como modelo de implementação acerca dos conceitos do ambiente 4.0.

### **2.2.3 Modelo de avaliação de maturidade para empresas de manufatura**

Segundo apontam Schumacher et al. [15], as organizações têm sérias dificuldades em entender os conceitos e aplicações adotados pela Indústria 4.0. Tais empresas não são capazes de usufruir das vantagens competitivas que o ambiente 4.0 os proporciona, ao mesmo tempo que estas se deparam com problemas ao avaliar e estimar o estado atual de desenvolvimento referente à implementação do novo paradigma tecnológico. Foi criado um modelo de avaliação de maturidade, tendo como base as recomendações do relatório da *Plattform Industrie 4.0*, artigos científicos, pesquisas, estudos e relatos técnicos provenientes das empresas. Definiram-se 9 dimensões da indústria, sendo estabelecidos 62 itens para avaliar o índice de maturidade em relação à Indústria 4.0, de acordo com a Tabela 2.

Tabela 2: Dimensões organizacionais (Adaptado de Schumacher et al. [15]).

DIMENSÕES	ITENS DE AVALIAÇÃO DE MATURIDADE
Estratégias	Mapa estratégico voltado à implementação da Indústria 4.0
	Recursos disponíveis para a realização das ações
	Adaptação do modelo de negócios existente para a Indústria 4.0
	Comunicação e registro das atividades da Indústria 4.0
	Compatibilidade da Indústria 4.0 com a estratégia organizacional
Liderança	Estratégias direcionadas à transformação tecnológica
	Treinamento das lideranças
	Competências e métodos de gestão
Clientes	Coordenação central adequada para a Indústria 4.0
	Aproveitamento de dados informativos sobre os clientes
	Digitalização das vendas e dos serviços
Produtos	Organização e estruturação digital das informações dos clientes
	Individualização e customização de produtos
	Digitalização de produtos
	Integração dos produtos em outras cadeias produtivas
Operações	Flexibilidade e adaptabilidade das características dos produtos
	Descentralização de processos
	Modelagem e simulação de processos
Cultura	Multidisciplinaridade
	Colaboração entre departamentos
	Compartilhamento da experiência e sabedoria
Pessoas	<i>Networking</i> colaborativo entre empresas
	Valor das tecnologias de informação e comunicação na organização
	Conhecimento dos colaboradores em tecnologias de informação e comunicação
	Destreza dos colaboradores para novas tecnologias
Governança	Independência dos colaboradores
	Normas trabalhistas para a Indústria 4.0
	Adequação de padrões tecnológicos
Tecnologia	Segurança das Propriedades Intelectuais (IP)
	Empregabilidade de modernas tecnologias de informação
	Aproveitamento de dispositivos portáteis
	Utilização de equipamentos embarcados com tecnologia M2M

#### 2.2.4 Estrutura do desenvolvimento do modelo de maturidade

De Bruin et al. [7] propõem uma metodologia de organização e evolução de modelo de maturidade focada em seis estágios iterativos, uma vez que os resultados gerados em cada etapa podem impor que a operação anterior seja

reexaminada. Tal metodologia é extensível e aplicável a diferentes segmentos do mercado, não limitando-se apenas a ambientes relacionados à Indústria 4.0.

As fases do modelo são descritas da seguinte forma:

- Fase 1 - Definições do escopo de modelo: nesta fase, a principal definição será o foco do modelo, onde pretende-se definir o público-alvo ou o setor que este buscará atingir;
- Fase 2 – Projeto do modelo: expressa as definições e requisitos que o projeto do modelo impõe, visando atender as necessidades que o público-alvo e os interessados carregam;
- Fase 3 - Composição do modelo: estágio voltado à composição e validação do modelo, assimilando as funções e tarefas que se fazem necessárias para a concepção e desenvolvimento da organização da estrutura. A identificação do que é preciso ser medido na avaliação de maturidade, bem como a metodologia de mensuração e aferição é realizado também nesta etapa;
- Fase 4 – Teste piloto do modelo: assim que o protótipo do modelo de maturidade tenha sido desenvolvido, este necessitará entrar em fase de testes junto ao público-alvo, tendo em vista analisar a melhor forma de adequar-se ao conteúdo solicitado. O teste de validação pode ser realizado avaliando-se a compreensão do entendimento dos termos e conceitos adotados no projeto;
- Fase 5 - Distribuição do modelo: uma vez que o modelo tenha sido testado e aprovado junto ao público-alvo, este pode começar a ser apresentado e oferecido aos que possuem interesse. O reconhecimento e a identificação de empresas que podem beneficiar-se da utilização do modelo permitem uma maior padronização e aceitação do mercado;
- Fase 6 – Manutenção do modelo: este estágio é diretamente afetado pelos recursos necessários para sua atualização e empregabilidade ao longo do tempo. A relevância e importância de um modelo é atestada somente através da sua atualização ao decorrer do tempo.

### 3 Materiais e Métodos

#### 3.1 Caracterização da Pesquisa

Para atingir o objetivo proposto do presente trabalho, realizou-se uma pesquisa classificada como exploratória, buscando identificar e mensurar o nível de conhecimento e engajamento quanto às tecnologias adotadas pela Indústria 4.0. Gil [16] aponta que as pesquisas exploratórias têm como objetivo principal desenvolver, adaptar e elucidar conceitos teóricos e técnicos, visando a concepção de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos futuros. Os estudos científicos e acadêmicos sustentam-se através de diferentes técnicas de pesquisa, dentre as quais citam-se: técnica bibliográfica, documental, observacional, experimental, *ex-pos-facto*, levantamentos, estudo de campo, estudo de caso, pesquisa-ação e pesquisa participante.

#### 3.2 Procedimentos Metodológicos

A presente pesquisa foi aplicada a uma indústria que tem sua fabricação vinculada ao mercado de produtos eletromédicos, destinando sua produção a dispositivos e equipamentos ligados ao setor de saúde. Tal empresa está presente em cerca de 2000 hospitais no Brasil, sendo sua sede localizada no município de Pelotas, Rio Grande do Sul. A linha de produção da organização possui uma vasta gama de produtos, sendo os de maior destaque: i) equipamentos utilizados para infusão de medicamentos e alimentos em vias enterais e/ou parenterais dos pacientes; ii) monitores e controladores de sinais vitais; e iii) bombas de infusão.

Para o desenvolvimento do presente trabalho foram utilizadas técnicas de pesquisa bibliográfica e documental, sendo que estas sustentaram a proposta de requisitos e fatores internos a serem avaliados, assim como auxiliaram na escolha do modelo de maturidade adotado para estimar o índice de maturidade em tal indústria. A pesquisa documental baseou-se em buscas on-line nas bases de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), tendo utilizado como palavras-chave: Indústria 4.0, Quarta Revolução Industrial, índice de maturidade, escala de maturidade e manufatura avançada. De forma complementar, também se realizaram pesquisas em bases de dissertações e teses das universidades, assim como em sites de órgãos e instituições relevantes em assuntos referentes à indústria, tais como SENAI, SEBRAE e FIESP. Após o estudo teórico ter sido concluído, selecionou-se a estruturação de desenvolvimento de avaliação da maturidade proposta por De Bruin et al. [7] como guia de avaliação da indústria, uma vez que tal estrutura de aferição mostrou-se adaptável à realidade local. Esta organização de avaliação de maturidade possui 6 fases, aos quais citam-se: fase 1 (definir escopo), fase 2 (projetar), fase 3 (compor), fase 4 (testar), fase 5 (implementar) e fase 6 (manter). Para a metodologia de avaliação quanto ao

nível de maturidade, optou-se pelo modelo proposto por Lichtblau et al. [8] adotado pela Associação de fabricantes de máquinas da Alemanha (VDMA), uma vez que tal método possui critérios flexíveis e conciliáveis com a realidade industrial do ambiente.

Dentre as dimensões avaliadas pelo modelo desenvolvido pelo NEAI 4.0, estão a presença dos Elementos Fundamentais, como a Internet das Coisas e Sistemas Ciber-Físicos, Elementos Estruturantes, como a Automação e a Segurança Cibernética e Elementos Complementares, como a Manufatura Aditiva e a Realidade Aumentada. Conforme apontam Ojeda et al. [17], este modelo de medição de maturidade realiza uma avaliação da Estrutura e Cultura Organizacional das indústrias, com o objetivo de determinar se estas se inserem dentro dos conceitos relacionados ao ambiente 4.0. Utilizando-se formulários online, devido aos protocolos de segurança da COVID-19 estabelecidos pela empresa, realizou-se a aplicação da pesquisa junto a um gestor industrial da organização, a fim de se buscar a validação da ferramenta.

## 4 Resultados e Discussões

De acordo com o questionário que foi enviado ao gestor da empresa, obtiveram-se respostas, informações e comentários frente a questionamentos e indagações acerca do perfil da organização, elementos base ou fundamentais, elementos estruturantes, elementos complementares, estrutura organizacional, cultura organizacional e outros elementos de infraestrutura escala da maturidade.

O primeiro bloco de perguntas e indagações fez referência ao perfil da organização. O respondente da pesquisa ao ser questionado sobre o seu cargo dentro da empresa, retornou a pergunta com a resposta de “Coordenador de Engenharia de Produto e Processo”. A próxima pergunta, que buscava saber sobre o tempo de experiência do respondente na sua área de atuação, obteve como resposta “16 anos”, o que indica a larga experiência que o profissional possui dentro do seu ramo de atuação. A terceira pergunta deste bloco inicial do questionário, tinha como objetivo descobrir a média de funcionários que a empresa possuía dentro de suas instalações. Tal questionamento obteve como resposta a opção de “+500”, indicando o tamanho e relevância que a empresa possui dentro do município. O quarto questionamento deste bloco inicial, visou compreender se a empresa possuía certificações implementadas nos seus processos. Tal indagação obteve como resposta a opção assinalada como “Sim”. A pergunta seguinte estava vinculada à indagação anterior, no qual queria-se identificar e compreender as certificações que a empresa tinha posse. As respostas comentadas pelo respondente foram “ISO 13485 e Certificado de Boas Práticas pela ANVISA”. A ISO 13485:2016 é um conjunto de normas que busca reforçar os fundamentos para que fabricantes de produtos e dispositivos médicos forneçam produtos padronizados e de qualidade. Por fim, a última pergunta deste bloco inicial, buscou entender qual era o mercado de atuação que a empresa estava inserida. Tal indagação obteve como resposta a opção de “Nacional”. Os resultados estão sumarizados na Tabela 3.

Tabela 3: Sumarização do bloco “Perfil da Organização”

DIMENSÕES	RESPOSTAS
Cargo do respondente	Coordenador de Engenharia de Produto e Processo
Tempo de experiência do respondente	16,5 anos
Média de funcionários da empresa	500
Certificações	ISO 13485: 2016 e Certificação de Boas Práticas pela ANVISA
Mercado de atuação	Nacional

O segundo bloco do questionário (Tabela 4) objetivou trazer questionamentos e levantamentos sobre os elementos base ou fundamentais da Indústria 4.0, representando a base tecnológica essencial para o existir o conceito de ambiente 4.0 na indústria.

A primeira pergunta deste segundo bloco procurou classificar a organização de 0 a 5 quanto ao uso de elementos referentes a Internet das Coisas (IoT). O respondente optou pela opção de nível “2”, classificando a indústria, nesse quesito, como *Intermediate*. O nível 2 indica que a empresa lida com equipamentos capazes de prever quando uma manutenção ou substituição será necessária.

Pegando como referência o trabalho de Oliveira Júnior [11], que também obteve a classificação de nível 2 em suas pesquisas neste item, observa-se que houve coerência por parte do respondente na escolha deste quesito, visto que algumas similaridades entre estas empresas, neste âmbito, são possíveis de serem traçadas. Ambas as indústrias possuem equipamentos capazes de intervir no processo, indicando quando uma manutenção ou substituição de componente é necessária, assim como o uso de sensores, em algumas partes do processo, se faz presente ao longo do chão de fábrica. O estudo de Schneider [18] classificou uma indústria do ramo automotivo, quanto ao uso de IoT, como nível 1, devido ao fato desta não ter implementado uma rede de equipamentos para o gerenciamento das instalações. Esta classificação adotada por Schneider [18], consolida e endossa com mais precisão a escolha do nível 2 por parte do respondente da pesquisa, uma vez que a indústria analisada no questionário possui setores produtivos com maior nível de tecnologia implementada nos seus processos.

O segundo questionamento deste bloco buscou avaliar a organização quanto a utilização de elementos referentes a Internet de Serviços (IoS). O respondente da pesquisa escolheu a opção assinalada como “Sim”, indicando que a empresa adota-se desta tecnologia. A pergunta seguinte estava vinculada com o questionamento anterior, onde buscou-se citar algumas possibilidades de interação com o cliente a partir do uso da IoS. O respondente comentou com “Equipamentos com *software* que interagem e informam o usuário quanto a possibilidade de erros humanos e do próprio equipamento”.

A terceira e última análise deste bloco visou classificar a indústria de 0 a 5 quanto ao uso dos Sistemas Ciber-Físicos (CPS). O respondente optou pela escolha que correspondia ao nível “4”, classificando a indústria, neste quesito, como *Expert*. O nível 4 aponta que a empresa produz equipamentos voltados à monetização de desempenho, através de projetos embarcados com CPS.

Comparando-se com os resultados encontrados no trabalho de Da Silva e Rocha [19], que obteve nível 2 de classificação neste item, observa-se que a indústria avaliada neste questionário encontra-se com um nível de tecnologia superior implementada neste quesito. Tal desigualdade de nível tecnológico pode ser conferida a partir de duas observações relatadas no trabalho de Da Silva e Rocha [19], onde os autores daquele trabalho comentam que “a empresa coleta alguns dados durante a produção, mas de forma manual” e “menos de 25% dos equipamentos da empresa podem ser controlados através da TI”. Estes dois relatos acerca do desempenho do fluxo de alguns processos, auxiliam na compreensão da diferenciação entre as duas indústrias, no qual é possível mensurar e estimar o nível de classificação das empresas frente a esta tecnologia. O nível 4 apontado pelo respondente da pesquisa, desenvolve e produz equipamentos associados à monetização de desempenho, portanto, o uso de sistemas computacionais e colaborativos mostra-se extremamente necessário e importante para o alcance deste patamar tecnológico. Já o nível 2 indicado no estudo de Da Silva e Rocha [19], utiliza-se de alguns dispositivos voltados ao gerenciamento de ativos, no entanto, como pode observar-se no relato apontado pelos autores, muitos processos ainda possuem a utilização de pessoas capacitadas atrelada a eles, o que inviabiliza aquela indústria de alcançar níveis de classificações maiores perante ao ambiente 4.0.

Tabela 4: Sumarização do bloco “Elementos Bases ou Fundamentais”

	NÍVEL/ADOÇÃO	CLASSIFICAÇÃO	DIMENSÕES
ELEMENTOS BASE OU FUNDAMENTAIS	2	<i>Intermediate</i>	Uso de elementos referentes a Internet das Coisas (IoT)
	SIM	—————	Utilização de elementos referentes a Internet de Serviços (IoS)
	4	<i>Expert</i>	Empregabilidade dos Sistemas Ciber-Físicos (CPS)

O terceiro bloco do questionário trouxe indagações referentes aos elementos estruturantes (Tabela 5). Boa parte destes conceitos e tecnologias devem estar presentes e consolidados dentro do ambiente industrial.

A primeira pergunta deste bloco buscou classificar a indústria de 0 a 5 quanto a empregabilidade da automação nos processos. O respondente da pesquisa optou pela resposta de nível “2”, classificando o ambiente industrial, desta

maneira, como *Intermediate*. O nível 2 indica que a empresa utiliza-se da automação em parte das etapas do processo de fabricação dos seus produtos.

Comparando-se o resultado obtido neste item com o desfecho avaliado por Schneider [18] em seu trabalho, que avaliou uma indústria do ramo automotivo como nível 1 neste fator, observa-se que a indústria avaliada neste questionário utiliza a automação em mais etapas do seu processo produtivo, não de maneira isolada e específica como Schneider [18] relata em sua pesquisa. Schneider [18] argumenta que “[...] não foi constatado o uso da tecnologia cooperativa ou trabalho autônomo nessas células. Os robôs são aplicados em processos de soldagem e jateamento de granalha”. Tal exposição indica o isolamento e especificidade que o processo de automação possui na empresa avaliada por Schneider [18], diferenciando-se da indústria avaliada pelo respondente da pesquisa, já que o processo de automação encontra-se mais consolidado em distintos setores e etapas do processo produtivo.

A pergunta seguinte buscou avaliar de 0 a 5 a indústria quanto a empregabilidade dos sistemas M2M. O respondente da pesquisa optou pela resposta de nível “1”, classificando-a, desta maneira, como *Beginner*. O nível 1 aponta que há comunicação entre as máquinas situadas no ambiente industrial da empresa de forma isolada, em uma etapa do processo.

Utilizando o trabalho de Da Silva e Rocha [19] como referência neste item, no qual avaliou o fator referente à M2M como nível 2, percebe-se que a indústria analisada neste questionário encontra-se em um nível de implementação inferior desta tecnologia. Tal fato pode ser evidenciado e notabilizado pelos apontamentos que Da Silva e Rocha [19] fazem no seu estudo, onde é relatado que “há comunicação entre máquinas para otimização do processo; e interoperabilidade entre máquinas” e “há adaptabilidade de infraestrutura dos equipamentos para sistemas M2M e as interoperabilidades são atualizáveis”. Observa-se que a indústria avaliada por Da Silva e Rocha [19] encontra-se um passo à frente na implementação e utilização deste quesito tecnológico, havendo maior integração e absorção nos seus processos. Entretanto, Da Silva e Rocha [19] não explanaram sobre a implementação e uso dos sistemas M2M em mais de uma etapa ao longo do processo produtivo, o que pode abrir margem para outras interpretações acerca da classificação deste item.

A terceira pergunta deste bloco procurou saber se, dentro do ambiente fabril, existiam processos e/ou máquinas que utilizavam-se dos conceitos de IA. A resposta do respondente da pesquisa foi “Não”, indicando que a empresa não utiliza dispositivos ou métodos computacionais similares ao raciocínio humano ao longo dos seus processos produtivos.

O próximo questionamento tinha como objetivo classificar a indústria de 0 a 5 quanto a empregabilidade do *Big Data*. O respondente optou pela resposta que caracterizava o nível “4”, classificando-a, deste modo, como *Expert*. O nível 4 aponta que a empresa faz diariamente análises dos dados gerados, mas somente onde resultados advindos desse tratamento podem surgir.

Tomando-se como referência os trabalhos desenvolvidos por Schneider [18] e Oliveira Júnior [11], ao qual avaliaram as indústrias nos seus estudos em relação ao *Big Data* como, respectivamente, nível 1 e nível 3, observa-se que a empresa avaliada neste questionário possui um forte uso e cultura de valorização e avaliação dos dados implementados ao longo da organização. Estas análises são possíveis de serem aferidas quando compara-se a realidade industrial vivenciada pelas empresas. A indústria avaliada por Schneider [18] encontrava-se em fase de migração tecnológica, onde alguns setores da empresa estavam mudando a sua base de dados para padrões mais modernos. Schneider [18] apontou que “o conceito de *Big Data* está em fase inicial, a empresa está em busca do entendimento da tecnologia e seus benefícios [...]”. O nível percebido foi 1, porém já com a consciência em algumas pessoas dos possíveis ganhos do uso desta tecnologia”. Já o trabalho desenvolvido por Oliveira Júnior [11], constatou que a organização manipulava e operava ferramentas de análises, entretanto, não havia, por parte da empresa, interesse de tratar e segmentar os dados obtidos em seus processos, ao contrário da indústria avaliada neste questionário, que dedica alguns esforços para a avaliação de dados informativos.

A quinta pergunta deste bloco procurou entender se a empresa utiliza computação em nuvem no seu ambiente organizacional. O respondente escolheu a alternativa assinalada como “Sim”. A pergunta posterior estava vinculada à anterior, no qual era questionado sobre quais softwares ligados à computação em nuvem que a empresa fazia uso. O respondente relatou que a organização utiliza “*Google Drive, SE Suite – Isosystem*”.

A pergunta seguinte buscou compreender se havia integração dos sistemas de informação na organização. O respondente optou pela alternativa assinalada como “Sim”. A pergunta posterior estava vinculada à anterior, no qual era questionado sobre os softwares que a empresa utilizava para o controle dos processos. De acordo com o relato do respondente, a empresa utiliza “*ERP Protheus (TOTVS), Solid Works PDM, SE Suite – Isosystem*”.

A última pergunta deste terceiro bloco buscou classificar a indústria de 0 a 5 quanto a empregabilidade da segurança digital. O respondente escolheu a alternativa que fazia referência ao nível “2”, classificando-a como “*Intermediate*” neste aspecto. O nível 2 indica que existe uma Política de Segurança da Informação dentro da empresa, assim como processos de *backup* e ferramentas de gestão de TI.

Tomando-se como referência o trabalho de Da Silva e Rocha [19], ao qual foi atribuído uma pontuação de nível 2 nesse item, pode-se observar similaridades entre ambas as empresas nesse quesito. Da Silva e Rocha [19] explanaram sobre a segurança digital envolvida na indústria analisada por eles, onde apontaram que “há soluções planejadas para a segurança de dados por meio de serviços em nuvem; e, segurança das comunicações para troca de dados com parceiros de negócios”. Observa-se que ambas as empresas utilizam serviços em nuvem para dar suporte à segurança digital envolvida no sistema, assim como há um programa de política de segurança da informação, objetivando a integridade das informações e o não vazamento de dados importantes. A pesquisa realizada por Schneider [18] pode endossar e corroborar com estas análises, visto que este também avaliou uma indústria como nível 2. Schneider [18] indicou que “existem políticas de segurança de rede definidas [...]. Neste pilar, a exemplo da computação na nuvem a área de tecnologia da informação concentra as ações e planos”. A avaliação realizada pelo autor vai ao encontro das outras mencionadas anteriormente, uma vez que semelhanças podem ser observadas entre estas análises, principalmente as que dizem respeito ao uso de programas de política de segurança e computação em nuvem como forma de auxílio na proteção dos dados envolvidos.

Tabela 5: Sumarização do bloco “Elementos Estruturantes”

	NÍVEL/ADOÇÃO	CLASSIFICAÇÃO	DIMENSÕES
ELEMENTOS ESTRUTURANTES	2	<i>Intermediate</i>	Empregabilidade da automação nos processos
	1	<i>Beginner</i>	Empregabilidade dos sistemas M2M
	NÃO	_____	Utilização da IA
	4	<i>Expert</i>	Empregabilidade do Big Data
	SIM	_____	Utilização da Computação em Nuvem
	SIM	_____	Integração dos Sistemas de Informação
	2	<i>Intermediate</i>	Empregabilidade da Segurança Digital

O quarto bloco do questionário trouxe questionamentos e indagações acerca dos elementos complementares (Tabela 6). Tais estruturas são utilizadas de forma eventual no ambiente 4.0, porém, a consolidação destes pilares tecnológicos possui como benefício a ampliação das possibilidades do desenvolvimento do conceito 4.0 dentro da empresa.

A primeira pergunta deste bloco procurou identificar se a empresa utiliza sensores RFID no seu processo produtivo. O respondente escolheu a opção assinalada como “Sim”, indicando que a indústria possui a capacidade de rastrear em tempo real cada item de matéria-prima, bem como os produtos finalizados.

A segunda pergunta buscou compreender se a empresa aplicava a ferramenta de QR Code em alguma etapa dos processos da organização. O respondente optou pela escolha do “Sim”.

A terceira pergunta deste bloco procurou identificar se a empresa utiliza Realidade Aumentada (RA) nos seus processos. O respondente retornou com a opção de “Não”. A quarta pergunta também foi retornada pelo respondente com a opção de “Não”, porém, nesta indagação, buscou-se saber se a empresa utilizava a Realidade Virtual (RV) em algum processo da organização.

A última pergunta deste bloco teve como objetivo avaliar se a empresa utilizava Manufatura Aditiva dentro do ambiente fabril. O respondente da pesquisa escolheu a opção assinalada como “Sim”, apontando que há o uso de impressoras 3D em processos ligados à engenharia.

Tabela 6: Sumarização do bloco “Elementos Complementares”

ELEMENTOS COMPLEMENTARES	ADOÇÃO	DIMENSÕES
	SIM	Utilização de sensores RFID
SIM	Utilização de QR Code	
NÃO	Utilização de Realidade Aumentada (RA)	
NÃO	Utilização de Realidade Virtual (RV)	
SIM	Utilização de Manufatura Aditiva	

O quinto bloco do questionário trouxe questionamentos acerca da estrutura organizacional da empresa (Tabela 7). Estrutura organizacional pode ser entendida pela forma que as atividades desenvolvidas por uma organização são divididas, estabelecidas e coordenadas.

A primeira pergunta deste bloco buscou compreender sobre a existência de grupos de trabalho flexíveis dentro da organização. O respondente da pesquisa escolheu a opção assinalada como “Sim”. A pergunta seguinte estava vinculada à anterior, onde solicitou-se que o respondente escolhesse as opções de grupos de trabalho utilizados pela organização. O respondente escolheu a opção marcada como “Flexibilidade de habilidades”, apontando que a força de trabalho possuía habilidade, capacidade e qualificação para migrar de um ambiente a outro, caso haja demanda definida para tal atividade.

O terceiro questionamento deste bloco procurou analisar e avaliar a existência de programas que promoviam e desenvolviam a autonomia da força de trabalho na empresa. O respondente da pesquisa retornou com a opção de “Sim”. As duas próximas perguntas estavam vinculadas à anterior.

A pergunta posterior tinha como objetivo conhecer os programas utilizados pela empresa no gerenciamento dos níveis de autonomia de decisões. O respondente retornou com o comentário de “Gestão Visual e *Daily Meeting*”, indicando que há na organização incentivo aos colaboradores para propor e apresentar melhorias ao longo dos processos. A próxima pergunta procurou entender sobre a abrangência dos programas citados na indagação anterior. O respondente escolheu a opção assinalada como “todos os funcionários”, apontando que os programas de desenvolvimento da força de trabalho não destinam-se a cargos específicos dentro da organização.

O sexto questionamento deste bloco buscou entender sobre a existência de metas motivadoras na empresa. O respondente da pesquisa retornou com a opção assinalada como “Sim”. A pergunta posterior estava vinculada a anterior, onde procurou-se compreender sobre os programas de metas motivadoras utilizadas pela organização. O respondente da pesquisa retornou com o comentário de “Metas de Produtividade (Produção) e Programa de Participação nos Lucros e Resultados (todos os colaboradores)”, indicando que há programas específicos para alguns setores da organização, ao mesmo tempo que há programas mais genéricos que são oferecidos a todos os colaboradores da empresa.

A oitava pergunta deste bloco procurou saber sobre a existência de gerenciamento ágil na empresa. O respondente optou pela escolha do “Sim”. A pergunta posterior estava vinculada a anterior, no qual buscou-se aferir as ferramentas ágeis utilizadas pela organização. O respondente retornou com o comentário de “*Scrum* (P&D e Engenharia), *Kanban* (Engenharia e produção) e *Lean* (Unidade fabril)”, apontando que a organização utiliza-se largamente de ferramentas e metodologias ágeis ao longo dos diversos setores da organização.

O décimo questionamento deste bloco buscou entender se o foco nos benefícios ao cliente estava presente na estrutura organizacional da empresa. O respondente da pesquisa escolheu a opção de “Sim”. A pergunta posterior estava vinculada a anterior, onde buscou-se compreender sobre as práticas voltadas para atender as expectativas dos clientes. O respondente retornou com o comentário de “Política da Qualidade, Missão e Visão voltadas para o cliente, Customização dos produtos e serviços, cultura pelo valor agregado”, indicando que a organização possui programas e planejamentos voltados para atender as necessidades, objetivos e desejos dos clientes.

A próxima pergunta deste bloco procurou analisar se a cooperação na rede de valor mostrava-se presente na organização. O respondente optou pela escolha do “Sim”. A pergunta posterior estava vinculada à anterior, no qual buscou-se compreender sobre as práticas de cooperação na rede de valor que a empresa utilizava-se. O respondente

retornou com o comentário de “Parcerias com Universidades, empresas privadas e governo objetivando o desenvolvimento de novos produtos”, apontando que a organização tem relações intra e interempresas na sua cadeia produtiva.

Tabela 7: Sumarização do bloco “Estrutura Organizacional”

	ADOÇÃO	DIMENSÕES
	ESTRUTURA ORGANIZACIONAL	SIM
SIM		Programas de desenvolvimento e promoção da autonomia da força de trabalho
SIM		Sistemas de metas motivadoras
SIM		Gerenciamento ágil
SIM		Foco nos benefícios ao cliente
SIM		Cooperação na rede de valor

O sexto bloco do questionário trouxe questionamentos e indagações sobre a cultura organizacional praticada pela empresa (Tabela 8). Entende-se por cultura organizacional o conjunto de práticas, crenças e valores que geram identidade, comprometimento e pertencimento aos membros da empresa.

A primeira pergunta deste bloco procurou compreender se a empresa reconhecia o valor dos erros gerados. O respondente da pesquisa optou pela escolha do “Sim”. A pergunta seguinte estava vinculada à anterior, no qual buscou-se aferir por meio de quais ações a empresa reconhecia o valor dos erros. O respondente da pesquisa retornou com o comentário de “Sistema de Gestão da Qualidade, CAPA e Métodos de Soluções de Problemas”, apontando que a empresa possui metodologias e procedimentos que visam a detecção e correção de erros e falhas.

A terceira pergunta deste bloco buscou analisar se dentro da empresa existia abertura para inovação. O respondente optou pela escolha assinalada como “Sim”. A pergunta posterior estava vinculada à anterior, onde buscou-se compreender por meio de quais iniciativas a abertura para inovação existia dentro das instalações da empresa. O respondente retornou com o comentário de “Política da Qualidade, Visão, Missão e Valores da empresa”, indicando que a inovação apresentava-se como uma poderosa ferramenta, sendo presente nos princípios e comprometimento fundamentais da empresa.

A quinta pergunta deste bloco procurou entender se a empresa visava questões relativas ao aprendizado baseado em dados e tomada de decisão. O respondente da pesquisa optou pela escolha do “Sim” como resposta.

A sexta pergunta buscou compreender sobre a existência de programas de desenvolvimento profissional contínuo na empresa. O respondente optou pela escolha assinalada como “Sim”. A pergunta posterior estava vinculada à anterior, onde buscava-se aferir alguns exemplos dos programas utilizados pela empresa. O respondente retornou com o comentário de “Plano Anual de Treinamentos”, apontando que a organização demonstra preocupação em manter seus colaboradores instruídos e preparados para as ocorrências que podem aparecer no dia a dia.

A oitava pergunta procurou entender se a empresa apresentava espírito de responsividade à mudança. O respondente da pesquisa escolheu a opção assinalada como “Sim”, o que indica que a organização possuía capacidade e habilidade de adaptar-se a mudanças inesperadas que podem surgir em determinadas situações.

A nona pergunta buscou entender se a empresa possuía um estilo de liderança democrática. O respondente da pesquisa escolheu a opção assinalada como “Sim”, apontando que as decisões sobre alguns temas e pontos referentes aos processos são tomadas em conjunto com os demais membros da equipe, o que torna a responsabilidade dividida e segmentada entre as diferentes partes constituintes do setor.

A décima pergunta deste bloco procurou compreender se a empresa adotava um estilo de comunicação aberta. O respondente optou pela escolha do “Sim”, o que indica que há troca de informações e transparência no diálogo praticado pelas equipes da organização.

A próxima pergunta buscou analisar se havia existência de confiança nos processos e nos sistemas de informação utilizados pela empresa. O respondente escolheu a opção assinalada como “Sim”. A pergunta posterior estava vinculada à anterior, onde buscou-se aferir sobre os principais sistemas utilizados pela empresa. O respondente retornou com o comentário de “Softwares de Gestão (ERP, gestão de estrutura de produtos, gestão da produção, gestão de documentos, ações e projetos)”, o que indica a alta utilização de softwares integrados na gestão de dados e informação na empresa.

Tabela 8: Sumarização do bloco “Cultura Organizacional”

	ADOÇÃO	DIMENSÕES
CULTURA ORGANIZACIONAL	SIM	Reconhecimento do valor dos erros
	SIM	Abertura para inovação
	SIM	Aprendizado baseado em dados e tomada de decisão
	SIM	Programa de desenvolvimento profissional contínuo
	SIM	Responsividade à mudança
	SIM	Estilo de liderança democrática
	SIM	Promoção da comunicação aberta
	SIM	Confiança nos processos e nos sistemas de informação

O sétimo e último bloco do questionário (Tabela 9) compreendeu e analisou alguns questionamentos acerca de outros elementos comuns que são largamente empregados e aplicados no ambiente 4.0.

A primeira pergunta deste bloco teve como objetivo analisar se todos os ambientes da empresa estavam conectados à internet. O respondente da pesquisa escolheu a opção “Sim”, o que indica que a empresa possuía interconexão entre os diversos setores da organização, alinhando-se aos preceitos básicos requisitados para empresas que desejam adentrar ao conceito 4.0. Alguns outros elementos também foram pesquisados, como a manutenção, por exemplo. Partindo deste ponto, a segunda indagação deste bloco procurou entender se existia um planejamento para a manutenção dos equipamentos na organização. O respondente da pesquisa optou pela escolha do “Sim”. A pergunta posterior estava vinculada à anterior, no qual tinha como objetivo avaliar quais tipos de manutenção eram utilizados pela empresa. O respondente da pesquisa escolheu as opções de “Manutenção Corretiva” e “Manutenção Preventiva”, apontando que, de fato, a empresa não possuía equipamentos que são capazes de prever e detectar quando uma manutenção será necessária, o que deixa a organização mais distante do ambiente 4.0 neste aspecto.

Tabela 9: Sumarização do bloco “Outros Elementos”

ELEMENTOS DE INFRAESTRUTURA	ADOÇÃO	DIMENSÕES
	SIM	Interconexão dos ambientes
	SIM	Planejamento para manutenção
	CORRETIVA E PREVENTIVA	Tipo de manutenção utilizada

Para avaliar o índice geral de maturidade da empresa, calculou-se, primeiramente, a média simples obtida entre as dimensões existentes dentro de cada bloco, tendo sido considerados para esta análise os seguintes conjuntos: elementos base ou fundamentais; elementos estruturantes; elementos complementares; estrutura organizacional; cultura organizacional e outros elementos. O bloco perfil da organização não fez parte deste cálculo, pois é um grupamento que visa obter informações acerca do perfil e de outros fatores característicos da empresa, não sendo possível mensurá-lo. As perguntas assinaladas com a resposta “Sim” foram consideradas, a efeito de análise e mensuração, com nível 5, enquanto que as perguntas que obtiveram o “Não” como resposta consideraram-se como sendo nível 0. Após realizar-se o cálculo da média simples entre as dimensões de cada bloco, obteve-se o índice geral de maturidade da empresa realizando-se outro cálculo de média simples, mas agora entre todas as médias finais obtidas entre os blocos, conforme consta na Fig. 1. O índice geral de maturidade da empresa atingiu a marca de 4,06.

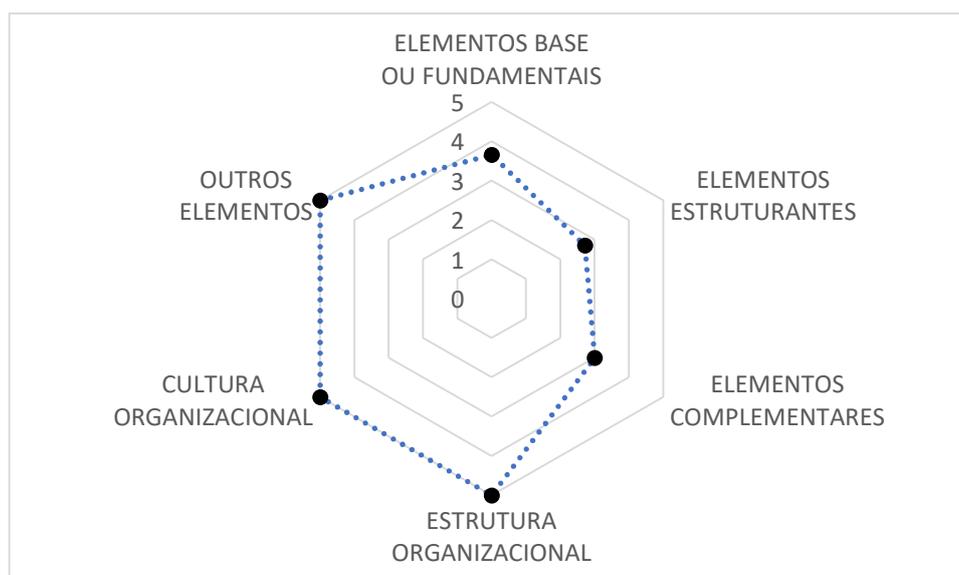


Figura 1: Índice de maturidade dos blocos estruturantes.

Ressalta-se que este formulário de análise de índice de maturidade não possui pesos atribuídos aos blocos estudados e mensurados, o que justifica a nota alta obtida pela organização nessa avaliação de maturidade frente ao ambiente 4.0, já que muitos fatores organizacionais acabaram sendo avaliados com nota máxima neste estudo.

## 5 Conclusões

Mediante o trabalho que foi aplicado em uma empresa fabricante de produtos eletromédicos, observou-se que a presente pesquisa atingiu os objetivos que se propôs a obter no início do estudo. Tais resultados foram possíveis de serem alcançados, após a realização de estudos e levantamentos bibliográficos de itens inerentes e essenciais presentes em uma avaliação de escala de maturidade frente à Indústria 4.0. A experiência, entendimento e compreensão do tema por parte do respondente da pesquisa, foi essencial para que o estudo gerasse resultados

confiáveis que expressassem o nível de desenvolvimento tecnológico que a empresa apresenta diante do ambiente 4.0.

A análise de dados e resultados apontou que a empresa possui uma visão para a implementação das tecnologias emergentes e processos em estágio de desenvolvimento tecnológico, diante do que o conceito 4.0 impõe. Quanto aos fatores organizacionais e culturais, a empresa destaca-se por possuir um forte espírito inovador e estilo de comunicação aberta, garantindo maior eficiência e transparência para com os colaboradores envolvidos ao longo dos processos. No que se refere ao índice geral de maturidade da empresa, a avaliação apontada e indicada neste estudo atribuiu a nota final de 4,06, traduzindo a visão que o gestor da empresa possui sobre os processos e ferramentas que são utilizados em ambiente fabril. O índice de maturidade tem por objetivo analisar como a empresa está operando e lidando com os conceitos empregados pelo ambiente 4.0, entretanto, ressalta-se que a organização possui total autonomia para avaliar e averiguar quais ferramentas e tecnologias são importantes de serem adquiridas e implementadas dentro da sua unidade fabril, de modo que a aquisição destas se reflita em vendas e lucro gerado para a organização. Sugere-se que mais estudos ao longo dos anos sejam realizados nesta empresa, a fim de avaliar-se e analisar-se o crescimento do desenvolvimento tecnológico, frente à Indústria 4.0, que tal organização alcançou com o passar do tempo. A avaliação e análise de outras empresas do setor, bem como a comparação entre elas, pode ser uma ferramenta importante e eficaz para mensurar a realidade industrial de tais organizações presentes no município.

Por fim, destaca-se que o instrumento de avaliação do índice de maturidade pode apontar um raio x da empresa frente às tecnologias habilitadoras da indústria 4.0, entretanto, no caso do artigo apresentado, os resultados apresentam a visão do gestor da empresa. De forma complementar, seria importante visualizar a aplicação do *checklist* com olhar de pesquisadores em uma visita *in loco*, deste modo, o ciclo de avaliação da empresa estaria concluído perante uma visão mais ampla.

## Referências

- [1] MCTIC – Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, 2019.
- [2] FIESP – Federação das Indústrias do Estado de São Paulo, 2018.
- [3] ABDI – Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, 2017.
- [4] IMS RESEARCH, 2017. Disponível em: <https://digital.hospitalar.com/pt-br/contedo-networking/industria-40-saude-cada-vez-mais-conectada>
- [5] ABIMO - Associação Brasileira da Indústria de Artigos e Equipamentos Médicos, Odontológicos, Hospitalares e de Laboratórios, 2017.
- [6] G. Stonehouse e B. Snowdon, “Competitive advantage revisited: Michael Porter on strategy and competitiveness,” *Journal of Management Inquiry*, vol. 16, no. 3, pp. 256-273. 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/1056492607306333>
- [7] T. De Bruin, R. Freeze, U. Kulkarni, e M. Rosemann, “Understanding the Main Phases of Developing a Maturity Assessment Model,” em *16<sup>th</sup> Australasian Conference on Information Systems*, Sydney, Austrália, 2005. Disponível em: <https://aisel.aisnet.org/acis2005/109/>
- [8] K. Lichtblau, V. Stich, R. Bertenrath, M. Blum, M. Bleider, A. Millack, K. Schmitt, E. Schmitz, e M. Schröter, “IMPULS-Industrie 4.0-Readiness,” *Impuls-Stiftung des VDMA*, Aachen-Köln, 2015.
- [9] J. B. Sacomano, R. F. Gonçalves, M. T. Da Silva, S. H. Bonilla, e W. C. Sátyro, *Indústria 4.0: Conceitos e Fundamentos*. 1a ed. São Paulo, Brasil: Blucher, 2018.
- [10] V. Gasparetto e E. S. De Souza, “Características e Impactos da Indústria 4.0: Percepção de Estudantes de Ciências Contábeis,” em *XXVI Congresso Brasileiro de Custos*, Curitiba, Brasil, de 2018. Disponível em: <https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/view/4570/4571>

- [11] L. Oliveira Júnior, “Modelo de maturidade para a indústria 4.0 para PME’s brasileiras: um estudo de caso em uma indústria de ração animal,” Dissertação de Mestrado, Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, Brasil, 2018. Disponível em: [http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/4067/1/PB\\_PPGEPS\\_M\\_Oliveira%20J%C3%BAnior%2C%20Lib%C3%B3rio\\_2018.pdf](http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/4067/1/PB_PPGEPS_M_Oliveira%20J%C3%BAnior%2C%20Lib%C3%B3rio_2018.pdf)
- [12] R. C. Santos, “Proposta de modelo de avaliação de maturidade da Indústria 4.0,” Dissertação de Mestrado, Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, Coimbra, Portugal, 2018. Disponível em: <https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/25346/1/Reginaldo-Carreiro-Santos.pdf>
- [13] T. F. De Souza e C. F. S. Gomes, “Assessment of Maturity in Project Management: A Bibliometric Study of Main Models,” *Procedia Computer Science*, vol. 55, pp. 92-101, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.07.012>
- [14] G. Schuh, R. Anderl, J. Gausemeier, M. Hompel, e W. Wahlster, “Managing the Digital Transformation of Companies,” *Acatech STUDY*, 2017. Disponível em: <https://en.acatech.de/publication/industrie-4-0-maturity-index-managing-the-digital-transformation-of-companies/>
- [15] A. Schumacher, S. Erol, e V. Sihni, “A maturity model for assessing Industry 4.0 readiness and maturity of manufacturing enterprises,” *Procedia CIRP*, vol. 52, pp. 161-166, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.07.040>
- [16] A. C. Gil, *Como elaborar projetos de pesquisa*, 6a ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2017.
- [17] E. C. Ojeda, D. F. Ávila, A. S. Fidêncio Júnior, A. S. Pereira, e A. M. Rodriguez, “Conhecimento dos estudantes de Engenharia e de Tecnologias sobre a Indústria 4.0,” em *SIMPEP (Simpósio de Engenharia de Produção)*, Bauru, Brasil, 2020. Disponível em: [https://simpep.feb.unesp.br/anais\\_simpep.php?e=15](https://simpep.feb.unesp.br/anais_simpep.php?e=15)
- [18] J. Schneider, “Medição do nível de maturidade do uso de tecnologia em um ambiente da indústria 4.0,” Dissertação de Mestrado, Mestrado em Engenharia de Produção, Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, Brasil, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ucs.br/11338/4877>
- [19] M. V. G. Da Silva e C. F. Rocha, “Avaliação do nível de maturidade da Indústria 4.0: O caso de uma empresa estratégica de defesa,” em *Congresso Internacional de Administração*, Ponta Grossa, Brasil, 2019. Disponível em: [http://admpg.com.br/2019/anais/arquivos/06302019\\_150657\\_5d1904cd04657.pdf](http://admpg.com.br/2019/anais/arquivos/06302019_150657_5d1904cd04657.pdf)