

## **AVALIAÇÃO DO ÍNDICE DE MATURIDADE DA INDÚSTRIA 4.0 EM UMA EMPRESA DO RAMO FUMAGEIRO**

### **EVALUATION OF THE MATURITY INDEX OF THE INDUSTRY 4.0 IN A COMPANY OF THE TOBACCO INDUSTRY**

### **EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE MADUREZ DE LA INDUSTRIA 4.0 EN UNA EMPRESA DE LA INDUSTRIA TABACALERA**

Vitória Breda Külzer<sup>1</sup>; Aline Pereira<sup>2</sup>; Juliana do Amaral Martins Grimmler<sup>3</sup>; Alejandro Martins Rodriguez<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Pelotas - vitoriabreda@hotmail.com

<sup>2</sup> Universidade Federal de Pelotas - pereira.asp@gmail.com

<sup>3</sup> Universidade Federal de Pelotas - julianagrimmler@gmail.com

<sup>4</sup> Universidade Federal de Pelotas - aljmartins@gmail.com

**Resumo:** Para promover a competitividade das indústrias na Alemanha ocorreu a partir de 2011 o lançamento de um projeto denominado Plataforma Indústria 4.0, Industry Platform 4.0. O projeto visou desenvolver alta tecnologia de modo a fazer com que os sistemas automatizados, os quais controlam os equipamentos industriais, pudessem se comunicar trocando informações entre máquinas e seres humanos, modificando os sistemas atuais de produção. Nesse cenário, este trabalho objetivou determinar o índice de maturidade frente aos elementos da Indústria 4.0 em uma empresa do setor fumageiro, a fim de verificar o nível de tecnologia presente nos seus processos. Para atingir esse objetivo selecionou-se a metodologia que mais se adequa ao presente estudo de caso. Essa metodologia tem como base um *check-list* de avaliação, o qual prevê um formulário de coleta de dados. De acordo com os dados obtidos, é feita uma classificação disposta por uma régua de medição de níveis de maturidade. Através desta avaliação e da investigação sobre a relação da empresa selecionada com a adoção de tecnologias, foi possível determinar que a organização mostrou notável desempenho para sua inserção no ambiente 4.0, utilizando tecnologias de ponta em seu processo produtivo, e se enquadrando no nível 4, em uma escala de 0 a 5 de maturidade do modelo selecionado. No estudo realizado, destacam-se os resultados referentes à cultura e à estrutura organizacional da empresa, uma vez que estes já se inserem no cenário 4.0.

**Palavras-chave:** Manufatura 4.0, Tecnologia 4.0, modelo de maturidade 4.0, inovação 4.0, competitividade.

**Abstract:** To promote the competitiveness of industries in Germany, the launch of a project called Industry Platform 4.0 was launched in 2011. The project aimed to develop high technology to make the automated systems which control industrial equipment, being able to communicate by exchanging information between machines and humans, modifying current production systems. In this scenario, this study aimed to determine the maturity index against the elements of Industry 4.0 in a company in the tobacco industry, to verify the level of technology present in its processes. To achieve this goal, the methodology that best suits the present case study was selected. This methodology is based on an evaluation check list that used a data collection form. According to the data obtained, a classification was made, arranged by a measurement of maturity levels. Through this evaluation and research on the relationship of the selected company with the adoption of technologies, it was possible to determine that the organization showed remarkable performance for its insertion in the 4.0 environment, using state-of-the-art technologies in its production process, and falling under level 4, on a scale of 0 to 5 maturity of the selected model. In the study conducted, the results related to the culture and organizational structure of the company stand out, since these are already part of scenario 4.0.

**Key words:** Industry 4.0, Technology 4.0, 4.0 maturity model, innovation 4.0, competitiveness

**Resumen:** Para promover la competitividad de las industrias en Alemania, en 2011 se lanzó un proyecto llamado Plataforma da Industria, Industry Platform 4.0. El proyecto tenía como objetivo desarrollar alta tecnología para que los sistemas automatizados, que controlan los equipos industriales, puedan comunicarse mediante el intercambio de información entre máquinas y humanos, modificando los sistemas de producción actuales. En este escenario, este estudio tuvo como objetivo determinar el índice de madurez frente a los elementos de la Industria 4.0 en una empresa de la industria tabacalera, con el fin de verificar el nivel de tecnología presente en sus procesos. Para lograr este objetivo, se seleccionó la metodología que mejor se adapte al presente estudio de caso. Esta metodología se basa en una lista de verificación de evaluación, que proporciona un formulario de recopilación de datos. De acuerdo con los datos obtenidos, se hace una clasificación organizada por una regla de medición de los niveles de madurez. A través de esta evaluación e investigación sobre la relación de la empresa seleccionada con la adopción de tecnologías, se pudo determinar que la organización mostró un desempeño notable para su inserción en el entorno 4.0, utilizando tecnologías de vanguardia en su proceso de producción, obteniendo un el nivel 4, en una escala de madurez de 0 a 5 del modelo seleccionado. En el estudio realizado se destacan los resultados relacionados con la cultura y estructura organizativa de la empresa, ya que estos ya forman parte del escenario 4.0.

**Palabras llave:** Industria 4.0, tecnología 4.0, modelo de madurez 4.0, innovación 4.0, competitividad

## 1. INTRODUÇÃO

A evolução da tecnologia aliada aos novos elementos associados à chamada Quarta Revolução Industrial ou Indústria 4.0, torna o ambiente industrial cada vez mais competitivo, prometendo a redução do custo de produção e a otimização de processos. Além de transformações na organização do trabalho, a Indústria 4.0 traz mudanças também no âmbito social.

A adoção de conceitos da Indústria 4.0 na matriz produtiva brasileira pode ocasionar uma economia de R\$73 bilhões ao ano, além de gerar uma produção com menores impactos ambientais, resultando em processos mais sustentáveis (ABDI, 2017). Neste contexto, as empresas precisam adaptar-se ao novo cenário e utilizar os benefícios e oportunidades que as tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0 podem trazer, a fim de permanecerem competitivas no mercado (TESSARINI JR; e SALTORATO, 2018).

Um dos setores que têm buscado, cada vez mais, a adoção e incorporação destes novos conceitos relacionados à Indústria 4.0 é o setor fumageiro. Atualmente, este setor vem enfrentando um intenso processo de reorganização da produção e do trabalho com vistas à obtenção de maior flexibilidade e de elevação da produtividade. Esses processos vêm afetando profundamente a classe trabalhadora, pois implica em várias mudanças organizacionais, como nos padrões de gestão, nas habilidades e qualificações requeridas para o trabalho como na composição da força, no volume e na estrutura do emprego (PREVITALLI; e FARIA, 2008).

O Brasil é destaque no cenário mundial na produção de tabaco, ocupando a posição de segundo maior produtor mundial, sendo que a importância socioeconômica da fumicultura

para a região Sul do Brasil é indiscutível, presente em 556 municípios do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná. Na safra de 2019 e 2020, o tabaco foi cultivado em 297 mil hectares, somando uma receita anual bruta de R\$6,28 bilhões (AFUBRA, 2020; SINDITABACO, 2019).

Constando que esse setor enfrenta diversas barreiras de entrada no mercado, como a proibição de marketing, campanhas antitabaco e instituições que buscam frear o consumo de seus produtos, todo fator que alavanque sua competitividade, otimize seus processos e auxilie na tomada de decisão, merece a concentração de esforços e desenvolvimento, como é o caso das tecnologias que são base da Indústria 4.0 (CAVALCANTE, 2005).

Ainda que os avanços tecnológicos sejam, frequentemente, considerados os grandes marcos da Indústria 4.0, não é possível deixar de lado fatores humanos que também são fundamentais para o sucesso de qualquer empresa que esteja buscando o cenário 4.0. É fundamental entender os impactos que a Indústria 4.0 causará nos aspectos humanos das organizações. Alguns conhecimentos, que eram considerados grandes habilidades no passado, hoje já se tornam obsoletos. A automação e as novas tecnologias, que vêm sendo implementadas no cenário 4.0, demandam dos profissionais novas habilidades e competências. Os profissionais continuam sendo peça-chave dentro das organizações, portanto é imprescindível, para qualquer empresa que estejam aplicando ou que pretenda aplicar estas novas tecnologias advindas da Indústria 4.0, investir na capacitação constante de pessoas e na mudança da cultura organizacional (APECATUS, 2020).

Essa mudança ocorre, primeiramente, em estabelecer uma cultura de inovação dentro da organização, sendo necessário criar um ambiente voltado à inovação, onde os gestores e o restante dos colaboradores sejam motivados e capacitados para lidarem com processos e soluções disruptivas. Empresas que conseguem criar esta cultura à inovação se tornam mais competitivas e lucrativas (NADJARIAN, 2018; SANTOS, 2019).

A nova Revolução Industrial trará mudanças também na estrutura organizacional das empresas. Para Sacomano et al. (2018), a estrutura organizacional que mais se adequa ao cenário 4.0 é uma estrutura voltada para a inovação com constante investimentos em pesquisa e desenvolvimento. Essa estrutura demanda alta qualificação dos trabalhadores e competências para lidarem com a alta complexidade técnica do ambiente de trabalho. Neste cenário, a troca de informações será facilitada, o trabalho será realizado com equipes multidisciplinares organizadas por processo ou projeto, sem departamentos.

A análise do índice de maturidade relacionado a conceitos e ferramentas da Indústria 4.0 nas empresas, se faz necessário para o entendimento das lacunas de competências fundamentais para competirem no novo cenário de alta tecnologia, produtividade, flexibilidade e competitividade (SANTOS, 2018). Também é pertinente conhecer na prática como as empresas estão lidando atualmente com os avanços tecnológicos, e de que forma elas conseguem se beneficiar desses avanços para melhor entendimento e satisfação das

necessidades dos consumidores, para aumentarem a produtividade, reduzir custos e, assim, serem mais competitivas.

Modelos de maturidade são utilizados para definir o grau de maturidade, ou o estado de desenvolvimento, de uma determinada área de interesse. Esses modelos são, frequentemente, usados como instrumento de medição do nível de maturidade de uma empresa, ou a algum processo específico presente nela. Existem, na literatura, diversos modelos de maturidade, metodologias que podem auxiliar uma organização a se tornar mais competitiva (SANTOS, 2018; SILVA; BARBALHO, 2019).

Com o surgimento da Quarta Revolução Industrial, novos modelos de maturidade são propostos, com o objetivo de avaliar as organizações em diversas áreas para o ingresso na chamada Indústria 4.0 e auxiliar nas melhorias necessárias (SILVA; BARBALHO, 2019).

A Figura 1 apresenta alguns exemplos de modelos de maturidade existentes que são utilizados para medir o índice de maturidade da Indústria 4.0 dentro das organizações.

MODELO DE MATURIDADE	DEFINIÇÃO	NÍVEIS DE MATURIDADE	DIMENSÕES AVALIADAS
<b>Guia de avaliação de maturidade da ACATECH (Schuh et al., 2017)</b>	Considerado um modelo de avaliação de maturidade em si, mas também um guia para que as empresas compreendam o caminho que devem seguir para o desenvolvimento da Indústria 4.0, e construam seus próprios modelos.	1) Informatização 2) Conectividade 3) Visibilidade 4) Transparência 5) Capacidade preditiva 6) Adaptabilidade	<b>4 dimensões:</b> Recursos, Sistemas de Informação, Estrutura Organizacional e Cultura Organizacional.
<b>Modelo de avaliação de maturidade de adaptação de empresas de manufatura à Indústria 4.0 de Schumacher et al. (2016)</b>	Tem como objetivo de permitir que as empresas avaliem rigorosamente sua maturidade relacionada à Indústria 4.0 e refletirem a adequação das estratégias atuais.	Nível 1 ao 5	<b>9 dimensões:</b> Clientes, Cultura, Estratégia, Governança, Liderança, Operações, Pessoas, Produtos e Tecnologia.
<b>Modelo IMPULS-VDMA Autoavaliação de preparação de empresas para a Indústria 4.0 (LICHTBLAU et al., 2015)</b>	É pretendido que esta ferramenta traga a visão maior dos conceitos, para apoiar mais de perto a realidade dos negócios, e para que possa ser traçado um plano rumo à Indústria 4.0.	0) Outsider 1) Beginner 2) Intermediate 3) Experienced 4) Expert 5) Top Performer	<b>6 dimensões:</b> Fábricas Inteligentes, Produtos Inteligentes, Operações Inteligentes, Serviços baseados no uso de dados, Estratégia e Organização e Funcionários.
<b>Metodologia de desenvolvimento de modelos de maturidade de De Bruin et al. (2005)</b>	Trata-se de uma metodologia que tem como objetivo o desenvolvimento de modelos de maturidade, aplicáveis a vários domínios, não se restringindo à Indústria 4.0.	<b>Apresenta 6 fases para o desenvolvimento do modelo de maturidade:</b> 1) Escopo 2) Projetar 3) Compor 4) Testar 5) Implementar 6) Manter	

**Figura 1 - Modelos de Maturidade**  
Fonte: Autores (2020)

Portanto, o presente trabalho busca determinar o índice de maturidade, frente aos elementos da Indústria 4.0 em uma empresa do setor fumageiro, a fim de verificar o nível de tecnologia presente nos seus processos e a sua inserção nesta nova revolução industrial. Sendo explicado nos próximos tópicos o método aplicado para o desenvolvimento do trabalho, assim como os resultados e conclusão obtida.

## 2. MÉTODO

Apresentado nessa etapa os métodos utilizados que forneceram suporte à pesquisa, elementos essenciais de cunho científico. Sendo assim, foi realizada primeiramente, uma revisão bibliográfica e documental para obter informações e gerar conhecimento sobre o tema abordado. Foram realizadas pesquisas em livros, dissertações, sites e revistas especializadas, acerca do tema Indústria 4.0, com o objetivo de realizar um levantamento de suas principais características, seus desafios, oportunidades, metodologias e modelos de maturidade existentes. Ainda, utilizou-se o Portal da Capes, com as seguintes palavras-chave: manufatura avançada, Indústria 4.0, Quarta Revolução Industrial, índice de maturidade e escala de maturidade.

Além disso, a pesquisa realizada se classifica como exploratória, pois o tema escolhido ainda é pouco explorado. A pesquisa tem como objetivo apresentar uma visão geral sobre o assunto, sendo realizado levantamentos bibliográficos e documentais, estudos de casos e entrevistas. Mediante os estudos realizados sobre os modelos de índices de maturidade, foi verificado que o modelo dos autores Faath, Rauen e Heister (2015) é o adequado para abordar o presente estudo de caso por ser um modelo completo, o qual realiza um estudo não somente de elementos técnicos relacionados à Indústria 4.0, mas também de fatores humanos, proporcionando assim, maior profundidade de estudo.

O estudo de caso ocorreu através de um check list de avaliação desenvolvido pelo NEAI 4.0, Núcleo de Estudos Aplicados à Indústria 4.0, da Universidade Federal de Pelotas, UFPel, que se baseia no método de desenvolvimento de modelos de maturidade de Bruin et al. (2005), utilizando a escala de medição dos níveis de maturidade propostos pelos autores Faath, Rauen e Heister (2015).

Dentre as dimensões avaliadas pelo modelo desenvolvido pelo NEAI 4.0 estão presentes os elementos fundamentais, como a Internet das Coisas, IoT, e Sistemas Ciber-Físicos, CPS, assim como os elementos estruturantes, como a Automação e a Segurança Cibernético, e os elementos complementares, como a Manufatura Aditiva e a Realidade Aumentada. Além disso, o modelo realiza uma avaliação da estrutura e cultura organizacional das indústrias, com o objetivo de determinar se estas se inserem nos conceitos 4.0 (OJEDA et al., 2020).

Para atingir todos os objetivos propostos no presente trabalho, realizou-se uma pesquisa online, devido às limitações de distanciamento social previstas em razão da pandemia de Covid-19, através da aplicação de um questionário, para obter informações do que a empresa vem utilizando como ferramentas no seu processo produtivo, a fim de verificar o seu índice de maturidade relacionado à Indústria 4.0.

A indústria selecionada para realizar o presente estudo de caso é uma empresa multinacional líder no mercado de tabaco, doravante nomeada como Indústria X. De acordo com o site da Indústria X verificou-se que ela possui mais de 73.500 colaboradores de diversas partes do globo, atuando tanto no mercado brasileiro como em outros países, como Uruguai, Paraguai, Equador e Bolívia. Nesse sentido, destaca-se que a organização vem utilizando ao longo de toda sua cadeia de valor tecnologias de ponta, que podem ser enquadradas dentro dos conceitos Indústria 4.0, fazendo assim, este estudo relevante.

A estrutura da Indústria X opera com 38 centros de produção em 32 países e é responsável por seis das quinze maiores marcas internacionais de cigarro. Esta indústria iniciou sua trajetória no Brasil no ano de 1973.

A unidade na qual o estudo foi realizado localiza-se no Rio Grande do Sul, na cidade de Santa Cruz do Sul, e conta com mais de 800 funcionários. Produz, em média, oito mil cigarros por minuto, esse valor é o equivalente a 400 carteiras, em um processo totalmente automatizado, e, atualmente, já conta com uma operação que engloba desde a produção de sementes de tabaco até a venda do produto final. Entre as certificações que a empresa possui estão a ISO 9001, relacionada ao Sistema de Gestão de Qualidade, a ISO 14001, relacionada ao Sistema de Gestão Ambiental, a OHSAS 18000, relacionada ao Sistema de Gestão de Segurança e Saúde Ocupacional, e a AWS, certificação da plataforma Amazon Web Services, que se trata de uma certificação relacionada aos serviços de computação em nuvem.

A colaboradora responsável por fornecer informações sobre a empresa é gerente da área de qualidade e já atua neste cargo há cinco anos, sendo que, anteriormente, já atuou na área de manufatura da empresa durante dez anos. Dessa forma, esta colaboradora tem um vasto conhecimento sobre o processo produtivo da empresa, assim como as tecnologias utilizadas e, a cultura e estrutura organizacional, sendo, então, capaz de responder as questões que compõem o check list de avaliação com informações confiáveis.

Posteriormente a análise do questionário respondido pela colaboradora da Indústria X, os níveis de maturidade foram lançados na planilha de Excel, desenvolvida pelo NEAI 4.0, e o índice de maturidade de cada uma das seções foi calculado através de médias simples. Após este procedimento, novamente, o índice de maturidade global da Indústria X, em relação à Indústria 4.0, também foi calculado por média simples.

Em vista disso, ressalta-se que as perguntas que possuíam respostas objetivas em “não” ou “sim” foram consideradas como nível 0 e 5, respectivamente, sendo nível 0 em caso negativo, quando a empresa não faz uso desta tecnologia, e nível 5 em caso positivo, quando

este elemento está presente nas práticas da empresa.

### **3. RESULTADOS**

A análise de dados, assim como as discussões deste trabalho foram divididas em oito seções, sendo a primeira relacionada ao perfil da organização na qual foi aplicada a pesquisa. A segunda relacionada aos elementos base ou fundamentais da Indústria 4.0, a terceira sobre os elementos estruturantes e a quarta sobre os elementos complementares. Enquanto a quinta seção deste capítulo discorre sobre a estrutura organizacional, a sexta sobre a cultura organizacional e a sétima, sobre alguns elementos adicionais relacionados à escala de maturidade. Por fim, a oitava e última seção apresenta os níveis de maturidade geral de cada seção e o índice global de maturidade da Indústria X.

#### **3.1 Elementos Bases ou Fundamentais**

Em relação à utilização do conceito de IoT, em uma escala de seis níveis, de 0 a 5, a Indústria X encontra-se no nível 3. Sendo assim, ela já faz uso de equipamentos que possuem soluções customizadas de IoT, e utiliza-se da vasta rede de dados que os sustentam, fazendo uso da interconexão entre sensores e equipamentos do processo produtivo. Contudo, ainda não é possível alterar as configurações de equipamentos, ordens de produção e operações, totalmente de forma segura e remota em tempo real.

No que se refere ao uso das tecnologias relacionadas à Internet dos Serviços, a respondente afirmou que a empresa faz uso, mas não citou a sua aplicabilidade dentro da organização. Desse modo, sobre a empregabilidade dos CPS, a empresa enquadra-se no nível 2, ou seja, utiliza de CPS para o gerenciamento do seu processo produtivo, com a presença de sensores e atuadores, bem como de dispositivos com tecnologias voltadas ao gerenciamento de desempenho de ativos. No entanto, essa utilização é limitada, porque esses sistemas ainda não ligam todos os elos do processo produtivo da organização.

Este fato é um limitador ao cenário 4.0, visto que a Indústria 4.0 demanda a total interconexão entre o mundo físico e virtual em todos os elos da organização.

#### **3.2 Elementos Estruturantes**

A Indústria X utiliza a automação em todas etapas do processo de fabricação dos seus produtos, classificando-se, assim, no nível 3 em relação à automação. Este se trata de um nível considerável, visto que a automação é uma peça chave para o caminho ao cenário 4.0. Dessa forma, nesta empresa, as tarefas podem ser desenvolvidas sem a intervenção humana, com equipamentos que funcionam sozinhos e possuem a capacidade de controlar a si próprios, a partir de condições e instruções pré-determinadas. Esse fato garante maior produtividade,

flexibilidade e agilidade à organização. Todavia, foi listado a não utilização de robôs colaborativos. Outro ponto relevante é que a empresa não tem a capacidade de gerenciar suas plantas a longa distância, por exemplo, a relação entre matriz e filiais (conectividade).

Quanto à utilização de sistemas Machine-to-Machine, a empresa faz uso desta tecnologia e enquadra-se no nível 3, visto que existe comunicação entre as máquinas no processo produtivo, ocorrendo de forma integrada em todos os setores da produção. Contudo, ainda é necessário a intervenção humana em alguma etapa do processo.

Um ponto forte da Indústria X em relação ao cenário 4.0 é a utilização de Big Data. Neste item ela é classificada no penúltimo nível, o quarto. A peça chave deste item é a análise da grande massa de dados gerados a partir de todos os sistemas da empresa, como processo produtivo, marketing, comercial e entre outros. A empresa faz diariamente estas análises, mas somente na parte que considera relevante, ou seja, não enxerga todo volume de dados gerados como forte fonte das estratégias de negócio.

Ainda, em relação aos dados, a Indústria X faz uso de Computação em Nuvem, ou seja, seus dados são armazenados na nuvem e podem ser acessados em qualquer localização, sendo algo relevante para a empresa, visto que ela atua em diversas localidades. Além disso, em relação à segurança de seus dados em nuvem a empresa possui certificação da AWS.

Ademais, em relação à Segurança Cibernética, a empresa reconhece a importância da utilização de softwares confiáveis que lidam com a segurança da informação, existindo uma Política de Segurança da Informação, PSI, processos de backup, antivírus, firewall e entre outras ferramentas de gestão de TI. Neste item, a Indústria X é classificada no nível 4, visto que possui indicadores chaves de performance relacionados à segurança da informação, podendo, assim, identificar e prever falhas na segurança. Pode-se dizer que a segurança de suas informações é um fator crítico para a empresa, devido à sua inserção em um mercado altamente competitivo, no qual o vazamento de informações seria algo consideravelmente negativo para a sua competitividade.

A indústria X faz o uso de diversos sistemas de informação como ERP, SAP e muitos outros softwares desenvolvidos pela própria empresa, através de contratos. Todos estes sistemas trabalham em integração dentro da empresa, sendo um ponto positivo, visto que a Indústria 4.0 requer a integração de todos os sistemas utilizados por uma organização, para que exista uma comunicação harmônica entre eles.

De acordo com a coleta de dados, dentre os elementos estruturantes, a empresa não utiliza somente as tecnologias relacionadas à Inteligência Artificial.

### **3.3 Elementos Complementares**

Dentre os elementos que ampliam as possibilidades da Indústria 4.0, foi obtido que a organização faz o uso de RFID e QR Code. Dessa forma, a empresa utiliza das principais vantagens relacionadas a estes tipos de identificação. Os demais elementos complementares,



como a Realidade Aumentada, Realidade Virtual e Manufatura Aditiva, não são utilizados pela Indústria X.

### **3.4 Estrutura Organizacional**

Em relação à estrutura organizacional, ou seja, como as atividades da organização são realizadas, organizadas e comandadas, o primeiro questionamento do check list foi relacionado à flexibilidade do trabalho na organização. A Indústria X utiliza grupos de trabalho flexíveis, tanto relacionado à flexibilidade de habilidades, quanto à força de trabalho, possuindo condições de migrar de um conjunto de habilidades para outro. Uma vez que as tendências da demanda são definidas, quanto à flexibilidade de localização, quando determinadas atividades podem ser desempenhadas em qualquer local no qual haja canais de comunicação com o restante da organização, como por exemplo, a utilização de home office. Ainda que a empresa não faça uso de jornadas de trabalho flexíveis, este item é bastante favorável, visto que a flexibilidade utilizada no trabalho já é considerável e se encaminha ao cenário 4.0, utilizando dois, dos três pontos analisados neste item.

Através do levantamento de dados, foi constatado que a Indústria X utiliza um sistema de metas motivadoras e programas que promovem e desenvolvem a autonomia da força de trabalho, sendo algo promissor, pois o ambiente 4.0 exige maior autonomia por parte dos trabalhadores. Foi citado pela colaboradora a utilização, dentro da empresa, de Lean Manufacturing, através de um programa global, implementado em 100% das afiliadas que promove a construção de capacitação, gerando cada vez mais autonomia nos times de trabalho. Esse programa é estabelecido para todos os níveis de funcionários, tanto gerentes, supervisores e líderes de equipe, como operadores e auxiliares.

Também foi questionado a existência de um gerenciamento ágil dentro da organização. A Indústria X utiliza o gerenciamento ágil através de diversas ferramentas, como Scrum, Kanban e Lean, todos definidos e implementados dentro da empresa.

Em relação ao foco nos benefícios do cliente, foi relatado que este item está intrínseco na organização, já que um dos valores da empresa é o consumidor sempre no centro dos processos, alinhado com as suas metas internas e globais. Todas as estratégias anuais da empresa prevêm uma vertente dedicada ao cliente.

Além disso, faz parte das práticas da empresa, a cooperação na rede de valor, através de cooperações entre empresas e instituições. Por exemplo, no ano de 2019, a empresa fechou uma parceria com uma instituição de ensino superior, na qual os alunos desta instituição interagiam em projetos específicos dentro da Indústria X e foram reconhecidos pelos resultados e propostas entregues.

### **3.5 Cultura Organizacional**

Dentro da Indústria X, de acordo com a coleta de dados, existe um ambiente voltado à inovação, ou seja, a inovação faz parte das práticas, crenças e valores da organização. Este item mostra um considerável alinhamento ao cenário 4.0, pois o primeiro passo para uma organização que busca incorporar a Indústria 4.0 é estabelecer uma cultura alinhada à inovação. A empresa constantemente participa e promove projetos que visam a inovação para entender e, até mesmo incorporar, o que há de mais inovador no mercado. A respondente afirma que, atualmente, a Indústria X participa de um manifesto global que visa implementar sistemas, em todas as suas fábricas ao redor do mundo, visando à Indústria 4.0.

Foi apontado pela colaboradora que a empresa promove o reconhecimento do valor dos erros, enxergando-os como uma chance de aprendizado e de ser mais assertivo no futuro. Outra fonte de aprendizado utilizada pela empresa é a baseada em dados para a tomada de decisão. Esse aspecto é bastante característico de organizações que buscam o cenário 4.0, visto que além de coletar uma enorme quantidade de dados, esta indústria os utiliza de maneira útil na tomada de decisão. Uma indústria para ser considerada 4.0 não toma mais decisões baseada na experiência de colaboradores e sim, sempre baseada em dados.

Outro aspecto relevante na organização é a sua responsividade à mudança, ou seja, a Indústria X tem a capacidade de adaptar-se a diversos cenários, e até mesmo observar oportunidades em cenários adversos.

De acordo com a coleta de dados realizada, a Indústria X possui programas de desenvolvimento profissional contínuo. Além disso, a empresa tem um plano de carreira bem definido e isto também gera o desenvolvimento profissional contínuo dos colaboradores. Um dos desafios relacionados à Indústria 4.0 é a adequação das habilidades dos colaboradores para que eles permaneçam úteis em um ambiente totalmente interconectado e automatizado, através de desenvolvimentos contínuos, dessa forma, este item também se enquadra no cenário 4.0, visto que a organização cumpre este requisito.

Em relação à liderança dentro da organização, a respondente afirma que a Indústria X utiliza o estilo de liderança democrático, envolvendo os colaboradores em quase todos os planos e discussões, distribuindo as responsabilidades e a tomada de decisões entre o time.

Outro aspecto relevante ao cenário 4.0, que vai ao encontro com o estilo de liderança democrático, é a utilização da prática da comunicação aberta dentro da Indústria X, promovendo uma comunicação transparente e o bom relacionamento entre os colaboradores e entre as equipes. Esta prática impulsiona o aprendizado compartilhado entre os colaboradores, uma vez que existe constante troca de ideias.

Por fim, na seção de cultura organizacional, o check list buscou avaliar a confiança que a Indústria X tem em seus processos e sistemas de informação, visto que esta também é uma peça chave no cenário 4.0. A respondente afirmou que a empresa tem total confiança em seus processos e sistemas de informação e utiliza tecnologias de ponta para garantir esta confiabilidade, utilizando softwares como SAP, ERP, sistemas integrados de logística e

manufatura, sistemas de rastreabilidade de seus produtos e insumos, e entre outros.

### 3.6 Outros Elementos

Cita-se também, no modelo de avaliação selecionado, outros elementos que são relevantes para o estudo da maturidade relacionada à Indústria 4.0. Em relação à interconexão dos equipamentos da empresa com a internet, a colaboradora afirmou que todos os ambientes da Indústria X, sejam eles destinados à produção ou não, estão conectados com a internet. Este é um ponto bastante relevante para a maturidade da empresa em relação à Indústria 4.0, pois o ambiente 4.0 prevê a total interconexão entre o mundo físico e o mundo virtual, integrando, dessa forma, o conceito de fábricas inteligentes dentro da organização.

Por fim, outro aspecto analisado dentro da organização foi a relação da empresa com a manutenção de seus equipamentos. Desse modo, foi obtido que a Indústria X utiliza os dados coletados durante todo seu processo produtivo para realizar a manutenção preditiva, acompanhando periodicamente os indicadores dos equipamentos. Além disso, também faz uso da manutenção preventiva, prevenindo falhas, evitando a quebra de equipamentos e componentes, bem como diminuindo a velocidade de desgaste dos mesmos. Ainda assim, na ocorrência de falhas, a manutenção corretiva também faz parte das práticas da organização, na qual os equipamentos e componentes são recuperados ou substituídos após algum dano.

### 3.7 Escala de Maturidade

Posteriormente a avaliação do nível de maturidade de cada um dos elementos na Indústria X, o nível de maturidade das suas respectivas seções foi calculado. A Figura 2 apresenta, resumidamente, o nível de maturidade de cada elemento avaliado.

MATURIDADE DE CADA ITEM DO CHECK LIST (0-5)		
Elementos Bases	Elementos Complementares	Cultura Organizacional
Internet das Coisas (3)	RFID (5)	Reconhecimento do valor dos erros (5)
Internet dos Serviços (2)	QR Code (5)	Abertura para inovação (5)
Sistemas Ciber-Físicos (2)	Realidade Virtual (0)	Aprendizado baseado em dados (5)
<b>Elementos Estruturantes</b>	Realidade Aumentada (0)	Programas de desenvolvimento profissional (5)
Automação (3)	Manufatura Aditiva (0)	Responsividade à mudança (5)
Comunicação entre as Máquinas (3)	<b>Estrutura Organizacional</b>	Confiança nos processos de sistemas de informação (5)
Inteligência Artificial (0)	Grupos de trabalho flexíveis (5)	Liderança democrática (5)
Big Data (4)	Autonomia (5)	Comunicação aberta (5)
Computação em Nuvem (5)	Sistemas de metas motivadoras (5)	<b>Outros Elementos</b>
Integração de Sistemas (5)	Gerenciamento ágil (5)	Interconexão com a internet (5)
Segurança Digital (4)	Cooperação na rede de valor (5)	Planejamento para a manutenção (5)
	Foco nos benefícios dos clientes (5)	

Figura 2 - Maturidade da Indústria X em cada elemento da avaliação

Fonte: Autores (2020)

Primeiramente, dentro da seção que busca analisar a presença dos elementos base ou fundamentais, a Indústria X obteve uma média de 3,3 em uma escala de 0 a 5. Esse valor expressa uma média considerável e mostra que a organização possui ou já procura desenvolver a base tecnológica fundamental, sendo necessária para existir o conceito de Indústria 4.0 dentro da organização, porém, ainda em fase de desenvolvimento.

Em relação à presença de elementos estruturantes, a empresa obteve uma média de 3,4. Também se trata de um valor que encaminha a organização para o cenário 4.0. De acordo com o modelo proposto pelo NEAI 4.0, boa parte destes elementos devem estar presentes na organização na qual busca esse cenário, e a Indústria X também cumpre este quesito. Nesta seção, é importante destacar o uso considerável da Automação, uma boa empregabilidade de Big Data, a utilização da Computação em Nuvem e a garantia da Segurança Digital. Esses fatores são críticos para o ambiente 4.0 e estão fortemente presentes na Indústria X.

No entanto, quando se trata de elementos complementares, a organização obteve uma média de 2,0. Essa média, consideravelmente baixa, deve-se à presença de somente duas, das cinco tecnologias que são avaliadas nesta seção, nas quais são: código QR e sensores de RFID.

Para ambas as seções de cultura e estrutura organizacional, a Indústria X obteve média máxima, ou seja, 5,0. Essa média mostra que estes aspectos da empresa já se enquadram no cenário 4.0, na qual o ambiente e as práticas da mesma já são direcionadas para a inovação, sendo fatores fundamentais para que uma organização esteja inserida na Indústria 4.0.

Por fim, em relação aos elementos que complementam a escala de maturidade, a empresa também obteve média 5,0, utilizando os dois elementos que são avaliados nesta seção. Mais uma vez, este resultado representa que a indústria tem implementado estratégias relacionadas à Indústria 4.0. O desempenho da Indústria X em relação aos níveis de maturidade de cada seção encontra-se na Figura 3.

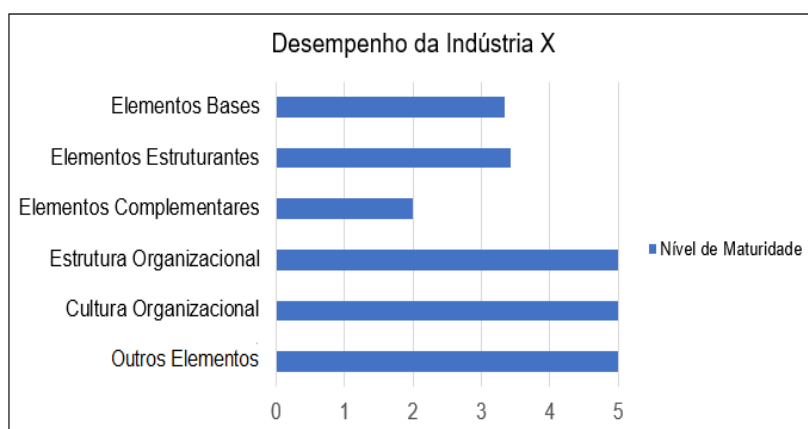


Figura 3 - Níveis de Maturidade da Indústria X em cada seção avaliada

Fonte: Autores (2020)

Dessa forma, o índice geral da Indústria X em relação ao cenário 4.0 resultou em uma média

de 3,9. Este índice, juntamente com os resultados de cada seção, encontra-se na Figura 4.

	Elementos Bases	Elementos Estruturantes	Elementos Complementares	
Nível de Maturidade	3,3	3,4	2	
	Estrutura Organizacional	Cultura Organizacional	Outros Elementos	ÍNDICE GLOBAL
Nível de Maturidade	5	5	5	3,9

**Figura 4** - Índice Global de Maturidade da Indústria X  
Fonte: Autores (2020)

A média 3,9 do índice global de maturidade da Indústria X foi arredondada para 4,0 e, dessa forma, insere-se no Nível 4 de maturidade do modelo selecionado, representando que a empresa é considerada “Expert”, ou seja, a Indústria X já realiza o monitoramento de estratégias para a Indústria 4.0 através do uso de indicadores apropriados. Além disso, pode-se dizer que a mesma realiza investimentos em todas áreas relevantes e os seus processos são suportados pela gestão da inovação interdepartamental. Assim, na maioria das áreas relevantes, a empresa possui as capacidades necessárias para atingir este nível de maturidade e expandir futuramente a Indústria 4.0.

Na escala de maturidade existente no modelo proposto pelo NEAI 4.0, o nível 4 também define que os produtos em processo e os produtos acabados, produzidos pela empresa, possuem funcionalidades baseadas em Tecnologias de Informação e Comunicação, TIC, embarcadas, as quais possibilitem a comunicação com os clientes, permitindo a coleta e a análise de dados durante a fase de uso dos produtos. Desse modo, essas funcionalidades não se aplicam muito à empresa em estudo, visto que o produto fabricado pela Indústria X não permite utilizar de forma direta os sistemas de tecnologias embarcadas.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Constando em vista os aspectos observados através do estudo de caso realizado, a Indústria X é uma empresa consideravelmente tecnológica e mostra notável desempenho para sua inserção no cenário 4.0. Isto pode ser observado através do seu índice de maturidade global, que se enquadra no nível 4 do modelo do NEAI 4.0.

Com base nos resultados encontrados, através da investigação sobre a relação da empresa com a adoção de tecnologias, a mesma obteve uma média relevante ao cenário 4.0. Neste sentido, é possível destacar que a estrutura e a cultura organizacional da Indústria X já se adequaram ao cenário 4.0, estando totalmente voltados à inovação, sendo fortes fatores responsáveis pelo bom desempenho do seu índice de maturidade. Contudo, é possível observar que a Indústria X não utiliza alguns dos elementos avaliados, como Inteligência

Artificial, Realidade Virtual e Aumentada, Impressão 3D, e entre outros elementos que não receberam uma classificação alta em relação à maturidade, influenciando, assim, o índice global de maturidade.

É possível concluir que o índice de maturidade se trata de um valor genérico, que serve para realizar uma avaliação da empresa no que se refere ao seu caminho à Indústria 4.0. Porém, o modelo selecionado para esta avaliação não utiliza a classificação através de pesos, ou seja, não é feita uma média ponderada de seus elementos para itens que são considerados mais relevantes para o ambiente 4.0. Ainda, essa classificação também não é realizada para itens que são mais relevantes, ou menos relevantes, para o setor da organização, neste caso o setor fumageiro. Dessa forma, a Indústria X pode não ter investido em determinadas tecnologias, pois estas não traduzem as suas necessidades, isto significa que a empresa não necessariamente deve implementar todos os elementos que compõem esta avaliação para ser competitiva, utilizando somente aquilo que é estratégico para ela.

Portanto, é possível concluir, que dentre os fatores críticos avaliados, a Indústria X poderia aumentar seu índice de maturidade implementando e fortalecendo a presença de outros elementos que fazem parte desta avaliação, como por exemplo, através de uma maior conectividade, permitindo realizar atividades à distância, relação matriz-filiais, aumentando a empregabilidade dos CPS, da IoT e da comunicação entre as máquinas, podendo, dessa forma, operar qualquer parte de seus processos produtivos, de forma segura e remota, em tempo real.

## REFERÊNCIAS

ABDI, AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **Indústria 4.0 pode economizar R\$73 bilhões ao ano para o Brasil**. 2017. Disponível em:

<https://www.abdi.com.br/postagem/industria-4-0-pode-economizar-r-73-bilhoes-ao-ano-para-o-brasil>. Acesso em: 22 jun. 2020.

CAVALCANTE, Tânia Maria. O controle do tabagismo no Brasil: avanços e desafios. **Revista de Psiquiatria Clínica**, São Paulo, v. 32. n. 5, p. 283-300, 2005. Versão online. Disponível em:

<https://doi.org/10.1590/S0101-60832005000500006>. Acesso em 23 de jun. de 2020.

BRUIN, Tônia; CONGELAR, Ronald; KULKARMI, Uday; e ROSEMANN, Michael. **Understanding the Main Phases of Developing a Maturity Assessment Mode**. 2005. Disponível em:

[https://www.researchgate.net/publication/27482282\\_Understanding\\_the\\_Main\\_Phases\\_of\\_Developing\\_a\\_Maturity\\_Assessment\\_Model](https://www.researchgate.net/publication/27482282_Understanding_the_Main_Phases_of_Developing_a_Maturity_Assessment_Model). Acesso em 08 de jul. de 2020.

FAATH, Andreas; RAUEN, Hartmut; e HEISTER, Reinhard. **Industrie 4.0 Readiness**. 2015. Disponível em:

[https://industrie40.vdma.org/documents/4214230/26342484/Industrie\\_40\\_Readiness\\_Stud](https://industrie40.vdma.org/documents/4214230/26342484/Industrie_40_Readiness_Stud)

[y\\_1529498007918.pdf/0b5fd521-9ee2-2de0-f377-93bdd01ed1c8](https://prociencias.ufpel.edu.br/revista/ver-publicacao/1529498007918.pdf/0b5fd521-9ee2-2de0-f377-93bdd01ed1c8). Acesso em 28 de jul. de 2020.

IMPORTÂNCIA do desenvolvimento de pessoas. **Apecatus**. 2020. Disponível em: <https://apecatus.com/desenvolvimento-de-pessoas-na-industria-4-0/>. Acesso em 03 de agosto de 2020.

NADJARIAN, A. Cultura organizacional: o drive para a Indústria Farmacêutica 4.0 e para a inovação. **Engine**. 2018. Disponível em: <https://www.enginebr.com.br/industria-4-0-2/cultura-organizacional/>. Acesso em 03 de agosto de 2020.

OJEDA, Elka; PEREIRA, Aline Soares; VÖLZ, Vanderson Kruschardt; PARADA, Carmem; e PIEGAS, Thais Meireles. Proposta de medição do nível de maturidade da indústria 4.0 nas empresas da região sul do Rio Grande do Sul. In: **SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**, 27., 2020. Bauru, SP, Brasil.

PREVITALLI, Fabiane Santana; e FARIA, Andréia Farina. **Reestruturação produtiva e controle do trabalho**: O caso de setor de tabaco em Uberlândia/ MG. 2008. Disponível em: [https://www.unicamp.br/cemarx/anais\\_v\\_coloquio\\_arquivos/arquivos/comunicacoes/gt4/essao4/Fabiane\\_Previtalli.pdf](https://www.unicamp.br/cemarx/anais_v_coloquio_arquivos/arquivos/comunicacoes/gt4/essao4/Fabiane_Previtalli.pdf). Acesso em 28 de jul. de 2020.

SANTOS, Reginaldo Carreiro. **Proposta de modelo de avaliação de maturidade da Indústria 4.0**. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial). Universidade de Coimbra. Coimbra, 2018. Disponível em: <https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/25346/1/Reginaldo-Carreiro-Santos.pdf>. Acesso: 29 de jul. de 2020.

SILVA, I. A.; BARBALHO, S. C. **Modelos de maturidade: do cmm aos modelos para indústria 4.0**. 2019. p.2.

TESSARINI JR, Geraldo; e SALTORATO, Patrícia. Impactos da indústria 4.0 na organização do trabalho: Uma revisão sistemática da literatura. **Revista Produção Online**, Florianópolis, v. 18, n. 2, p. 743-769, 2018. Versão online. Disponível em: <https://producaoonline.org.br/rpo/article/view/2967/1678>. Acesso em 23 de jun. de 2020.