

AVALIAÇÃO DA INDÚSTRIA 4.0 EM JOINVILLE

EVALUATION OF INDUSTRY 4.0 IN JOINVILLE

Bruno Michels Albino¹

Benjamin Grando Moreira²

Resumo

As indústrias brasileiras tiveram um crescimento em relação a tecnologias e avanços na ciência, mas algumas ainda estão com dificuldades para seguir evoluindo juntamente com a evolução tecnológica. A indústria 4.0 é um conceito que engloba automação e tecnologia da informação, além das principais inovações tecnológicas desses campos. Este artigo propõe uma pesquisa para identificar as tecnologias da Indústria 4.0 adotadas e fornecidas por empresas de Joinville, Santa Catarina. Para isto, o trabalho realiza uma pesquisa exploratória sobre a divulgação do uso dessas tecnologias e proposto um questionário online para ser aplicado nas diversas empresas, sejam elas utilizadoras ou fornecedoras de tecnologias da Indústria 4.0.

Palavras-chave: Indústria 4.0, Tecnologia, Joinville.

Abstract

Brazilian industries have grown in relation to technologies and advances in science, but some are still having difficulties to keep evolving along with technological evolution. Industry 4.0 is a concept that encompasses automation and information technology, in addition to the main technological innovations in these fields. This article proposes a research to identify the technologies of Industry 4.0 adopted and supplied by companies from Joinville, Santa Catarina. For this, the work conducts an exploratory research on the dissemination of the use of these technologies and proposes an online questionnaire to be applied in the different companies, whether they are users or suppliers of technologies of Industry 4.0.

Keywords: Industry 4.0, Technology, Joinville.

1 Introdução

A tecnologia está presente tanto na vida pessoal, quanto no âmbito industrial. Houve um crescimento na procura de novas tecnologias para solucionar os problemas do cotidiano e os processos produtivos desde a Primeira Revolução Industrial.

Cada revolução industrial teve um impacto para as formas como os produtos e os serviços são prestados. A Primeira Revolução, com início no século XV até meados do século XVIII, teve seu maior impacto na introdução da produção mecânica, com a criação e utilização de máquinas de fiar e o tear mecânico para produtos têxteis e as máquinas à vapor com uso em diversas áreas (BEZERRA, 2020).

A segunda Revolução Industrial, continuada pela primeira revolução em meados do século XVIII até a segunda Guerra Mundial no século XX, atingiu a produção com a criação de novas técnicas e meios de produção, as máquinas foram aperfeiçoadas e novas foram criadas, aumentando a capacidade produtiva. Foi um período de grandes invenções que revolucionaram a medicina, eletricidade, meios de transporte e guerras, começaram as migrações do meio rural para o meio urbano. Foi também o início da utilização de motores à combustão (uso do petróleo como combustível, além do desenvolvimento tecnológico intenso, principalmente nas indústrias metalúrgica, química, elétrica e farmacêutica (CELLI, 2021).

A Terceira Revolução Industrial teve início em meados do século XX, momento em que a eletrônica moderniza a indústria. Teve seu início marcado principalmente pela descoberta da possibilidade de se utilizar a energia nuclear do átomo. Suas principais características são o desenvolvimento da robótica, engenharia genética e biotecnologia, utilização de novas fontes de energia, incluindo menos poluentes, expansão das empresas multinacionais, entre outros (BEZERRA, 2019).

Por fim, a Quarta Revolução Industrial introduz a nanotecnologia, a consolidação das ferramentas da tecnologia da informação, uso da computação em nuvem, aprimoramento dos sensores, principalmente, a automatização de serviços e da produção, com o uso de sistemas que combinam máquinas com projetos digitais. “A quarta revolução industrial não é definida por um conjunto de tecnologias emergentes em si mesmas, mas a transição em direção a novos sistemas que foram construídos sobre a infraestrutura da revolução digital” (SCHWAB, 2016).

Tendo em vista toda a evolução no ramo industrial, este trabalho foi desenvolvido objetivando pesquisar como está a situação da indústria na cidade de Joinville, Santa Catarina, em relação à evolução da Indústria 4.0. Para isto são realizadas pesquisas sobre empresas situadas na cidade e que são apresentadas no decorrer do trabalho. O trabalho também propõe um questionário que avalia que serviços da Indústria 4.0 são prestados por empresas de Joinville, bem como coleta dados sobre o uso dessas tecnologias, podendo avaliar no futuro a maturidade da Indústria 4.0 na cidade.

Para ilustrar a relação de empresas de Joinville e a Indústria 4.0, a empresa Krona instalou uma nova fábrica no Perini Business Park, em Joinville, e aposta em automação e inovações tecnológicas para ser referência na indústria 4.0. A unidade será 100% conectada, com monitoramento dos equipamentos em tempo real via internet e dados armazenados em nuvem, o que permitirá o acompanhamento remoto (KRONA, 2021). Outra empresa que está investindo fortemente na indústria 4.0 é a Ciser, maior fabricante de fixadores da América Latina, de Joinville. De acordo com Loetz (2021), entre os objetivos principais da empresa para esse ano está realizar investimentos em inovação.

Este trabalho é estruturado da seguinte maneira: no capítulo 2 são apresentados aspectos sobre a Indústria 4.0 e suas principais tecnologias, no capítulo 3 são apresentadas algumas referências da região de Joinville que se destacam de alguma forma no ramo da Indústria 4.0. No capítulo 4 algumas pesquisas e trabalhos similares, no capítulo 5 é apresentada a metodologia aplicada e no capítulo 6 são apresentadas as conclusões sobre a pesquisa e considerações finais.

2 A Indústria 4.0 e suas tecnologias

No início do século XXI, dentre as várias transformações, o mundo vê surgir o fenômeno da digitalização, também chamada de transformação digital, caracterizada pela onipresença de computadores, tablets e smartphones, conexão à internet de amplo acesso e convergência das mídias de comunicação para o formato digital (SACOMANO, 2018).

O conceito de indústria 4.0, no âmbito industrial, surgiu na Alemanha, em 2011, através de iniciativas do governo para consolidar o país como líder provedor de

soluções avançadas de manufatura, iniciativa denominada de “Plattform Industrie 4.0” (Plataforma Indústria 4.0), com o objetivo de desenvolver alta tecnologia de modo a fazer com que os sistemas automatizados que controlam os equipamentos industriais possam se comunicar trocando, assim, informações/dados entre máquinas e seres humanos, de forma a otimizar todo o processo de produção (GONÇALVES, 2018).

A indústria 4.0 engloba um conjunto de tecnologias que permitem a fusão do mundo físico, digital e biológico, dentre as principais tecnologias que permitem essa fusão estão a Manufatura Aditiva (Impressão 3D), Inteligência Artificial (IA), Internet das Coisas (IoT), Biologia Sintética (SynBio), Sistemas Ciber-Físicos (CPS), Big Data, Cibersegurança, Nanotecnologia, Computação em Nuvem (Cloud Computing), Cobots (Collaborative Robots), Digital Twins (Gêmeos Digitais), RFID(Radio-Frequency Identification), Robôs Autônomos.

Quanto as tecnologias para a Indústria 4.0, este trabalho classificou essas tecnologias em 11 áreas, sendo elas: Manufatura Aditiva, Inteligência Artificial e aprendizado de máquina, Internet das Coisas, Biologia Sintética, Sistemas Ciber-Físicos, Big Data, Cibersegurança, Nanotecnologia, Computação em Nuvem, RFID e Robôs Autônomos. A seguir é apresentada uma síntese sobre cada uma dessas tecnologias.

2.1 Manufatura Aditiva

A manufatura dos produtos sempre está em desenvolvimento e são diversas as formas em que um produto pode ser fabricado. Um tipo específico de manufatura que atualmente está sendo utilizada em grande escala é a manufatura aditiva, ela consiste em uma modelagem digital do produto, primeiramente sendo desenhada por design gráfico, após isso acontece um processo de divisão de camadas, isso acontece, pois, as impressoras 3D depositam o material de camada em camada, e esse processo é feito dentro de outro programa, conhecido como fatiador. Por fim, mas não menos importante, tem-se a chamada impressão 3D, onde o produto que inicialmente foi modelado graficamente, por meio de softwares de computador, é produzido. O processo de impressão 3D ocorre de maneira semelhante a uma impressora convencional, mas ao invés da impressão ser em uma folha de papel a

peça é impressa com polímeros ou resina líquida em uma forma tridimensional (3DLab, 2019).

Este tipo de manufatura conquistou espaço em diversos setores. No setor automotivo, por exemplo, algumas empresas e fábricas produzem protótipos em 3D para a realização de testes antecipadamente, para que as peças originais sejam produzidas com mais excelência. Além deste setor, a impressão 3D também é realizada na fabricação de sapatos, produção de plásticos, indústrias de eletroeletrônicos e eletrodomésticos, joalheria, arquitetura, até mesmo na área da medicina, onde são fabricadas próteses biônicas mais adequadas e com preços mais acessíveis para os consumidores (3DLab, 2019).

2.2 Inteligência Artificial e aprendizado de máquina

A inteligência artificial é aquela que surge de um dispositivo artificial, ou seja, uma máquina que é capaz de entender, pensar, raciocinar e interpretar, de uma maneira que lembra o pensamento humano, ou até mesmo além (DORNELAS, 2010).

Existe um método de análise de dados que automatiza a construção de modelos analíticos, método este que é comumente chamado de *Machine Learning* (aprendizado de máquina, literalmente), que, após o começo com as redes neurais, em 1980, começou a ser implementado. É um ramo da inteligência artificial que visa explorar estudos e construções de algoritmos que possibilitam compreender de maneira autônoma. É possível ser capaz com o *Machine Learning* de reconhecer e extrair padrões de um grande volume de dados, construindo dessa maneira um modelo de aprendizado. Esse aprendizado é baseado na observação de dados como: exemplos, experiência direta ou instrução (COELHO, 2020).

Atualmente o método *Machine Learning* evoluiu para um tipo mais profundo, *Deep Learning* (Aprendizado profundo), consiste em uma tecnologia que utiliza algoritmos mais complexos do que o *Machine Learning* e baseia-se no princípio das redes neurais, buscando imitar o cérebro humano com ainda mais fidelidade, no que tange à forma de compreender novas informações a partir delas. A principal diferença no seu funcionamento para a tecnologia ditada anteriormente é que, enquanto *Machine Learning* normalmente trabalha de forma linear, o *Deep Learning* trabalha

em camadas encadeadas de forma hierárquica, o que possibilita análises ainda mais complexas e profundas (STEFANINI, 2019).

2.3 Internet das Coisas (IoT)

Pode-se dizer que, atualmente, os objetos estão em grande maioria conectados à internet, podendo assim se comunicar uns com os outros, como, por exemplo, quando uma pessoa chega próxima a uma porta automática, o sensor verifica se há a presença de alguém próximo à porta e se comunica com o sistema para que ele realize a abertura da porta.

A Internet das Coisas (Internet of Things), ou simplesmente IoT, é um conceito amplo sugerindo que mais e mais objetos ao nosso redor irão se conectar entre si pela Internet. Ela inclui dispositivos vestíveis (relógios inteligentes), casa inteligente (luminárias, eletrodomésticos), cidades inteligentes (parquímetros e semáforos conectados) e muito mais (MONK, 2018).

2.4 Biologia Sintética (SynBio)

A medicina é uma das áreas mais beneficiadas com a evolução que a tecnologia vem demonstrando, além de próteses, vacinas, medicamentos e várias outras tecnologias, existe algo chamado de Biologia Sintética, que consiste em uma técnica desenvolvida do DNA recombinante, aliadas à engenharia genética, sistemas de informação e da química orgânica, que remodela organismos, ou mesmo cria novos organismos inexistentes na natureza (ROHREGGER; SGANZERLA; SIMÃO-SILVA, 2020).

São diversas as aplicações da Biologia Sintética, tais como (“Biologia Sintética: Uma introdução”, 2011):

- Energia: Microrganismos desenhados especificamente para produzir hidrogênio e outros combustíveis ou capazes de fazer a fotossíntese artificial;
- Medicina: A produção de medicamentos, vacinas e agentes de diagnóstico e a produção de novos tecidos;
- Ambiente: A detecção de poluentes e a sua degradação ou remoção do ambiente;

- Indústria Química: Produção de compostos a granel ou compostos de química fina, incluindo proteínas, capazes de constituir uma alternativa às fibras naturais ou às fibras sintéticas existentes;
- Agricultura: Novos aditivos alimentares.

2.5 Sistemas Ciber-Físicos (CPS)

Sistemas Ciber-Físicos (Cyber Physical Systems, ou CPS) são sistemas automatizados que permitem a conexão das operações reais com infraestruturas de computação e comunicação automatizada (GOMES, 2016). Em outras palavras, são sistemas que, através de computadores embarcados e redes que controlam os processos físicos, são capazes de realizar a união do mundo físico com o virtual.

As máquinas geram informações que são enviadas até o software por este sistema, então é possível fazer o controle, monitoramento e análise dos dados que são transferidos automaticamente entre o mundo físico(máquina) e o ciber(softwares) (PEDERNEIRAS, 2019). Alguns exemplos de sistemas ciber físicos são veículos autônomos, drones, redes elétricas inteligentes, robôs, entre outros.

2.6 Big Data

Com o passar dos anos e com tanta informação com necessidade de ser armazenada, foram desenvolvidas formas para que essas informações pudessem ser armazenadas de forma devida. Esse armazenamento de dados em grandes escalas é chamado de “*big data*”, big, quando traduzido para o português, quer dizer “grande”, e “data”, por sua vez, “dados”. Em outras palavras, *big data* é o esforço de extrair informações de um volume alto de dados, mas não apenas de extrair, como atribuir significado a eles e, com isso, pautar estratégias e ações (UCS, 2020).

O conceito de *big data* considera três grandes pilares, os “3 Vs”: Volume, Variedade e Velocidade. Como os dados são armazenados em um volume alto, necessita-se de alta velocidade para a precisão e agilidade na coleta, organização e análise desses dados, além da complexidade de receber dados de lugares variados, em formatos muitas vezes distintos.

2.7 Cibersegurança

Cibersegurança é uma área da TI que visa proteger as informações digitais e reduzir os riscos em aplicativos, sistemas e demais ativos do setor, é um conjunto de métodos e ações que têm o objetivo de proteger e garantir a segurança de equipamentos e sistemas contra invasões. Por outro lado, é comum que seja confundido com segurança da informação, apesar de ambos os conceitos buscarem a proteção das informações da empresa, cibersegurança é, na verdade, uma das atividades presentes na segurança da informação. Isso porque a segurança da informação deve cobrir e proteger os ativos em suas diferentes formas (digital, física, entre outros) (SCHULTZ, 2020).

De acordo com Petry (2020), a cibersegurança pode ser dividida em diversos setores, cada um necessitando de uma habilidade e qualificação diferentes:

- Segurança de rede: Responsável por garantir que todos os componentes de rede da empresa estejam sempre protegidos contra ameaças e possíveis vazamentos de informações;
- Segurança de informações e dados – Responsável por proteger os dados das empresas, inclusive os dos usuários, contra roubos, mudanças e remoção;
- Segurança da nuvem: O profissional dessa área garante que os usuários façam o uso seguro de aplicativos, da web e de transferência de arquivos.
- Segurança de aplicação: Nesse departamento o especialista fica responsável por encontrar e ajustar vulnerabilidades no código-fonte dos computadores, web e dispositivos móveis.
- Segurança de terminais: Esse setor permite aos servidores se comunicarem de forma segura com os terminais, o que pode incluir dispositivos pessoais. Os profissionais dessa área estão diretamente envolvidos em desenvolver e configurar plataformas de proteção, garantindo que os terminais sejam compatíveis.

2.8 Nanotecnologia

Nanotecnologia é um termo usado para referir-se ao estudo de manipulação da matéria numa escala atômica e molecular, ou seja, é a ciência e tecnologia que foca nas propriedades especiais dos materiais de tamanho nanométrico. O principal

objetivo é criar novos materiais, novos produtos e processos a partir da capacidade moderna de ver e manipular átomos e moléculas (BRITO, 2013).

Em termos de aplicação da nanotecnologia, pode-se desenhar dois panoramas distintos. O primeiro panorama está baseado no uso da nanotecnologia para os desenvolvimentos de novas tecnologias visando substituir as atuais. O exemplo mais importante deste seguimento é a eletrônica. Outra tecnologia revolucionária que está sendo pesquisada, é o uso de nano tubos de carbono para desenvolvimento de materiais de alta resistência mecânica. O segundo panorama de aplicação da nanotecnologia, está baseado na utilização de materiais nanoestruturados para melhorar o desempenho de tecnologias atuais. Um exemplo típico disso é a incorporação de nanopartículas em pneus, diminuindo o desgaste e aumentando a vida útil dos mesmos (LONGO, 2004).

2.9 Computação em Nuvem (Cloud Computing)

Computação em nuvem, ou *Cloud Computing*, é uma tecnologia que usa a conectividade e a grande escala da Internet para hospedar os mais variados recursos, programas e informações. Dessa forma, a computação em nuvem permite que o usuário os acesse por meio de qualquer computador, tablet, telefone celular ou outros meios, tudo isso sem a necessidade de conectar-se a um computador pessoal ou servidor local. Para exemplificar, se você já editou um documento no Google Docs, ouviu música no Spotify ou assistiu a um filme na Netflix, teve contato direto com a computação em nuvem (MAGALHÃES, 2018).

Uma das vantagens é o melhor aproveitamento dos investimentos em hardware. Como a parte mais pesada do processamento fica na “nuvem”, o usuário precisa apenas de um navegador e uma boa conexão à internet para utilizar o serviço. Outra vantagem é a elasticidade, se for necessário mais ou menos espaço para armazenamento, basta solicitar um upgrade, sem precisar da troca de equipamentos físicos. Outros bons exemplos de *cloud computing* são os serviços do Dropbox, Google Music, iCloud, onde os usuários podem criar e editar documentos online, sincronizar músicas e arquivos ao mesmo tempo (FERNANDES, 2012).

2.10 RFID (Radio-Frequency IDentification)

RFID é um método de identificação automática por sinais de rádio, a comunicação se dá por meio da troca de informações entre etiquetas RFID e uma base transmissora (PETENATE, 2019).

Um sistema de RFID é composto, basicamente, de uma antena, um transceptor, que faz a leitura do sinal e transfere a informação para um dispositivo leitor, e também um transponder ou etiqueta de RF (rádio frequência), que deverá conter o circuito e a informação a ser transmitida. Estas etiquetas podem estar presentes em pessoas, animais, produtos, embalagens, enfim, em equipamentos diversos (CIRIACO, 2009).

Uma das maiores vantagens da tecnologia é sua grande aplicabilidade em variados segmentos e em diferentes níveis de utilização, além disso, a tecnologia possui maior grau de confiabilidade, pois é capaz de operar em ambientes hostis e com climas extremos. As etiquetas RFID passivas têm durabilidade muito longa e as ativas, mesmo com a necessidade de uso de baterias, têm vida útil bastante prolongada e possibilidade de reutilização (PETENATE, 2019).

2.11 Robôs Autônomos

Robôs autônomos são máquinas capazes de realizar, sem intervenção ou controle humanos, tarefas em ambientes desestruturados – nos quais cabe ao robô a tomada de decisões não programadas, para solucionar problemas novos e lidar com situações imprevisíveis (SANTANA, 2018).

Os robôs autônomos são estruturados de acordo com o nível de autonomia desejado, dependendo da função que precisam cumprir. Basicamente, eles precisam captar dados do ambiente que estão, trabalhar sem a interferência humana e substituir o trabalho humano em situações de perigo. Na Indústria 4.0, eles possuem a capacidade de “aprender sozinhos” (consegue ganhar novas habilidades sem ajuda externa) e reformular sua estratégia de acordo com o ambiente em que estão (FONTES, 2020).

Os robôs autônomos têm como objetivos, na indústria, executar tarefas que podem prejudicar a saúde dos funcionários (manuseio de gases e tintas tóxicas ou

transporte de excesso de peso, por exemplo), além de aumentar a velocidade e eficiência da produção. Em paralelo, o uso de robôs autônomos ajuda a otimizar o trabalho dos funcionários, que não precisam mais detectar e corrigir falhas nas máquinas. Um exemplo é a BMW que em 2016 começou a utilizar robôs autônomos no processo de carregamento e transporte de peças em uma de suas fábricas alemãs. De forma geral, o uso dos robôs autônomos leva a aumento de receita, de participação de mercado e de lucro (SANTANA, 2018).

3 A Indústria 4.0 em Joinville e região

Neste capítulo é apresentada uma síntese sobre a utilização e desenvolvimento da Indústria 4.0 em algumas empresas, dentre diversas que utilizam ou fornecem das tecnologias da Indústria 4.0, de Joinville e região. O objetivo deste capítulo é mostrar uma visão geral sobre o envolvimento de empresas da região com a Indústria 4.0.

A empresa Krona, já citada na introdução, aposta em automação e inovações tecnológicas para ser referência na Indústria 4.0. A equipe de engenharia da Krona trabalha em colaboração com *players* do ecossistema de inovação, dentre eles startups, institutos de tecnologia e associações de fomento à tecnologia, que ajudam a viabilizar a implementação dos conceitos de Indústria 4.0 com o objetivo de melhorar performance, reduzir custos e aumentar a produtividade (KRONA, 2021).

De acordo com Rosales (2021), Nokia e WEG lançaram projeto voltado à Indústria 4.0, o qual é voltado para acelerar e viabilizar o desenvolvimento de soluções da Indústria 4.0 com rede privada construída em 5G *standalone* (SA). Com duração prevista de um ano, o projeto é desenvolvido em um ambiente real de produção, na fábrica da WEG localizada em Jaraguá do Sul, Santa Catarina. No local, que terá a função de laboratório, uma rede privada 5G será testada simultaneamente a uma rede convencional de uma operadora.

Segundo AutoIndústria (2021), fábrica da GM de Joinville já produziu mais de 1 milhão de motores. A planta, que detém a frota de empilhadeiras autônomas, começou a contar também vários processos produtivos com nível de automação da Indústria 4.0. Dispositivos da linha de montagem e usinagem de componentes escaneiam o código de cada peça e selecionam automaticamente o programa correto

para fabricar aquele tipo de motos, ajustando os parâmetros de manufatura quando necessário. Noventa robôs operam em sistema integrado pelo qual as peças são monitoradas pelo seu número serial.

SensorVille, empresa situada na cidade de Joinville, é uma *Solution Provider* com um portfólio completo e soluções personalizadas para acelerar o crescimento da Indústria Brasileira pela implementação da Automação Industrial, Internet industrial e Indústria 4.0. Suas soluções promovem a digitalização da manufatura com foco em aumento de produtividade, otimização de processos, rastreabilidade, controle de qualidade, redução de custos e desperdícios, ergonomia, segurança e outras soluções personalizadas (SENSORVILLE, 2021).

A empresa Pollux, de Joinville, é referência nas áreas da Indústria 4.0. De acordo com Pollux (2020), a empresa venceu em 2020, pelo segundo ano consecutivo, o Prêmio da Associação Brasileira de Internet Industrial (ABII) com o projeto “Logística 4.0” desenvolvido para a Florisa (Brusque/SC), maior indústria de tinturaria da América Latina. A Pollux foi uma das quatro finalistas, ao lado de empresas como a Nidec Global Appliance e a TERMICA Solutions, ambas de Joinville. Com a utilização de uma série de tecnologias da indústria 4.0 (como a conectividade e integração de sistemas, robótica, *IIoT*, *cyber-segurança*, nuvem, *big data*, *analytics*) foi possível desenvolver uma solução que trouxe ganhos para a produção, mais assertividade na linha, menos tempo de execução, mais dados e análises e menos erros no processo de produção.

Segundo Loetz (2021), a Ciser, empresa localizada na cidade de Joinville, mais do que dobra, no ano de 2021, o investimento previsto para o projeto de implantação da Indústria 4.0, quando comparados ao investido em 2020. A chamada ‘jornada da manufatura 4.0’, desdobrada a partir do planejamento estratégico, tem horizonte até 2024.

A joinvillense Schulz, fabricante de autopeças para grandes veículos e compressores de ar, investe, em 2021, R\$ 150 milhões na expansão da capacidade produtiva e desenvolvimento de novos produtos. Uma das aquisições é uma máquina de última geração, no conceito de indústria 4.0, para fabricar autopeças (BENETTI, 2021).

Segundo João Carlos Brega, presidente da Whirlpool Latin America, empresa joinvillense fabricante de eletrodomésticos e ferramentas de cozinha, a Whirlpool

crece o seu envolvimento à Indústria 4.0, com auxílio de inteligência artificial, big data e internet das coisas (FÉ, 2020).

Nesse capítulo foi apresentada uma visão geral destacando algumas informações sobre o cenário da Indústria 4.0 na região de Joinville, SC, encontradas em notícias e nos sites de empresas.

O trabalho também mapeou os tipos de tecnologias da Indústria 4.0 que são utilizadas ou fornecidas pelas empresas, sendo esse mapeamento mostrado no apêndice C. É apresentada uma tabela com uma visão entre outras empresas Joinvillenses, em que é mostrado com “X” informações encontradas no site da própria empresa algumas das tecnologias utilizadas ou fornecidas por ela e com “O” informações encontradas em notícias de que as empresas utilizam, ou fornecem, aquela tecnologia, apesar de terem sido pesquisadas outras empresas que não estão representadas não afirma que elas não utilizem das tecnologias da Indústria 4.0, mas apenas que não foram encontradas durante a pesquisa informações suficientes para afirmar o uso.

4 Modelos de avaliação da Indústria 4.0

Neste capítulo são mostradas propostas de modelos que avaliam a utilização da Indústria 4.0 nas empresas e aplicações de pesquisas em empresas brasileiras.

Para a avaliação da Indústria 4.0, diversos modelos de avaliação foram elaborados, tais como o *IMPULS – Industrie 4.0 Readiness* (LICHTBLAU et al., 2015), o *Industry 4.0 Self Assessment* (PWC, 2016) e o *Industrie 4.0 Maturity Index* (SCHUH, ANDERL, GAUSEMEIER, TEM HOMPEL & WAHLSTER, 2017). Esses três modelos foram elaborados por empresas de consultoria.

Silva e Rocha (2019) desenvolveram uma adaptação do modelo *IMPULS – Industrie 4.0 Readiness* e aplicaram em uma Empresa Estratégica de Defesa (EED), com o objetivo de avaliar o nível de maturidade da empresa, sob a ótica dos conceitos da Indústria 4.0. A pesquisa classifica-se em bibliográfica, qualitativa e descritiva, contribui com o desenvolvimento empírico de um modelo e fornece um instrumento de análise da maturidade da Indústria 4.0 que pode ser utilizado em empresas de diferentes setores.

Moreira (2015), realizou um estudo da cadeia produtiva da madeira, no estado do Paraná, a partir de uma pesquisa bibliográfica buscando o conceito de Indústria 4.0 e como está sendo aplicada mundialmente. Também é apresentado o “estado da arte” do tema proposto no setor madeireiro paranaense, assim como demonstra quais são os principais desafios para que seja alcançado um nível de maturidade industrial no setor e por fim quais são os impactos ocasionados pela transformação da indústria convencional em Indústria 4.0. Como resultados foram apresentadas uma visão do estágio de desenvolvimento, quais são as melhores práticas baseadas nos conceitos apresentados e quais são os resultados obtidos caso as diretrizes apontadas sejam aplicadas na indústria da madeira paranaense.

5 Metodologia

O objetivo deste trabalho foi propor uma pesquisa para identificar a adoção de diversas tecnologias da Indústria 4.0 nas empresas de Joinville/SC. Inicialmente foi realizada uma pesquisa exploratória sobre a divulgação do uso da Indústria 4.0 nas empresas de Joinville. As empresas pesquisadas foram selecionadas da Associação Empresarial de Joinville (ACIJ), onde encontram-se empresas da cidade de Joinville divididas em núcleos. Foram selecionados 3 desses núcleos da ACIJ, sendo eles: Tecnologia e Inovação, Automação e Qualidade. Foi considerado que esses núcleos são os mais relacionados à área da Indústria 4.0.

O trabalho também propõe um questionário avaliativo para as empresas, dividido em duas partes, sendo uma responsável por avaliar o uso das tecnologias da Indústria 4.0 na empresa e outra por identificar tecnologias da Indústria 4.0 fornecidas por empresas. Para isso foi implementado um questionário, utilizando a ferramenta de criação de formulários da empresa *Google*, conhecido como *Google Forms*, para ser encaminhado às empresas em busca de respostas e levantamento de dados sobre a situação delas em relação à Indústria 4.0.

Para o questionário sobre o uso das tecnologias da Indústria 4.0, o trabalho se baseou no formulário de pesquisa adaptado por Silva e Rocha (2019), sendo esse também uma adaptação do modelo *IMPULS – Industrie 4.0 Readiness*. Segundo Schumacher et al. (2016), esse modelo contém um conjunto de dados e dimensões abrangentes de avaliação. Os motivos para a escolha deste formulário como base foi

de que o acesso ao formulário é facilitado pela IMPULS e, além disso, foi o modelo trazido e traduzido anteriormente por Silva e Rocha (2019).

A pesquisa foi dividida em três partes, a primeira (Primeiras quatro perguntas do Apêndice A) são levantadas informações gerais sobre a empresa, com sua identificação, porte e setor industrial. Nesse questionário também é questionado se existe a adoção de tecnologias da Indústria 4.0, podendo a empresa ser uma utilizadora de tecnologias, uma fornecedora ou não fazer qualquer uso.

A segunda parte é voltada para as empresas que utilizam tecnologias da Indústria 4.0 (Apêndice A – a partir das quatro primeiras perguntas), adaptada de Silva e Rocha (2019), a qual existiam 37 perguntas, foi decidido diminuir a quantidade de perguntas para 20, com o intuito de diminuir o tamanho e facilitar na resposta.

A terceira parte (Apêndice B) é elaborada para as empresas que fornecem tecnologias da Indústria 4.0, são questionadas quais tipos de tecnologias, associado com o levantamento de tecnologias apresentadas no capítulo 2, essas empresas fornecem.

Além de propor os questionários de avaliação, este trabalho buscou aplicar o questionário em empresas de Joinville. Uma vez que a pesquisa precisa ser respondida por pessoa qualificada (com entendimento sobre a empresa e suas tecnologias utilizadas) o trabalho optou por entrar em contato com as empresas por meio dos núcleos da ACIJ.

Sendo assim, para o envio do formulário foi utilizado o site da ACIJ, ao qual as empresas indicam representantes delas para participarem de núcleos específicos, considerando que eles tenham afinidade com as questões do núcleo em questão. Foram contatados os presidentes dos núcleos de Tecnologia e Inovação, Automação e Qualidade, em que foram identificados com o maior número de empresas que têm relação com a Indústria 4.0 (68 empresas). Apesar do número de empresas contatadas, apenas 3 respostas foram recebidas, número não adequado para se obter conclusões e validade estatística.

Embora o trabalho tenha conseguido elaborar um questionário que avalie empresas utilizadoras e fornecedoras de tecnologias da Indústria 4.0, sua efetiva aplicação não pode ser realizada. Sobre a aplicação do questionário, explicações adicionais são feitas nas considerações finais no capítulo seis.

Sendo assim, com o objetivo de levantar dados concretos sobre a Indústria 4.0 na região estão mostrados, no capítulo 3, notícias e matérias associadas às empresas de Joinville e, no capítulo 4, algumas propostas de trabalhos similares realizadas em outras regiões.

6 Considerações finais e conclusão

Este trabalho pesquisou a adoção de tecnologias da Indústria 4.0 em empresas de Joinville e propôs um questionário que avalia as empresas que utilizam essas tecnologias e aquelas que as fornecem.

Para pesquisar sobre a oferta de tecnologias oferecidas pelas empresas, o trabalho identificou e classificou as tecnologias da indústria 4.0 em 11 grandes áreas, sendo elas Manufatura Aditiva (Impressão 3D), Inteligência Artificial (IA), Internet das Coisas (IoT), Biologia Sintética (SynBio), Sistemas Ciber-Físicos (CPS), Big Data, Cibersegurança, Nanotecnologia, Computação em Nuvem (Cloud Computing), RFID(Radio-Frequency IDentification), Robôs Autônomos.

Para o questionário que avalia a utilização das tecnologias, foi adaptado o questionário de Silva e Rocha (2019). É importante destacar que, embora o objetivo do questionário de uso das tecnologias seja identificar o conjunto de tecnologias utilizadas por empresas de Joinville, o questionário utilizado como base para as perguntas selecionadas permite uma avaliação do perfil de maturidade da Indústria 4.0, podendo classificar nos seguintes níveis - 5: Alto desempenho; 4: Especialista; 3: Experiente; 2: Intermediário; 1: Iniciante; 0: Outsider.

Foram contatadas 68 empresas, o prazo dado para as respostas foi de 3 semanas, do dia 06 de abril de 2021 ao dia 30 de abril de 2021, como a contribuição para a pesquisa foi de apenas 3 empresas, não foi possível atingir dados estatísticos concretos e bem definidos, ainda assim, para exemplificar como seriam os resultados, no apêndice D são apresentados gráficos que mostram 2 respostas, das empresas que responderam que utilizam das tecnologias da Indústria 4.0, e, no apêndice E, a terceira resposta, da empresa que respondeu que fornece das tecnologias da Indústria 4.0.

Algumas suposições foram feitas para identificar possíveis motivos para que não houvessem respostas suficientes do questionário, sendo elas: impossibilidade de

divulgar informações da empresa (mesmo que o questionário tenha garantido que não seria necessário que a empresa se identificasse ao responder o questionário, para assegurar o anonimato da mesma, pode-se supor que tenha respondente que não chegou a abrir o questionário e não tenha verificado a garantia de anonimato); desconhecimento do respondente das diversas tecnologias apresentadas no questionário.

Para a formulação do questionário foi utilizada a ferramenta de formulários da empresa *Google*, o *Google Forms*. Algumas dificuldades encontradas nessa ferramenta foram a impossibilidade de haver mais de um respondente e não ter informações da quantidade de pessoas que tentaram responder, mas desistiram antes de chegar ao fim do questionário, ou seja, não teriam dados para identificar caso alguém tenha problemas ou dúvidas para responder ao questionário.

Se ambos os motivos apresentados no parágrafo anterior forem a causa, é recomendado que a pesquisa seja realizada *in loco*, de forma a deixar claro quanto ao anonimato das respostas. O aplicador do questionário também poderia auxiliar nas dúvidas sobre as tecnologias e consultar mais de uma pessoa da empresa para poder responder todas as questões. Propõe-se que possa ser implementado algo parecido com o mecanismo utilizado para a produção do questionário, mas que tenha a possibilidade de que um respondente possa iniciar o preenchimento, não responder algumas questões, salvar as respostas e encaminhar a uma próxima pessoa para que essa continue respondendo perguntas que não tenham sido respondidas ainda.

Embora tenha sido indicado um tempo de 10 minutos para que o questionário fosse respondido, esse tempo somente é válido se a pessoa tiver conhecimento suficiente sobre a empresa e suas tecnologias. Sendo assim, a possibilidade de encaminhar o questionário para outra pessoa pode ser uma funcionalidade importante quando se trata de um questionário complexo em uma pesquisa online.

Além disso, uma vez que a tecnologia evolui de forma acelerada e sua adoção é um diferencial competitivo relevante, o trabalho recomenda um estudo contínuo, no qual este formulário seja encaminhado e respondido periodicamente, podendo ser aplicado a cada 2 anos para obtenção de dados e determinação da evolução do uso das tecnologias e maturidade das empresas para a Indústria 4.0.

Referências

MOREIRA, Leandro Domingos. **Indústria 4.0: Estudo da cadeia produtiva da madeira no Paraná**. In.: Repositório UTFPR. 30 de outubro de 2017. Disponível em: http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/8493/1/CT_GETIC_2016_5.pdf. Acesso em 25 de fevereiro de 2021.

BEZERRA, Juliana. **Primeira Revolução Industrial**. In.: Toda Matéria. 4 de novembro de 2020. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/primeira-revolucao-industrial/>. Acesso em 26 de fevereiro de 2021.

CELI, Renata. **Segunda Revolução Industrial**. In.: Stoodi. 11 de Janeiro de 2021. Disponível em: <https://www.stoodi.com.br/blog/historia/segunda-revolucao-industrial/>. Acesso em 26 de fevereiro de 2021.

BEZERRA, Juliana. **Terceira Revolução Industrial**. In.: Toda Matéria. 20 de novembro de 2019. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/terceira-revolucao-industrial/>. Acesso em 26 de fevereiro de 2021.

SCHWAB, Klaus. **A Quarta Revolução Industrial**. 1 ed. São Paulo: edipro, 2019.

OLIVEIRA, Fernanda Thaís; SIMÕES, Wagner Lourenzi. **A indústria 4.0 e a produção no contexto dos estudantes da engenharia**. In.: CERCOMP. 9 de agosto de 2017. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/1012/o/Fernanda_Tha%C3%ADs_de_Oliveira.pdf. Acesso em 28 de fevereiro de 2021.

SACOMANO, José Benedito; GONÇALVES, Rodrigo Franco; BONILLA, Sílvia Helena; SILVA, Márcia Terra; SÁTVRO, Walter Cardoso. **Indústria 4.0**. 1.ed. São Paulo: Blucher, 2018.

KRONA. **Indústria em Joinville é projetada para ser referência em Indústria 4.0**. In.: G1. Disponível em: <https://g1.globo.com/sc/santa-catarina/especial-publicitario/krona/krona/noticia/2021/03/24/industria-em-joinville-e-projetada-para-ser-referencia-em-industria-40.ghtml>. Acesso em 30 de março de 2021.

3DLab. **Manufatura aditiva: saiba o que é e o que ela representa**. In.: 3dlab. 03 de outubro de 2019. Disponível em: <https://3dlab.com.br/o-que-e-manufatura-aditiva/>. Acesso em 03 de março de 2021.

DORNELAS, Simone Pereira. **Inteligência Artificial – IA**. In.: simonefdr. 08 de dezembro de 2010. Disponível em: <http://simonefdr.blogspot.com/2010/12/inteligencia-artificial-ia.html>. Acesso em 03 de março de 2021.

FIA. **Inteligência Artificial: o que é, como funciona e exemplos**. In.: FIA. 17 de agosto de 2018. Disponível em: <https://fia.com.br/blog/inteligencia-artificial/>. Acesso em 04 de março de 2021.

RAUBER, Thomas Walter. **Redes neurais artificiais**. In.: Researchgate. 2005. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Thomas-Rauber-2/publication/228686464_Redes_neurais_artificiais/links/02e7e521381602f2bd000000/Redes-neurais-artificiais.pdf. Acesso em 06 de março de 2021.

COELHO, Lucas. **Machine learning**. In.: CETAX. 03 de Agosto de 2020. Disponível em: <https://www.cetax.com.br/blog/machine-learning/>. Acesso em 06 de março de 2021.

STEFANINI. **Machine learning vs deep learning**. In.: stefanini. 17 de abril de 2019. Disponível em: <https://stefanini.com/pt-br/trends/artigos/machine-learning-vs-deep-learning>. Acesso em 06 de março de 2021.

SANTOS, Sandro. **Introdução à IoT: Desvendando a Internet das Coisas**. 1.ed. Joinville. Clube de Autores. 2018.

MONK, Simon. **Internet das Coisas: Uma Introdução com o Photon**. 1.ed. Porto Alegre. Bookman Editora. 2018.

ROHREGGER, Roberto; SGANZERLA, Anor; SIMÃO-SILVA, Daiane Priscila. **BIOLOGIA SINTÉTICA E MANIPULAÇÃO GENÉTICA: Riscos, promessas e responsabilidades**. Vol. 23. São Paulo. 2020. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1414-753X2020000100324&script=sci_arttext&tIng=pt

GOMES, Bruno. **Indústria 4.0: Panorama da Inovação**. Publicações Firjan: Cadernos SENAI de inovação, São Paulo. abr. 2016.

PEDERNEIRAS, Gabriela. **Sistema ciber físico na Indústria 4.0**. In.: ind4.0. 20 de julho de 2019. Disponível em: <https://www.industria40.ind.br/artigo/18514-sistema-ciber-fisico-na-industria-40>. Acesso em: 10 de março de 2021.

WINTER, Jean. **Sistemas Ciber-físicos: A Nova Revolução**. In.: E-Aware. 12 de setembro de 2016. Disponível em: <https://www.eaware.com.br/sistemas-ciber-fisicos-a-nova-revolucao/>. Acesso em 10 de março de 2021.

MAYER-SCHÖNBERGER, Viktor; CUKIER, Kenneth. **Big Data: A Revolution That Will Transform How We Live, Work, and Think**. Boston. Houghton Mifflin Harcourt. 2013.

SCHULTZ, Felix. **Tudo sobre Cibersegurança: saiba como proteger a sua empresa**. 14 de Janeiro de 2020. In.:MilVUS. Disponível em: <https://milvus.com.br/ciberseguranca/>. Acesso em 11 de março de 2021.

PETRY, Gabriela Freire. **Cibersegurança: como é uma carreira na área**. 30 de maio de 2020. In.: Tecmundo. Disponível em: <https://www.tecmundo.com.br/mercado/153624-ciberseguranca-carreira-area.htm>. Acesso em 11 de março de 2021.

BRITO, Edivaldo. **Saiba o que é nanotecnologia e como ela pode mudar o futuro**. 11 de março de 2013. In.: Tecmundo. Disponível em: <https://www.techtudo.com.br/artigos/noticia/2013/03/saiba-o-que-e-nanotecnologia-e-como-ela-pode-mudar-o-futuro.html>. Acesso em 12 de março de 2021.

LONGO, Elson. **Nanotecnologia**. 18 de Julho de 2004. In.: SBPCNET. Disponível em: http://www.sbpcnet.org.br/livro/56ra/banco_conf_simp/textos/ElsonLongo.htm. Acesso em 12 de março de 2021.

MAGALHÃES, Tulio. **Descubra finalmente o que é cloud computing e para que serve a computação em nuvem.** 06 de agosto de 2018. In.: Rockcontent. Disponível em: <https://rockcontent.com/br/blog/cloud-computing/>. Acesso em 12 de março de 2021.

FERNANDES, Carol. **O que é cloud computing?** 02 de março de 2012. In.: Techtudo. Disponível em <https://www.techtudo.com.br/artigos/noticia/2012/03/o-que-e-cloud-computing.html>. Acesso em 14 de março de 2021.

CIRIACO, Douglas. **Como funciona a RFID?** 17 de agosto de 2009. In.: Tecmundo. Disponível em: <https://www.tecmundo.com.br/tendencias/2601-como-funciona-a-rfid-hm>. Acesso em 14 de março de 2021.

PETENATE, Marcelo. **Identificação por Radiofrequência, ou RFID, como funciona esse sistema seguro.** 04 de outubro de 2019. In.: EDTI. Disponível em <https://www.escolaedti.com.br/rfid-o-que-e>. Acesso em 15 de março de 2021.

QUEIROZ, Jesiane. **Como funciona o RFID.** 20 de julho de 2015. In.: Afixgraf. Disponível em: <http://www.afixgraf.com.br/como-funciona-rfid/>. Acesso em 17 de março de 2021.

FONTES, Aléxia. **Robôs autônomos: qual sua importância dentro da Indústria 4.0?** 04 de agosto de 2020. In.: Voitto. Disponível em: <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/robos-autonomos>. Acesso em 17 de março de 2021.

SANTANA, Wagner. **Pilares tecnológicos da Indústria 4.0 – Robôs Autônomos.** 24 de abril de 2018. In.: R2SIS. Disponível em: <https://www.r2sis.com.br/index.php/news/76-pilares-2-d-9>. Acesso em 17 de março de 2021.

SILVA, Marcus Vinicius Gonçalves; ROCHA, Clarissa Figueredo. **Avaliação do nível de maturidade da Indústria 4.0: O caso de uma empresa estratégica de defesa.** 30 de setembro de 2019. In.: Admpg. Disponível em: http://admpg.com.br/2019/anais/arquivos/06302019_150657_5d1904cd04657.pdf. Acesso em 10 de março de 2021.

LOETZ, Claudio. **Ciser projeta crescimento de 20% neste ano e investe na indústria 4.0.** 17 de março de 2021. In.: nsctotal. Disponível em: <https://www.nsctotal.com.br/colunistas/loetz/ciser-projeta-crescimento-de-20-neste-ano-e-investe-na-industria-40>. Acesso em 01 de abril de 2021.

KRONA. **Indústria em Joinville é projetada para ser referência em indústria 4.0.** 24 de março de 2021. In.: g1. Disponível em: <https://g1.globo.com/sc/santa-catarina/especial-publicitario/krona/krona/noticia/2021/03/24/industria-em-joinville-e-projetada-para-ser-referencia-em-industria-40.ghtml>. Acesso em 01 de abril de 2021.

LICHTBLAU, Karlp; STICH, Volker; BERTENRATH, Roman; BLUM, Matthias; BLEIDER, Martin; MILLACK, Agnes; SCHMITT, Katharina; SCHMITZ, Edgar; SCHRÖTER, Moritz. **Industrie 4.0-Readiness Online Self-Check for Businesses.** Outubro de 2015. Disponível em: <https://www.industrie40-readiness.de/?lang=en>. Acesso em: 18 de abril de 2021.

GEISSBAUER, Reinhard; VEDSO, Jesper; SCHRAUF, Stefan. **Global Industry 4.0 Survey**. Setembro de 2015. Disponível em: <https://www.pwc.com/gx/en/industries/industries-4.0/landing-page/industry-4.0-building-your-digital-enterprise-april-2016.pdf>. Acesso em: 20 de abril de 2021.

SCHUH, Günther; ANDERL, Reiner; GAUSEMEIER, Jürgen; TEN HOMPEL, Michael; WAHLSTER, Wolfgang. **Industrie 4.0 Maturity Index. Managing the Digital Transformation of Companies**. Munich: Herbert Utz. 2017. Disponível em: https://www.acatech.de/wp-content/uploads/2018/03/acatech_STUDIE_Maturity_Index_eng_WEB.pdf. Acesso em 20 de abril de 2021.

SCHUMACHER, Andreas; EROL, Selim; SIHN, Wilfried. **A maturity model for assessing Industry 4.0 readiness and maturity of manufacturing enterprises**. 2016. Procedia CIRP, v. 52, p. 161-166. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.07.040>. Acesso em 20 de abril de 2021.

ROSALES, Luana. **Nokia e WEG lançam projeto voltado à Indústria 4.0**. 24 de fevereiro de 2021. In.: Baguete. Disponível em: <https://www.baguete.com.br/noticias/24/02/2021/nokia-e-weg-lancam-projeto-voltado-a-industria-4-0>. Acesso em 20 de abril de 2021.

AUTOINDUSTRIA, Redação. **Fábrica da GM de Joinville já produziu seu motor 1 milhão**. 16 de dezembro de 2021. In.: AutoIndustria. Disponível em: <https://www.autoindustria.com.br/2020/12/16/fabrica-da-gm-de-joinville-ja-produziu-seu-motor-1-milhao/>. Acesso em 27 de abril de 2021.

SENSORVILLE. **Soluções Inovadoras**. Disponível em: <https://sensorville.com.br/>. Acesso em 25 de abril de 2021.

MOREIRA, Leandro Domingos. **Indústria 4.0: Estudo da cadeia produtiva da madeira no Paraná**. 30 de Outubro de 2015. In.: Repositório UTFPR. Disponível em: http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/8493/1/CT_GETIC_2016_5.pdf. Acesso em 20 de abril de 2021.

MENDONÇA, Claudio Marcio Campos. **Uso da IoT, Big Data e Inteligência Artificial nas capacidades dinâmicas: um estudo comparativo entre cidades do Brasil e de Portugal**. Dezembro de 2019. Disponível em: <https://www-periodicos-capes-gov-br.ezl.periodicos.capes.gov.br>. Acesso em 29 de Abril de 2021.

BENETTI, Estela. **Schulz investe R\$ 150 milhões para ampliar produção de peças e equipamentos**. 13 de abril de 2021. Disponível em: <https://www.nsctotal.com.br/colunistas/estela-benetti/schulz-investe-r-150-milhoes-para-ampliar-producao-de-pecas-e>. Acesso em 13 de maio de 2021.

FÉ, Ana Lúcia Moura. **Como a Whirlpool usa centros tecnológicos próprios para inovar em seus produtos**. 20 de outubro de 2020. Disponível em: <https://epocanegocios.globo.com/360/noticia/2020/10/como-whirlpool-usa-centros-tecnologicos-propios-para-inovar-em-seus-produtos.html>. Acesso em 13 de maio de 2021.

APÊNDICE A

Dados da empresa

1. Nome da empresa
2. Porte
 - a) Microempresa
 - b) Pequeno porte
 - c) Médio porte
 - d) Grande porte
3. Setor Industrial
4. A empresa fornece ou utiliza tecnologias da Indústria 4.0?
 - a) Sim, utiliza.
 - b) Sim, fornece,
 - c) Não utiliza, nem fornece.

Estratégia e Organização

1. Qual o nível de envolvimento, apoio e conhecimento das lideranças (Presidência, CEO e Direção) com relação ao tema Indústria 4.0?
 - a) Baixo – As lideranças não reconhecem as oportunidades e desafios da Indústria 4.0 e não possuem conhecimento sobre questões digitais.
 - b) Médio – Baixo, as lideranças reconhecem a importância do tema e estão em busca de maiores informações para a tomada de decisão.
 - c) Médio – Alto, as lideranças reconhecem a importância e entendem as oportunidades de desafios para a empresa e estão definindo estratégias de transformação digital.
 - d) Alto – As lideranças têm conhecimento sobre a Indústria 4.0, e reconhecem sua importância, oportunidades e desafios, bem como já possuem uma visão e planejamento estratégico para transformação digital da empresa.
2. Como você define a estratégia da sua empresa para a implementação da Indústria 4.0?
 - a) Não há estratégia.
 - b) Iniciativas piloto em Planejamento.
 - c) Estratégia em desenvolvimento.
 - d) Estratégia formulada.
 - e) Estratégia em implementação.
3. Quais áreas da empresa receberam investimentos na implantação de Indústria 4.0 nos últimos dois anos?

	Alto Investimento	Médio Investimento	Pouco Investimento	Nenhum Investimento
P&D	○	○	○	○
Produção/Manufatura	○	○	○	○
Compras	○	○	○	○
Logística	○	○	○	○
Vendas	○	○	○	○
Serviço	○	○	○	○
TI	○	○	○	○

4. Quais áreas da empresa receberam investimentos na implantação de Indústria 4.0 nos últimos dois anos?

	Alto Investimento	Médio Investimento	Pouco Investimento	Nenhum Investimento
P&D	○	○	○	○
Produção/Manufatura	○	○	○	○
Compras	○	○	○	○
Logística	○	○	○	○
Vendas	○	○	○	○
Serviço	○	○	○	○
TI	○	○	○	○

5. Como os dados apoiam o processo de tomada de decisões estratégicas?

- Os dados são coletados manualmente e disponibilizados em planilhas eletrônicas.
- Os dados podem ser acessados diretamente dos sistemas de informação corporativos.
- Os dados são coletados e analisados por sistemas de inteligência artificial.
- Os dados são armazenados em sistema de nuvem digital, permitindo a prospecção de cenários.
- Dados não são coletados/utilizados.

6. Em quais áreas sua empresa possui tecnologia sistemática e gerenciamento de invocação?

- TI.
- Desenvolvimento de produtos.
- Serviços.
- Centralizada, em gestão integrativa.
- Não possui.

Fábrica Inteligente

Infraestrutura de Equipamentos

7. Como você avalia a infraestrutura dos equipamentos sobre as seguintes funcionalidades:

	Menos de 25% dos equipamentos	Menos de 50% dos equipamentos	Menos de 75% dos equipamentos	Mais de 75% dos equipamentos
Máquinas/sistemas podem ser controlados através de TI	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
M2M: comunicação entre máquinas para otimização do processo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Interoperabilidade: integração e colaboração com outras máquinas/sistemas possíveis	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Modelo digital de fábrica

8. A digitalização da fábrica possibilita a criação de um modelo digital de fábrica. A empresa coleta dados durante a produção?
- Sim, todos os dados.
 - Sim, mas apenas alguns dados.
 - Os dados não são coletados.
9. Quais dados sobre suas máquinas, processos e produtos; bem como defeitos e suas causas são coletados durante a produção, e de que forma são coletados?

	Sim, manualmente	Sim, automaticamente	Não
Dados de inventário	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tempo de ciclo de produção	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Capacidade de utilização do equipamento	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Resíduos de produção	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cota de erro	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Taxa de ocupação de recursos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Dados sobre posicionamento restante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
OEE (Eficiência Global dos Equipamentos)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

10. Onde os dados coletados são utilizados?

- Manutenção preditiva.
- Otimização de processos logísticos.
- Transparência de todo o processo de produção.
- Gestão de qualidade.
- Controle da produção.
- Otimização do consumo de recursos (material, energia elétrica).
- Os dados não são utilizados.

11. Os dados abaixo listados são utilizados e possuem interface com o sistema central da empresa?

	É utilizado, com interface com o sistema central	É utilizado, sem interface com o sistema central	Não é utilizado
MES – Sistema de execução de manufatura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
ERP – Gestão de planejamento de recursos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
PLM – Gestão de dados do produto	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
PPS – Sistema de planejamento da produção	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
PDA – Aquisição de dados de manufatura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
MDC – Aquisição de dados de máquina	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
CAD – Projeto/desenho auxiliado por computador	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
SCM – Gestão da cadeia de suprimentos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
SCADA – Controle de supervisão e aquisição de dados	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Operações Inteligentes

12. Sua empresa possui processos que respondam de forma autônoma/automática, em tempo real às mudanças que ocorram durante a produção?
- Sim, entre empresas.
 - Sim, mas apenas em áreas selecionadas.
 - Sim, mas apenas nas fases de teste e piloto.
 - Não possui.

Segurança de dados e comunicações

13. Como a TI é organizada na sua empresa?
- Não há departamento interno de TI (usamos provedor de serviços)
 - Temos um departamento central de TI
 - Temos uma seção de TI em cada setor da empresa (produto, desenvolvimento de produtos, etc.)
 - Temos especialistas de TI em cada setor da empresa.
14. Quais soluções de segurança cibernética são utilizadas na empresa?

	Não é relevante	Solução planejada	Solução em implantação	Solução em funcionamento
Segurança no armazenamento interno de dados	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Segurança de dados por meio de serviços em nuvem	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Segurança das comunicações para troca interna de dados	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Segurança de comunicações para troca de dados com parceiros de negócios	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

15. Sobre a segurança da informação na indústria:

	Irrelevante	Pouco relevante	Relevante	Muito relevante
Qual a importância da segurança para as redes e sistemas industriais?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Quão relevante seria o impacto de um ataque na continuidade dos negócios da sua empresa?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Qual a importância de se possuir uma ferramenta de cibersegurança voltada para a área industrial?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

16. Sua empresa utiliza serviços de nuvem (cloud computing)?

	Sim	Não, mas estamos planejando usar	Não
Software baseado em nuvem	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Análise de dados	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Armazenamento de dados	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Funcionários

17. Como você avalia as habilidades de seus funcionários quando se trata dos requisitos da Indústria 4.0?

	Não relevante	Inexistente	Existente, mas inadequada	Adequada
Infraestrutura de TI	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tecnologia de automação	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Análise de dados	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Segurança de dados/segurança de comunicações	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Desenvolvimento ou aplicação de sistemas de assistência	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Software de colaboração	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Habilidades não técnicas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

18. Nas habilidades inexistentes ou inadequadas para a Indústria 4.0, como a empresa tem buscado supri-las?

- Convênios e parcerias com instituições de Ciência e Tecnologia (IC&T).
- Convênios e parcerias com Programas de Pós-graduação (Mestrado e Doutorado).
- Convênios e parcerias com escolas técnicas e instituições de ensino superior.
- Contratação de empresas de consultoria para a capacitação dos funcionários.
- Participação em eventos, seminários e congressos acadêmicos.
- Não temos programas de capacitação e treinamento para a Indústria 4.0.

Resultados

19. Indique em que grau as seguintes barreiras podem ser um impeditivo para o engajamento da sua empresa relacionado a Indústria 4.0:

	Sem impedimento	Pouco impeditiva	Impeditiva	Muito impeditiva
Custos de tecnologias, softwares e/ou sistemas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Falta de recursos financeiros	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Falta de profissionais capacitados	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Falta de capacidade técnica em tecnologia da informação (TI)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Incerteza quanto as necessidades dos clientes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Risco para a segurança da informação	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Dificuldade em se ajustar a normas e regulamentações governamentais	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

20. Indique o grau de resultados que sua empresa esperaria alcançar ao utilizar das tecnologias da Indústria 4.0.

	Nenhum resultado	Pouco resultado	Bons resultados	Ótimos resultados	Excelentes resultados
Aumento das receitas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Entrada em novos mercados	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Manutenção/Continuidade no mercado atual	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fidelização dos clientes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Melhora na capacidade inovadora	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aumento da produção	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

APÊNDICE B

21. Sua empresa fornece serviços de manufatura aditiva (Impressão 3D)?
- Sim, fornecemos serviços de manufatura aditiva.
- Não fornecemos.
22. Sua empresa fornece serviços de Inteligência Artificial?
- Sim, fornecemos serviços de Inteligência Artificial.
- Não fornecemos.
23. Sua empresa fornece serviços de Internet das Coisas (IoT)?
- Sim, fornecemos serviços de Internet das Coisas.
- Não fornecemos.
24. Sua empresa fornece serviços de Biologia Sintética?
- Sim, fornecemos este tipo de serviço.
- Não fornecemos.
25. Sua empresa fornece serviços de Sistemas Ciber Físicos?
- Sim, fornecemos este tipo de serviço.
- Não fornecemos.
26. Sua empresa fornece serviços de segurança digital (Cibersegurança)?
- Sim, fornecemos este tipo de serviço.
- Não fornecemos.
27. Sua empresa fornece serviços de armazenamento de dados (Big Data)?
- Sim, fornecemos este tipo de serviço.
- Não fornecemos.
28. Sua empresa fornece serviços com utilização de Nanotecnologias?
- Sim, fornecemos este tipo de serviço.
- Não.
29. Sua empresa fornece serviços de computação em nuvem (Cloud Computing)?
- Sim. Fornecemos este tipo de serviço.
- Não fornecemos.
30. Sua empresa fornece serviços com utilização de RFID (Radio-Frequency IDentification)?
- Sim, fornecemos este tipo de serviço.
- Não fornecemos.
31. Sua empresa fornece serviços com utilização de robôs autônomos?
- Sim, fornecemos este tipo de serviço.
- Não fornecemos.

APÊNDICE C

A tabela abaixo apresenta uma visão entre empresas Joinvillenses, onde é mostrado com “X” informações encontradas no site da própria empresa algumas das tecnologias utilizadas ou fornecidas por ela e com “O” informações encontradas em notícias de que as empresas utilizam, ou fornecem, aquela tecnologia. Apesar de terem sido pesquisadas empresas que não estão representadas, tais como Krona, Tigre, Perfil Térmico, Dohler, entre outras¹, não afirma que elas não utilizem das tecnologias da Indústria 4.0, mas apenas que não foram encontradas durante a pesquisa informações suficientes para afirmar o uso.

	Empresa	MA	IA	IoT	SynBio	CPS	BD	CS	Nano	Cloud	RFID	Robôs
1	CSA Medição								X		X	
2	Daqsys Testes e Medições						X		X			
3	Four Soluções						X				X	
4	Geometric					X			X			
5	Jav Automação					X			X			X
6	Massignan Engenharia		X									
7	Perfil Térmico											
8	SDS Manutenção Eletronica			X			X			X		
9	TOX Pressotechnik			X								
10	4.0 Consulting	X		X		X	X	X		X		X
11	AMS Com. de controles El.			X							X	
12	Famak											X
13	Syatel			X							X	
14	Pollux Automation		X	X		X						X
15	BMA Sistemas						X	X		X		
16	Prosyst Des. de Sistemas						X					
17	Supero Serviços de Inf.						X			X		
18	Dinamio Tecnologia						X			X		
19	Embraco (Nidec)		O									O
20	Softexpert						X			X		
21	Siemens		X									X
22	Whirlpool		O	O			O					O
23	Scurra						X	X		X		

Legenda: MA: Manufatura Aditiva; IA: Inteligência Artificial e aprendizado de máquina, IoT: Internet das Coisas; SynBio: Biologia Sintética; CPS: Sistemas Ciber-Físicos; BD: Big Data; CS: Cibersegurança; Nano: Nanotecnologia; Cloud: Computação em Nuvem; RFID: Radio-Frequency Identification; Robôs: Robôs Autônomos.

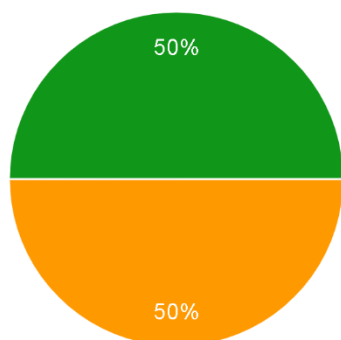
¹ CSA Medição, Daqsys Testes e Medições, Four Soluções, Geometric, Izda, Jav Automação, Massignan Engenharia, Perfil Térmico, SDS Manutenção Eletronica, Tecnoind Engenharia LTDA, TOX Pressotechnik, 4.0 Consulting, MAS Comércio de Controles Elétricos, Bahri Inteligência Industrial, Famal, LEDEFI Controle e Automação Industrial, Syatel, Buhler S.A., Pollux Automation, Plug Elétrica, B3 Gestão e Tecnologia, BMA Sistemas, JBC Escritórios Virtuais, Prosyst Desenvolvimento de Sistemas, Supero Serviços de Informática, T.A.N. Tecnologia da Informática, Dauphin Suporte Técnico em Informática, Euax Consulting, Dinamio Tecnologia, Erzinger, Perville, Stagio Propriedade Intelectual, Dohler, Tigre, Nidec, Ciser, Acearia Frederico Missner, Cooper Indústria, Incal Galvanização, IRCE Indústria de condutores elétricos, Softexpert, Cisa Brasile, Siemens, Boreal Net, Mkraft Aços, Franke, Fremax, Schulz S.A., KaVo do Brasil, Krona, Buschle & Lepper S.A., Tupy S/A, Viqua, Termotécnica, LuzVilte, Plasbohn, Plasticoville, Teleworld, Wetzell, FGM Dental, Whirlpool, Franklin Electric, Scurra, Axe Tecnologia.

APÊNDICE D

A seguir são mostradas as respostas ao questionário, sendo que 2 empresas responderam que utilizam das tecnologias da Indústria 4.0.

Qual o nível de envolvimento, apoio e conhecimento das lideranças da empresa (Presidência, CEO e Direção) com relação ao tema Indústria 4.0?

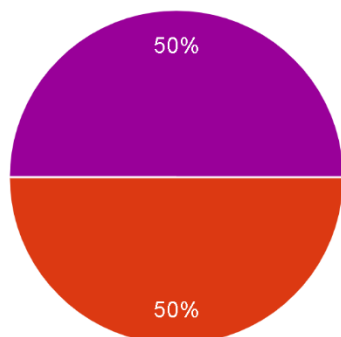
2 respostas



- Baixo - As lideranças não reconhecem as oportunidades e desafios da Indústria 4.0 e não possuem conheci...
- Médio - Baixo, as lideranças reconhecem a importância do tema e estão em busca de maiores informa...
- Médio - Alto, as lideranças reconhecem a importância e entendem as oportu...
- Alto - as lideranças têm conhecimento sobre a Indústria 4.0, e reconhecem...

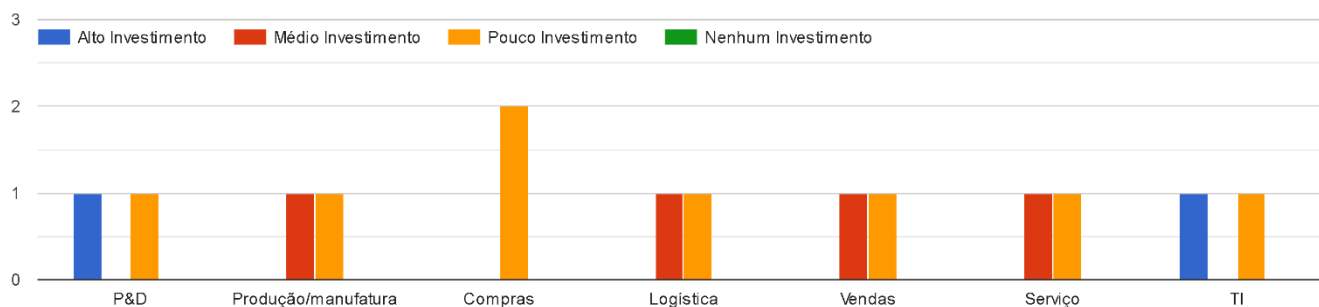
Como você define a estratégia da sua empresa para a implementação da Indústria 4.0?

2 respostas

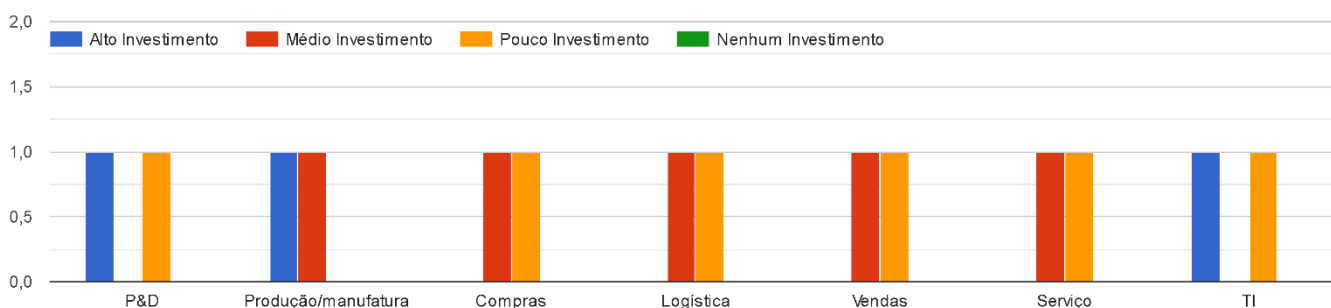


- Não há estratégia.
- Iniciativas Piloto em Planejamento.
- Estratégia em Desenvolvimento.
- Estratégia Formulada.
- Estratégia em Implementação.

Quais áreas da empresa receberam investimentos na implantação de Indústria 4.0 nos últimos dois anos?

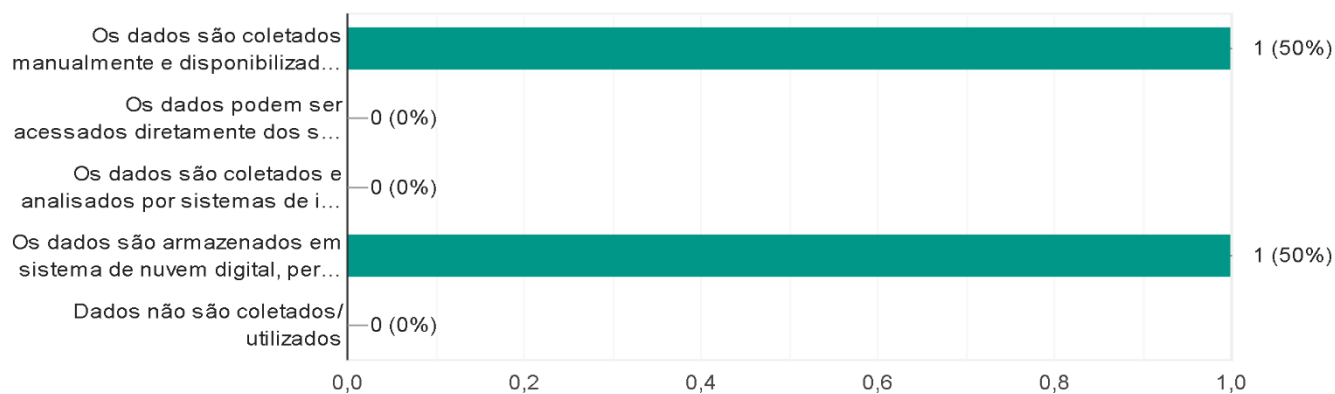


Quais áreas da empresa receberão investimentos na implantação de Indústria 4.0 nos próximos 5 anos?



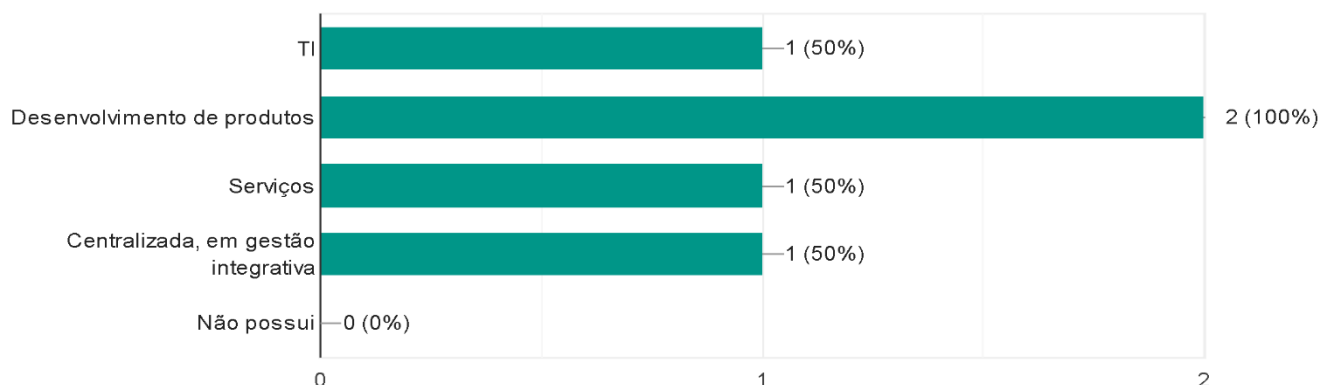
Como os dados apoiam o processo de tomada de decisões estratégicas?

2 respostas

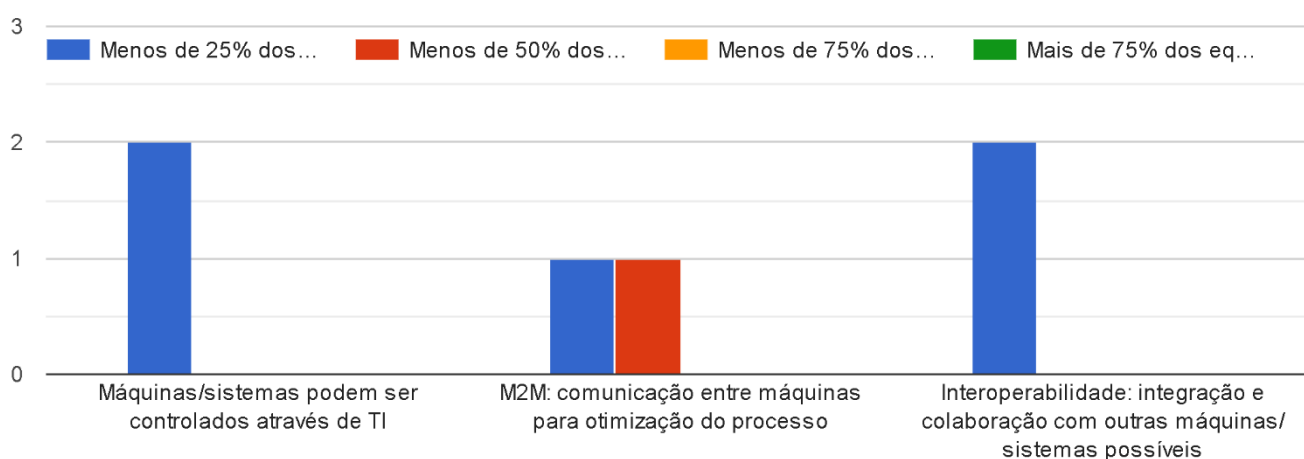


Em quais áreas sua empresa possui tecnologia sistemática e gerenciamento de inovação?

2 respostas

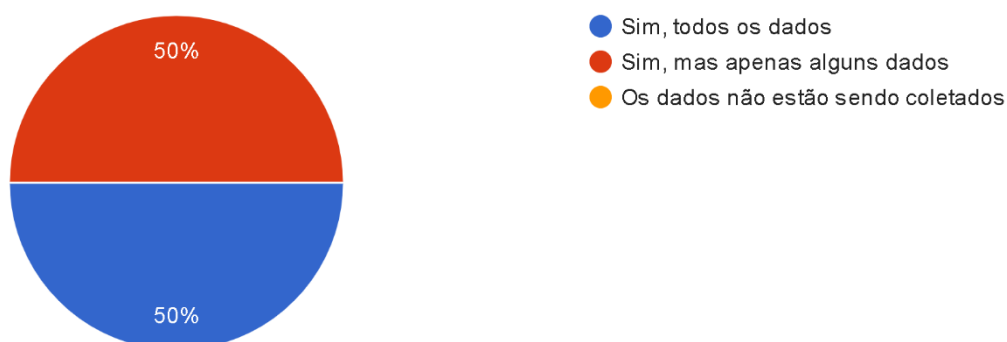


Como você avalia a infraestrutura dos equipamentos sobre as seguintes funcionalidades:



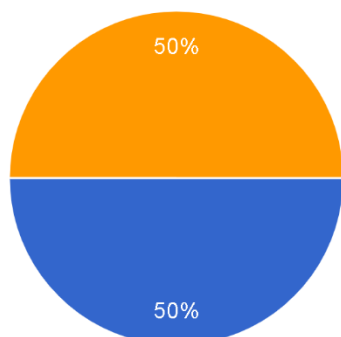
A digitalização da fábrica possibilita a criação de um modelo digital de fábrica. A empresa coleta dados durante a produção

2 respostas



Sua empresa possui processos que respondam de forma autônoma/automática, em tempo real, às mudanças que ocorram durante a produção?

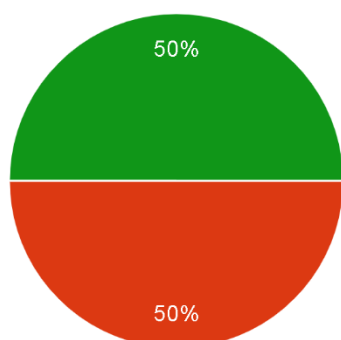
2 respostas



- Sim, entre empresas
- Sim, mas apenas em áreas selecionadas
- Sim, mas apenas nas fases de teste e piloto
- Não possui

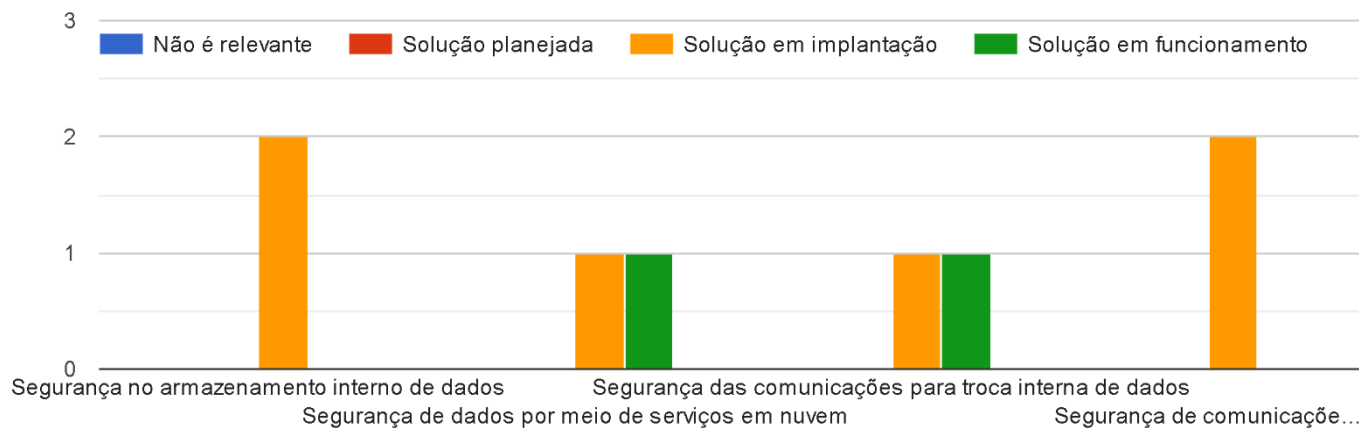
Como a TI é organizada na sua empresa?

2 respostas

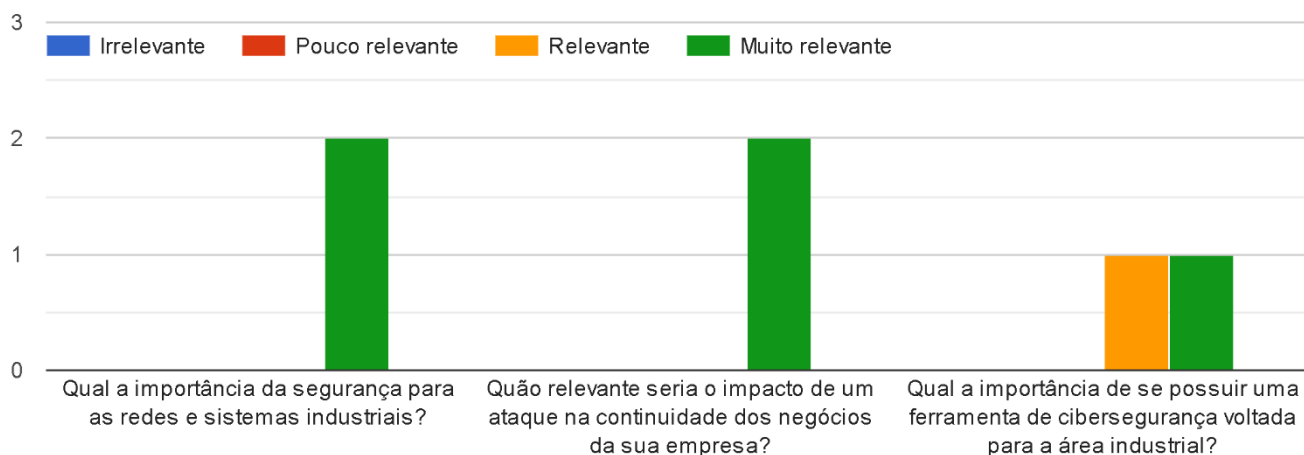


- Não há departamento interno de TI (usamos provedor de serviços)
- Temos um departamento central de TI
- Temos uma seção de TI em cada setor da empresa (produto, desenvolvimento de produtos, etc.)
- Temos especialistas de TI em cada setor da empresa

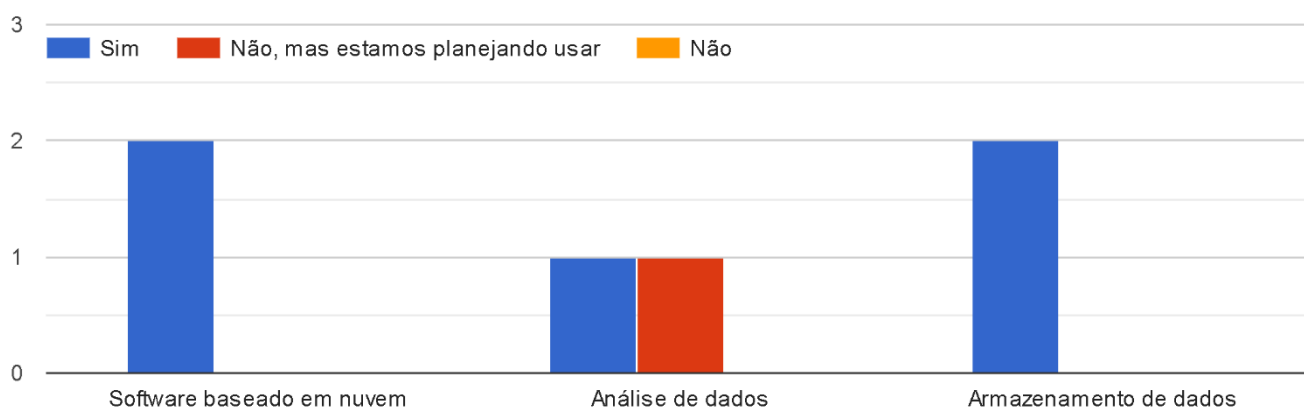
Quais soluções de segurança cibernética são utilizadas na empresa?



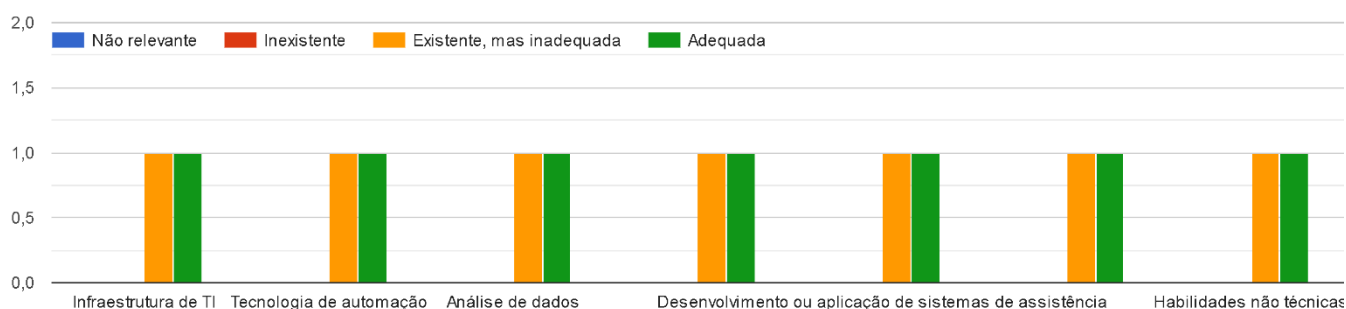
Sobre a segurança da informação na indústria:



Sua empresa utiliza serviços de nuvem (cloud computing)?

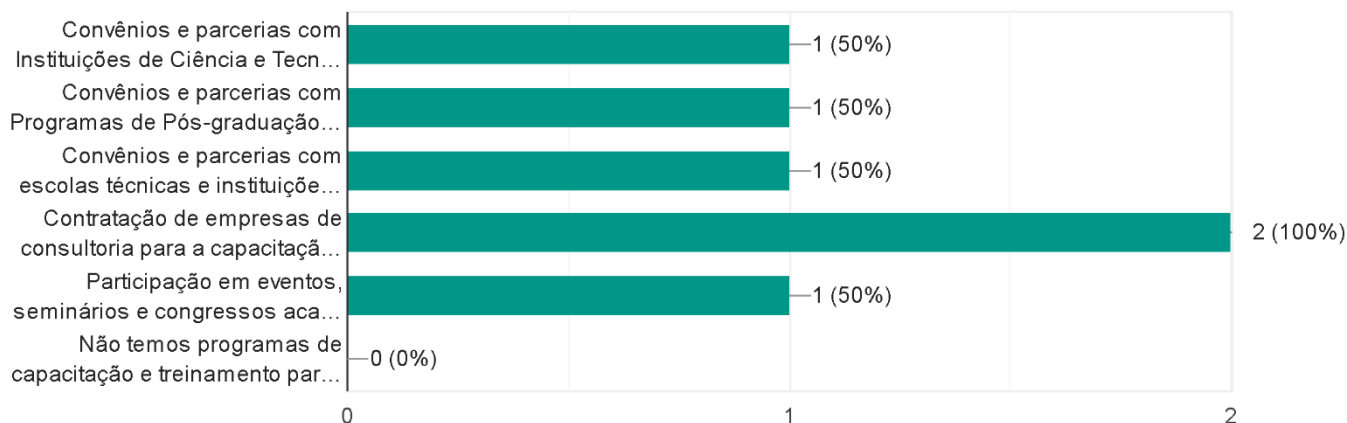


Como você avalia as habilidades de seus funcionários quando se trata dos requisitos da Indústria 4.0?

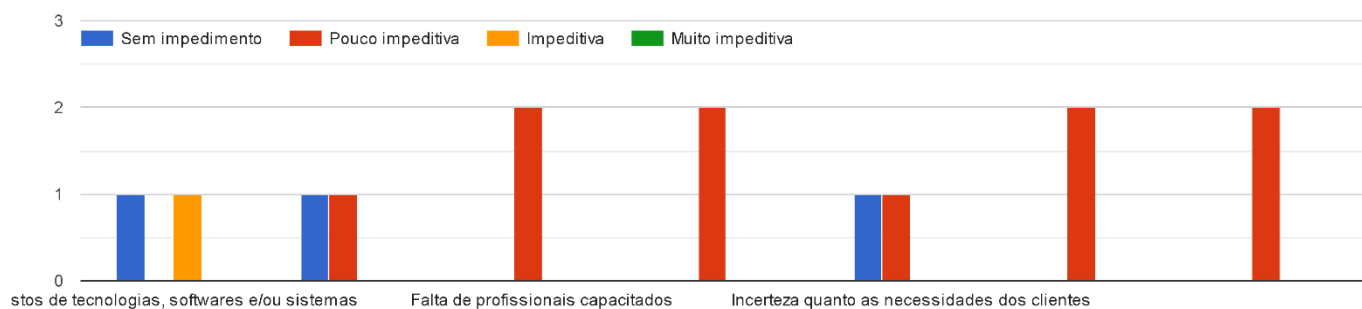


Nas habilidades inexistentes ou inadequadas para a Indústria 4.0, como a empresa tem buscado supri-las?

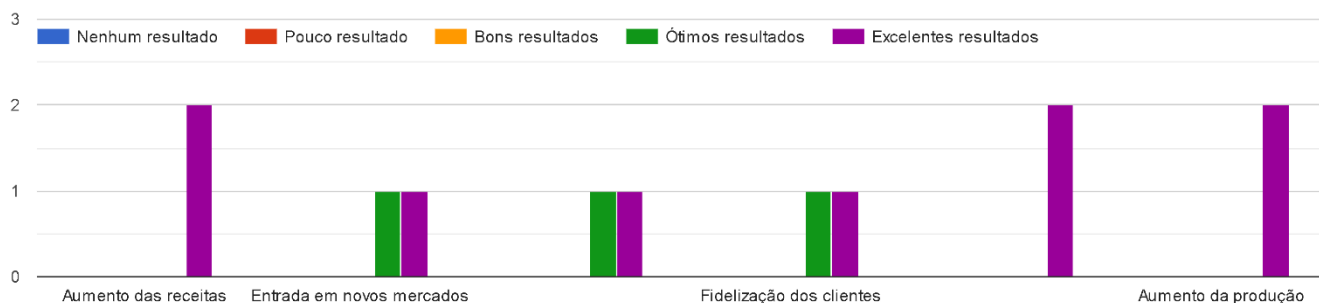
2 respostas



Indique em que grau as seguintes barreiras podem ser um impeditivo para o engajamento da sua empresa relacionado a indústria 4.0:



Indique o grau de resultados que sua empresa esperaria alcançar ao utilizar das tecnologias da indústria 4.0:

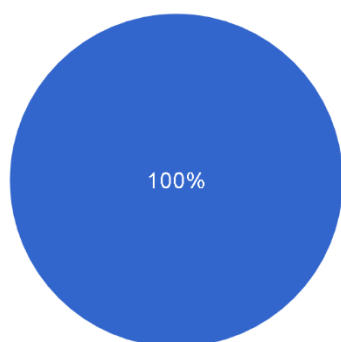


APÊNDICE E

Dentre as 3 respostas recebidas, uma das empresas é fornecedora de tecnologias da Indústria 4.0, sendo que a mesma respondeu que fornece, dentre as 11 tecnologias apresentadas no trabalho, apenas os serviços de Internet das Coisas e Robôs Autônomos.

Sua empresa fornece serviços de Internet das Coisas (IoT)

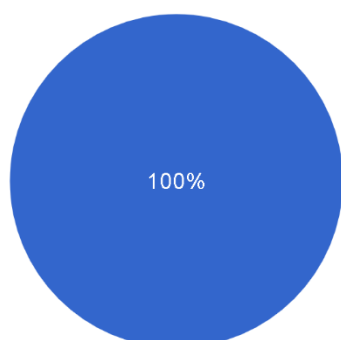
1 resposta



- Sim, fornecemos serviços de Internet das Coisas.
- Não fornecemos.

Sua empresa fornece serviços com utilização de robôs autônomos?

1 resposta



- Sim, fornecemos este tipo de serviço.
- Não fornecemos.