

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
CAMPUS CIDADE UNIVERSITÁRIA BUTANTÃ
CURSO ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Lucas Teixeira Vasques

Indústria 4.0

Conceitos Fundamentais e um Overview de Aplicação

Trabalho de Formatura apresentado à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo para a
obtenção do diploma de Engenheiro de Produção.

São Paulo

2023

Lucas Teixeira Vasques

Indústria 4.0

Conceitos Fundamentais e um Overview de Aplicação

Trabalho de Formatura apresentado à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo para a
obtenção do diploma de Engenheiro de Produção.

Orientador(a): Prof. Dr. Marcelo Schneck de Paula
Pessoa

São Paulo

2023

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Ficha Catalográfica

Vasques, Lucas Teixeira INDÚSTRIA 4.0 CONCEITOS FUNDAMENTAIS E UM OVERVIEW DE APLICAÇÃO/ L. T. VASQUES. — São Paulo, 2023. Número de páginas - 134 p. Trabalho de Formatura - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Produção. 1. Indústria 4.0. 2. IoT. 3. Big Data. 4. Smart Factory. 5. Avaliação de Maturidade I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Produção.

*À minha família que me deu forças e
me permitiu acreditar que o céu é o limite*

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar quero agradecer a Deus e a minha família por sempre terem acreditado no meu potencial, e principalmente por sempre terem me estimulado a querer cada vez mais. Me ensinaram a não me contentar com pouco e sempre correr atrás de meus objetivos, não importando o quão difíceis possam parecer. Obrigado mais que tudo ao meu pai e à minha mãe. Ao meu pai por todas as conversas, orações, ambições, sonhos, parceria, sermões e puxões de orelha que me tornaram um homem íntegro. À minha mãe por toda a parceria, as preocupações, orações, sermões e entendimentos que me ajudaram a superar meus obstáculos e a me tornar um homem paciente.

Em segundo lugar quero agradecer à Escola Politécnica da USP e a todo o seu quadro de docentes e colaboradores, sobretudo meu orientador Professor Doutor Marcelo Schneck, que me acompanhou neste longo e turbulento trajeto até este fim. Apesar de todos os altos e baixos na escola, meu período na Poli foi de longe a melhor fase da minha vida até o momento, e hoje consigo enxergar plenamente que sem a Escola Politécnica da USP eu não seria o homem que sou hoje. Ao término, a escola me formou não apenas como um Engenheiro de Produção, mas também como um homem dedicado e esforçado. Essa escola tão amada me trouxe diversas lições para a vida que carregarei com muito carinho em meu coração, e a principal lição aprendida com a qual terminarei meus agradecimentos, foi RESILIÊNCIA.

As revoluções industriais são diretamente dependentes umas das outras, o que pode se caracterizar como uma evolução industrial (MÜLLER; BULIGA; VOIGT, 2018).

RESUMO

O avanço constante da tecnologia nos mais diversos campos da ciência proporciona, na realidade vivenciada nos dias atuais, a lógica conclusão de que todas as coisas, sejam elas utensílios domésticos ou máquinas industriais, estão conectadas a alguma rede, ou ao menos poderiam estar.

Neste cenário, idealize uma fábrica fictícia que tenha acesso às informações mais recentes sobre a demanda dos seus clientes e o fornecimento de matéria prima às suas operações. Imagine que essa fábrica possua essas informações em tempo real, e que tanto seu fornecedor quanto seu cliente possuam um sistema análogo que possibilite elevar o nível de agilidade no fluxo das informações para que a operação, de ponta a ponta, possa ser otimizada ao máximo. Estamos falando da Indústria 4.0.

E se realmente tudo estiver conectado? Ou melhor, e se tudo fosse conectado? Quais seriam as oportunidades, os ganhos e as ameaças? Foi a partir destes questionamentos legítimos que surgiu a motivação para o desenvolvimento do presente trabalho de formatura a respeito da Indústria 4.0 surgiu.

Neste trabalho, serão analisadas as principais vertentes da indústria 4.0 e suas contribuições mais significativas. Também serão discutidas as possíveis futuras inovações que poderão vir a surgir na Indústria 5.0. Ao final, serão avaliadas duas empresas de setores distintos de atuação de modo a situá-las na linha evolutiva da Indústria 4.0, com base na adaptação do Senai 4.0 sobre o método avaliativo desenvolvido pela ACATECH.

Palavras-chave: Indústria 4.0; IoT; Big Data; Smart Factory; Avaliação de Maturidade.

ABSTRACT

The constant advancement of technology in various scientific fields leads to the logical conclusion, in the reality experienced today, that all things, whether household utensils or industrial machines, are connected to some network, or at least could be.

In this scenario, envision a fictional factory that has access to the latest information regarding the demand from its customers and the supply of raw materials for its operations. Imagine that this factory has this information in real time, and that both its supplier and its customer have an analogous system that allows for an elevated level of agility in the flow of information, enabling the entire operation, from end to end, to be optimized to the maximum. We are talking about Industry 4.0.

And what if everything is truly connected? Or better yet, what if everything were connected? What would be the opportunities, gains, and threats? It is from these legitimate questions that the motivation to develop the present graduation thesis on Industry 4.0 arose.

In this work, the main aspects of Industry 4.0 and its most significant contributions will be analyzed. Possible future innovations that may emerge in Industry 5.0 will also be discussed. Finally, two companies from different sectors will be evaluated to position them in the evolutionary line of Industry 4.0, based on the adaptation of the Senai 4.0 evaluative method developed by ACATECH.

Keywords: Industry 4.0; IoT; Big Data; Smart Factory; Maturity Assessment.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: IoT	23
Figura 2: Transição da 1ª Revolução Industrial	26
Figura 3: Difusão da Revolução Industrial ao longo dos anos	27
Figura 4: Segunda Revolução Industrial	28
Figura 5: Aplicabilidade do CPS	36
Figura 6: Dinâmica do RFID	39
Figura 7: Arquitetura do Cloud Computing	42
Figura 8: Abordagens de Machine Learn	51
Figura 9: Aprendizado Supervisionado X Semi Supervisionado X Não Supervisionado	52
Figura 10: Estágios da Indústria 4.0 ACATECH	63
Figura 11: Nível de maturidade médio brasileiro por estado	67
Figura 12: Visão aérea da Salute	68
Figura 13: Material normal	70
Figura 14: Parede simples	70
Figura 15: Parede dupla	71
Figura 16: Chapas de Papelão Ondulado Onda Simples (B E C) e Onda Dupla (BC)	72
Figura 17: Bobinas de Papelão Ondulado Face Simples	72
Figura 18: Diagrama do processo de produção do Papelão Ondulado	73
Figura 19: Resultado da avaliação de maturidade Salute	78
Figura 20: Visão frontal da Mebabo	80
Figura 21: Shaving Gel Embaixador	84
Figura 22: Gel Cola Embaixador	85
Figura 23: Pomada Modeladora Embaixador	86
Figura 24: Diagrama do processo de produção do Gel Cola	87
Figura 25: Resultado da avaliação de maturidade Embaixador	92
Figura 26: Grau de maturidade no Brasil (Celulose e Papel)	95
Figura 27: Grau de maturidade em São Paulo (Celulose e Papel)	95
Figura 28: Grau de maturidade no Brasil (Produtos Diversos)	97
Figura 29: Grau de maturidade em Santa Catarina (Produtos Diversos)	98

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Comparação entre RFID Ativo X Passivo	38
Quadro 2: Fluxo de dados no RFID Passivo X Ativo	39
Quadro 3: Questionário complementar guia para entrevistas	64

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Taxa de desemprego global de 1991 a 2021

30

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IoT	Internet of Things
AI	Artificial Intelligence
CPS	Cyber-Physical Systems
IIoT	Industrial Internet of Things
RFID	Radio Frequency Identification
D2D	Device to Device
ELD	Electronic Logging Device
LIFO	Last In First Out
FIFO	First In First Out
TI	Tecnologia da Informação
SaaS	Software as a Service
PaaS	Platform as a Service
IaaS	Infrastructure as a Service
ACATECH	Academia Alemã de Ciências e Engenharia
PLN	Processamento de Linguagem Natural
SVM	Support Vector Machine
CD	Centro de Distribuição
B2B	Business to Business
B2C	Business to Consumer
MAM	Movimentação e Armazenagem de Material
MTS	Make to Stock
ATO	Assembly to Order

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	22
1.1 MOTIVAÇÃO.....	22
1.2 CONTEXTUALIZAÇÃO.....	25
1.2.1 1ª REVOLUÇÃO INDUSTRIAL.....	25
1.2.2 2ª REVOLUÇÃO INDUSTRIAL.....	26
1.2.3 3ª REVOLUÇÃO INDUSTRIAL.....	28
1.3 OBJETIVOS.....	30
1.4 METODOLOGIA E ESTRUTURA.....	30
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	32
2.1 IoT.....	32
2.1.1 IIoT.....	33
2.2 CPS.....	35
2.3 RFID.....	37
2.3.1 RFID NA LOGÍSTICA E CONTROLE DE ESTOQUE.....	40
2.4 CLOUD COMPUTING.....	41
2.5 BIG DATA.....	44
2.5.1 ANÁLISE DE DADOS.....	47
2.6 ARTIFICIAL INTELLIGENCE.....	47
2.6.1 MACHINE LEARNING.....	49
2.7 SMART FACTORY.....	52
2.8 INDÚSTRIA 4.0.....	55
2.8.1 CARACTERÍSTICAS.....	56
2.8.2 IMPACTOS.....	56
2.8.3 DESAFIOS.....	57
2.8.4 TENDÊNCIAS.....	58
3 ROTEIRO DE AVALIAÇÃO.....	60
4 AVALIAÇÃO DE EMPRESAS.....	66
4.1 SALUTE EMBALAGENS.....	68
4.1.1 DESCRIÇÃO DA EMPRESA.....	68
4.1.2 PRINCIPAIS PRODUTOS.....	69
4.1.3 MANUFATURA.....	72
4.1.4 MODELO DE NEGÓCIO.....	75
4.1.5 AVALIAÇÃO DE MATURIDADE.....	77
4.2 MEBABO.....	80
4.2.1 DESCRIÇÃO DA EMPRESA.....	80
4.2.2 PRINCIPAIS PRODUTOS.....	82
4.2.3 MANUFATURA.....	86
4.2.4 MODELO DE NEGÓCIO.....	89
4.2.5 AVALIAÇÃO DE MATURIDADE.....	91
4.3 COMPARAÇÃO ENTRE OS DOIS CASOS.....	94

5 CONCLUSÃO.....	100
6 REFERÊNCIAS.....	103
8 ANEXOS.....	108
ANEXO A.....	108
ANEXO B.....	121

1 INTRODUÇÃO

Nos dias atuais é um fato conhecido que as empresas que mais se atualizam, isto é, se adaptam à evolução tecnológica tendem a se tornar mais competitivas, o que por sua vez permite que estas empresas continuem com suas atividades. Dito isto, é notável que nos últimos anos o avanço da tecnologia está progredindo de tal forma que é possível vislumbrar, por exemplo, uma operação auto suficiente de tal forma que ela por si só tenha a capacidade de gerenciar suas demandas, com clientes e fornecedores, tendo assim um rumo ao que se pode denominar conectividade entre as partes, que em termos técnicos seria chamada de Internet das Coisas (do inglês Internet of Things, IoT). A chamada IoT é resultado de inúmeros avanços tecnológicos e desenvolvimentos de processos que acabaram por provar necessária a presença de um sistema integralizado capaz de conectar as partes do processo para assim poder alcançar a eficiência máxima, tanto no âmbito econômico quanto no quesito operacional — dentro do contexto fabril este desenvolvimento ocasionou no surgimento das chamadas fábricas inteligentes (do inglês Smart Factory).

Neste contexto surgiu o conceito de Indústria 4.0 (termo cunhado pela primeira vez na Alemanha) no qual são englobadas as tecnologias de Inteligência Artificial (do inglês Artificial Intelligence, AI), IoT, Machine Learning, Big Data, entre outros. Sucintamente a Indústria 4.0 tem por definição o aprimoramento da eficiência dos processos produtivos como seu principal objetivo a ser atingido através da integração e tratamento das informações em tempo real.

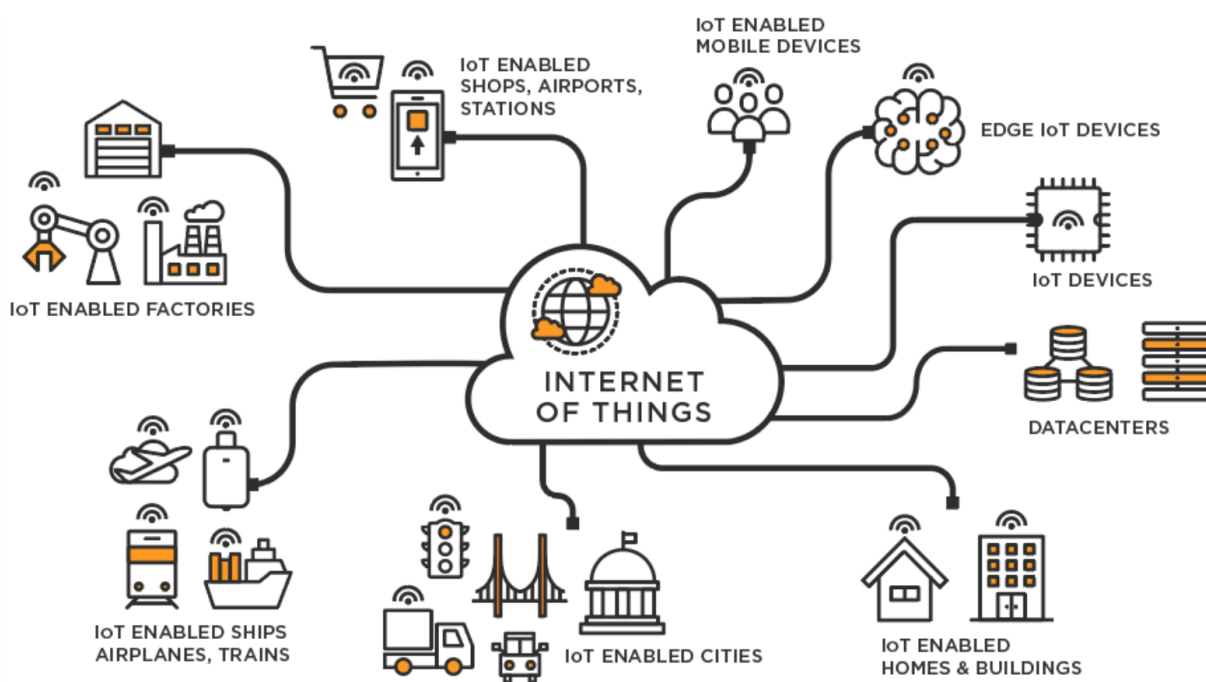
1.1 MOTIVAÇÃO

Para ilustrar a motivação para o tema abordado será exposto um exemplo de uma fábrica que teria ganhos produtivos e processuais com a evolução de sua organização para a Indústria 4.0 — as possibilidades de avanço com as novas tecnologias são o que de fato inspiraram a escolha do tema deste trabalho.

A título de exemplificação, idealize uma fábrica de barras de chocolate que se depara com problemas para suprir suas demandas operacionais, e derivada de uma comunicação falha com seus clientes, muitas vezes não consegue atender todos os pedidos no prazo acordado — este cenário, mesmo que não seja baseado em um

exemplo específico real, é a realidade que inúmeras empresas se deparam no cotidiano, certamente em diferentes magnitudes e escalas. O problema atual desta fábrica de chocolate é justamente saber quando realizar seus pedidos aos fornecedores para assim abastecer seus estoques com matéria prima, e saber quando começar a produzir para poder atender as necessidades dos clientes no menor tempo possível. Fato que essas duas questões seriam muito bem esclarecidas se houvesse uma comunicação eficiente entre as partes, entretanto muitas vezes não é trivial como parece, além de também estarem suscetíveis a falhas humanas. Deste modo, é sensato imaginar que se houvesse algum sistema capaz de conectar as necessidades dos clientes com as necessidades da fábrica e as necessidades dos fornecedores, e assim por diante, os processos teriam um timing de produção mais preciso. Neste cenário, se evidencia a necessidade de um sistema que possa integrar todas estas questões, estamos falando do IoT (Figura 1).

Figura 1: IoT



Fonte: www.tibco.com

Na Figura 1, tem se uma clara ilustração do que se trata a IoT, sendo resumidamente a conectividade dos dispositivos à internet e entre eles, proporcionando assim uma comunicação entre eles e assim tornando factível, por exemplo, um aprimoramento no fluxo de informações entre 3 partes distintas

(cliente, produtor e fornecedor) — podendo ser tão grandes em número de conexões quanto necessário — que pode proporcionar uma maior eficiência nos processos produtivos, no atendimento de demandas e também no gerenciamento de estoques. Agora pensando especificamente no âmbito fabril, podemos expandir os impactos positivos a inúmeros ganhos de eficiência que uma linha de produção poderia ter caso todas as máquinas e postos de trabalho fossem conectados em um único sistema que possibilita a coordenação da produção como um todo, reduzindo o Lead Time e assim aumentando sua produtividade.

Em um cenário ideal, não seria mais necessário o cliente (um mercado, por exemplo, seguindo o nosso exemplo da fábrica de chocolate) fazer um pedido à fábrica, ou ao menos verificar seu estoque de barras de chocolate, pois seu sistema de controle de estoque interno irá automaticamente identificar quando o estoque de barras de chocolate estiver próximo de atingir um nível específico pré-determinado. Ao tempo em que os níveis de estoque vão sendo reduzidos no mercado, a informação está sendo passada para a fábrica em tempo real, possibilitando assim um processo análogo na fábrica para fazer um mapeamento de seus insumos de produção, enviando os mesmo ao seu fornecedor em tempo real. Desta forma ao passo que o estoque do mercado é reduzido, o sistema fabril avalia a necessidade de abastecimento com novos insumos para assim poder suprir as necessidades dos clientes com um Perfect Timing, ou seja, a fábrica terá seus estoques matéria prima abastecidos para poder fabricar seus produtos atendendo as demandas dos clientes, fazendo com que as barras de chocolate cheguem ao mercado antes que os estoques atinjam níveis críticos. Toda operação era realizada com bastante automação nos últimos anos, entretanto os processos não eram de fato otimizados — assim como discutido no Abstract as empresas que não se reinventarem, com o tempo, irão se tornar obsoletas e com isso perderão competitividade ficando fadadas ao fracasso.

Com isso, valida-se a motivação para o estudo da Indústria 4.0 como objeto do presente Trabalho de Formatura. O tema é bastante atual e relevante, acompanhado de diversos tópicos que serão analisados para obter uma melhor compreensão do que engloba de fato a Indústria 4.0, auxiliando na avaliação do grau de maturidade industrial de duas empresas ao final do trabalho.

1.2 CONTEXTUALIZAÇÃO

Nesta seção será contextualizado brevemente a história e os avanços que contribuíram em cada uma das Revoluções Industriais, caminhando assim para a conhecida 4ª Revolução Industrial.

1.2.1 1ª REVOLUÇÃO INDUSTRIAL

Há 263 anos atrás estava acontecendo na Europa, mais especificamente na Grã-Bretanha, um movimento que seria o primeiro passo para uma mudança na vida de todos, a 1ª Revolução Industrial, que perdurou até meados de 1850. Esta primeira fase da evolução dos processos de fabricação ficou marcada pelo surgimento das fábricas, a transição do feudalismo para o atual modelo econômico, o capitalismo, além também de marcar as mudanças dos métodos de produção manuais para o início da produção mecanizada (Beduka, 2020) (Figura 2). Suas principais características dizem respeito à utilização do ferro, carvão e a energia derivada do vapor. A priori, a grande maioria dos processos produtivos eram realizados por artesãos, mulheres, homens e crianças, de forma manual demandando bastante tempo para sua conclusão. Agora, com a revolução, estes mesmos processos passaram a ser exercidos em fábricas estruturadas e dimensionadas para o desenvolvimento de um processo mais eficiente. Com isso também, os trabalhadores passaram a exercer os trabalhos divididos por etapas de produção, ou seja, se iniciou a divisão dos trabalhadores em postos de trabalhos específicos com atividades repetitivas, aumentando o fluxo de produção e também caminhando para uma futura padronização dos produtos — antes, no feudalismo, era bastante comum observar trabalhadores executando todas as etapas de produção, desde a seleção de matérias primas até a comercialização do produto acabado.

Figura 2: Transição da 1ª Revolução Industrial

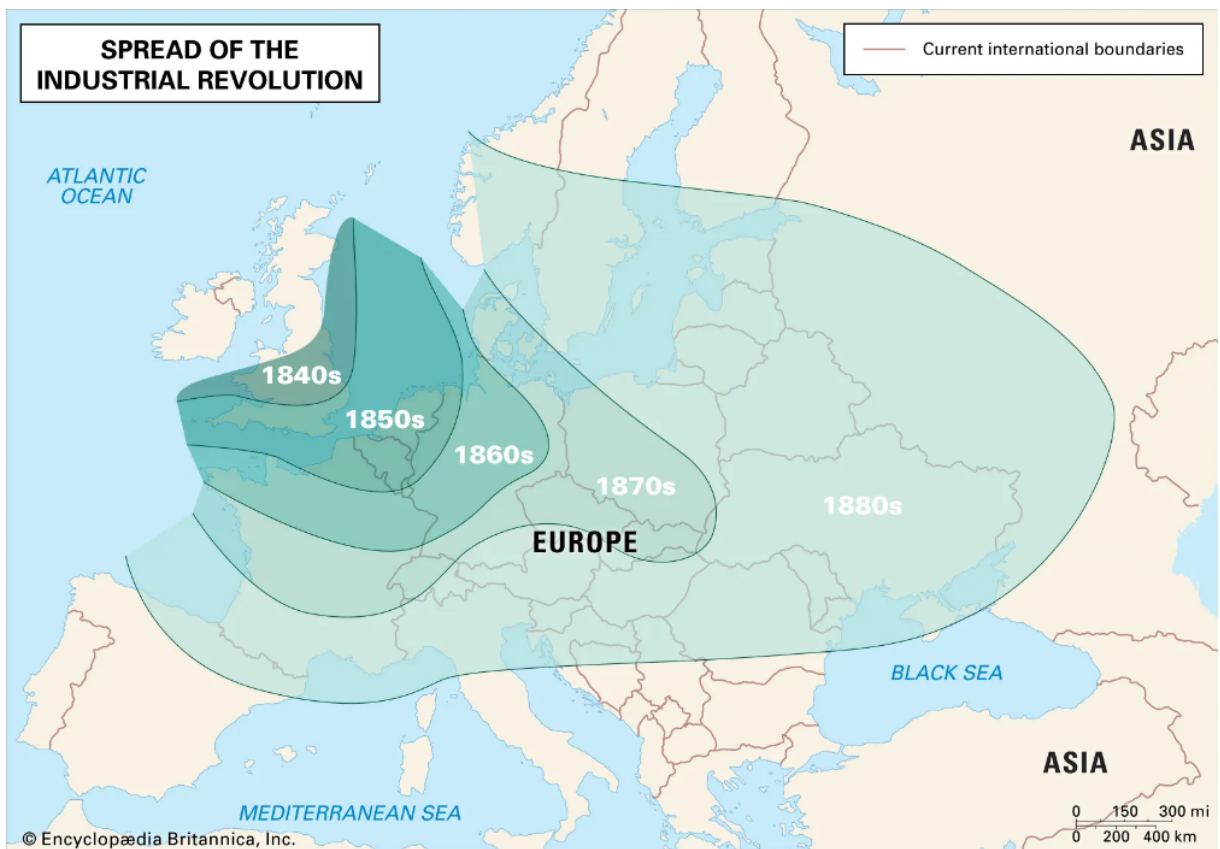


Fonte: www.beduka.com

1.2.2 2ª REVOLUÇÃO INDUSTRIAL

A segunda fase do processo revolucionário teve seu início em meados de 1850, perdurando até o fim da 2ª Guerra Mundial em 1945. Por alguns anos a atual Inglaterra conseguiu conter os avanços tecnológicos dentro de suas fronteiras, porém em meados de 1850 os avanços começaram a penetrar no território europeu continental (Britannica, 1998) (Figura 3), sendo a Bélgica o primeiro país do continente a observar uma transformação econômica. Nesta segunda fase houve também um aprimoramento das técnicas produtivas utilizadas anteriormente, juntamente da inserção de novos meios de produção. Se na 1ª Revolução Industrial os grandes protagonistas foram o ferro, carvão e energia a vapor, desta vez são o aço, eletricidade e petróleo, introduzindo assim um sistema totalmente inovador e contemporâneo para a época. Juntamente com as tecnologias que foram desenvolvidas ao longo do tempo foi viabilizada uma produção em massa similar a que se tem nos dias atuais, além da inicialização do processo de automatização dos postos de trabalho (Brasil Escola, 2019) (Figura 4) — importante pontuar também o surgimento de indústrias elétricas e químicas nessa segunda fase evolutiva.

Figura 3: Difusão da Revolução Industrial ao longo dos anos



Fonte: www.britannica.com

Dando continuidade ao processo iniciado em 1760, as fábricas começaram a analisar com mais cautela a questão da otimização do trabalho, almejando diminuir os custos de produção e o Lead Time, e com isso foram desenvolvidos alguns modelos que ficaram bastante famosos e difundidos por todo o globo, o Taylorismo e o Fordismo.

Figura 4: Segunda Revolução Industrial



Fonte: www.brasilecola.uol.com.br

Juntamente com todos os benefícios que acompanharam esta nova fase, também se deve contabilizar os impactos socioeconômicos. Com o estabelecimento da produção em massa houve o surgimento de monopólios de mercado por grandes empresas, causando assim uma concentração de capital e impulsionando a constante desvalorização de mão de obra humana desqualificada. Outro ponto bastante evidente foi a intensificação do êxodo rural, devido ao fato dos trabalhadores do campo passarem a serem trocados por máquinas, começando assim a se dirigir para a cidade em busca de novas oportunidades, aumentando o número da população urbana exponencialmente. Houve também o início do processo de urbanização, e com ele o inchaço urbano além do esperado, causando a marginalização de pessoas em situações de vulnerabilidade social.

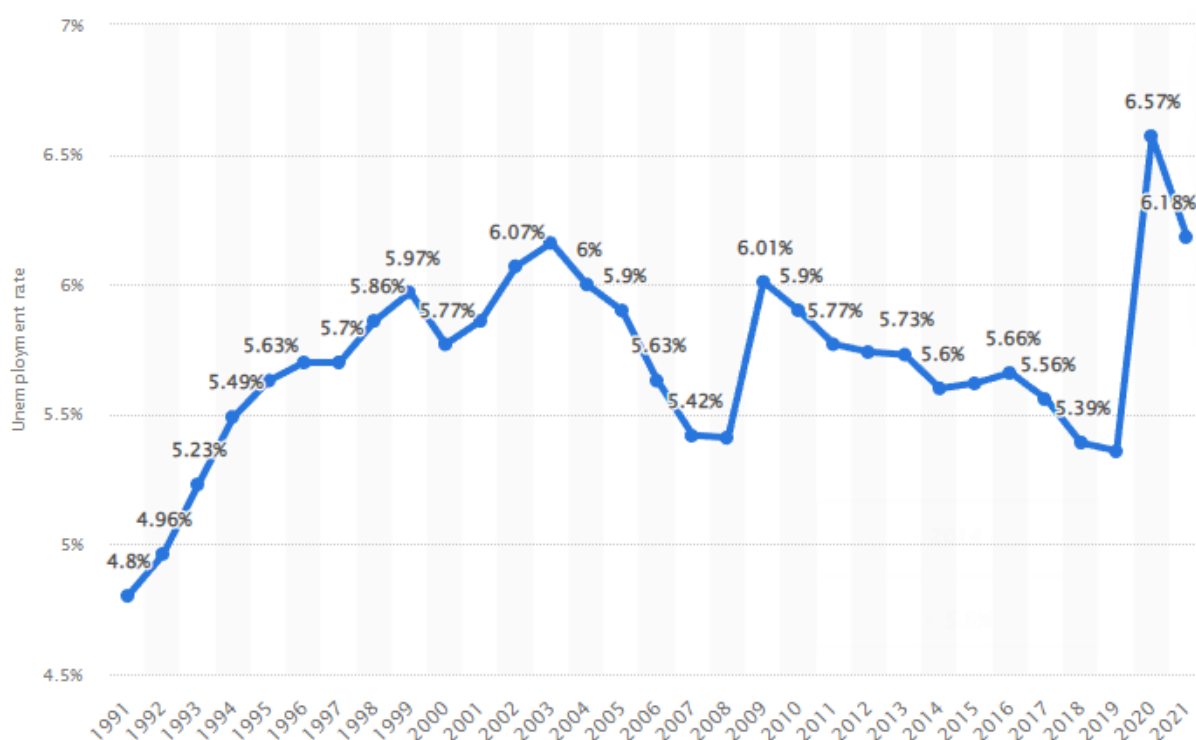
1.2.3 3ª REVOLUÇÃO INDUSTRIAL

Recentemente, em meados de 1950, houve a 3ª Revolução Industrial (ou Revolução Técnico-Científica-Informacional). Esta se iniciou após o término da

Segunda Guerra Mundial, seguida por diversos avanços científicos desenvolvidos em grande parte no período entre guerras — a 3ª Revolução Industrial se encarregou de integrar a ciência com os processos produtivos. Os principais destaques desta 3ª fase foram a robótica, genética, informática e telecomunicações.

As mudanças em decorrência desta nova fase foram tantas que não se resumem apenas em novas máquinas e processos mais eficientes (Britannica, 1998). De fato, estes são um dos principais objetivos da evolução na indústria, mas neste caso em específico houve uma mudança nas dinâmicas sociais e profissionais muito mais intensa do que na Segunda Revolução Industrial. Desta vez, mais do que nas outras, a mão de obra qualificada e especializada passou a ser muito mais valorizada do que antes, tornando-se a liderança em todas as etapas produtivas e de gestão. Com a introdução dos robôs nas fábricas, a organização das estruturas passaram a ser mais complexas e a necessidade de mão de obra não especializada começou a ser cada vez mais dispensável. Os robôs possibilitaram um aumento circunstancial na produtividade e padronização dos produtos, juntamente de uma diminuição de custos de produção — um robô pode trabalhar ininterruptamente com perfeita execução. Fato que em todo período de transição há mudanças positivas e negativas, e desta vez não foi diferente, tanto que pode se observar um aumento moderado nos níveis de desemprego (Gráfico 1) — dados baseados nas pesquisas realizadas pelo Statista. Também é notável o encurtamento das distâncias e do tempo com os avanços da telecomunicação. Pontuar os ganhos à sociedade se torna uma tarefa árdua pois as implicações desses avanços tecnológicos vão muito além das indústrias, entretanto inegavelmente o maior ganho para a sociedade em todas as possíveis vertentes foi o desenvolvimento da internet, que por sua vez nos últimos anos abriu espaço para a nova revolução, a chamada Indústria 4.0 (4ª Revolução Industrial).

Gráfico 1: Taxa de desemprego global de 1991 a 2021



Fonte: www.statista.com

1.3 OBJETIVOS

Como comentado brevemente no resumo, o objetivo do presente trabalho é revisar os principais tópicos que compõem a Indústria 4.0 e realizar uma avaliação do grau de maturidade de 2 empresas — com a base adquirida a partir da revisão da literatura será possível compreender melhor o questionário a ser utilizado na avaliação. Esta avaliação irá situar a empresa na linha evolutiva da Indústria 4.0, e com isso nortear o foco dos esforços da empresa para que a mesma se integre à Indústria 4.0.

1.4 METODOLOGIA E ESTRUTURA

Para a conclusão deste objetivo, o presente trabalho será desenvolvido mediante a uma contextualização, feita no item 1.2, para situar a origem do tema, uma Revisão da Literatura no item 2 abordando os principais temas e conceitos pertinentes dentro do propósito do trabalho para a compreensão do que é de fato a Indústria 4.0, a avaliação do grau de maturidade de duas empresas baseado em um

modelo adaptado pelo Senai 4.0 nos itens 3 e 4, e por fim a discussão das conclusões do trabalho no item 5. Importante frisar que a estrutura do trabalho é composta pela introdução, o levantamento de insumos teóricos com base em pesquisas literárias, a realização de uma pesquisa com duas empresas e a conclusão do trabalho.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Nesta seção será desenvolvida uma revisão narrativa sobre alguns tópicos essenciais para a compreensão da Indústria 4.0 e suas implicações.

2.1 IoT

Internet das Coisas (do inglês Internet of Things, IoT) é um dos tópicos mais amplos do tema que tem a capacidade de agrupar em poucas palavras do que se trata a Indústria 4.0. A IoT é o que de fato possibilita que objetos, eletrodomésticos, casas, indústria, pessoas, entre outros, realizem interações com tratamento de dados em tempo real para concluir um ou mais objetivos.

Como pontuado por Goffin e Mitchell (2010) a combinação de 4 elementos específicos — são eles as mudanças nas necessidades por parte dos clientes e no universo profissional, seguidos pela alta competitividade entre as partes e um contínuo avanço tecnológico — contribuem para a criação de uma necessidade, pelas empresas, por inovação para assim poderem permanecer competitivas frente a novos entrantes no mercado. Dados esses 4 elementos temos o cenário perfeito para a evolução à próxima fase dos processos fabris.

O termo IoT como conhecido hoje foi criado pelo londrino Kevin Ashton, um cientista da computação que utilizou o termo publicamente pela primeira vez em 1999 em uma palestra concedida na empresa em que trabalha, P&G. Para Ashton a IoT surgiu a partir da ideia de possibilitar que os computadores adquirirem informações a partir de dados compilados sem nenhuma intervenção humana. Ashton acreditava que com o decorrer dos anos a limitação de tempo de cada indivíduo e suas rotinas acabariam forçando os mesmo a buscarem se conectar à internet de outras maneiras, e de fato suas crenças se concretizaram. Mas esta ideia de conectar os objetos é mais antiga e remete aos anos 1991 durante a popularização da conexão TCP/IP (do inglês Transmission Control Protocol/Internet Protocol) e da internet como é conhecida hoje. Concebida pelo americano Bill Joy (co-fundador da Sun Microsystems), essa ideia surgiu como pauta de discussão a respeito da conexão D2D (do inglês Device to Device).

A história da internet pode ser dividida em 3 fases, sendo a primeira delas uma rede de computadores conectados conhecida como ARPANet (do inglês Advanced

Research Projects Agency Network) — a ARPANet, conexão que deu origem à internet, foi um rede experimental financiada pelos militares dos Estados Unidos para o envio seguro de dados sigilosos e a interligação de centros de pesquisas e universidades constituída em 1969 (esta foi a primeira rede a utilizar a computação de pacotes); a segunda fase foi uma evolução da rede de computadores que passou a ser uma rede de pessoas e comunidades; e a terceira fase, a qual estamos vivendo atualmente, é justamente a junção das duas fases anteriores na qual a rede passa a interligar inúmeros tipos de objetos e dispositivos inteligentes para que eles possam interagir entre si e conosco dando lugar à IoT.

O cientista da computação norte americano Mark Weiser, pai da computação ubíqua, afirmou no começo da década de 1980 que “A computação ubíqua é a terceira onda da computação que está apenas começando. Primeiro tivemos os mainframes, compartilhados por várias pessoas. Estamos na era da computação pessoal, com pessoas e máquinas estranhando umas às outras. A seguir vem a computação ubíqua, a era da tecnologia calma, quando a tecnologia recua para o pano de fundo de nossas vidas”. Mark ainda disse: “As tecnologias mais importantes são aquelas que desaparecem. Elas se integram à vida do dia a dia, ao nosso cotidiano, até serem indistinguíveis dele”. Mais recentemente o físico norte americano Michio Kaku afirmou que “computadores poderão estar lendo silenciosamente nossos pensamentos e serão capazes de realizar nossos desejos. Nós poderemos mover objetos apenas com a força da mente. Com o poder da nanotecnologia, poderemos tomar um objeto e transformá-lo em algo diferente. embora coisas assim possam parecer inimaginavelmente avançadas, as sementes dessas tecnologias estão sendo plantadas nesse momento. É a ciência moderna e a tecnologia, e não mágica e encantos, que nos darão esse tipo de poder”.

2.1.1 IIoT

Outro conceito bastante importante se refere a uma aplicação da IoT, a IIoT (do inglês Industrial Internet of Things). A IIoT consiste em uma conexão mais ampla entre as partes de uma fábrica, que podem variar desde pequenos sensores localizados estrategicamente para realizar a captação de informações dos processos, a grandes equipamentos robóticos auto suficientes. Importante frisar que apesar do termo carregar a palavra “Industrial” no início, essa aplicação é bem mais

ampla que somente a indústrias convencionais (como por exemplo uma montadora), se estendendo ao agronegócio, o setor de saúde e assim por diante. Dentre os setores que podem tirar maior proveito da IIoT temos a produção, cadeia de suprimentos, gerenciamento de instalações, saúde e varejo — vale ressaltar que a IIoT é um valioso aliado para negócios que tem sua concepção estabelecida em ambientes digitais, como é o caso do e-commerce por exemplo, onde a IIoT pode automatizar processos de geração de vitrines online e pop-ups que se baseiam no histórico de consultas do cliente para assim lhes apresentar itens que tendem a ser mais aceitos pelo usuário, proporcionando assim uma experiência personalizada. Além disso a IIoT pode ser muito proveitosa para ambientes empresariais nos quais há produção e movimentação de produtos físicos, abrindo assim uma margem para otimizar os processos e redução de custos e tempo de produção.

A seguir serão tratados alguns conceitos de IIoT que mais estão sendo explorados pelas empresas, pontuando também de seus benefícios e contribuições à indústria:

- Gêmeos Digitais: Consiste em reproduzir um ambiente virtual (seja um produto físico, condições climáticas, situações de uso do produto, etc) um ambiente real, onde seja possível realizar simulações e consequentemente previsões dos prováveis comportamentos das variáveis no mundo real. Este é bastante utilizado e vantajoso uma vez que diminui os custos de prototipação e testes antes realizados “na prática”;
- ELD (do inglês *Electronic Logging Device*): Sendo encontrado no computador de bordo dos automóveis, ELD consiste em sensores que leem e monitoram a velocidade do veículo juntamente da frequência de acionamento dos freios. Desta forma o ELD contribui ativamente para a redução do consumo de combustível aumentando significativamente o rendimento do automóvel. Ademais, este também tem a capacidade de reconhecer quando o veículo realiza manobras bruscas, alertando o controlador do sistema;
- Manutenção Preventiva: Sistema atribuído a um equipamento com o intuito de mapear os eventos ocorridos para que posteriormente possam ser comparados com o intuito de prever possíveis complicações futuras no

equipamento. Este sistema propõe além de estipular manutenções pontuais preventivas a falhas, também mitigar as manutenções periódicas desnecessárias nos sistemas, reduzindo assim os custos operacionais;

- RFID: Assim como será tratado mais a fundo posteriormente, o RFID (do inglês Radio Frequency Identification) consiste em um sistema que propõe uma melhora bastante expressiva no armazenamento de dados (como por exemplo: prazo de validade, localização, nome do produto, valor, dimensões, etc) através de tags que podem ser lidas à distância. Tais tags podem ser consideradas uma grande evolução dos tradicionais códigos de barras.

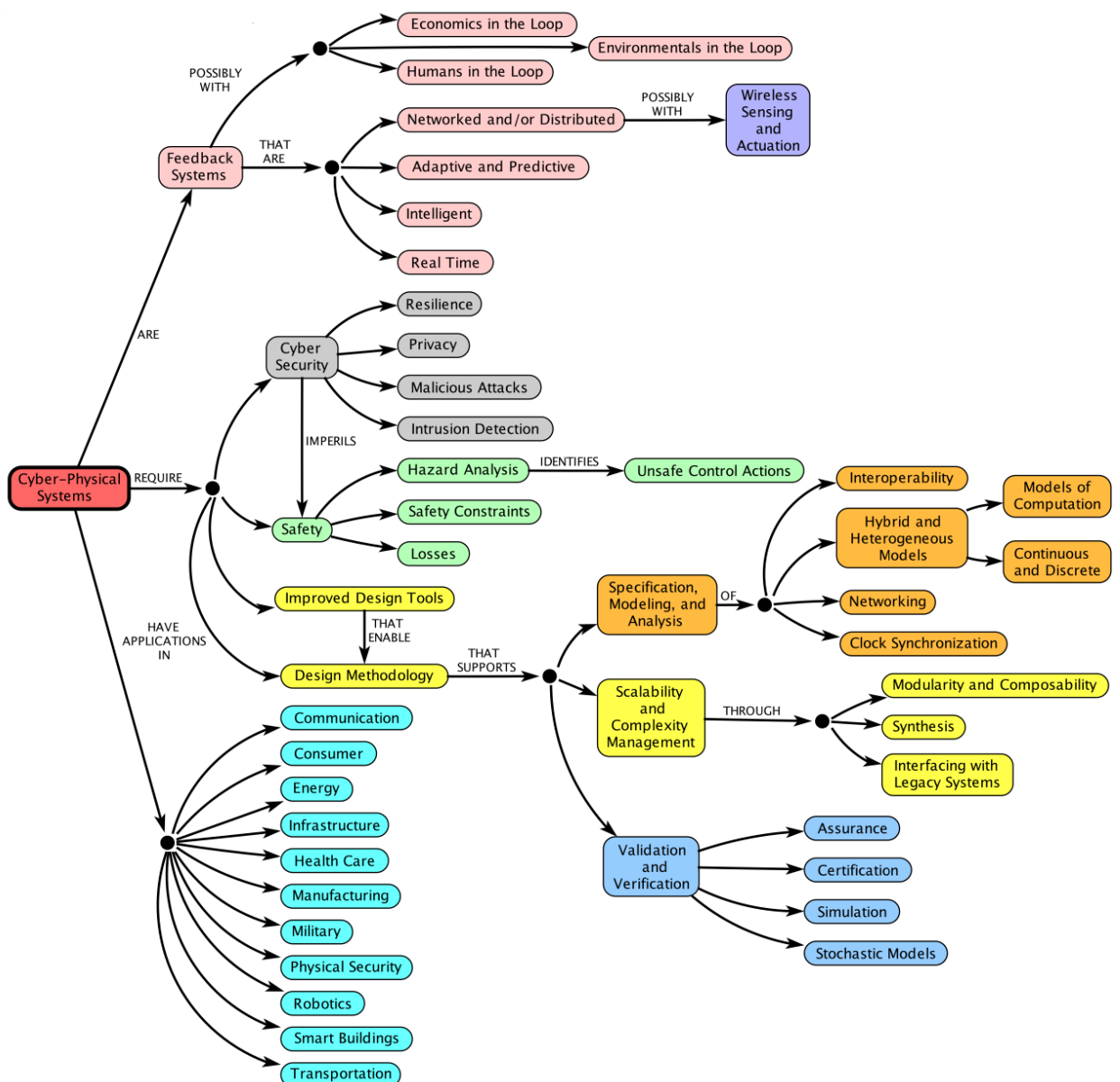
2.2 CPS

O CPS ou Sistema Cyber Físico (do inglês Cyber-Physical Systems), é outro tema bastante evidente no contexto da Indústria 4.0. Assim como se pode observar no tópico acima a respeito da mudança das interações entre homem e máquina que ocorrem com a IoT, o CPS vem alterando as interações entre a computação, a comunicação e o controle por meio de redes e processos físicos, sobretudo em ambiente industrial. O CPS funciona através de sensores conectados que geram informações sobre um certo sistema/máquina, viabilizando o monitoramento dos processos que nele ocorrem. Desta forma é possível a replicação das informações em um ambiente digital que pode fornecer um looping de feedbacks em tempo real, podendo assim serem levantadas hipóteses e conclusões com efeito em ambos lados (físico e digital) — importante frisar que neste contexto partimos da premissa de que todas as informações tratadas são seguras.

Este sistema tem como resultado a melhora nas comunicações em uma indústria, possibilitando assim que as operações sejam otimizadas e diversas outras formas de modelação se tornam factíveis. As aplicações de CPS nas mais diversas indústrias (Figura 5) são problemas de complexidade média/alta, que se tornam muito mais maleáveis pela integração dos sistemas, como por exemplo é o caso do aplicativo de rotas baseado na geolocalização, Waze. O Waze, por exemplo, é um aplicativo que tem como produto final a elaboração de rotas entre quaisquer dois pontos A e B com a melhor relação entre tempo versus distância. O sistema do aplicativo funciona com um mapa digitalizado que espelha o mundo real e replicar

todos os pontos de interesse (como por exemplo, blitz, semáforos com câmera, radares, carros parados, acidentes, etc) — também são adicionadas informações adicionais para construção do cenário, como por exemplo o tráfego. Com estas informações é possível traçar uma rota com o menor tempo possível entre os pontos A e B. Este sistema, do modo que foi apresentado até o momento, já é bastante completo, mas o adicional que torna o sistema o mais auto suficiente possível é justamente a integração entre o celular de cada cliente e a base de dados, que desta forma é possível realizar a leitura em tempo real dos dados, trazendo assim como output para o usuário a melhor rota possível atualizada constantemente.

Figura 5: Aplicabilidade do CPS













Fonte: <https://ptolemy.berkeley.edu/projects/cps/>

2.3 RFID

O RFID consiste na utilização da tecnologia de radiofrequência para a leitura de dados através das etiquetas RFID (objeto de pequeno porte que contém um chip feito de silicone, podendo ser acoplado a outro objeto ou em uma pessoa), estando bastante presentes em nosso dia-a-dia — como por exemplo nos pagamentos via carteira eletrônicas pelos celulares, os pagamentos de pedágio via tag, controle de estoque, etc. A proposta do RFID é justamente facilitar o rastreamento e transmissão de dados, sobretudo nos controle de estoque, vindo assim a passar como uma alternativa mais poderosa frente ao código de barras.

O funcionamento do RFID é bastante intuitivo e consistem de 3 componentes: uma antena que fica localizada em local estratégico no armazém ou loja para maximizar seu alcance em todas as direções do edifício; um transceiver no qual é utilizado para transmitir e receber informações; um transponder que no caso é a tag RFID acoplada ao produto que armazenará as informações — apesar de haver diversas variações nos modelos de RFID, temos 2 tipos (Quadro 1) que são considerados os mais comuns, o ativo e o passivo, sendo o ativo uma tag que constem sua própria fonte de energia e que pode ter suas informações coletadas dentro de um raio de aproximadamente 100 metros (estes tipos de tags são bastante utilizados em empresas nas quais a localização física do produto é essencial para o aprimoramento da cadeia logística, e em galpões de dimensões expressivas), e o passivo sendo uma tag que não possui um fornecimento próprio de energia, ou seja, ela é carregada eletromagneticamente pelo leitor num raio de aproximadamente 25 metros (estas são um pouco menos sofisticadas e podem ser até introduzidas no produto sem danificá-lo, o que proporciona um custo menor e assim as tornam mais adequadas em situações nas quais as tags não serão reutilizadas). A seguir temos duas ilustrações de como se dá a dinâmica de funcionamento do sistema RFID no Quadro 2 e na Figura 6.

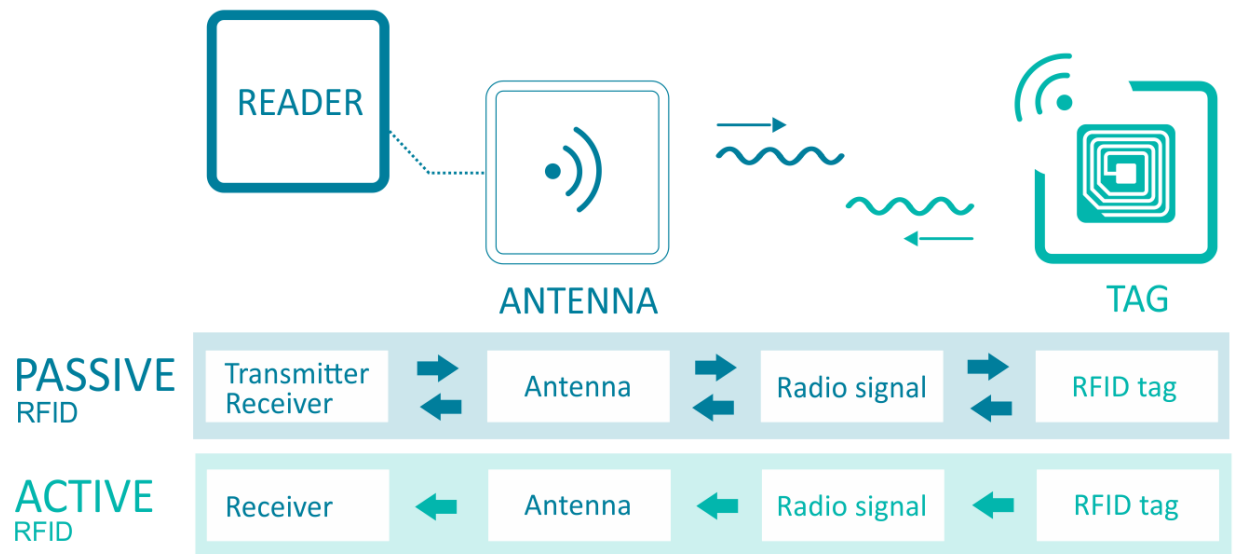
Quadro 1: Comparação entre RFID Ativo X Passivo

<div> <div>ACTIVE</div> <div>VS</div> <div>PASSIVE</div> </div> <div>RFID</div> <div>RFID</div>		
433 MHz and 2.45 GHz	FREQUENCY 	860 - 960 MHz
150 Meters	READ RANGE 	15 Meters
Typically, \$20 to \$50	COST 	Less than \$1 per tag
Smaller than a Smartphone	TAG SIZE 	Smaller than a business card
Medium to Very Large	ASSET SIZE 	Very Small to Very Large
Oil, Gas, Construction, Mining	INDUSTRY 	Healthcare, Manufacturing, Retail
Outdoor Applications	LOCATION 	Indoor/Outdoor Applications
Screws, Rivets, Zip Ties, Welding	ATTACHMENT METHOD 	Adhesives, Epoxy, Zip Tie, Welding, Hanging
Internal Battery	POWER 	Powered by RF Waves
Batteries last 3-5 years and typically can't be changed	PAIN POINT 	Less effective around water and metal



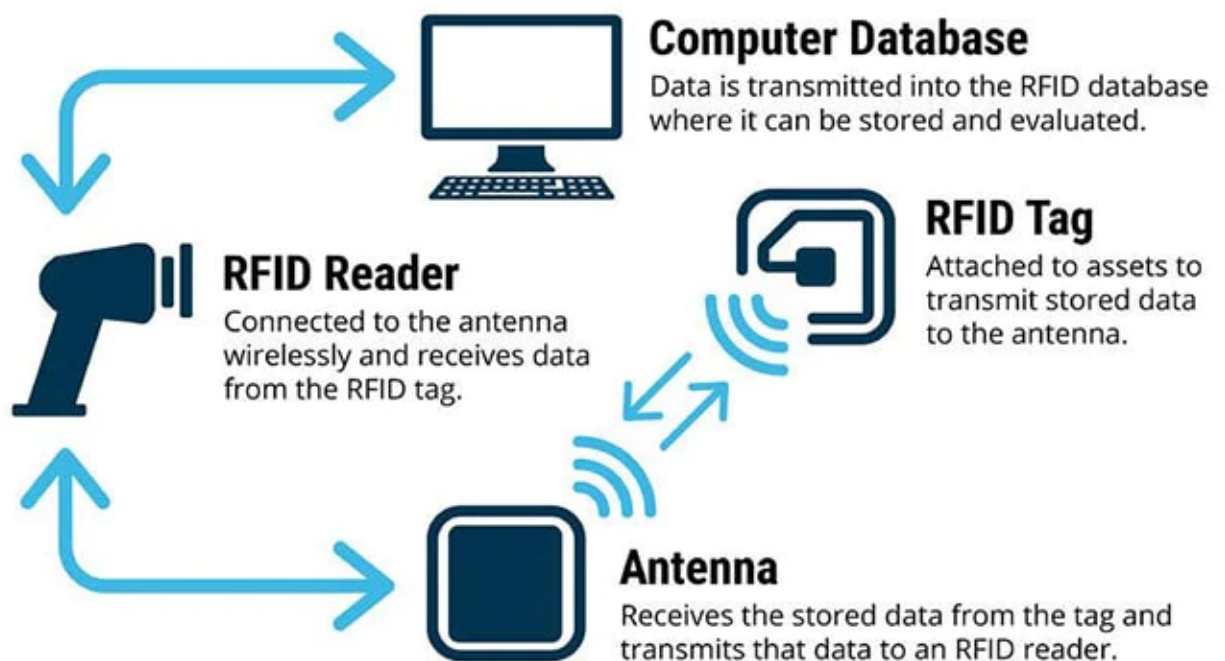
Fonte: <https://www.atlasrfidstore.com/rfid-insider/active-rfid-vs-passive-rfid>

Quadro 2: Fluxo de dados no RFID Passivo X Ativo



Fonte: <https://www.aucxis.com/en/rfid/rfid-technology>

Figura 6: Dinâmica do RFID



Fonte: <https://www.shopify.com/retail/rfid-technology>

Dentre os aspectos que diferenciam o RFID do convencional código de barras está principalmente o número de informações que é possível armazenar neles. No caso do código de barras temos que as únicas informações gravadas normalmente são o valor do produto e seu respectivo nome, já nas etiquetas RFID é possível armazenar muito mais informações, como por exemplo seu prazo de validade (o que auxilia no gerenciamento de estoques para que produtos próximos à validade possam ser postos para venda antes daqueles com prazo maior), sua localização no armazém ou loja), suas dimensões, e diversas outras informações, sem contar que estas etiquetas podem assumir diversas formas possíveis. Contudo nota-se que o RFID normalmente é escolhido para ser utilizado em produtos de maior valor agregado por ser uma tecnologia mais cara que a convencional. Conclui-se que o RFID é mais eficiente por proporcionar a leitura de múltiplos código ao mesmo tempo, ter uma durabilidade e resistência maior podendo ser exposto às mudanças climáticas sem prejuízo ao seu funcionamento, e além de tudo é ser mais seguro — uma vez que as tags podem ser encriptadas de modo que apenas um leitor específico seja capaz de fazer a leitura das informações.

Esta tecnologia surgiu durante a Segunda Guerra Mundial com a necessidade da Marinha e do Exército diferenciarem os alvos inimigos presentes no radar dos pontos aliados. A tecnologia utilizada até então, os radares convencionais, tinha a capacidade de identificar os aviões que estavam dentro do perímetro, entretanto não era possível dizer quais eram aliados ou hostis. Mais tarde em 1937, o laboratório de pesquisa naval norte americano em colaboração do exército britânico desenvolveram o Identification Friend-or-Foe, possibilitando assim a diferenciação das aeronaves aliadas das inimigas, dando assim uma partida no desenvolvimento do atualmente conhecido RFID — este sistema foi descoberto pelo físico francês Robert Alexander Watson-Watt.

2.3.1 RFID NA LOGÍSTICA E CONTROLE DE ESTOQUE

Uma das maiores preocupações em todas as indústrias reside no armazenamento de seus produtos, mais especificamente na gestão de estoques e logística — geri-los de maneira eficiente é essencial para que não haja perdas desnecessárias e sejam economizados tempo e recursos. Com o RFID é possível armazenar diversas informações nas tags que podem ser transmitidas entre si

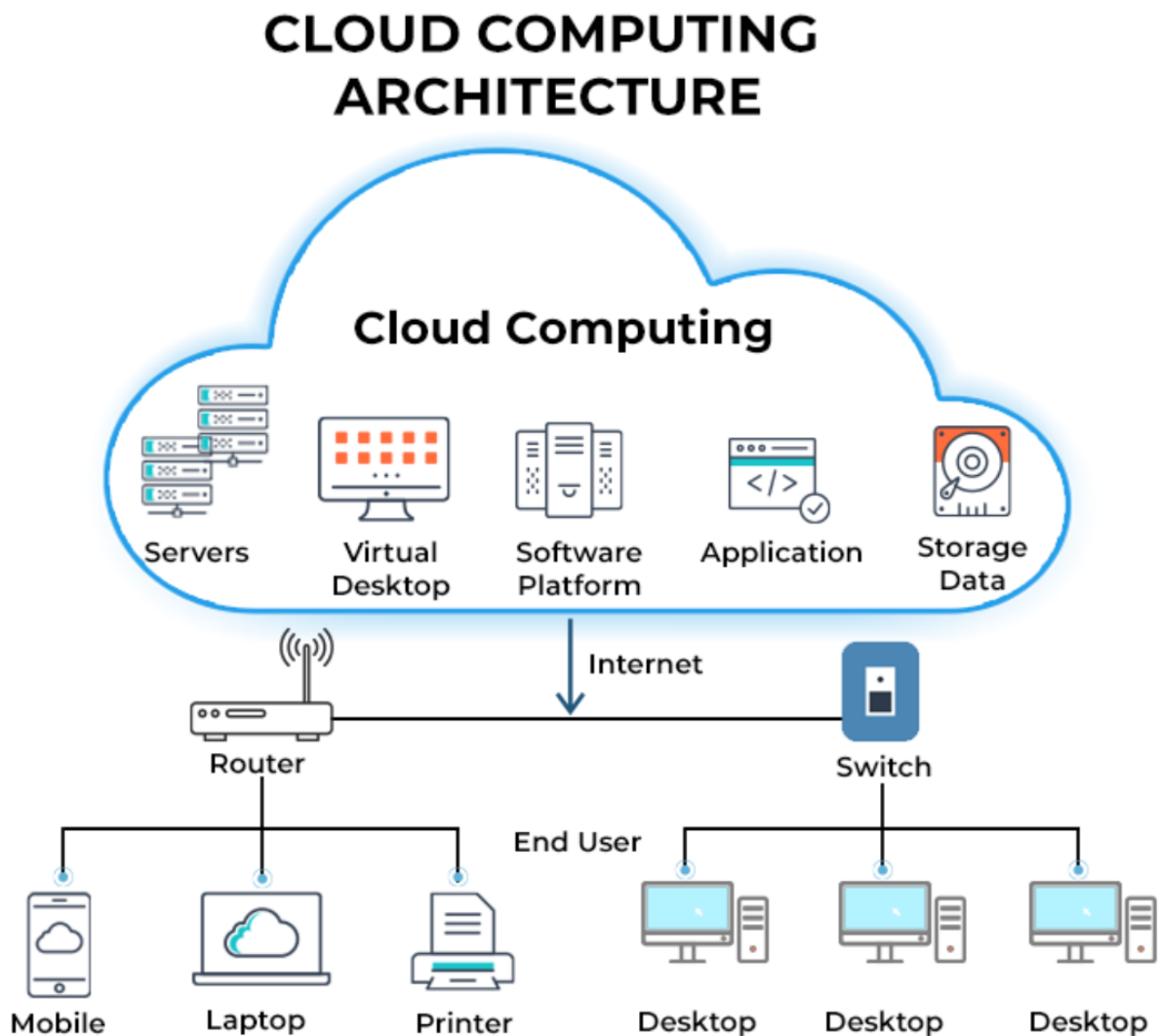
devido às antenas e receptores que a compõem. O objetivo no contexto é que informações como validade, preço, data de fabricação e código de barras sejam mais fáceis de serem acessadas, e assim, a aplicação de métodos de controle de estoque fica mais eficiente — tais como LIFO (do inglês Last In First Out) e FIFO (do inglês First In First Out). Assim podemos minimizar as perdas de estoque, facilitar a alocação de cada produto e também sua localização.

2.4 CLOUD COMPUTING

Com sua existência datada desde a década de 1950, o conceito de computação em nuvem (do inglês Cloud Computing) surgiu a partir de dois grandes nomes da área, os americanos John McCarthy e Joseph Carl Robnett Licklider (IPM Sistemas, 2020). Para John a pauta surgiu com discussões a respeito do uso de um mesmo computador por mais de 1 usuário ao mesmo tempo, conceito que posteriormente ficou conhecido como Utility Computing. Anos depois, McCarthy — conhecido como pai da inteligência e criador da linguagem de programação Lisp — ao estudar novas formas de múltiplos usuários interagirem com o computador com o objetivo de proporcionar a conexão a partir de qualquer lugar a qualquer momento em uma mesma máquina, ele participou do desenvolvimento da ARPANET que foi um dos primeiros passos em direção da IoT.

Desta forma, em síntese o Cloud Computing é uma tecnologia na qual é possibilitado o acesso e a troca de informações a distância em um único sistema, computador, software, banco de dados e muitos outros, por meio da internet (Salesforce, 2022) (Figura 7). Para isso, o sistema se utiliza de uma camada da internet para proporcionar esta comunicação entre diversos dispositivos. Assim temos os principais benefícios desse sistema como: a segurança, a equidade entre os usuário e o acesso facilitado a informações.

Figura 7: Arquitetura do Cloud Computing



Fonte: <https://www.spiceworks.com/tech/cloud/articles/what-is-cloud-computing/>

A medida que o Cloud Computing cresce e ganha notoriedade, foram desenvolvidos diferentes modelos e aplicações com o objetivo de suprir demandas específicas. Para isso, cada modelo desenvolvido conta com diferentes níveis de controle, flexibilidade e administração do sistema. Existem 3 tipos principais de Cloud Computing: o software como um serviço (do inglês Software as a Service, SaaS), a plataforma como um serviço (do inglês Platform as a Service, PaaS), e a infraestrutura como um serviço (do inglês Infrastructure as a Service, IaaS), sendo:

- SaaS: “o Software como Serviço fornece a você um produto concluído que é executado e gerenciado pelo provedor de serviços. Na maioria dos casos, as pessoas que se referem a Software como Serviço estão se referindo a

aplicativos do usuário final. Com uma oferta SaaS, você não precisa pensar em como o serviço é mantido ou como a infraestrutura subjacente é gerenciada; você só precisa pensar em como usará esse software específico. Um exemplo comum de um aplicativo SaaS é o e-mail baseado na web, onde você pode enviar e receber e-mails sem ter que gerenciar adições de recursos ao produto de e-mail ou manter os servidores e sistemas operacionais nos quais o programa de e-mail está sendo executado”, segundo a Amazon;

- *PaaS: “as plataformas como serviço removem a necessidade de as organizações gerenciarem a infraestrutura subjacente (geralmente hardware e sistemas operacionais) e permitem que você se concentre na implantação e no gerenciamento de seus aplicativos. Isso ajuda você a ser mais eficiente, pois não precisa se preocupar com a aquisição de recursos, planejamento de capacidade, manutenção de software, patches ou qualquer outro trabalho pesado indiferenciado envolvido na execução do seu aplicativo”, segundo a Amazon;*
- *IaaS: “contém os blocos de construção básicos para TI em nuvem e normalmente fornece acesso a recursos de rede, computadores (virtuais ou em hardware dedicado) e espaço de armazenamento de dados. A Infraestrutura como Serviço fornece o mais alto nível de flexibilidade e controle de gerenciamento sobre seus recursos de TI e é mais semelhante aos recursos de TI existentes com os quais muitos departamentos e desenvolvedores de TI estão familiarizados hoje”, segundo a Amazon.*

Destes ainda existem 3 modelos de implantação do Cloud Computing: nuvem (do inglês Cloud), híbrido (do inglês Hybrid), e local (do inglês On-premises), sendo:

- *Cloud: “um aplicativo baseado em nuvem é totalmente implantado na nuvem e todas as partes do aplicativo são executadas na nuvem. Os aplicativos na nuvem foram criados na nuvem ou foram migrados de uma infraestrutura existente para aproveitar os benefícios da computação em nuvem. Os aplicativos baseados em nuvem podem ser construídos em peças de*

infraestrutura de baixo nível ou podem usar serviços de nível superior que fornecem abstração dos requisitos de gerenciamento, arquitetura e dimensionamento da infraestrutura principal”, segundo a Amazon;

- *Hybrid: “uma implantação híbrida é uma maneira de conectar infraestrutura e aplicativos entre recursos baseados em nuvem e recursos existentes que não estão localizados na nuvem. O método mais comum de implantação híbrida é entre a nuvem e a infraestrutura local existente para estender e expandir a infraestrutura de uma organização para a nuvem enquanto conecta recursos de nuvem ao sistema interno”, segundo a Amazon;*
- *On-premises: “implantar recursos no local, usando ferramentas de virtualização e gerenciamento de recursos, às vezes é chamado de “nuvem privada”. A implantação local não fornece muitos dos benefícios da computação em nuvem, mas às vezes é procurada por sua capacidade de fornecer recursos. Na maioria dos casos, esse modelo de implantação é o mesmo que a infraestrutura de TI legado, enquanto usa tecnologias de gerenciamento e virtualização de aplicativos para tentar aumentar a utilização de recursos”, segundo a Amazon.*

2.5 BIG DATA

O conceito de Megadados (do inglês Big Data) surgiu na década de 1990 para dar nome ao que até então eram conjuntos de dados desordenados com crescimento exponencial. *“Big Data refere-se a conjuntos de dados cujo tamanho, complexidade e velocidade de crescimento dificultam sua captura, gerenciamento, processamento ou análise com ferramentas convencionais”* Véliz et al. (2019). A título de contextualização, é de conhecimento público que aproximadamente 90% dos dados no mundo foram gerados nos últimos anos, sendo que aproximadamente 2,5 quintilhões de novos dados são gerados diariamente (Business Softwares Alliance, 2015). Nos dias atuais a velocidade com a qual a geração de dados ocorre é tamanha que se faz indispensável a necessidade de ferramenta para tratá-los da forma mais eficiente, e com isso possibilitar a produção de análises de dados em

larga escala. Inicialmente o conceito de Big Data foi definido por Doug Lane (2000) em 3 V's (volume variedade e velocidade), sendo eles:

- Volume: Relacionado com a quantidade e velocidade de geração de dados diária. Antes do Boom da Internet (década de 1990) estima-se que apenas $\frac{1}{4}$ (um quarto) dos dados eram digitais, visto que na época grande parte do armazenamento de dados era feito de forma física, tanto devido à tecnologia da época quanto a forma pela qual estes dados eram gerados e distribuídos (em sua maioria de forma física). Ao passo que o acesso à internet começou a ser difundido o tornando mais acessível ao público, e a digitalização de diversos materiais ocorre na transição do físico para o digital, estima-se que esta porcentagem passou para 98%;
- Variedade: Este se refere à crescente quantidade de sources dos mais variados possíveis que dispões os dados no mercado. Com este grande crescimento de fontes, uma tarefa que se torna cada vez mais complexa é a localização e seleção de fontes confiáveis de dados. Além da variedade das fontes de dados, há também a variedade dos formatos e tipos no qual se encontram estes dados, o que explicita um dos maiores desafios do Big Data, o gerenciamento do tratamento de tantos dados de diferentes fontes ao mesmo tempo. Esta variedade de informações é definida da seguinte forma (Jewell, Dave et al):
 - Dados estruturados: São os dados que estão armazenados em bancos de dados ordenadamente sequenciados em tabelas — estes possuem estruturas bem definidas (tais como categorias, subcategorias, localizações, clusters, definições, etc);
 - Dados semi-estruturados: São os dados que apesar de possuírem padrões heterogêneos ainda sim são encontrados com diversos padrões, o que lhes torna difíceis de serem identificados (os padrões);
 - Dados não estruturados: São mais complexos para serem analisados pois não possuem nenhum, ou possuem pouco padrão de

organização, podendo serem encontrados em diversas fontes — tais como documentos escritos, códigos binários, imagens, áudios, etc — e assim faz-se necessária a intervenção humana para tratá-los.

- **Velocidade:** Este se refere a velocidade do tratamento destes dados em tempo hábil. Como todos estes dados gerados em tempo real, torna-se imprescindível conseguir tratá-lo e interpretá-lo com o menor delay possível, idealmente se aproximando de um tratamento em tempo real, para que a tomada de decisão possa ser tão assertiva e rápida a ponto de se antecipar a movimentos de mercados e tentar “prever” os próximos eventos.

Mais tarde o conceito dos 3 V's inicialmente proposto por Doug Lane foi aprimorado para 5 V's, sendo os 2 V's adicionais a Veracidade e o Valor:

- **Veracidade:** É o ponto mais importante quando pensamos em analisar um dado, pois se a informação estiver errada ou corrompida de nada vale qualquer trabalho com estas informações. A veracidade se relaciona com a necessidade de garantir não somente que a fonte dos dados é confiável mas também que os dados são verídicos e estão corretos — segundo a IBM (International Business Machine Corporation) 1 em cada 3 líderes não confiam nos dados que recebem. Os conceitos de Velocidade e Veracidade se conversam bastante no sentido da necessidade de analisar os dados em tempo real, o que se traduzir em dados que condizem com a realidade do momento quem que são analisados, pois dados do passado não podem ser tomados como verídicos para uma análise em um momento posterior. *“A verificação dos dados coletados para adequação e relevância ao propósito da análise é um ponto chave para se obter dados que agreguem valor ao processo.”* (HURWITZ, NUGENT, HALPER & MARCIA KAUFMAN, 2016);
- **Valor:** Diz respeito ao que se pode extrair com tais dados, qual o seu valor como informação – o qual útil é a informação obtida com tal dado, pois se ela não possuir valor todo o trabalho para extraí-la e interpretar foi uma alocação de recursos e esforços em vão.

“É necessário estar focado para a orientação do negócio, o valor que a coleta e análise dos dados trará para o negócio. Não é viável realizar todo o processo de Big Data se não se tem questionamentos que ajudem o negócio de modo realístico. Da mesma forma é importante estar atento aos custos envolvidos nessa operação, o valor agregado de todo esse trabalho desenvolvido, coleta, armazenamento e análise de todos esses dados têm que compensar os custos financeiros envolvidos.” (Taurion, Cezar, 2013). *“Quanto maior a riqueza de dados, mais importante é saber realizar as perguntas certas no início de todo processo de análise.”* (Brown, Eric 2014).

2.5.1 ANÁLISE DE DADOS

A análise de dados é um braço fundamental do Big Data pois em sua essência tudo gira em torno da análise — como fazer, porque fazer e como utilizar os resultados obtidos, sendo assim a principal etapa do Big Data. Um processo de análise de dados pode ser tão complexo e extenso quanto possível, contemplando etapas como a elaboração de premissas que possibilitem a decodificação, inspeção contínua dos dados obtidos em cada etapa da análise, identificação de padrões que auxiliem na análise, etc. O mundo como um todo é composto de diversos padrões, e identificando estes padrões é possível monitorar qualquer desvio do esperado e com isso se antecipar para novas tendências de mercado, por exemplo. *“A análise de Big Data é a próxima fronteira da inovação, da competição e da produtividade.”* Manyika et al. (2011). *“Análise de dados ajuda a identificar necessidades não atendidas, capturar insights do comportamento do cliente e apoiar a inovação em produtos e processos”* (Provost e Fawcett, 2013).

2.6 ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Ganhando cada vez mais notoriedade, sobretudo nos dias atuais da história, a Inteligência Artificial (do inglês Artificial Intelligence, AI) é sem dúvidas uma das vertentes mais importantes dentro do contexto da Indústria 4.0. Nos últimos anos devido ao expressivo avanço no poder de processamento de dados e na

complexidade dos algoritmos pode-se observar um avanço exponencial da AI nas mais diversas áreas possíveis — um exemplo de caso de sucesso que está notoriamente presente nas mídias mais influentes do mundo é o Chat GPT. De modo pragmático, a AI está relacionada com o aprendizado de uma máquina para realizar tarefas com alto grau de complexidade tendo a capacidade de auto-aprendizado de maneira autônoma, segundo o artigo Artificial Intelligence | definition, Examples, Types, Applications, Companies, & Facts | Britannica (disponível em www.britannica.com). Este conceito se caracteriza pela capacidade de raciocínio lógico por parte das máquinas (podendo aplicar premissas pré estabelecidas para chegar a uma conclusão), auto aprendizado com base em suas experiências passadas e presentes de modo a aumentar a assertividade em suas tomadas de decisão futuras, reconhecimento de padrões dos mais diversos formatos possíveis (sejam eles visuais, sonoros, sensoriais, matemáticos, etc) e adaptabilidade ao ambiente (podendo aplicar seus conhecimento adquiridos em situações novas). A concepção inicial do que mais tarde viria a se tornar a AI que conhecemos hoje teve início em 1956 com o matemático Alan Turing com a publicação do artigo Computing Machinery and Intelligence.

Para a criação de uma AI temos duas abordagens dadas como principais, o simbolismo e o connexionismo. Para a abordagem do Simbolismo, temos a “Symbolic AI” que trata a inteligência artificial da mesma maneira que ocorre o aprendizado lógico do cérebro humano, e desta forma o conhecimento é representado por meio de manipulações simbólicas — tal abordagem foi muito utilizada na criação de Sistemas Especialistas (softwares com o intuito de simular o raciocínio lógico de um profissional altamente capacitado em sua área de atuação) codificada em Prolog e outras linguagem derivadas da mesma. Já para a abordagem do Conexionismo, temos a “Connectionist AI” que trata o aprendizado da mesma maneira em que ocorrem as conexões neurais baseado em modelos matemáticos inspirados no funcionamento dos neurônios, criando assim uma certa necessidade e capacidade de tratar massivos bancos de dados para assim poder incrementar a precisão das conclusões obtidas a partir deles, podendo então calibrar os modelos matemáticos utilizados — apenas de ser a abordagem mais complexa e adequada para a AI, está não ganhou muita notoriedade quando proposta inicialmente (década de 1980) pois até então a capacidade de processamento de dados não suportava a proposta do modelo, sendo executada muitas vezes em problemas restritos limitando assim sua

performance. Como dito por Russell e Norvig em 2016, a AI pode abranger um oceano de técnicas, dentre as quais se incluem o machine learning, PLN (Processamento de Linguagem Natural), visões computacionais e raciocínio automatizado.

2.6.1 MACHINE LEARNING

Machine Learning é um subtema que se encontra dentro do tema da AI, tendo foco em modelos matemáticos que são programados com o intuito de possibilitar que uma máquina aprenda com as experiências vividas por ela, podendo assim realizar a tomada de decisão. Dentro do machine learn temos algumas abordagens diferentes da AI para os estudos das redes cerebrais para adequar se ao código. Tais abordagens basicamente se dividem em duas vertentes principais (na Figura 8 se dá a relação das abordagens de Machine Learning) o aprendizado supervisionado e o não supervisionado, sendo:

- No aprendizado supervisionado (do inglês Supervised Learning) as ações da máquina são baseadas em um algoritmo que aprende a partir de treinos com uma base de dados rotulada contendo basicamente “perguntas e respostas” que permite a mesma prever e classificar resultados para cenários diferentes. Dentro deste processo o input de informações no modelo tem a capacidade de ajustar o algoritmo para deixá-lo mais preciso, sendo esta uma parte do processo de validação. Uma das aplicações mais comuns do aprendizado supervisionado é a classificação de mensagens de spam na caixa de e-mail, por exemplo. Este tipo de aprendizado pode ser subdividido em 2 tipos de problemas principais, a classificação e a regressão:
 - A classificação usa o algoritmo para a atribuição dos dados em categorias específicas, para assim reconhecer eventos específicos com base na base de dados e nos treinos para assim chegar a uma conclusão ou então poder rotular esse evento. Um dos algoritmos mais utilizados é SVM (Support Vector Machine);

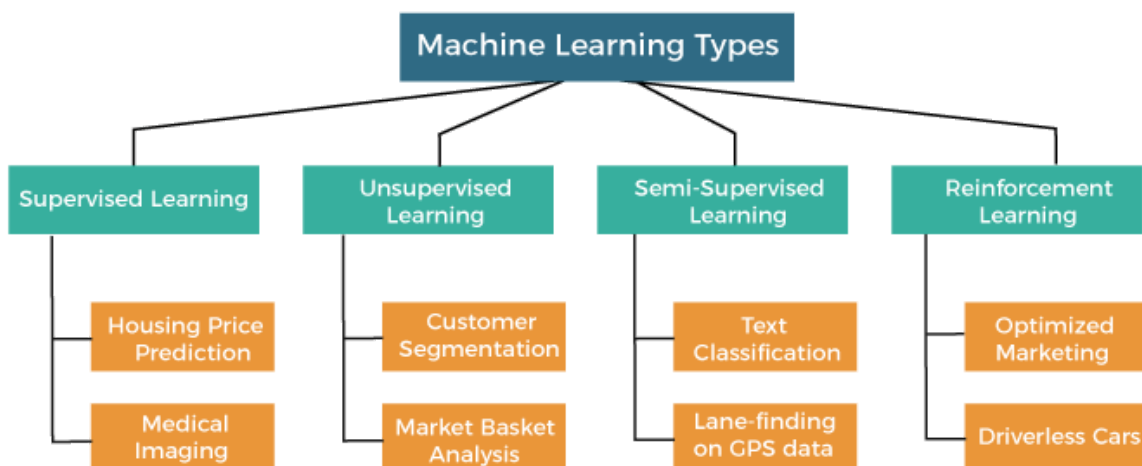
- A regressão consiste no entendimento da relação entre variáveis dependentes e independentes, comumente utilizado para realizar projeções. Dentre os algoritmos mais utilizados temos a regressão linear, regressão lógica e a regressão polinomial;
- Na abordagem não supervisionada (do inglês, Unsupervised Learning) o algoritmo realiza análises e classificações sobre uma base de dados não rotulada. Tais algoritmos buscam encontrar padrões não evidentes e grupos de dados sem a necessidade da intervenção humana para seu aprendizado. Nessa abordagem basicamente a máquina aprende a partir de uma base de dados mista sem a indicação exata de qual ação corresponde a determinada reação, tornando assim as ações da máquina de certa forma autônomas pois a mesma cria uma conclusão sem uma base rotulada pré existente — a grosso modo seria como se na abordagem supervisionada o algoritmo buscasse a resposta para um problema dentro de um banco de dados com diversos problemas resolvidos podendo até prever uma resposta com base em respostas para problemas similares, enquanto que na abordagem não supervisionada o algoritmo se utiliza de uma base de dados desorganizada para encontrar padrões e grupos que auxiliem na obtenção de respostas para um problema.

Outras abordagens do machine learn são:

- No aprendizado Semi Supervisionado (do inglês, Semi-supervised Learning ou Reinforcement Learning) temos uma abordagem que mescla o aprendizado supervisionado com o não supervisionado, utilizando-se de uma base de dados com uma pequena parcela de dados rotulados e uma grande parcela de dados não rotulados para apurar o modelo de previsão — na Figura 9 pode-se notar a relação entre estes 3 primeiros modelos. Em síntese, este modelo funciona com o treinamento do algoritmo com uma base de dados rotulada para em seguida aplicar os aprendizados na base de dados não rotulada — dentre os principais procedimentos para esta abordagem temos o Self-training e o Co-training;

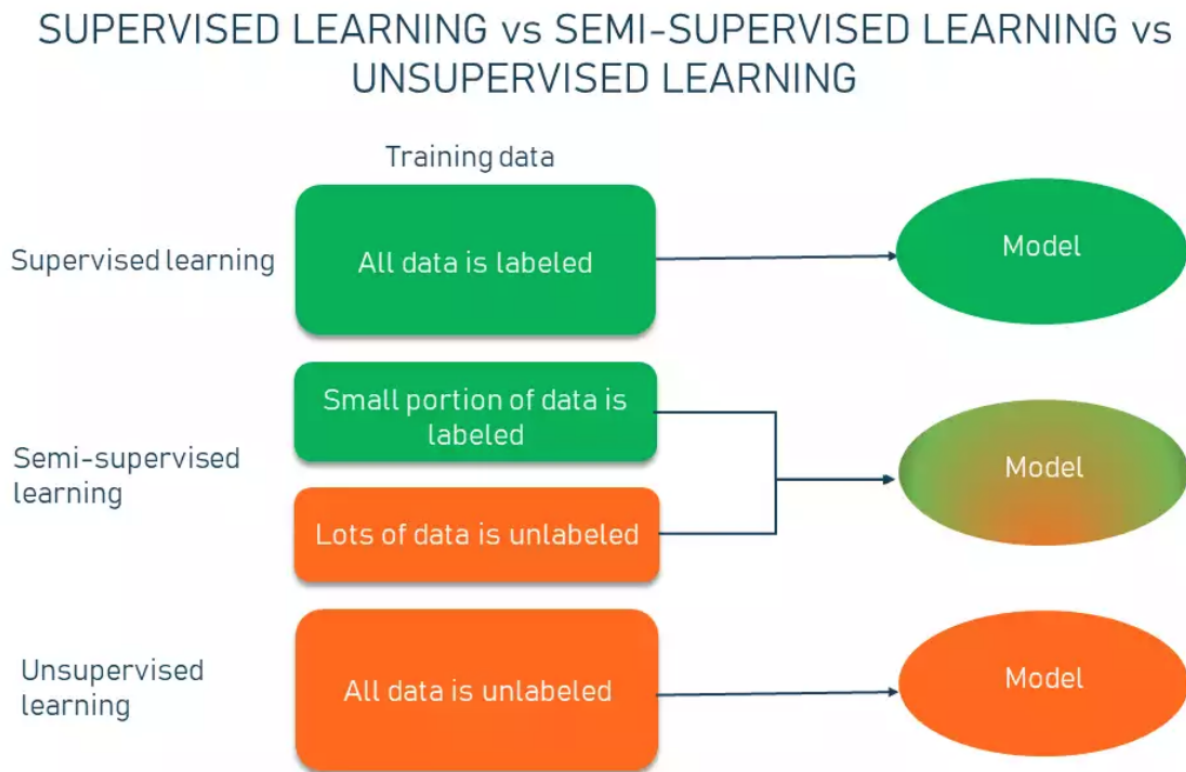
- A Aprendizagem Profunda (do inglês, Deep Learning) consiste na aplicação do modelo de redes neurais com 3 ou mais camadas para simular o aprendizado assim como ocorre no cérebro humano possibilitando que o modelo aprenda a partir de uma vasta base de dados. Este modelo é bastante utilizado para o aprimoramento de automações, performance de tarefas físicas e analíticas sem a necessidade da intervenção humana — a grande diferença deste método para os demais se encontra na necessidade dos outros métodos de receberem um input de dados pré-processados para a aprendizagem.

Figura 8: Abordagens de Machine Learn



Fonte: <https://www.javatpoint.com/types-of-machine-learning>

Figura 9: Aprendizado Supervisionado X Semi Supervisionado X Não Supervisionado



Fonte: <https://www.altexsoft.com/blog/semi-supervised-learning/>

2.7 SMART FACTORY

A Fábrica do Futuro ou Fábrica Inteligente (do inglês, Smart Factory) consiste em uma instalação de manufatura integrada digitalmente onde os aparelhos, máquinas e sistemas de produção estão em trabalho constante para a coleta e compartilhamento de dados, permitindo assim análises da cadeia produtiva em tempo real que por sua vez propõem uma otimização contínua à instalação — estes dados são utilizados para informar as atividades, trabalhando para aprimorá-las e também indicar problemas que existem ou possam vir a ocorrer. Dentre as tecnologias mais utilizadas para viabilizar essa integração destacam-se Artificial Intelligence, Big Data, Internet of Things, Industrial Internet of Things e Cloud Computing.

Em 2013 um grupo de trabalho composto por Kargermann, Whaister e Helbig intitulado de “Industrie 4.0” publicaram um artigo com suas visões do que seria a Indústria 4.0 e como as Smart Factory seriam constituídas:

“No futuro, as empresas estabelecerão redes globais que incorporaram suas máquinas, sistemas de armazenamento e instalações de produção na forma de Sistemas Ciber-Físicos (Cyber-Physical System – CPS). No ambiente de fabricação, esses sistemas compreendem máquinas inteligentes sistemas de armazenamento e instalações de produção capazes de trocar informações de forma autônoma, acionando ações e controlando-se umas às outras independentemente. Isso facilita melhorias fundamentais nos processos industriais envolvidos na fabricação, engenharia, uso de material e cadeia de suprimentos e gerenciamento do ciclo de vida. As fábricas inteligentes que já estão começando a aparecer, empregam uma abordagem completamente nova para a produção. Os produtos inteligentes são exclusivamente identificáveis, podem estar localizados em todos os momentos e conhecer seu próprio histórico, status atual e rotas alternativas para alcançar seu estado de destino. Os sistemas de manufatura incorporados são conectados verticalmente com processos de negócios dentro de fábricas e empresas e conectados horizontalmente a redes de valor dispersas que podem ser gerenciadas em tempo real - desde o momento em que um pedido é colocado até a logística de saída” (KAGERMANN; WAHLSTER; HELBIG, 2013, p.05 apud JÚNIOR, 2018, p. 26).

Dentre as mais diversas definições proposta para o tema, a partir de estudos aprofundados, em 2014 Radziwon et. al. definiu Smart Factory como:

"Smart Factory é uma solução de manufatura que fornece processos de produção flexíveis e adaptativos que resolverão problemas que surgem em uma unidade de produção com condições de fronteira dinâmicas e em rápida mudança num mundo de complexidade crescente. Esta solução especial poderia, por um lado, estar relacionada com a automação, entendida como uma combinação de software, hardware e / ou mecânica, que deveria levar à otimização da produção resultando na

redução de mão de obra desnecessária e desperdício de recursos. Por outro lado, pode ser visto numa perspectiva de colaboração entre diferentes parceiros industriais e não industriais, em que a inteligência provém da formação de uma organização dinâmica" (RADZIWON ET AL..., 2014)

Como definido por Lee (2015) o termo Smart Factory condiz com a união dos avanços tecnológicos da área de IoT na área computacional, somado à análise de dados para assim possibilitar a transparência em toda a cadeia da indústria.

No mesmo período, Dites (2015) definiu Smart Factory como o meio pelo qual possibilita a transformação das antigas fábricas rígidas e inflexíveis em fábricas contemporâneas inteligentes e flexíveis.

A fábrica do futuro visa a integração entre o digital e o físico para o monitoramento de todo o processo produtivo, desde o fornecimento de matéria prima até o Supply Chain. Dentre os benefícios pode-se pontuar a otimização e eficiência do processo de manufatura, aumento da capacidade produtiva do homem e da máquina (tanto como um conjunto como separadamente), redução de custos, tempo de inatividade menores, menos perdas nos processos produtivos, melhor controle de qualidade, desenvolvimento de produtos mais eficientes, prevenção e previsão de manutenção nas máquinas de modo a evitar paradas nas linhas de montagem, entre outros. A flexibilização e personalização é outro ponto que vale ser ressaltado pois a integração no ambiente fabril possibilita que a fábrica se adapte rapidamente em caso de mudança de demandas ou de equipamentos disponíveis, podendo facilmente alterar não apenas a capacidade produtiva mas também os produtos. Com todo esse maquinário coletando e tratando dados em tempo real, as tomadas de decisão ao longo da jornada são mais precisas e específicas, melhorando assim a gestão de produção, recursos e administração do ecossistema. A melhoria contínua, como destacada anteriormente como um dos benefícios da Smart Factory, é um dos pontos cruciais que sustentam a teoria de que estas manufaturas são otimizadas ao máximo, pois toda a integração possibilita a implementação de programas que com o tratamento de dados em tempo real passam a ser mais assertivos que o proposto inicialmente, tais como o Six Sigma e o Lean Manufacturing.

Visto que esse sistema é bastante complexo e exige um aprimoramento em diversas frentes da fábrica, seu investimento inicial se torna um grande desafio para a implementação, englobando não apenas os investimentos em tecnologia, mas também investimentos infraestruturais e em capacitação da mão de obra. A segurança do sistema também requer bastante investimento para minar a vulnerabilidade tecnológica da fábrica contra hackers e ataques cibernéticos. Mais sutil porém ainda importante comentar é a questão da cultura que existia na fábrica antes e a cultura que deve se ter após a implementação, tanto no aspecto organizacional quanto de pessoal.

2.8 INDÚSTRIA 4.0

O surgimento do termo Indústria 4.0 ocorreu na Alemanha a partir da quarta etapa das Revoluções Industriais. Esta etapa é a evolução natural da incorporação das novas tecnologias que integram tudo, e assim permitem interação dentro da empresa, entre empresas e consumidores. As novas fábricas da 4ª Revolução são equipadas com os mais sofisticados sensores e softwares, que combinados ao maquinário de última geração propõem uma coleta de dados muito rica em detalhes que possibilita a realização de análises elaboradas em tempo real para auxiliar na melhor tomada de decisão.

A alta tecnologia das indústrias possibilita a elevação no grau de automação dos processos, colabora para a redução de futuras necessidades de manutenção, e mais do que tudo muda a forma como a empresa atende seus clientes. Tendo em vista que com a disponibilidade dessas ferramenta a fábrica chega em um novo plateau de eficiência e otimização fabril, isso possibilita uma resposta ao cliente muito mais personalizada e assertiva — a Smart Factory, de certo modo, pode ser vista como uma porta de entrada da empresa para a Indústria 4.0. Em suma, as tecnologias existentes na época tinham custos muito elevados, e com isso havia pouca utilização delas. Com o barateamento dos dispositivos eletrônicos e mecânicos, o acesso às tecnologias se tornou mais democrático e popular, e desta forma começaram a surgir problemas sobre o uso e a forma pela qual tais tecnologias deveriam ser integradas à fábrica para proporcionar uma aprimoração e sinergia às suas operações. O físico alemão Henning Kargermann em 2013 definiu a Indústria 4.0 como:

"Smart Factory é uma solução de manufatura que fornece processos de produção flexíveis e adaptativos que resolverão problemas que surgem em uma unidade de produção com condições de fronteira dinâmicas."

2.8.1 CARACTERÍSTICAS

Pode-se dizer que a Indústria 4.0 está sendo caracterizada pela conectividade avançada nas cadeias produtivas industriais — a principal característica da Indústria 4.0 é a integração entre o mundo digital e o mundo físico, tornando possível a troca de dados e informações das máquinas com os humanos e entre as próprias máquinas, tudo isso em busca de uma otimização sistêmica da organização proporcionando que a fábrica opere com a maior eficiência possível. Essa etapa da revolução industrial está sendo marcada pelo avanço tecnológico que possibilita a conectividade entre estes dois mundos, sendo as principais tecnologias a IoT, Big Data, AI e Cloud Computing. A Indústria 4.0 possibilitou o surgimento das Smart Factory através da digitalização dos processos e tratamento de dados em tempo real, aumentando assim a eficiência das tomadas de decisões. Estas tecnologias representam uma mudança de jogo para todo o contexto fabril no que se diz respeito a geração de valor, redução de custos e otimização de processos, impactando não apenas no pós-venda mas também na pré-venda.

2.8.2 IMPACTOS

Como principais impactos da Indústria 4.0 pode-se elencar:

- O aprimoramento da coleta e análise de dados, possibilitando também a análise em tempo real dos mesmos. Uma vez que se tem uma análise em tempo real dos dados as tomadas de decisão podem ser mais assertivas;
- Com toda a estrutura tecnológica e as análises sofisticadas a eficiência nos processos é aprimorada, e como consequência a produtividade da fábrica aumenta consideravelmente, diminuindo assim suas perdas e tempos de improdutividade — com processos mais eficiente os custos de operação também são reduzidos;

- Com toda a integração tecnológica em todas as vertentes da fábrica torna-se viável a customização de produtos em massa num período de tempo mais curto que o usual, desta forma torna-se possível atender a demandas específicas customizadas que anteriormente não poderiam ser atendidas ao mesmo tempo que são criadas;
- No que diz respeito à manufatura unicamente, a qualidade e a rastreabilidade dos produtos é posta a um nível bastante elevado, uma vez que com a fábrica conectada o controle de qualidade pode ser desenvolvido para verificar em tempo real se todas as especificações do produto estão sendo atendidas, podendo assim identificar precocemente um potencial produto com falha, e a depender do estágio de manufatura ainda pode ser possível retificar o produto, impactando mais uma vez diretamente nos custos;
- O modelo de negócio e o Supply Chain são outras vertentes bastante impactadas positivamente uma vez que também serão integradas ao processo produtivo, otimizando assim ao máximo toda a operação.

2.8.3 DESAFIOS

Quando se fala em desafios para a Indústria 4.0, além do desafio mais comum para toda medida que tende revolucionar o mercado, investimento inicial, neste caso o maior desafio é a segurança dos dados — o investimento inicial é em grande parte direcionado à infraestrutura do sistema para suportar a tecnologia requerida, atualização de equipamentos, adaptação da infraestrutura existente e capacitação de pessoal — é de suma importância que os colaboradores sejam colocados em foco nessa transição para que a empresa cumpra com sua responsabilidade social e não acabe por desamparar inúmeros funcionários por falta de qualificação. É necessário que sejam desenvolvidos programas de treinamentos internos para a capacitação dos mesmos e realização em áreas que demandem o toque humano para o desempenho das tarefas. Uma vez que o objetivo principal da Indústria 4.0 reside na conexão máxima entre todos os recursos disponíveis na empresa, ao mesmo tempo em que se criam oportunidades, também se criam novas ameaças. O risco de invasão dos sistemas sempre esteve presente nas fábricas porém se intensificou ao passo que se tornaram maiores os níveis de conexões estabelecidos na empresa, aumentando consigo o potencial de dano — no nível de conectividade e

interconexão que trata-se a Indústria 4.0, qualquer invasão da base de dados pode resultar em perdas muito mais avansada do que poucos anos atrás. Outro ponto importante é a grande transição dos modelos de trabalho que ocasionam uma mudança de cultura organizacional e trabalhista onde novos processos entram em conflito com as convenções existentes.

Com inúmeros dados sendo processados a cada segundo, a privacidade e a ética são pontos levantados que merecem a devida atenção. Tanto a coleta de dados quanto seu processamento devem ocorrer por meio de processos seguros que respeitem a Lei de Proteção de Dados, além de não serem utilizados de modo indevido — utilizar os dados tratados pelas AIs de maneira ética é de suma importância pois estes devem espelhar o tratamento humano mais eficiente, levando em consideração as premissas que regem nosso mundo.

2.8.4 TENDÊNCIAS

Ao passo que desafios são postos frente a uma revolução de mercado, os mesmos também abrem espaços para tendências de aprimoramento, como é o caso da segurança cibernética que hoje é um dos maiores desafios encontrados pela indústria. O desenvolvimento de softwares de segurança, hoje mais do que nunca, se prova indispensável para toda e qualquer empresa independente de seu grau de automação e digitalização, sobretudo em empresas mais digitalizadas — este cenário força as empresas do setor a se especializarem mais e entregarem produtos cada vez mais elaborados e precisos.

Mostrando-se muito forte também a substituição de postos de trabalhos humanos por máquinas é uma forte tendência desde as primeiras revoluções industriais que se intensificou com a 4ª Revolução, acelerando o ritmo abruptamente. Não é devaneio vislumbrar um futuro no qual mais de 80% de todas as funções desempenhadas em uma empresa sejam exercidas por uma máquina, e para isso o ponto que se levanta é “O que fazer com essa mão de obra Excedente?”. Essa questão gera muita polêmica com relação às AIs pois muitos veem que estas estão “roubando” os postos de trabalho.

Sobretudo, a grande tendência para a Indústria 4.0 é a integração entre todas as partes da cadeia, desde o produtor rural que produz um insumo para o fornecedor da empresa, até o consumidor final da cadeia. Hoje existem integrações entre

fornecedor e vendedor que podem ser observadas facilmente em “minimercados inteligentes”, como é o caso do Amazon Go. Nesta loja modelo da Amazon, tudo está digitalizado e integrado ao máximo, desde o check-in na loja até o processo de check-out e reorganização dos estoques. Nesta é utilizado um software de reconhecimento via QR Code que vincula uma pessoa a sua respectiva conta na base de dados da Amazon e uma vez que o cliente entra na loja, sempre que ele retira o produto da prateleira o mesmo é adicionado ao seu carrinho, e quando o produto retorna à prateleira ele sai do carrinho (quando um produto é colocado em um local inadequado o sistema logo notifica um funcionário para reposicionar o mesmo no local adequado). Uma vez que o cliente apanhou todos os produtos desejados, basta sair da loja que estes produtos já serão debitados de sua conta. À medida que os estoques vão diminuindo são realizados pedidos para reabastecimento de estoque de modo que os mesmos sempre sejam mantidos em um volume mínimo. Analisando agora por outra perspectiva, a conexão com a contraparte cliente poderia aprimorar os modelos de abastecimento de estoque em cada loja levando em conta a distância do cliente de cada loja e seu hit ratio em cada loja para direcionar o produto à loja com maior probabilidade de ter os estoques deste produto esgotado. Para isso também seria necessário uma digitalização e conexão das dependências do cliente final para que estes dados pudessem ser coletados de forma síncrona, sendo assim provavelmente o próximo passo na linha evolutiva.

3 ROTEIRO DE AVALIAÇÃO

Para este trabalho será analisado o panorama atual de uma empresa visando avaliar o seu atual grau de maturidade com relação à 4ª Revolução Industrial, ou seja, onde a empresa se situa neste contexto e o quão distante está de uma integração plena com a Indústria 4.0. Para tal, utilizaremos o questionário do Senai 4.0 (pode ser encontrado na íntegra preenchido no Anexo A e Anexo B) desenvolvido com base no modelo já validado e elaborado pela ACATECH (Academia Alemã de Ciências e Engenharia). O modelo original conhecido como ACATECH Maturity Index foi desenvolvido para auxiliar as empresas a avaliarem o seu grau de maturidade e capacidade para a implementação das tecnologias englobadas na Indústria 4.0, e com isso auxiliar as mesmas a traçarem diretrizes para que possa ter plena sinergia com a Indústria 4.0.

Os fundamentos do ACATECH Maturity Index (Schuh, G./Anderl, R./Dumitrescu, R./Krüger, A./ten Hompel, M. (Eds.): *Industrie 4.0 Maturity Index. Managing the Digital Transformation of Companies*, 2020) podem ser agrupados em 5 grandes subdivisões que abrangem e refletem diversos aspectos da transformação digital e da Indústria 4.0, sendo eles:

- Tecnologia
- Processos
- Organização e Pessoas
- Clientes e Mercados
- Economia e Sociedade

O índice acima fornece um grupo de indicadores a fim de estabelecer uma visão mais clara e auxiliar na avaliação, por parte da empresa, de sua situação atual. Tal avaliação auxiliará posteriormente para a elaboração de um plano de ação para que a empresa acelere seu desenvolvimento e possibilite maximizar os benefícios provenientes da digitalização e da Indústria 4.0. Originalmente, o modelo desenvolvido pela ACATECH estabeleceu 6 estágios de maturidade da empresa, sendo os dois primeiros uma parte do processo de digitalização – etapa de transição entre a Indústria 3.0 e a Indústria 4.0 – e os quatro últimos subdividindo as etapas da Indústria 4.0 (Figura 10), sendo eles:

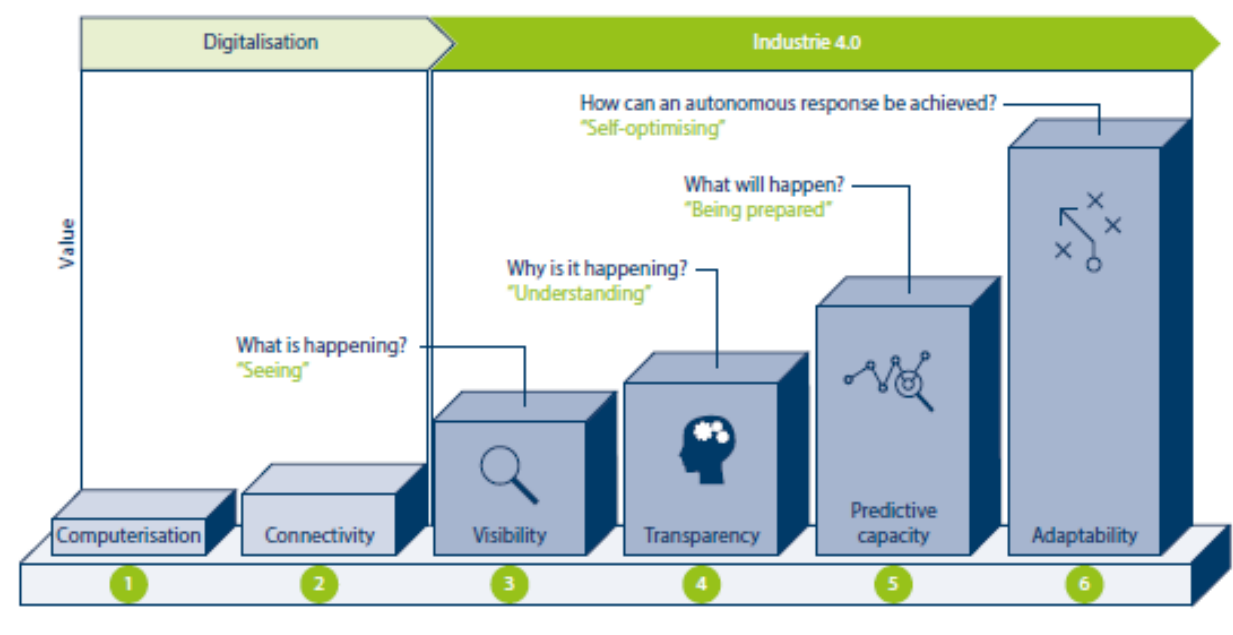
- **Computadorização:** Este é o primeiro estágio do desenvolvimento, construindo uma base forte para o processo de digitalização. A computadorização proporciona grandes benefícios para a empresa, uma vez que possibilita um processo de manufatura mais preciso, com alta padronização e redução nos custos de operação. Nesta etapa, embora não seja raro encontrar empresas com maquinário desprovido de recursos digitais – aplicado geralmente para máquinas com um longo ciclo de vida e que são operadas manualmente – normalmente grande parte delas já utilizam diversas tecnologias de informação segregadamente para o cumprimento de tarefas repetitivas. Neste estágio, as companhias possuem uma organização estrutural mais tradicional, voltada para a eficiência operacional de departamentos individuais, sem olhar o cenário como um todo;
- **Conectividade:** A princípio, este segundo estágio difere do primeiro a começar pelas tecnologias empregadas nas funções que antes eram realizadas segregadamente, mas que agora são substituídas por componentes conectados entre si e com os processos do core business da empresa – grande parte das tecnologias empregadas no sistema operacional possibilitam a conectividade e a interoperabilidade com as tecnologias de informação, porém a integração entre ambas ainda não está em estágio completo. Grosso modo, a conectividade significa que os processos de trocas de informação começam a ser mais fluidos e em tempo real, conseguindo encurtar as distâncias físicas e digitais do negócio;
- **Visibilidade:** Nesta etapa começa a se utilizar sensores para permitir a coleta de informações de ponta a ponta do processo produtivo, conseguindo assim armazenar um imenso nível de dados de todas as etapas produtivas. Sensores, microchips entre outras tecnologias viabilizam agora armazenar eventos e etapas em tempo real em todas as áreas da empresa, possibilitando a criação e manutenção de um modelo digital atualizado continuamente — tal modelo é mencionado na literatura como Company's Digital Shadow (do inglês, Sombra Digital da Companhia). O Company 's Digital Shadow é um alicerce essencial para os estágios posteriores,

possibilitando uma visão do business da empresa em qualquer momento de sua vida e auxiliando nas tomadas de decisão que serão baseadas em dados reais;

- **Transparência:** O estágio anterior teve como propósito criar um alicerce valioso para as análises internas da companhia, o Company's Digital Shadow, possibilitando análises de cada momento durante a vida da empresa. Neste estágio da transparência, a empresa irá entender o que de fato está acontecendo em sua operação, o porquê de estar acontecendo, e com isso traçar a raiz deste problema, e para responder estas questões a empresa se utilizará do Digital Shadow. Entender o motivo de certos eventos acontecerem é essencial para que a empresa possa mitigá-los e também se antecipar a potenciais problemas futuros — tais tecnologias podem e devem ser aplicadas também em outras áreas da empresa, como o mapeamento de demandas ao longo dos anos, em datas específicas e para mapear as eventuais manutenções;
- **Capacidade de Previsão:** Fundamentando-se no estágio anterior, a capacidade de previsão é de suma importância para o desenvolvimento de uma empresa. Uma vez que a empresa consegue analisar e entender os eventos que ocorrem na mesma, ela se torna capaz de simular possíveis cenários dos mais variados e com isso submetê-los a análises para identificar os mais prováveis e se antecipar a eles — este processo, grosso modo consiste basicamente em projetar o Digital Shadow. Previsibilidade de eventos futuros é um requisito fundamental para a automação de processos e tomada de decisão. Uma vez que a companhia é capaz de se antecipar aos eventos, ela pode tomar decisões mais assertivas e se preparar para tomar as devidas medidas para minimizar o potencial impacto negativo, em caso de eventos prejudiciais, e para isso é necessário que haja mudanças na cultura e na organização da companhia — a redução no número de eventos imprevistos proporciona um cenário favorável para o desenvolvimento de uma operação mais robusta e menos sensível;

- Adaptabilidade: Assim como a previsibilidade de eventos futuros é indispensável para a criação de automatizações mais eficiente, uma adaptação contínua é essencial para que possíveis mudanças de perspectivas futuras possam ser endereçadas, e dessa maneira os times de TI possam atualizar os modelos sem a necessidade de pararem a produção — a adaptação contínua possibilita que as mudanças nas diretrizes operacionais sejam realizadas tão rápido quanto possíveis e com isso mitigar potenciais perdas financeiras. O grau de adaptabilidade de cada empresa irá depender do quão sofisticadas são as tomadas de decisões da empresa e de seu custo/benefício – nota-se que processos individuais automatizados tendem a se adaptar melhor a este modelo, pois não consideram outras variáveis de outros processos. O propósito da adaptabilidade será atingido plenamente quando a empresa se provar capaz de utilizar o Digital Shadow para realizar as tomadas de decisões que impliquem no melhor resultado possível no menor período possível automaticamente, ou seja, sem a necessidade da intervenção humana — além de proporcionar uma autossuficiência para a empresa quando alcançada plenamente, a adaptabilidade também exige bastante da empresa.

Figura 10: Estágios da Indústria 4.0 ACATECH



Fonte: Fir e. V. at RWTH Aachen University

Tendo como base este modelo, o Senai 4.0 desenvolveu o questionário para avaliar o nível de maturidade da empresa, analisando 4 aspectos da organização, sendo eles:

- Estratégia e Organização
- Manufatura e Cadeia de Suprimentos
- Modelos de Negócio, produtos e Serviços
- Cultura e Pessoas

Desta forma, o Senai 4.0 (SENAI 4.0, 2019) conclui a análise posicionando a empresa em uma das 5 fases adaptadas por eles do modelo da ACATECH, sendo elas:

- Otimização
- Sensorização e Conectividade
- Visibilidade e Transparência
- Capacidade Preditiva
- Flexibilidade e Adaptabilidade

Complementarmente ao questionamento adaptado pelo Senai 4.0 e visando adquirir uma compreensão mais ampla do momento atual da fábrica, foi desenvolvido pelo autor o questionário complementar (Quadro 3) com viés qualitativo. Este questionário foi utilizado como base para guiar a última conversa, e assim preenchido ao longo dela. Ao analisar as conversas realizadas com os colaboradores pode-se evidenciar o resultado que o modelo avaliativo do Senai 4.0 fornece.

Quadro 3: Questionário complementar guia para entrevistas

1. Qual é seu principal produto?
2. Qual processo você julga mais importante na produção deste item?
3. Qual maquinário você julga mais importante na produção deste item?

4. Quando há necessidade de pausa desta máquina, a pausa é planejada ou imprevisível?
5. Existe planejamento de manutenção para esta máquina?
6. Qual o tempo que a máquina está presente na fábrica?
7. Por quanto tempo a máquina ainda deve durar?

Fonte: Elaborado pelo autor

4 AVALIAÇÃO DE EMPRESAS

Uma vez compreendido o que é a Indústria 4.0 e assim ampliado o repertório acerca dos temas de relevância que a constituem, esse embasamento teórico será empenhado para a avaliação de duas empresas de setores distintos da Indústria (papelão e celulose, e cosméticos e beleza), com o intuito de situá-las em uma das cinco categorias adaptadas da ACATECH pelo Senai 4.0 — para tal, utilizaremos o questionário de avaliação do grau de maturidade adaptado pelo Senai 4.0. As empresas analisadas serão:

- SALUTE INDUSTRIA DE PAPELAO ONDULADO LTDA
 - Nome fantasia: Salute Embalagens
- ADO ADMINISTRADORA DE MARCAS LTDA
 - Nome fantasia: Mebabo

A escolha de empresas de diferentes setores teve como objetivo realizar uma análise sem viés, demonstrando que o modelo de avaliação escolhido é funcional e preciso, independentemente do setor em que a empresa opera.

Complementarmente ao questionário, foram realizadas três entrevistas, cada uma com cerca de 30 minutos, nas duas empresas. As entrevistas foram realizadas com o responsável pelo setor produtivo da indústria e o responsável pela administração da empresa de modo geral. As duas primeiras entrevistas, realizadas antes do preenchimento do questionário de avaliação de maturidade do Senai 4.0, tiveram como escopo entender a operação atual da empresa e compreender melhor como se dá a relação entre a cúpula administrativa e o setor de produção, e também ampliar a compreensão do momento atual das duas fábricas. A terceira entrevista, realizada após o preenchimento do questionário do Senai 4.0, teve por finalidade preencher as lacunas do questionário, provendo assim insights que serão utilizados para propor sugestões de caminhos para aprimorar a fábrica — esta terceira entrevista foi guiada pelo questionário complementar (Quadro 3) em um tom de conversa informal.

De acordo com as pesquisas realizadas pelo Senai 4.0, no Brasil, a maioria dos estados tem um nível de maturidade médio de “Visibilidade e Transparência”, incluindo São Paulo (Figura 11), logo ao analisar cada uma das empresas será

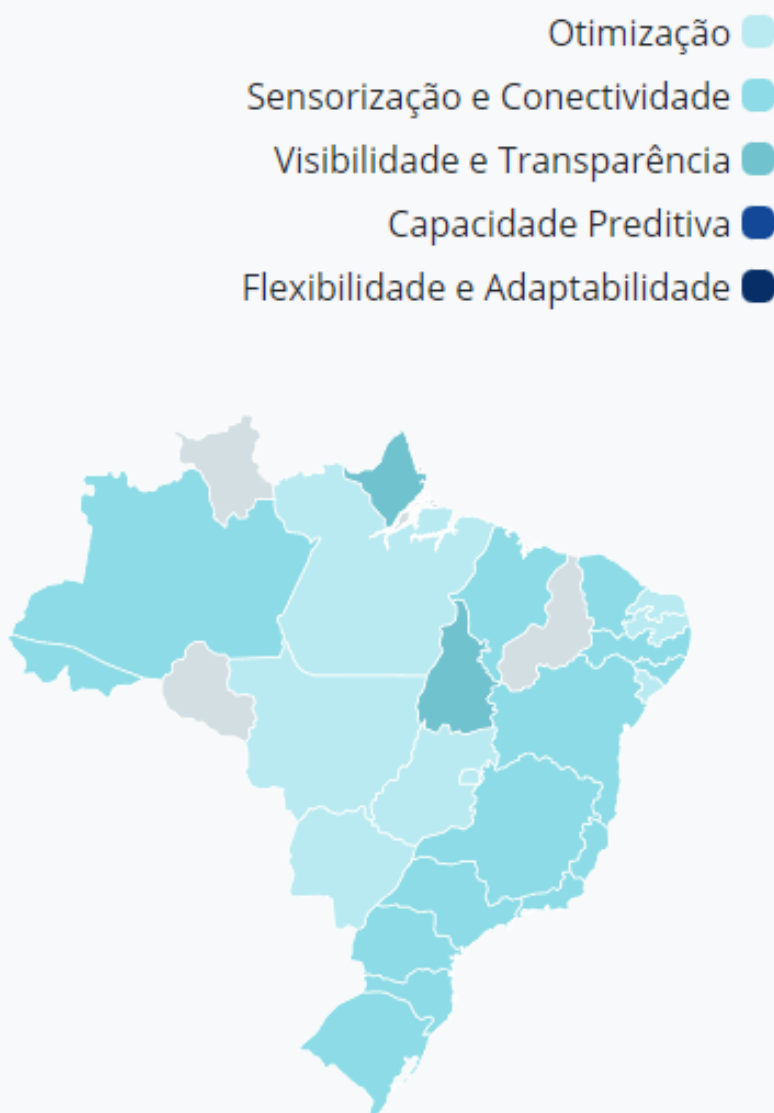
realizada uma comparação entre elas, e com relação ao setor em que cada uma está inserida perante sua localização. Será levado em consideração as condições que cada uma possui, tanto em tempo de atuação no mercado quanto estrutural.

Figura 11: Nível de maturidade médio brasileiro por estado

Uma visão geral da maturidade industrial no Brasil

Distribuição dos níveis de maturidade pelo país

Nível de maturidade predominante em cada estado



Fonte: <https://maturidade.senai40.com.br>

4.1 SALUTE EMBALAGENS

Figura 12: Visão aérea da Salute



Fonte: Salute Embalagens

4.1.1 DESCRIÇÃO DA EMPRESA

A primeira empresa escolhida para ser avaliada se chama SALUTE INDUSTRIA DE PAPELAO ONDULADO LTDA registrada no CNPJ 45.923.919/0001-95. A Salute é uma empresa de origem familiar datada de 1981 com grande ênfase na fabricação de caixas, chapas e bobinas de papelão. Ao longo de sua trajetória, a Salute pôde se especializar e se consolidar como uma referência neste mercado, sendo a maior indústria do ramo na região e arredores, produzindo itens de alta qualidade e precisão para atender as necessidades de seus clientes.

Atualmente, a Salute trabalha na exploração de um mercado com grande potencial para inovação e pioneirismo, levando a empresa a adaptar sua posição mais tradicional e familiar para um sentido inovador e criativo, marcado por propostas contemporâneas para seus clientes, em especial na produção de embalagens (seu principal produto). No que tange suas acomodações físicas, a empresa conta com um espaço fabril de 17 mil metros quadrados que estão sendo utilizados quase que ao máximo. No momento, as especificações da fábrica são suficientes para atender à demanda da empresa, no entanto, ao passo que se

desenvolvem os projetos de expansão e aprimoramento da linha de produção da fábrica, é esperado que haja uma necessidade crescente por um espaço industrial mais amplo que possa acomodar os novos equipamentos — a questão do espaço pode ser contornada por meio de sua otimização através de um rearranjo físico da fábrica respeitando suas limitações, ou caso contrário, será necessário um estudo de viabilidade de para uma mudança de instalação.

Grande parte do sucesso que vem sendo alcançado pela Salute é devido ao grande empenho e especialização de seus colaboradores, que são engajados na ideia que a empresa representa, somado aos constantes incentivos da empresa para a especialização de seus funcionários — a seleção destes profissionais vai além de habilidades técnicas, exigindo bastante a identificação do mesmo com a companhia. Além disso, vale ressaltar que a busca constante por inovações e melhorias está bastante presente no dia a dia da empresa para que seus produtos possam permanecer sempre competitivos frente a seus concorrentes. Com esta mentalidade sempre guiando a empresa, um dos melhores exemplos internos que comprova este objeto é o projeto que está em curso para possibilitar uma integração maior dos maquinários da empresa com sua base de dados de forma instantânea e independente de intervenção externa. Este projeto visa permitir uma coleta de dados em tempo real para que os mesmos possam ser processados e utilizados tão rápido quanto extraídos, otimizando assim as operações da fábrica como um todo. Desta forma, se destaca o compromisso da empresa que vai além das necessidades imediatas dela de entregar o produto que o cliente solicita, mas sim na busca por um relacionamento longo e duradouro com o cliente que possa ser benéfico para ambas partes, tendo um compromisso mais amplo que abrange o social e ambiental também.

Mesmo com pouco mais de 40 anos de mercado, a empresa se destaca como uma operadora de sucesso, comprometida com a qualidade do produto e do atendimento ao cliente, inovação em seu setor e responsabilidade socioambiental, contribuindo para a criação de um mercado mais sustentável e em constante evolução.

4.1.2 PRINCIPAIS PRODUTOS

A empresa tem foco em disponibilizar um atendimento personalizado para seus clientes de modo que o mesmo possa elaborar um projeto que supra suas necessidades. Dentre os produtos que a empresa possui em seu portfólio, e a fim de direcionar os esforços para a análise que seja mais sucinta e benéfica para o propósito deste trabalho, destacam-se 3 modelos principais que servem de base para a elaboração de todos os outros, sendo eles:

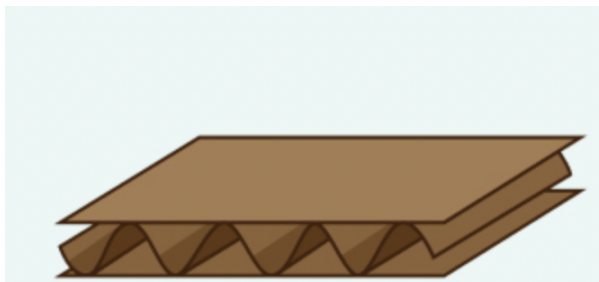
- **Material Normal:** Consiste em um produto normalmente feito com papelão ondulado facilmente encontrado no dia a dia que varia basicamente em suas dimensões. Comumente este produto é feito com o papelão ondulado do tipo parede simples onde a estrutura é composta pelo elemento ondulado, chamado de “miolo”, que é colado dos dois lados por elementos planos, chamados de “capas”. Apesar de não ser tão comum na utilização mais básica deste produto, também é utilizado o papelão ondulado de parede dupla, onde são acrescentados um miolo e uma capa, fornecendo assim maior resistência ao produto;

Figura 13: Material normal



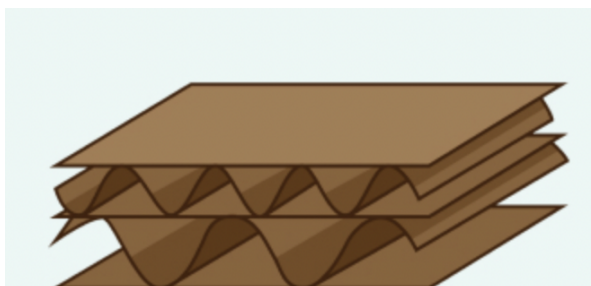
Fonte: Salute Embalagens

Figura 14: Parede simples



Fonte: Empapel

Figura 15: Parede dupla



Fonte: Empapel

- Chapas de Papelão Ondulado Onda Simples (B E C) e Onda Dupla (BC): Estes são classificados e diferenciados pelo tipo principal da base utilizada para sua criação que confere um padrão de ondulação singular. Temos a onda simples *B*, *E* e *C*, e a onda dupla *BC*. A onda *B* possui uma frequência menor, conferindo assim um aspecto de onda baixa e larga com as cristas mais distantes umas das outras — este tipo de onda é preferível quando o objetivo da embalagem preza por uma capacidade de absorção de impacto maior que as demais. A onda *E* é similar a onda *B* porém tem suas cristas mais próximas, conferindo a mesma uma capacidade de absorção maior que a anterior. A onda *C* se coloca como um ponto intermediário entre a onda *B* e *E*, assumindo um equilíbrio entre resistência e capacidade de absorção de impacto. A onda dupla *BC* é uma combinação entre uma onda *B* e uma onda *C*, possibilitando assim uma capacidade de absorção ainda maior pela embalagem — estas são escolhidas quando se necessita de uma embalagem robusta que possa resistir a grandes compressões;

Figura 16: Chapas de Papelão Ondulado Onda Simples (B E C) e Onda Dupla (BC)



Fonte: Salute Embalagens

- Bobinas de Papelão Ondulado Face Simples: Estes em suma são rolos de longa metragem de papelão ondulado de face simples, ou seja, apenas um miolo e capa. Este produto é um dos materiais mais versáteis que a empresa oferece, e são amplamente utilizados não apenas para venda mas também como componentes de outros produtos — por ter uma única face plana, este se consagra como o produto mais maleável oferecido na empresa.

Figura 17: Bobinas de Papelão Ondulado Face Simples



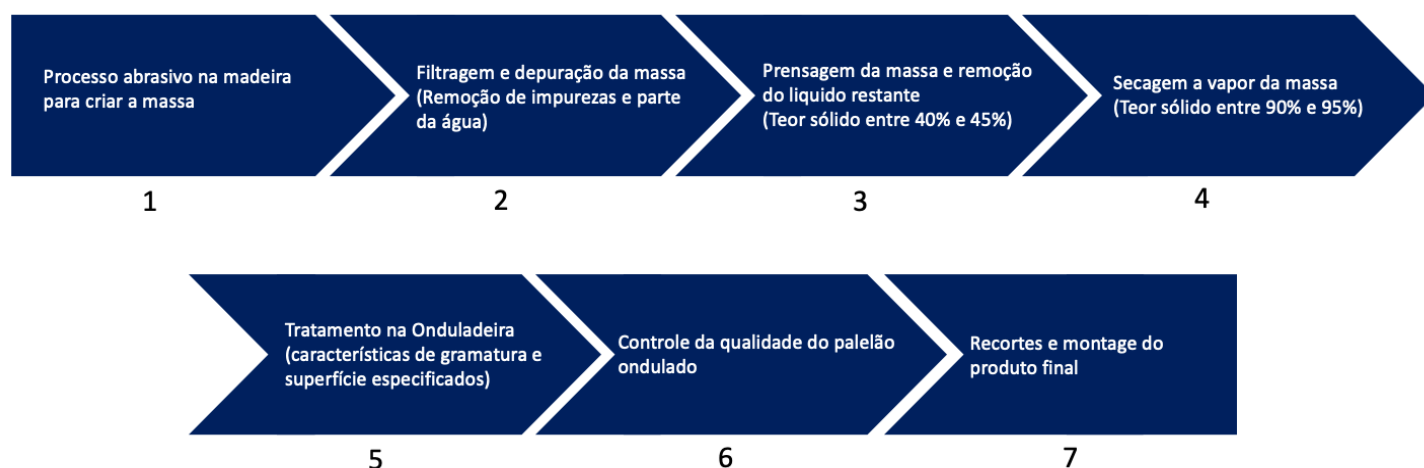
Fonte: Salute Embalagens

4.1.3 MANUFATURA

Em uma indústria de papelão e celulose são realizados diversos processos

simultaneamente de forma coordenada para produzir o papelão com as especificidades desejadas. Para contextualizar a posição em que se encontra o principal maquinário da fábrica, o processo produtivo do papelão pode ser descrito objetivamente como apresentado no seguinte Diagrama (Figura 18):

Figura 18: Diagrama do processo de produção do Papelão Ondulado



Fonte: Elaborado pelo autor

No caso da Salute, observa-se que grande parte dos processos ocorre a partir da onduladeira visto que a empresa opta por adquirir externamente parte da matéria prima tratada para poupar tempo e recursos, podendo assim se dedicar ao trabalho na onduladeira — vale ressaltar que a o controle de qualidade é uma etapa bastante importante que também ocorre ao longo do tempo de vida do estoque. Dentre estes processos, o mais importante para a empresa reside no processo que ocorre na Onduladeira, que inclusive é a máquina principal da empresa. Desta forma será observado melhor o processo que ocorre na Onduladeira, onde é produzido o papel ondulado do tipo Kraft-liner — este é composto em grande parte por fibras de celulose com alta qualidade, o que lhe confere uma alta resistência.

Na Onduladeira (também chamada de Corrugador ou Máquina de Papelão Ondulado), ocorre parte fundamental do processo produtivo da empresa, sendo responsável pela criação de ondulações (também chamadas de flautas) nas folhas de papelão. A matéria prima que vem sendo tratada e chega à Onduladeira após a secagem em formato de folhas de papelão simples (também chamadas de capas) e planas. Após entrarem na onduladeira, inicialmente, as capas são unidas e

revestidas por uma cola adesiva especial. Seguinte, esta unidade colada é direcionada para a corrugadora, uma seção da máquina que é composta por rolos cilíndricos metálicos com sulcos e cristais que aplicarão pressão e calor ao material. Com a pressão e o calor aplicado, a capa começa a tomar a forma das ondulações no papelão — nesta etapa existem diversos tipos de ondulações como explicitados anteriormente, sendo assim cabe a natureza de cada demanda delimitar quais serão as especificações da ondulatória do papelão. Após a formação dos miolos (papel ondulado), o miolo e a capa são unidos por uma cola especial para a obtenção do papelão ondulado e rígido. Por fim, o papelão é armazenado em rolos cilíndricos.

Com relação aos suprimentos de matéria prima, como a empresa conta com uma clientela recorrente, não há grandes dificuldades em prever a demanda futura. Segundo o responsável administrativo, hoje a Salute trabalha com pedidos pré-ordenados para a sua clientela, o que mitiga a imprevisibilidade da demanda. Entretanto, com respeito a novos clientes a empresa busca prever esta demanda se baseando em seu histórico de pedidos a cada bimestre do ano, sendo assim a Salute consegue estimar os meses mais suscetíveis a terem novo cliente e com isso gerenciar sua produção e estoques. Segundo o diretor de produção, hoje a Salute não se depara com problemas de abastecimento de estoque de matéria prima ou de produtos acabados, sendo capaz de cumprir a risca todos os seus prazos no que depende diretamente da empresa.

Nas entrevistas com o diretor de produção e analisando a fábrica de modo geral foi concluído indubitavelmente que a Salute é regida pelo ambiente de manufatura MTS (do inglês, Make-to-Stock).

Ainda assim, para uma compreensão mais ampla da fábrica é possível dividir as ações da empresa em dois vieses, a demanda do cliente e a demanda interna. Analisando a demanda do cliente isoladamente a empresa segue o clássico modelo MTS apoiado pela sua plena capacidade de previsão de demanda dado que em suma sua clientela é formada de compradores recorrentes — foi ressaltada a excepcionalidade da variação de pedidos recorrentes —, e desta forma a Salute se torna capaz de reduzir o tempo de espera do cliente atendendo a prazos mais restritos. Agora, isolando a demanda interna que a empresa tem, como se esta fosse a única atividade da empresa, então poderia ser observado um modelo ATO (do inglês, Assembly-to-Order). Conforme conversado na entrevista com o diretor, seu principal processo interno se dá na Onduladeira que é responsável pela produção de

toda a base de produtos oferecidos pela Salute — a Onduladeira produz todas especificações de papelão ondulado necessárias para a montagem dos produtos finais do portfólio. A produção de tal base se enquadra no ATO pois logo após sua manufatura a mesma é estocada para um posterior montagem nos diferentes tipos de papelão oferecidos pela empresa.

4.1.4 MODELO DE NEGÓCIO

Ao combinar internamente modelos de produção complementares, a empresa cria um cenário favorável ao desenvolvimento de uma operação que em parte se torna auto sustentável e mitiga eventuais falhas na cadeia produtiva, o que também a torna bastante competitiva no âmbito da flexibilidade para atender às demandas. Tal abordagem possui um viés que prioriza se sobressair na qualidade dos produtos com demandas específicas dos clientes.

Com uma localização munida de bastante possibilidades no que diz respeito a proximidade de saídas das principais vias internas de sua região, a empresa se situa estrategicamente na região periférica da zona metropolitana de São Paulo, ficando próxima às principais rodovias da cidade que lhe dá um acesso prático para se locomover aos seus clientes, tendo pouca necessidade de atravessar grandes congestionamentos em vias menores, contribuindo assim positivamente para sua logística. Esta localização, além de encurtar o tempo de deslocamento durante as entregas, também contribui para que a empresa tenha seus custos fixos e operacionais reduzidos, uma vez que se situa numa região com um valor menor do m^2 — o acesso facilitado a vias maiores acaba por otimizar tanto o transporte de matéria prima, quanto o de produtos acabados.

Com relação aos canais de distribuição dos produtos da empresa, esta conta com dois canais principais, a venda direta através de seus representantes de vendas e as vendas online através de seu site. Vale pontuar que apesar de haver, a princípio, dois canais de distribuição da empresa, ambos acabam direcionando para o mesmo canal, os representantes de vendas. Começando pelo canal de vendas mais comum, venda direta através do representante, o processo parte de uma abordagem inicial por parte do representado com o cliente. A partir deste encontro o representante entende as necessidades do cliente para assim poder indicar o melhor produto do portfólio, e posteriormente entregá-lo com as especificações exigidas. Já

o canal de distribuição pelas vendas online se inicia com o primeiro contato partindo por parte do cliente, que posteriormente será encaminhado para que um representante de vendas possa atendê-lo e entender suas necessidades. Sendo assim, de certa forma pode-se inferir que em suma a empresa conta com um canal de distribuição. Estes meios são geridos com cautela para garantir a excelência no atendimento ao cliente e suas satisfação com o produto final.

Observando os recursos chave da empresa que contribuem para sua excelência, vale a pena destacar suas instalações que estão em constante evolução e adaptação tecnológica, somada a uma equipe técnica altamente qualificada. O chão de fábrica da empresa já possui bastante integração entre máquina e homem. Vale destacar a pontuação do diretor que visando tornar sua instalação uma Smartfactory, hoje existe um projeto para a integração plena de todo o seu maquinário a um sistema único de modo que a operação possa ser controlada e gerida unificadamente com a coleta e processamento de dados em tempo real pelo Cloud Computing, contribuindo assim para o modelo de indústria auto sustentável que a empresa enxerga como tendência para se manter competitiva e com o maior grau de eficiência operacional. Tal projeto foi idealizado a partir de uma observação do seu sistema operacional e das atuais tecnologias que a empresa possui. Foi observado que mesmo munida de um maquinário com tecnologia contemporânea, ainda sim, a empresa não estava aproveitando ao máximo os dados de produção que cada componente produzia, e desta forma foi realizado um estudo interno retroativo de modo a verificar o quão mais eficiente a produção poderia ter sido ao longo de um semestre caso os dados pudessem ter sido processado de maneira automática e instantânea. Assim foi validada a hipótese de que a empresa não aproveitava ao máximo seus recursos, e com isso o projeto foi concebido. Segundo o diretor, devido a alta demanda de verba que em uma primeira análise não trará retornos expressivos imediatos, este acaba por estar pouco distante das prioridades de investimentos momentâneas da fábrica, e assim estima-se que este projeto deva ser concluído em meados do segundo semestre de 2025.

A relação que se dá entre a cultura empresarial que a empresa vem cultivando desde sua criação e seus colaboradores é um fator relevante para o sucesso de suas operações — em empresas em que boa parte de seus colaboradores está sobre um regime de comissionamento (os representantes de vendas são comissionados, apenas), é fundamental que haja um alinhamento da

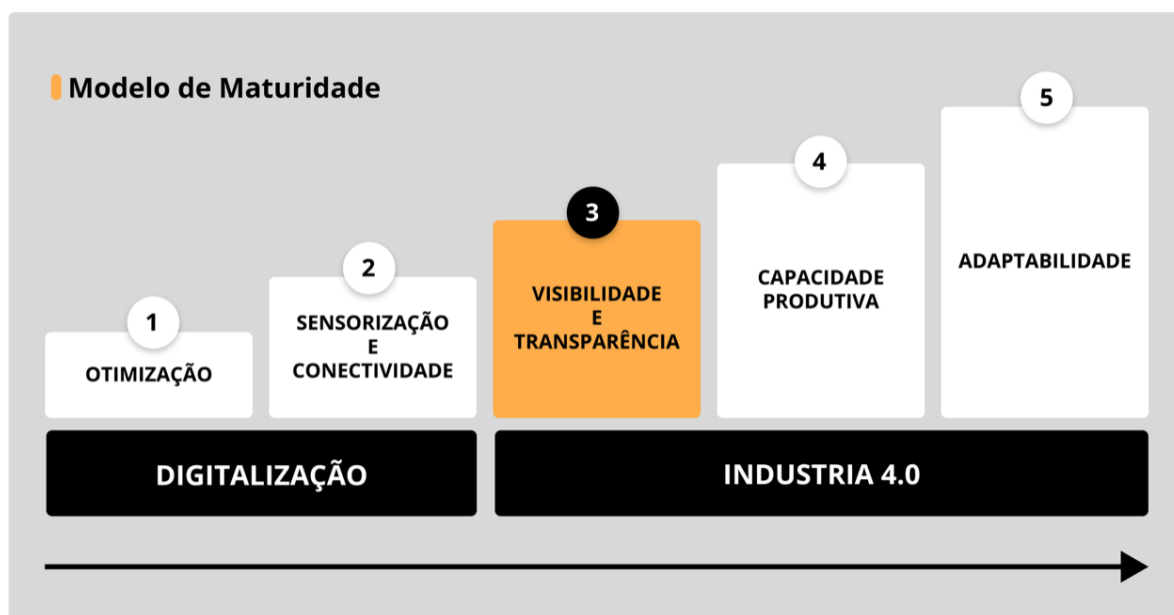
cultura organizacional com a motivação pessoal dos mesmo. Apesar da motivação dos representantes residir em grande parte na formação de sua renda, nota-se que estes permanecem bastante engajados em atividades que vão além das vendas em si. Tal engajamento é resultado de uma política de capacitação pessoal e valorização de seus colaboradores internamente, reconhecendo seus esforços e propiciando um ambiente bastante meritocrático. Este compromisso da empresa com todos seus colaboradores reflete uma cultura de espírito de equipe onde todos estão em busca de um objetivo benéfico para ambas as partes.

Após analisar a estrutura da empresa e conversar com o responsável administrativo, conclui-se que a mesma se destaca não apenas por sua eficiência operacional, mas também por seu aproveitamento e integração com as condições internas e externas à empresa.

4.1.5 AVALIAÇÃO DE MATURIDADE

Neste momento será situado o estágio da Indústria 4.0 no qual a Salute se encontra, utilizando a adaptação do Senai 4.0 para o modelo desenvolvido pela ACATECH. O questionário em questão foi respondido pelo sócio e diretor de produção da Salute, podendo ser encontrado na íntegra no Anexo A. A pontuação da empresa no questionário foi de 3.91 sobre um total de 5, colocando assim a empresa no segundo bloco do modelo de maturidade do Senai 4.0, a Indústria 4.0. Dentro deste bloco, a empresa se encontra no nível de “Visibilidade e Transparência” que corresponde ao primeiro estágio da Indústria 4.0, e assim a empresa já está bem encaminhada podendo enxergar concretamente as possibilidades que uma integração plena com a Indústria 4.0 pode agregar à operação (Figura 19).

Figura 19: Resultado da avaliação de maturidade Salute



Fonte: <https://maturidade.senai40.com.br>

Analisando as respostas ao questionário, no tópico **Estratégia e Organização** observa-se que a empresa já possui uma estratégia ativa de implementação da Indústria 4.0 em fase de aplicação onde seu progresso é analisado de forma unificada olhando toda a empresa. A liderança da empresa está fortemente engajada no processo de implementação de Indústria 4.0, e atualmente a empresa investe ativamente no desenvolvimento de suas áreas, em especial no aprimoramento de sua manufatura.

Do ponto de vista da **Manufatura e Cadeia de Suprimentos**, observa-se que apesar da empresa e seus colaboradores entenderem a cultura Lean e seus benefícios, a empresa ainda não se utiliza profundamente das técnicas avançadas da metodologia. Seus maquinários e sistemas produtivos são contemporâneos, porém não possuem um alto grau de automação. Graças ao seu maquinário atualizado e a utilização de sensores de última geração para leitura de dados, a empresa é capaz de realizar a leitura e processamento em tempo real dos dados de processamento, mesmo ainda não se utilizando dessa ferramenta apropriadamente.

Com relação ao **Modelo de Negócio, Produtos e Serviços**, nota-se que a empresa é capaz de reconhecer o valor no processamento de dados em tempo real e seus benefícios, e por isso se utiliza dos dados para a tomada de decisão. Seus produtos são altamente personalizados e entregues sob medida, tendo um

relacionamento bastante importante com seus fornecedores para atender as necessidades dos clientes. Os canais pelos quais ocorre a interação com o cliente são mais tradicionais. Quando se analisa o grau de integração entre as diversas frentes da empresa com o viés de suas atividades produtivas, nota-se uma sinergia elevada entre as áreas que possibilita um fluxo contínuo e fluido de informações entre elas, e assim um maior aproveitamento de seus recursos.

No que diz respeito a **Cultura e Pessoas**, é nítida a importância da inovação para os colaboradores e a liderança da empresa — eles entendem claramente que por este meio podem se diferenciar e destacar seus produtos. A estrutura robusta e tradicional da empresa seleciona cautelosamente os colaboradores que têm poder de alterar algum processo existente. A empresa zela pela requalificação de seus colaboradores, visando um relacionamento longo e benéfico para ambas as partes, e por esta mentalidade seus colaboradores também possuem a mesma visão da necessidade de se desenvolver continuamente — sendo uma empresa tradicional, ela pode vivenciar momentos de obsolescência tanto de seu maquinário quanto de seu pessoal, e assim sentir seus impactos também.

Neste estágio de desenvolvimento da empresa, “Visibilidade e Transparência”, são nítidas as implementações e esforços que a mesma vem aplicando a fim de se reinventar como Indústria 4.0. Os dados de processamento já estão sendo armazenados continuamente e em tempo real através da utilização de sensores nos maquinários, viabilizando assim a concepção do Cloud Computing na empresa — este será atingido com a conclusão do projeto em questão descrito pelo diretor de produção. Esta digitalização no tratamento de dados da empresa na nuvem desempenharam um papel de extrema importância ao passo que facilita a geração de insights para apoiar as tomadas de decisão em tempo real. Concomitantemente, pode-se notar um crescente incremento nas integrações entre as linhas de produção e a cadeia de valor da empresa, em especial no quesito de aproveitamento do Big Data e o desenvolvimento de AI. Esta sinergia com a Indústria 4.0 se destaca por capacitar a empresa a uma abordagem com maior eficiência e aproveitamento na interpretação e manipulação de dados obtidos em sua cadeia de valor, o que por sua vez ressalta o comprometimento da mesma com o tópicos de inovação e eficiência operacional através de sua constante atualização e adoção de tecnologias mais avançadas.

Compreende-se que a empresa tem uma clara visão do que está

acontecendo na sua fábrica e preza ativamente pelos seus ativos mais valiosos indispensáveis à sua produção. Saber exatamente o que está acontecendo em sua principal máquina e poder prever futuras manutenções é um passo fundamental rumo a se tornar uma Smartfactory. Desta forma, a empresa consegue não apenas planejar e sincronizar pausas na produção que são necessárias, mas também colabora para um prolongamento da vida útil de seus equipamentos. Previsibilidade é um dos pontos mais essenciais da Indústria 4.0, e ao atingi-lo a empresa mitiga a ocorrência de eventos casuais que podem prejudicar sua operação.

4.2 MEBABO

Figura 20: Visão frontal da Mebabo



Fonte: Mebabo

4.2.1 DESCRIÇÃO DA EMPRESA

A segunda empresa a ser analisada será o ADO ADMINISTRADORA DE MARCAS LTDA registrado no CNPJ 27.206.583/0001-68 (Figura 20). Esta empresa que atende pelo nome fantasia de Mebabo é um grupo administrador de múltiplas marcas. Seu principal negócio é justamente a Mebabo onde ela possui um

e-commerce com seu portfólio de produtos focado no setor de cosméticos e beleza. Assim como a Salute, a Mebabo também é uma empresa de origem familiar que teve seu início em 2017. A princípio o casal fundador trabalhava com produtos que eram importados, mas com o avanço e crescimento da empresa começaram a trabalhar com produtos nacionais e em alguns casos manufatura própria. Contando com aproximadamente 13 mil metros quadrados, a Mebabo divide seu espaço entre o estoque de suas operações de e-commerce e suas manufaturas.

A Mebabo surge como um claro exemplo de empreendedorismo pioneiro em sua região. Fundada no interior de Santa Catarina, na cidade de Rio do Sul, a Mebabo hoje é um dos maiores nomes, se não o maior, que nasceu na região. Atuando hoje principalmente no setor de varejo online através de seu e-commerce, a empresa se estabelece como uma das maiores plataformas online para aquisição de produtos e acessórios no setor de cosméticos e beleza. Com uma plataforma de referência no mercado que consegue reunir uma variedade imensa de produtos das marcas mais desejadas, a Mebabo viu também ao passar do tempo uma grande oportunidade de negócio.

No início apenas revendendo produtos para seus consumidores e contando com uma base de clientes varejistas tão vasta quanto possível para o setor, a empresa pode adquirir conhecimento de mercado bastante singular e sensível às tendências que ditam este mercado que tanto muda em um curto espaço de tempo. Analisando estas tendências e os nichos de mercado, a Mebabo viu uma grande oportunidade de negócio onde a mesma pudesse vender seu próprio produto, e com isso ter uma margem ainda maior. Como já conta com uma vasta base de clientes, inserir seu produto no mercado não foi um grande desafio, e foi neste cenário que a aproximadamente 2 anos atrás nasceu a Embaixador Cosméticos, seu braço produtivo de cosméticos.

Para a análise do grau de maturidade da empresa, será tomada como objeto de estudos a Embaixador Cosméticos que conta com uma vasta linha de produtos cosméticos e uma infraestrutura fabril considerável para análise. A Embaixador se trata da empreitada da Mebabo no setor dos cosméticos a fim de capturar uma participação mais expressiva no setor com o auxílio de sua expertise do mercado. Do ponto de vista industrial, a fábrica se destaca por ter seu porte um tanto quanto robusto dada a sua recente criação e algumas máquinas de última geração, caracterizando assim uma incursão dinâmica e promissora para o setor em que se

encontra. Seu porte reduzido frente a grandes competidores do mercado nacional e internacional lhe confere uma maior versatilidade e flexibilidade para se adaptar às constantes evoluções do cenário atual. Recentemente a empresa iniciou estudos de viabilidade econômica versus retorno para um projeto de implementação de tags RFID para o armazenamento de dados em seus lotes produtivos e em alguns casos nos próprios produtos, e com isso poder administrá-los e rastreá-los mais facilmente em suas instalações e durante as expedições ao cliente. O propósito do projeto é enriquecer a base de dados que a empresa está construindo, aumentar a eficiência de seus estoque e otimizar o tempo de espera do recebimento da ordem até a expedição do produto, e a partir destes poder reduzir seus custos operacionais tornando a operação mais eficiente.

Tais características físicas revelam uma abordagem por parte da liderança executiva da empresa de proatividade que apesar de estar em um estágio inicial se empenha fortemente para estabelecer uma marca sólida no mercado.

Contando com instalações modernas no âmbito de maquinário e seleção de processos, boa parte do desempenho da Embaixador é dado graças à infraestrutura que a Mebabo oferece para impulsionar a marca. Similarmente à Salute, na Embaixador, e também na Mebabo como um todo, tem-se uma cultura bastante inclusiva e acolhedora onde os colaboradores acreditam fielmente na história que a empresa representa e estão sempre bastante engajados no projeto, tanto no âmbito profissional quanto no pessoal. É importante pontuar que apesar de contar com uma grande infraestrutura para distribuição dos seus produtos, a Embaixador também trabalha com um modelo similar ao de franquias, onde são estabelecidos distribuidores locais que na prática funcionam como pequenos CDs.

4.2.2 PRINCIPAIS PRODUTOS

Para uma empresa que atua no setor de cosmético e beleza é necessário que a mesma possua uma linha de produtos tão vasta quanto possível para atender a diferentes necessidades dos mais variados tipos de clientes, e com isso abranger seu leque de atuações ao máximo. O mercado de cosméticos em especial é bastante rico em diversidade, podendo ser encontrados inúmeros produtos que possuem a mesma finalidade e mesmo assim podendo ser bastante distintos entre

si. Esta distinção entre eles pode variar desde o modo como é preparado até como o mesmo é apresentado ao cliente.

Neste setor em particular é comum encontrar produtos de uma mesma empresa que são literalmente idênticos em sua formulação, aspecto e especificações, mudando apenas sua embalagem com rótulos para atender a mercados diferentes. Como exemplo pode-se citar o Gel Cola, produto mais tradicional que pode ser encontrado no portfólio da maioria dos players do mercado. Sua formulação envolve uma combinação entre polímeros sintéticos, acetato de polivinila, solventes e agentes tixotrópicos que ajustam sua viscosidade. São adicionados também agentes de adesão, plastificantes e conservantes para reforçar sua aderência e assim conferir flexibilidade preservando as características do produto. Essa composição é rica em aditivos específicos (antioxidantes, corantes e fragrâncias, por exemplo) para conceber um produto final que atenda aos requisitos técnicos e às expectativas do mercado consumidor.

Atualmente a Embaixador conta com dois grandes segmentos de produtos, os cosméticos de uso pessoal e os acessórios. O segmento dos cosméticos que conta com mais de 28 produtos distintos pode ser dividido em quatro linhas principais, sendo elas: para cabelo, para barba e bigode, linha blizzard, e para o corpo. Já o segmento de acessórios que conta com 5 linhas de produtos visa a venda de vestimentas e acessórios para salão de beleza e barbearias.

Dentre os 33 produtos que a Embaixador comercializa, destacamos os mais vendidos que correspondem a mais de 50% de seus esforços na linha de produção, sendo eles:

- Shaving Gel: O gel de barbear (Figura 21) é elaborado com uma combinação de tensoativos suaves e emolientes de elevada qualidade para assim oferecer uma experiência de barbear única, alinhando eficácia e suavidade dermatológica. Sua textura tem seu grau de viscosidade estabelecido de modo a facilitar a aplicação na pele e proporcionar um deslizamento suave da lâmina de barbear ao mesmo tempo em que reduz ao máximo a fricção à pele, reduzindo assim drasticamente as chances de irritações nos mais variados tipos de pele. Rico em agentes hidratantes como a glicerina e o propilenoglicol somado de extratos botânicos, o gel trata os pelos para um

barbeamento rente e suave, oferecendo também propriedades calmantes e revitalizadoras da pele;

Figura 21: Shaving Gel Embaixador



Fonte: Embaixador Cosméticos

- Gel Cola: Este produto (Figura 22) é composto por uma solução adesiva formulada meticulosamente para proporcionar uma aderência versátil e flexível para diferentes tipos de cabelo. Sua base é composta de polímeros sintéticos, como o acetato de polivinila, que garantem além de uma fácil aplicação, uma forte aderência. Com uma consistência mais viscosa que a do Shaving Gel, sua formulação que conta com agentes de adesão, plastificantes e conservantes, asseguram alta durabilidade do produto tanto em armazenamento quanto em efeito pós aplicação sem danificar os fios de cabelo. Os aditivos que o compõem tem a finalidade de enriquecer a experiência do usuário proporcionando aspectos únicos, destacando-se como

um dos produtos mais vendidos do mercado de beleza masculina de todos os tempos;

Figura 22: Gel Cola Embaixador



Fonte: Embaixador Cosméticos

- Pomada modeladora: A pomada modeladora (Figura 23) pode ser vista como uma espécie de evolução do tradicional gel cola, que por sua vez visa atingir um público premium. Sua formulação é rica em ceras naturais e polímeros de última geração que oferecem uma fixação maleável, diferentemente do gel cola. Pensando em minimizar os danos à saúde capilar, sua composição é livre de parabenos e sulfatos, além de contar com ingredientes condicionadores que promovem a nutrição dos fios. A proposta da pomada modeladora difere na proposta do gel cola com relação ao aspecto visual que a mesma visa dar ao cliente — sem deixar um aspecto de umidade ao cabelo, a pomada combina flexibilidade e classe.

Figura 23: Pomada Modeladora Embaixador



Fonte: Embaixador Cosméticos

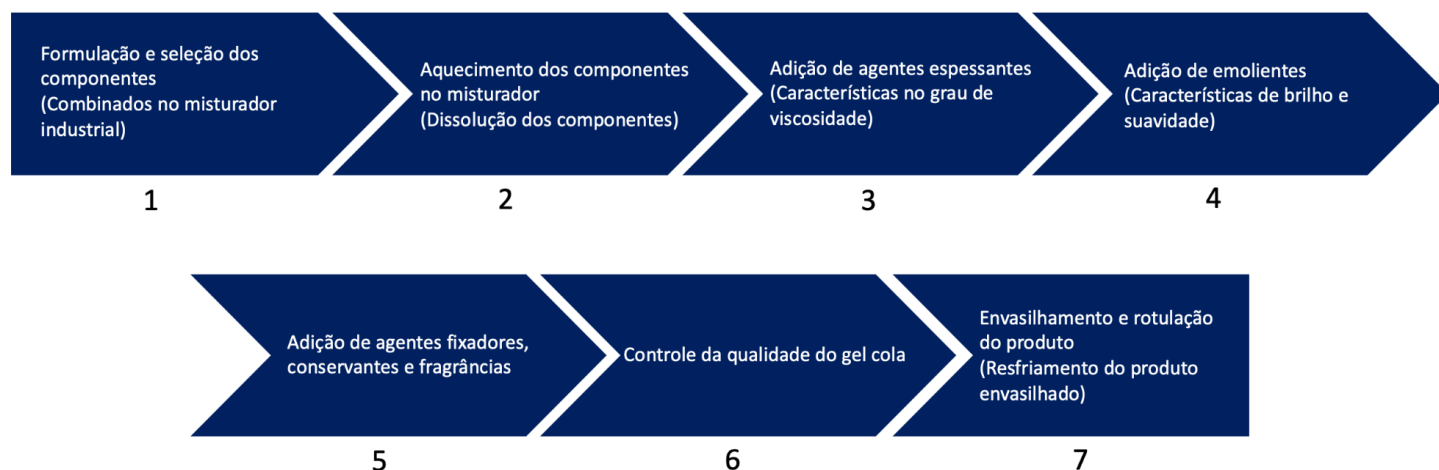
4.2.3 MANUFATURA

Em entrevista com o diretor de produção da empresa foi entendido que a empresa tem plena consciência de que apesar de sua notória evolução produtiva em um curto espaço de tempo, ainda há um longo caminho pela frente no que diz respeito à otimização de sua operação fabril. Mesmo contando com alguns maquinários de última geração para o processamento de seus produtos, pode-se observar que grande parte de seu processo é feito de forma bastante rudimentar e isolada das demais atividades que ocorrem em paralelo. Foi notado que no momento há pouca integração do seu processo produtivo, e por sua vez percebe-se que a empresa poderia estar usufruindo de maneira muito mais benéfica de sua estrutura.

Dentre os diversos produtos que a fábrica produz temos alguns que possuem seu processo produtivo semelhante, como é o caso do gel de cola e a pomada modeladora — outros produtos como o shaving gel, entre outros, também possuem ao menos um processo parecido dos demais, como é o caso do processo ocorrido

no agitador industrial ou misturador. Para analisar de uma maneira mais objetiva, será descrito o processo produtivo de maneira sintetizada do produto mais tradicional, o gel cola. O processo produtivo do gel cola pode ser descrito sucintamente como apresentado no seguinte diagrama (Figura 24):

Figura 24: Diagrama do processo de produção do Gel Cola



Fonte: Elaborado pelo autor

Dentre os processos que ocorrem na fabricação dos produtos, uma parte essencial do processo e considerada uma das mais importantes ocorre no misturador industrial – em conversa com o diretor de produção foi explicitado que o misturador é a máquina mais importante da fábrica. O misturador industrial é uma máquina que tem como propósito misturar, emulsificar, homogeneizar ou transformar um material numa substância única. Similarmente à Salute, na Embaixador o processo do controle de qualidade também é bastante importante ocorrendo logo após o resfriamento do produto. Na Embaixador o controle de qualidade é mais rigoroso em comparação à Salute, por exemplo, dado o fato de serem produzidos itens dos quais serão aplicados ao corpo humano, e assim toda inconsistência fora do esperado pode causar um problema de grande escala para a empresa.

A fábrica possui alguns misturadores para que o processo de diferentes linhas produtivas possam ocorrer simultaneamente e assim mitigar o tempo de preparo do maquinário e diminuir o tempo de espera — a fábrica possui misturadores do tipo estáticos, de pá, e emulsificadores. Dentre eles, o misturador mais utilizado na

produção dos cosméticos da Embaixador é o misturador de pá para proporcionar uma mistura mais eficiente devido ao alto grau de viscosidade dos produtos que são misturados. O processo que ocorre no misturador apesar de essencial na produção dos cosméticos pode ser considerado bastante simples quando se leva em consideração outros processos da linha de produção, como por exemplo a formulação química dos componentes. O processo neste maquinário inicia com a separação dos ingredientes que em seguida são inseridos no misturador — existe uma ordem específica que se inicia a mistura dos componentes em pó. Após essa inserção é iniciado o processo de mistura mecânica dos elementos através da rotação das pás, e após o tempo de mistura o equipamento é parado para a adição dos elementos líquidos, e assim o processo se repete até a conclusão da mistura. Uma vez que o processo é finalizado e a mistura é retirada, se inicia o processo de higienização do container para que o processo possa se repetir e não haja alteração na composição da mistura seguinte.

Do ponto de vista de suprimentos da empresa, na entrevista com o diretor de produção foi pontuado que atualmente a empresa tem certa instabilidade no que diz respeito ao suprimento de matéria prima de modo amplo. Analisando apenas o suprimento de material ao misturador, foi observado que o mesmo tem total dependência do processamento dos seus componentes ser concluída simultaneamente — ainda foi comentado que na maioria das vezes o tempo de espera é elevado devido a uma substância, colocando o misturador como um dos gargalos de produção. Ao analisar e rastrear a causa do gargalo no misturador, o problema volta ao fornecimento de matéria prima que não está utilizando de maneira mais eficiente os dados históricos da empresa, que por sua vez é causado pela falta de previsibilidade nas demandas do consumidor. No momento a matéria prima é adquirida com uma certa cadência que varia proporcionalmente ao longo dos meses — para a indústria de cosméticos os meses do meio e do final do ano possuem as maiores demandas e por isso são os meses com maior volume na compra de matéria prima. A estimativa do volume a ser ordenado é baseada majoritariamente em 3 fatores: pedidos em aberto agendados, vendas recorrentes e estoque para varejo.

Observando o ambiente de manufatura em que a Embaixador opera, foi constatado que esta opera no modelo MTS (do inglês, Make-To-Stock) dado que a empresa não trabalha com produtos perecíveis no curto e médio prazo, além de

necessitar de estoque para a pronta entrega pois um de seus grandes canais de vendas é o varejo online. Este modelo é ideal para empresas do setor pois além de possibilitar o encurtamento do tempo de espera do cliente, ainda possibilita que as suas operações não sejam direcionadas pela demanda mas sim para manter os níveis de estoque estabelecidos para cada linha de produto. Diferentemente da Salute, a Embaixador não conta com um modelo de estoque intermediário de componentes, dado que em sua maioria os produtos não possuem a mesma base de substâncias que podem ser estocadas.

4.2.4 MODELO DE NEGÓCIO

O modelo de negócio da empresa é voltado em grande parte para o e-commerce dado que em seus primórdios e na maior parte do tempo a Mebabo trabalhou exclusivamente com e-commerce — esta raiz fortemente fundamentada no e-commerce explica o fato de a empresa ter uma boa organização na formação de seus estoques relativo ao seu tempo de vida. No quesito de dependência, como a Embaixador produz seus próprios produtos ela possui um alto grau de dependência de seus fornecedores de matéria prima, ficando ainda mais evidente nos meses em que há maior demanda no setor, uma vez que seus fornecedores não são exclusivos e a Embaixador também não é um de seus maiores clientes, o que por sua vez não a torna um cliente preferencial.

A empresa atua em duas frentes principais, o B2B (do inglês, Business to Business) e B2C (do inglês, Business to Consumer), sendo o B2B a sua principal. O B2C é mais focado no e-commerce da própria Embaixador e da Mebabo, onde em sua maioria se concentram as vendas de varejo, já no B2B se concentram os maiores esforços da empresa pois esta trabalha com um modelo onde há uma prospecção de distribuidores locais que possibilitam que a empresa atue em diversas áreas do Brasil e ofereça tempos de entrega similares para todas as regiões, analogamente ao modelo de franqueamento. No modelo em que a empresa opera B2B a estratégia consiste no estabelecimento de distribuidores localizados em todos os estados da união e idealmente a Empresa visa que exista ao menos um distribuidor nas maiores cidades de cada estado — este modelo visa atingir tanto grandes empresas que já atuam no ramo, quanto microempreendedores novos no mercado, funcionando na prática como CDs intermediários entre a fábrica e o cliente

final, tornando assim a operação menos custosa para a Embaixador, e mais vantajosa para o distribuidor que assim tem maior liberdade para administrar e modelar seu negócio. Já o B2C se estabelece como uma consequência da história tradicional da Mebabo no e-commerce recaindo sobre a Embaixador.

A Embaixador trabalha com foco no público de barbeiros e profissionais nas áreas correlatas, onde o principal objetivo é se estabelecer como uma referência no mercado estando presentes nas bancadas e prateleiras de um leque bastante vasto de clientes, cobrindo desde pequenas barbearias até redes de supermercado e farmácia. Para atender a públicos tão diferentes que trabalham com margens desiguais, a empresa oferece produtos similares porém com apresentações diferentes, desta forma ao olhar do consumidor ele possui dois produtos com embalagens diferentes que aparentam ser distintos, enquanto que em sua composição são bastante similares — esta estratégia possibilita que apesar de segmentos diferentes oferecerem produtos que em sua essência são idênticos, estes não sejam concorrentes entre si, promovendo a concorrência dos vendedores. De fato, o público no qual cada cliente da Embaixador atende é diferente e busca uma proposta de produto singular, e com isso há espaço para a Embaixador explorar a apresentação do mesmo.

Um dos grandes problemas observados que a empresa apresenta no momento reside no suprimento de matéria prima. Ao analisar as causas e efeitos do problemas após as entrevistas, foi constatado que a Embaixador possui desafios na movimentação e armazenagem de materiais (MAM), junto à previsibilidade em suas demandas de matéria prima. Como comentado no tópico anterior, a Embaixador estima seu volume de venda baseado em 3 fatores distintos, sendo eles: os pedidos em aberto com agendamento de entrega; as vendas recorrentes pré estabelecidas com reabastecimento constante; e um estoque designado para o varejo. Com estes 3 indicadores a Embaixador estima uma quantidade de cada linha de produto que deve ser demandada no mês, e assim coordena sua produção. Em uma das entrevistas foi evidenciado que no momento a Embaixador ainda não possui uma previsibilidade de demanda de matéria prima com pouca variação frente a realidade, pois apesar de se basear em fatores fixos como vendas agendadas e recorrentes, a empresa ainda não trata seus dados de produção e venda de forma a tirar o máximo de informações deles — em parte, isso se dá ao curto tempo de atuação da empresa no mercado com um modelo de produção. Com relação aos problemas de

MAM, estes se concentram na administração de seus estoques que no momento encontram empecilhos na localização de lotes, além da contabilização de sua existência, fato que por sua vez acaba sobrecarregando a produção com produtos que já estão disponíveis em estoques mas não há menção do mesmo. Como comentado na descrição da empresa, o estudo para implementação das tags visa justamente combater estas fraquezas organizacionais, além de produzir mais dados para a empresa.

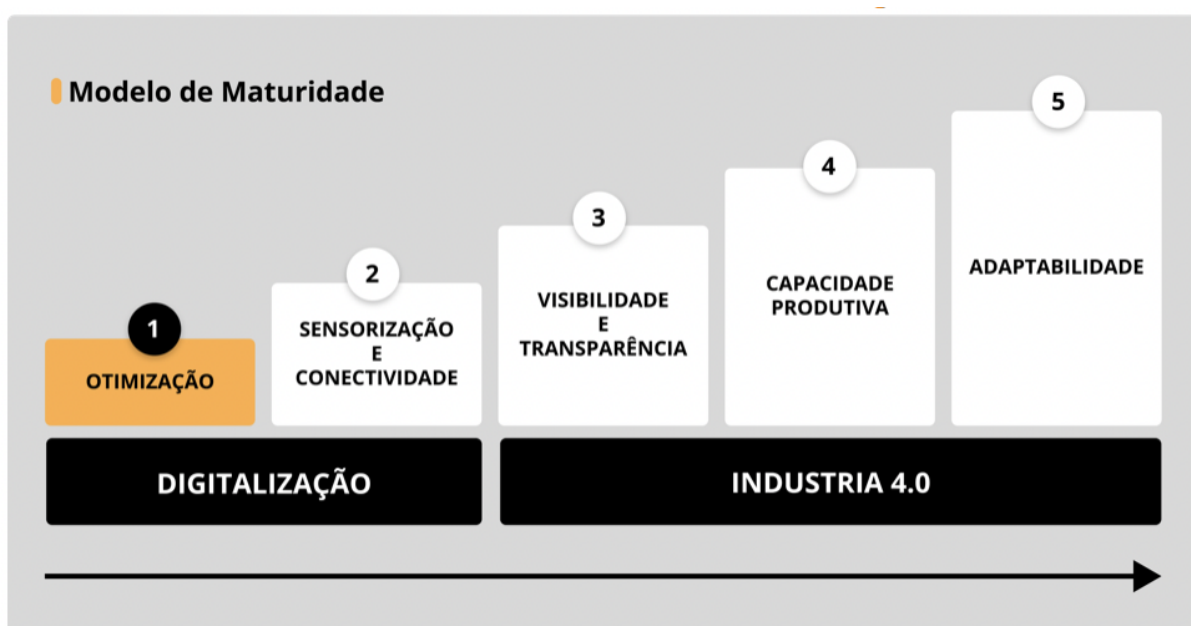
A cultura organizacional da empresa se destaca pelo seu forte enraizamento na capacitação contínua de seus colaboradores. Concomitantemente com a crença de que um equipe capacitada é um fator determinante no sucesso da operação, a empresa foca seus esforços para o desenvolvimento e aprimoramento de programas de capacitação de colaboradores. Tais programas visam o desenvolvimento de soft e hard skills de seus funcionários, tendo em vista assim não apenas sua familiarização com os produtos que a empresa oferece, mas também no desenvolvimento e aprimoramento de suas habilidades de persuasão. Desta forma a empresa reconhece a importância das interações interpessoais com foco no desenvolvimento de habilidades fortemente estabelecidas em métodos éticos e personalizados para cada necessidade de cliente, fomentando assim o estabelecimento de relacionamentos sólidos com os clientes. No que diz respeito às instalações físicas, a Embaixador fez uma escolha estratégica assim como a Salute, evidenciando uma abordagem calculista que visa a otimização de seus recursos e redução de gastos operacionais. Situada fora das regiões centrais de Santa Catarina, a Embaixador se localiza em Rio do Sul, interior de SC. A decisão por esta localidade proporciona o acesso das expedições às principais rodovias do estado, contribuindo assim para uma maior eficiência logística.

4.2.5 AVALIAÇÃO DE MATURIDADE

Uma vez que a Embaixador foi apresentada e seu modo de operação foi contextualizado, agora a empresa será avaliada do ponto de vista do seu grau de maturidade de acordo com o modelo desenvolvido pela ACATECH e adaptado pelo Senai 4.0. O preenchimento deste questionário foi realizado em conjunto pelo diretor de produção e o sócio fundador da empresa (diretor administrativo), podendo ser lido na íntegra no Anexo B. A avaliação se dá a partir do preenchimento do

questionário adaptado pelo Senai 4.0, e com isso será estabelecido o grau de maturidade da empresa. A Embaixador obteve uma pontuação de 1.92 de um total de 5, colocando ela no primeiro bloco do modelo de maturidade do Senai 4.0, a “Digitalização”. Neste primeiro bloco, a empresa se encontra no primeiro nível, a “Otimização”, que por sua vez corresponde ao primeiro estágio da fase de capacitação para a inicialização da Indústria 4.0 na empresa (Figura 25). Neste estágio, a empresa ainda não consegue ver o que a Indústria 4.0 abrange e como ela pode ser útil, pois no momento a empresa está focada na digitalização de seus processos e ao estudo de novas técnicas produtivas para a otimização de sua produção.

Figura 25: Resultado da avaliação de maturidade Embaixador



Fonte: <https://maturidade.senai40.com.br>

Analisando o questionário, com relação ao tópico de **Estratégia e Organização**, pode ser observado que esta é uma empresa em desenvolvimento do ponto de vista administrativo e industrial. Embora haja uma estratégia em desenvolvimento para a implementação da Indústria 4.0, esta ainda está em um estágio embrionário que é confirmado pelos esforços ainda baixos da empresa em investir no desenvolvimento. Nota-se que suas áreas ainda são bastante segregadas, e por isso não há um bom aproveitamento das informações ali geradas. Neste ponto vale ressaltar que mesmo com os baixos investimentos na implantação

da Indústria 4.0 em quase todos tópicos, se destaca a falta de investimento no campo de assistência técnica. Na última entrevista guiada pelo questionário complementar foi constatado que as pausas de maquinário são em grande parte imprevisíveis na empresa e sua manutenção é direcionada pela necessidade, ao invés de atuar de modo preventivo.

Do ponto de vista da **Manufatura e Cadeia de Suprimentos**, a empresa se mostra rudimentar com relação a algumas técnicas validadas da indústria tradicional, sem grande modernização e atualização de seus processos, ficando a par de qualquer prática de cultura Lean. Suas máquinas em geral não possuem aprimoramento de automação, assim como o sistema produtivo que beira as configurações iniciais da fábrica. Mesmo como uma grande geração de dados pelos maquinários a empresa não possui um sistema de coleta de dados e por isso não é possível a tomada de decisões em tempo real. A empresa ainda não possui utilização das principais tecnologias de aproveitamento de operação e os trabalhos ainda são bastante manuais. O estudo em andamento para a implantação de tags RFID irá superar um grande obstáculo à empresa, possibilitando que a mesma usufrua de tecnologias mais modernas, e com isso gere engajamento para se integrar cada vez mais.

Com relação ao **Modelo de Negócio, Produtos e Serviços**, a evidência mostra que a empresa é tradicional na sua abordagem e gestão do negócio, focando em trabalhar com modelos de negócios já validados pela mesma, porém com um baixo aproveitamento de seus recursos para aprimorar seu negócio. A interação com o cliente é bastante padronizada, e as diversas frentes da empresa conseguem se enxergar, porém ainda não trabalham em harmonia e conjunto, funcionando na prática como várias empresas em uma.

Da parte de **Cultura e Pessoas**, nota-se que com relação a Indústria 4.0 ainda não há uma visão clara de como isso afeta no presente seus colaboradores dado que a estratégia da empresa ainda não está definida. Percebemos que a falta de estratégia acaba por dar poder de decisão a colaboradores que nem sempre podem ter uma ampla visão do business e assim tomar uma decisão indevida. Mesmo zelado pela qualificação e melhoria contínua das habilidades de seus funcionários, a empresa ainda vê bastante resistência por parte deles em sair da zona de conforto.

Como esperado devido ao seu curto tempo de vida e a falta de contato com a Indústria 4.0, a Embaixador ainda está dando seus primeiros passos, e com isso parte das tecnologias e temas abordados pelo questionário ainda são novidade para a empresa. Após uma análise mais profunda da empresa e de sua situação atual, foi concluído que no momento o principal objetivo da empresa deve ser integrar seus recursos. Esta integração deve ser posta como meta, pois só assim será possível que a empresa comece a aprender e produzir insights a partir de seus passos, e assim terá possibilidade de aprimorar seus processos através do tratamento de informação útil.

4.3 COMPARAÇÃO ENTRE OS DOIS CASOS

Com base nos dados coletados pelo Senai 4.0 no Brasil, é observado que a maior parte dos estados se encontram ainda no nível de maturidade “Sensorização e Conectividade” (Figura 11). Esta informação mostra o quão bem posicionada está a Salute (“Sensibilidade e Transparência”) quando levado em consideração a variedade de empresas e setores dos quais os dados do Senai 4.0 são compostos, contemplando desde empresas de grande porte, a microempreendedores. No caso da Embaixador (“Otimização”), esta se encontra abaixo da média do país sendo situada no primeiro nível, fato que condiz com seu tempo de atuação – com uma história recente, atualmente a empresa está se transformando e absorvendo as informações que podem ativamente contribuir para seu desenvolvimento operacional e industrial.

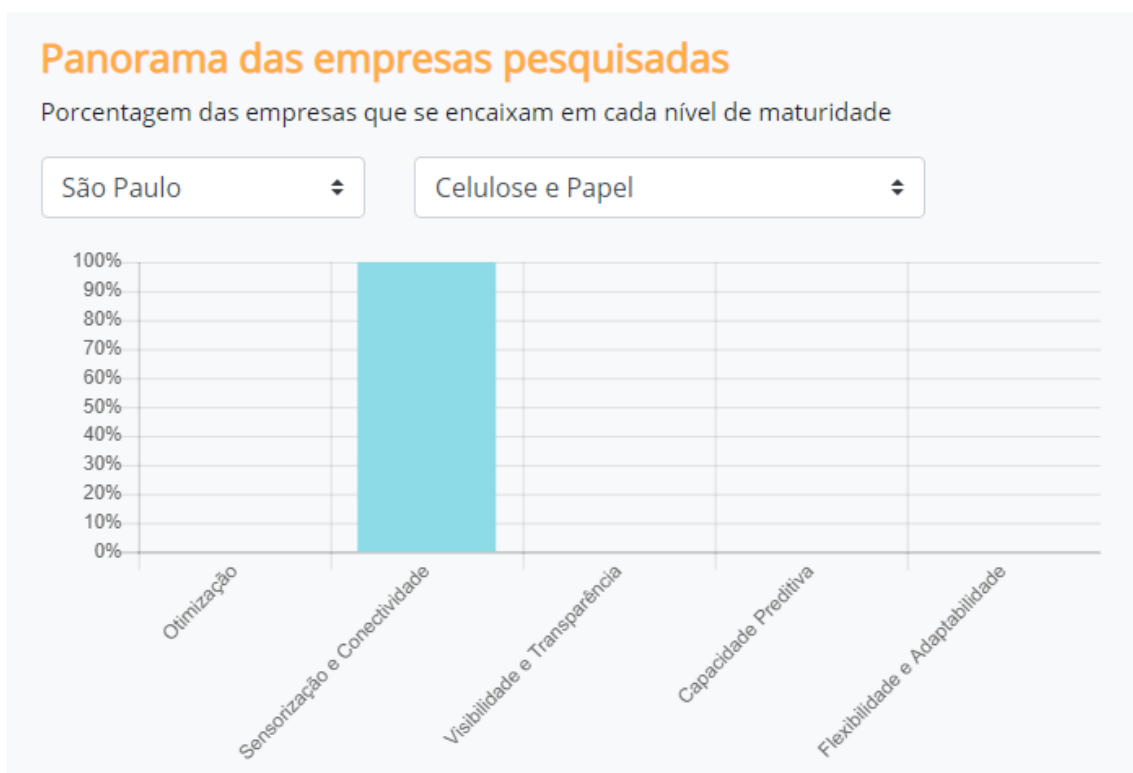
Para a Indústria de Celulose e Papel, na qual a Salute opera, temos que no Brasil a maior parte das empresas analisadas se encontra na maturidade “Sensorização e Conectividade”, representando por volta de 52% das empresas (Figura 26). Agora analisando o estado de SP, onde a empresa tem suas instalações e operações, temos que 100% das empresas se encontram no nível de maturidade “Sensorização e Conectividade” (Figura 27) — lembrando que os dados do Senai são baseados nas empresas que realizam voluntariamente a avaliação de maturidade através do questionário.

Figura 26: Grau de maturidade no Brasil (Celulose e Papel)



Fonte: <https://maturidade.senai40.com.br>

Figura 27: Grau de maturidade em São Paulo (Celulose e Papel)



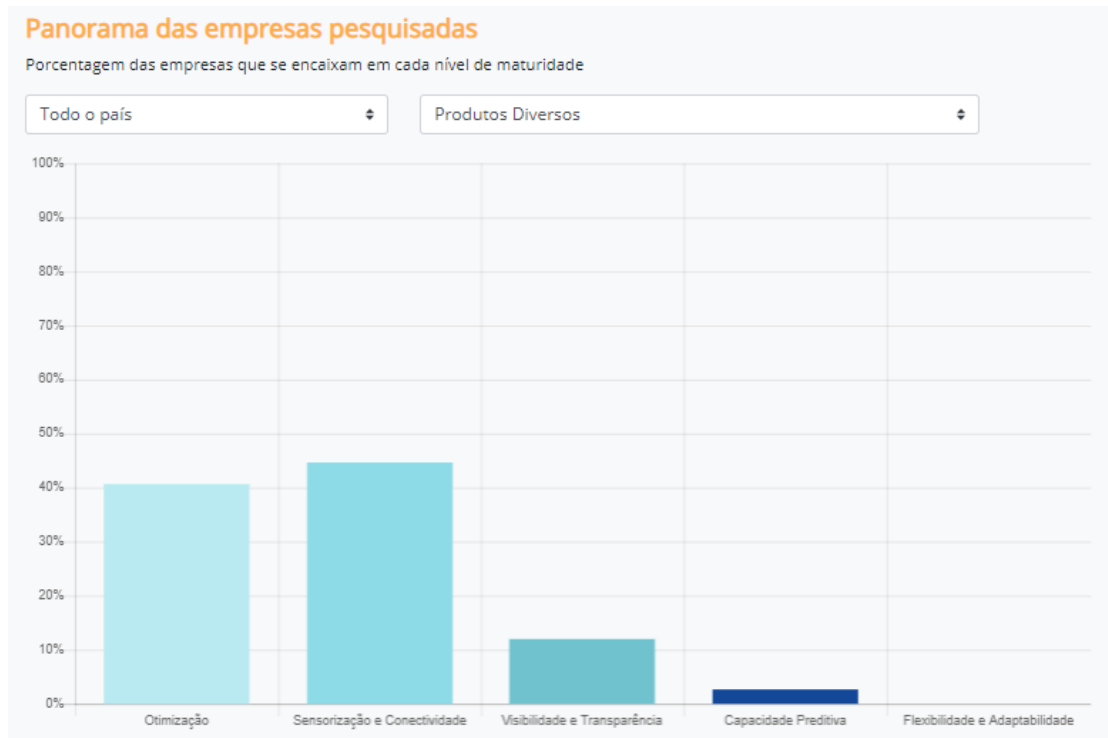
Fonte: <https://maturidade.senai40.com.br>

Em comparação com as demais empresas do setor de Celulose e Papel, a Salute se encontra no próximo nível imediatamente acima “Visibilidade e Transparência” (Figura 19), lhe conferindo uma vantagem competitiva em relação ao mercado em que está inserida, no que diz respeito aos recursos disponíveis e aproveitados pela mesma. Dada a nota adquirida pela empresa (3.91 pontos de 5 pontos totais), conclui-se que a empresa possui uma compreensão consideravelmente avançada sobre os eventos internos e o porquê de estarem ocorrendo. Nesta fase de maturidade, a empresa já aplica a captura e armazenagem de dados em tempo real através da utilização de sensores, viabilizando a criação de uma base de dados em uma nuvem digital que deve aprimorar o processo de tomada de decisão em tempo real. As integrações já existentes entre as linhas de produção devem ser incrementadas, fomentando a cadeia de valor da empresa com a implementação de tecnologias mais avançadas da Indústria 4.0, como o Big Data e as AIs.

Infelizmente não há uma subdivisão na base de dados do Senai 4.0 que contemple o setor específico de atuação da Embaixador, contudo para que se possa comparar e situar a empresa frente aos players do mercado que estão na base do Senai, a empresa será comparada ao setor de Produtos Diversos – dentre as segmentações existentes na base do Senai 4.0, este foi o setor com maior proximidade da realidade da Embaixador. Para o setor de Produtos diversos temos que no Brasil 44.67% das empresas se encontram no estágio de “Sensorização e Conectividade”, enquanto 40.67% se encontram no estágio de “Otimização” (Figura 28). Mesmo se situando na segunda metade no nível de “Otimização”, é plausível a conclusão de que a Embaixador está bem situada na linha evolutiva da Indústria 4.0, principalmente quando se leva em consideração a proporção que está basicamente dividida nos dois primeiros níveis. Adicionalmente, quando se considera o curto tempo de vida da empresa (aproximadamente 2 anos) e seu desempenho no questionário do Senai 4.0, é notável que apesar da expertise da empresa ser concentrada no varejo online, ela está com uma evolução no quesito de tecnologias bastante acelerada. Observando o cenário local onde a empresa está localizada,

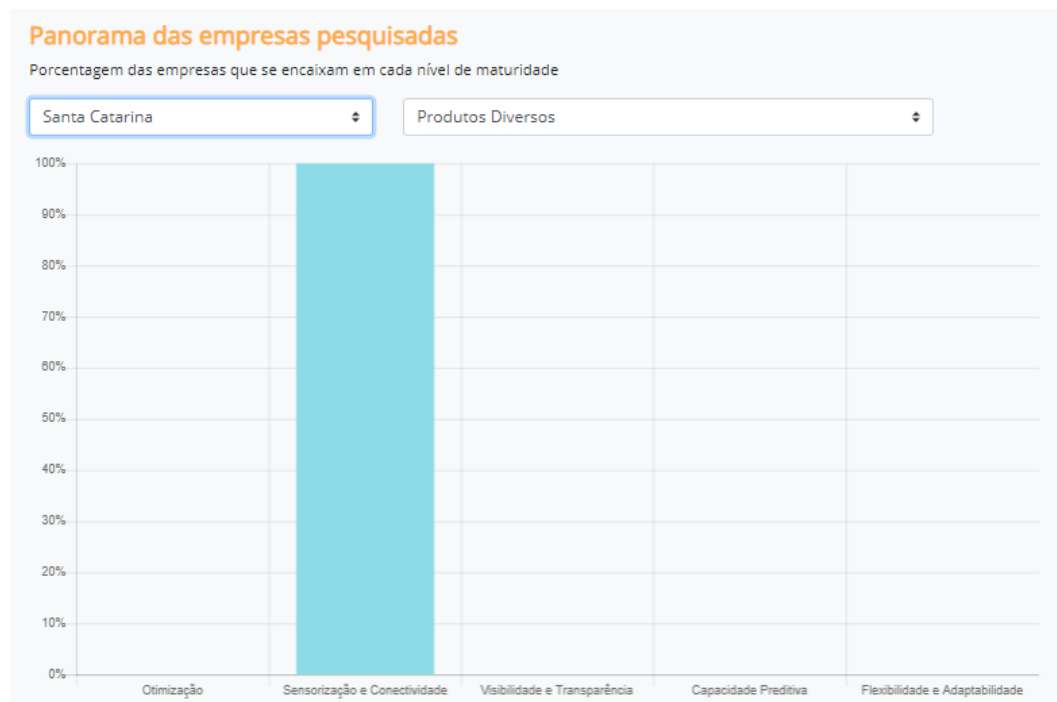
nota-se que a totalidade dos participantes da base de dados do Senai 4.0 está situada no nível de “Sensorização e Conectividade” (Figura 29), colocando a empresa atrás de seus possíveis concorrentes.

Figura 28: Grau de maturidade no Brasil (Produtos Diversos)



Fonte: <https://maturidade.senai40.com.br>

Figura 29: Grau de maturidade em Santa Catarina (Produtos Diversos)



Fonte: <https://maturidade.senai40.com.br>

Com a pontuação de 1.92 (de um total de 5 pontos), a Embaixador se encontra no estágio em que o processo mais evidente é a digitalização de seus recursos e a revisão de seus processos fabris. Neste estágio, é de suma importância que a empresa foque em técnicas de otimização de seus processos, tanto no âmbito de gerenciamento quanto no de produção, para assim fortalecer seus fundamentos que servirão de base para a estrutura da Indústria 4.0. Dentre as técnicas que a empresa pode utilizar para atingir esta otimização, vale ressaltar que o Lean Manufacturing pode trazer grandes avanços a Embaixador ao desenvolver a cultura de inovação e otimização dos seus processos. Outro ponto que a empresa deve considerar para os próximos investimentos é o desenvolvimento de um modelo estatístico de previsibilidade de demanda que possa auxiliar a empresa, e assim a mesma seja capaz de otimizar seu gerenciamento de matéria prima de modo a mitigar a interrupção na produção por falta de matéria prima.

Não é justo realizar a comparação de uma empresa frente a outra por alguns fatores que abrangem a atuação em segmentos diferentes, o nível de organização administrativa que cada empresa possui, o tempo de vida de cada empresa que contribuiu para seu desenvolvimento, e o grau de sofisticação de seus processos.

Entretanto, ainda sim é válida a observação de que os resultados obtidos a partir desta análise fogem do senso comum que poderia ser esperado. De primeira instância, seria plausível supor que o resultado esperado do nível de maturidade de cada empresa seja mais favorável à Embaixador do que a Salute levando em consideração a história de cada uma, porém quando colocamos a idade de cada empresa como um fator de peso, esta hipótese perde poder.

Um dos principais fatores que levaria à esta conclusão seria o fato da Embaixador ter se originado a partir da Mebabo, empresa com foco 100% em comércio digital, e isso leva ao levantamento de hipóteses que corroboram para que a empresa possuísse uma estrutura tão otimizada quanto possível. Adicionalmente, a estrutura que a Salute está inserida, sendo um modelo de negócio mais tradicional, fortalece as hipóteses de que sua estrutura fosse mais enrijecida e avessa a mudanças. Não é nitidamente evidente, porém vale a pena pontuar que a complexidade dos processos presentes para a formulação do produto de cada fábrica é um fator de bastante relevância para a análise. No caso da produção de papelão, é necessária uma infraestrutura mais cara do que para a produção de cosméticos — a complexidade do processo em si é menor no caso dos cosméticos, onde a maior parte do processo produtivo ocorre em uma máquina. Desta forma, para iniciar suas operações foi demandado um investimento em maquinário mais elevado da parte da Salute do que da Embaixador, o que colabora para um desenvolvimento estrutural mais avançado para a Salute desde o início. A título de exemplo dessa desigualdade, pode ser citado um dos concorrentes da Embaixador que iniciou suas operações de produção de gel cola sem qualquer infraestrutura, produzindo o gel no banheiro de suas residências, e hoje é um dos maiores players nacionais do setor. Essa referência serve para ilustrar o quão inferior é a necessidade de infraestrutura para a produção dos cosméticos, fato esse que não se verifica na produção de papelão. O maquinário para produção de papelão é de grande porte e demanda altos investimentos, sendo assim necessária tanto uma infraestrutura financeira quanto física — dificilmente será encontrado algum relato de um produtor de papelão que o faz em sua residência, por exemplo. desta maneira conclui-se que a necessidade por investimentos inicial, em um primeiro momento, não se fez presente na mesma proporção em ambas as fábricas, colaborando assim para um desenvolvimento mais acelerado em uma das empresas.

5 CONCLUSÃO

A contextualização e o aprofundamento do tema que foi desenvolvido auxiliaram para formar a base que contribuiu para um melhor entendimento do trabalho, servindo de referência para as análises que foram desenvolvidas. Para situar o nível de maturidade de cada empresa, o questionário adaptado pelo Senai 4.0 teve um papel fundamental, uma vez que contribuiu para viabilizar o desenvolvimento das análises com precisão. O estabelecimento do nível de maturidade para cada empresa serve como uma forte base para que ela possa definir seus objetivos de médio e longo prazo, e assim traçar um caminho guiado para melhorias e posicionamento mais competitivo. Ao desenvolver a análise das empresas com base em um modelo já validado por uma pesquisa com maior grau de profundidade, é conferido à análise um alto nível de confiabilidade dos métodos e resultados obtidos.

Outro ponto que deve ser considerado diz respeito a precisão que cada empresa teve no preenchimento do questionário. Dado que o questionário foi preenchido individualmente por cada empresa, não foi possível contornar a possibilidade de imprecisão no preenchimento das questões. No caso da Salute, por ser uma empresa com maior experiência e uma estrutura mais robusta, espera-se que haja um grau de precisão maior nas respostas fornecidas na avaliação devido a sua familiarização com os tópicos incorporados à Indústria 4.0. Por outro lado, no caso da Embaixador, que possui uma história mais recente (cerca de 2 anos) e um time reduzido, seria lógico concluir que possam haver eventuais imprecisões nas respostas ao questionário.

Apesar dos riscos inerentes ao questionário em si, o índice de confiança esperado nas entrevistas se aproxima de 100%, uma vez que estas foram conduzidas em tom informal e guiadas por um roteiro, complementando assim a compreensão da companhia. Sendo assim, as entrevistas desempenharam um papel de suma importância na compreensão da empresa e na validação dos pontos abordados na avaliação. Complementarmente, deve ser considerado o fato das estatísticas fornecidas pelo Senai 4.0 a respeito de cada estado da união serem estabelecidas com base apenas nas empresas que realizarão a avaliação através do portal do Senai. Neste sentido, pela base de dados do Senai 4.0 não ser pública, é possível que as estatísticas estabelecidas para cada setor e território não tenham

muita precisão na representatividade do cenário brasileiro atual, tanto em diversidade de empresas quanto no tamanho da amostra — com a falta de acesso à base de dados do Senai, realizar uma verificação se torna uma tarefa impossível. É importante frisar que as avaliações realizadas continuam sendo válidas pois o modelo já foi validado, mesmo que do ponto de vista comparativo deixe a desejar.

Com relação aos insight que podem ser retirados do trabalho, sem dúvidas um dos mais curiosos reside no descasamento entre expectativa e realidade com relação ao output das avaliações. Como comentado anteriormente, é lógico esperar que uma empresa proveniente do ramo digital possuísse uma integração com a Indústria 4.0 mais natural e fluida, hipótese que foi desbancada com o resultado de maturidade apontando o primeiro estágio para a Embaixador. É curioso também notar o padrão entre os gargalos que freiam o progresso tecnológico das empresas. Ambas as empresas encontram dificuldades na alocação de recursos para que seu setor produtivo possa ser desenvolvido de maneira mais acelerada. Esse fato se deve ao retorno esperado do investimento ter um prazo maior do que as empresas estão dispostas no momento. Com base nas entrevistas, foi notado que as empresas tendem a ser mais receptivas a investimentos que possam dar um retorno no curto e médio prazo. Ao mesmo tempo, contrastando com esses pontos, foi explicitado pelas duas empresas seus interesses em investimentos internos que venham a otimizar suas operações como um todo. Uma possível explicação para esta divergência de ideias pode ser explicada pela necessidade de investimentos qualificados neste segmento.

Vislumbrando o futuro e como a empresa poderia organizar suas estratégias de evolução, baseado nos conceitos absorvidos e na avaliação realizada, conclui-se que no momento seria vantajoso para a Salute focar em otimizar o aproveitamento dos dados que são gerados em sua operação. Faz sentido a empresa focar em tirar maior proveito de sua Digital Shadow para estabelecer padrões na sua produção e no mercado, para com isso poder realizar análises representativas em tempo real e aprimorar sua tomada de decisão. É vital que a empresa preze pelo entendimento por completo dos eventos que ocorrem, para assim poder rastrear tanto sua origem quanto seus efeitos.

No caso da Embaixador, seus esforços devem ser voltados para a compreensão da fábrica como um todo. No estágio em que a empresa se encontra é comum que suas operações sejam estruturadas de uma maneira tradicional, e seus

processos sejam orientados para a conclusão da tarefa. Desta forma, cada etapa produtiva é realizada separadamente das outras, e assim, a empresa não enxerga a linha produtiva como um processo único, contínuo e conectado, mas sim, como diversos processos independentes que somados contribuem para concluir o mesmo objetivo. Se torna essencial que a empresa se dedique à computadorização completa de seus processos para viabilizar a coleta e tratamento de dados em tempo real. É necessário que a empresa se enxergue como uma entidade composta de várias partes complementares e conectadas, possibilitando assim que a empresa faça uma análise em tempo real dos dados gerados, e com isso possa otimizar suas tomadas de decisão.

6 REFERÊNCIAS

BEDUKA. BEDUKA Buscador de Faculdades, 2020. TUDO SOBRE A PRIMEIRA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL: DAS CAUSAS ÀS CONSEQUÊNCIAS!. Disponível em: <<https://beduka.com/blog/materias/historia/primeira-revolucao-industrial/>>. Acesso em: 15 de Junho de 2022.

SILVA, Daniel Neves. "Revolução Industrial: o que foi, resumo, fases"; Brasil Escola, 2019. Disponível em: <<https://brasilescola.uol.com.br/historiag/revolucao-industrial.htm>>. Acesso em 25 de Junho de 2022.

BRITANNICA. Encyclopaedia Britannica, 1998. Industrial Revolution. Disponível em: <<https://www.britannica.com/money/topic/Industrial-Revolution/The-first-Industrial-Revolution>>. Acesso em: 2 de Julho de 2022.

FIA. FIA Business School, 2021. Indústria 4.0: o que é, consequências, impactos positivos e negativos [Guia Completo]. Disponível em: <<https://fia.com.br/blog/industria-4-0/>>. Acesso em: 19 de Agosto de 2022.

FIA. FIA Business School, 2021. Big Data: como funciona, exemplos, importância e desafios. Disponível em: <<https://fia.com.br/blog/big-data/>>. Acesso em: 19 de Agosto de 2022.

TIBCO. TIBCO Software Inc., 2022. O que é a Internet das Coisas (IoT)?. Disponível em: <<https://www.tibco.com/pt-br/reference-center/what-is-the-internet-of-things-iot>>. Acesso em: 2 de Setembro de 2022.

BLOG LOGÍSTICA. Blog Logística, 2021. TECNOLOGIA RFID: O QUE É E COMO SE APLICA NA ÁREA LOGÍSTICA?. Disponível em: <<https://bloglogistica.com.br/tecnologia/tecnologia-rfid-o-que-e-e-como-se-aplica-na-area-logistica/>>. Acesso em: 5 de Setembro de 2022.

UFRJ. Identificação por Rádio Frequência, 2015. RFID no Futuro. Disponível em: <https://www.gta.ufrj.br/grad/15_1/rfid/rfidnofuturo.html>. Acesso em: 5 de Setembro de 2022.

UFRJ. GTA UFRJ. O que é RFID?. Disponível em: <https://www.gta.ufrj.br/grad/07_1/rfid/RFID_arquivos/o%20que%20e.htm>. Acesso em: 8 de Setembro de 2022.

BLOG LOGÍSTICA. Blog Logística, 2021. TECNOLOGIA RFID: O QUE É E COMO SE APLICA NA ÁREA LOGÍSTICA?. Disponível em: <<https://bloglogistica.com.br/tecnologia/tecnologia-rfid-o-que-e-e-como-se-aplica-na-area-logistica/>>. Acesso em: 8 de Setembro de 2022.

STOOM. Stoom, 2021. Saiba como fazer o controle de estoque com RFID. Disponível em: <<https://stoom.com.br/saiba-como-fazer-o-controle-de-estoque-com-rfid/>>. Acesso em: 14 de Setembro de 2022.

KEENAN, Michael. Shopify, 2021. What Is RFID Technology and How Can You Use It? (2022). Disponível em: <<https://www.shopify.com/retail/rfid-technology>>. Acesso em: 24 de Setembro de 2022.

HPE. Hewlett Packard Enterprise Development LP. O que é a IoT industrial (IIoT)?. Disponível em: <<https://www.hpe.com/br/pt/what-is/industrial-iiot.html>>. Acesso em: 5 de Outubro de 2022.

IPM. IPM Sistemas Blog, 2020. História da computação em nuvem: como surgiu a cloud computing?. Disponível em: <<https://www.ipm.com.br/blog/administracao-geral/historia-da-computacao-em-nuvem-como-surgiu-a-cloud-computing/>>. Acesso em: 15 de Outubro de 2022.

AMAZON. Aws, 2022. Types of Cloud Computing. Disponível em: <https://aws.amazon.com/types-of-cloud-computing/?WICC-N=tile&tile=types_of_cloud>. Acesso em: 2 de Novembro de 2022.

SALESFORCE. Salesforce, 2022. Cloud Computing: o que é e para que serve?. Disponível em: <<https://www.salesforce.com/br/cloud-computing/>>. Acesso em: 2 de Novembro de 2022.

Nascimento, Rodrigo. Afinal, o que é Big Data?. Disponível em: <<https://marketingpordados.com/analise-de-dados/o-que-e-big-data-%f0%9f%a4%96/>>. Acesso em: 23 de Novembro de 2022.

RED HAT. Red Hat, 2022. Types of cloud computing. Disponível em: <<https://www.redhat.com/en/topics/cloud-computing/public-cloud-vs-private-cloud-and-hybrid-cloud>>. Acesso em: 10 de Novembro de 2022.

UFRJ. Os 5 V's do Big Data. Disponível em: <https://www.gta.ufrj.br/grad/15_1/bigdata/vs.html>. Acesso em: 10 de Dezembro de 2022.

HURWITZ, J.; NUGENT, A.; HALPER, F.; MARCIA KAUFMAN, M. Big Data For Dummies. Hoboken, NJ: Wiley, 2016.

TAURION, Cezar, et al. Big Data, 2013. <https://www.google.com.br/books/edition/Big_Data/GAVLAgAAQBAJ?hl=en&gbpv=0>. Acesso em: 15 de Fevereiro de 2023.

Provost, F., & Fawcett, T. (2013). Data science for business: What you need to know about data mining and data-analytic thinking. O'Reilly Media.

Manyika, J., Chui, M., Brown, B., Bughin, J., Dobbs, R., Roxburgh, C., & Byers, A. H. (2011). Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity. McKinsey Global Institute.

Bughin, J., Chui, M., & Manyika, J. (2018). Artificial intelligence: The next digital frontier? McKinsey Quarterly, 2, 1-14.

VÉLIZ, R. P. et al. Big Data refere-se a conjuntos de dados cujo tamanho, complexidade e velocidade de crescimento dificultam sua captura, gerenciamento, processamento ou análise com ferramentas convencionais. In: LIU, Z.; LI, Z.; LI, D. (Org.). Proceedings of the 13th International Conference on Service Systems and Service Management (ICSSSM). Piscataway, NJ: IEEE, 2017. p. 1-6.

Schuh, G./Anderl, R./Dumitrescu, R./Krüger, A./ten Hompel, M. (Eds.): Industrie 4.0 Maturity Index. Managing the Digital Transformation of Companies – UPDATE 2020 – (acatech STUDY), Munich 2020.

LEE, Jay; BAGHERI, Behrad; KAO, Hung-An. A cyber-physical systems architecture for industry 4.0-based manufacturing systems. Manufacturing Letters, v. 3, p. 18-23, 2015.

SANTOS, Reginaldo Carreiro. Proposta de modelo de avaliação de maturidade da Indústria 4.0. 2016. Dissertação (Mestrado) - Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, Coimbra - Portugal, 2016. Disponível em: <http://comum.rcaap.pt/>. Acesso em 20 de Janeiro de 2023.

IBM. What is unsupervised learning?. Disponível em: <https://www.ibm.com/topics/unsupervised-learning>. Acesso em 8 de Fevereiro de 2023.

IBM. What is supervised learning?. Disponível em: <https://www.ibm.com/topics/supervised-learning>. Acesso em 24 de Fevereiro de 2023.

IBM. What is deep learning?. Disponível em: <https://www.ibm.com/topics/deep-learning>. Acesso em 10 de Março de 2023.

Portal da Indústria. Indústria 4.0: Entenda seus conceitos e fundamentos. Disponível em: <https://www.portaldaindustria.com.br/industria-de-a-z/industria-4-0/>. Acesso em: 20 de Março de 2023.

Altexsoft. Semi-Supervised Learning, Explained with Examples. Disponível em: <<https://www.altexsoft.com/blog/semi-supervised-learning/>>. Acesso em 15 de Abril de 2023.

DITTES, U. Technical and Operational Solutions for Industry 4.0 in ERP Systems, SAP. Disponível em: <<https://assets.cdn.sap.com/sapcom/docs/2016/09/4041f45-8a7c-0010-82c7-eda71af511fa.pdf>>. Acesso em 23 Abril 2023.

Goel, Ashok K. 2021. “Looking back, looking ahead: Symbolic versus connectionist AI.” AI Magazine 42: 83–85. Disponível em: <<https://doi.org/10.1609/aaai.12026>>. Acesso em 15 de Maio de 2023.

Copeland, B. J.. Artificial intelligence | Definition, Examples, Types, Applications, Companies, & Facts. Disponível em: <<https://www.britannica.com/technology/artificial-intelligence>>. Acesso em: 25 de Maio de 2023.

EMPAPEL. EMPAPEL Associação Brasileira de Embalagens em Papel. Disponível em: <<https://empapel.org.br/papel/papelao-ondulado/>>. Acesso em: 24 de Julho de 2023.

Propeq. Propeq Projeto e Pesquisa em Engenharia Química. Disponível em: <<https://propeq.com/producao-de-papelao/>>. Acesso em: 2 de Agosto de 2023.

SENAI. SENAI 4.0, 2019. Disponível em: <<https://maturidade.senai40.com.br/>>. Acesso em: 5 de Outubro.

8 ANEXOS

ANEXO A

Estratégia e Organização

Como você descreve o status da implementação da sua estratégia de indústria 4.0 na sua empresa?

- ☐ Sem Estratégia definida
- ☐ Estratégia em desenvolvimento
- ☒ Estratégia em implementação
- ☐ Estratégia totalmente finalizada

Existem indicadores de implantação da estratégia de indústria 4.0 na sua empresa?

- ☐ Não há um sistema de indicadores definidos
- ☐ Cada área da empresa avalia os indicadores da estratégia em desenvolvimento
- ☒ Os indicadores são analisados estrategicamente na empresa de forma integrada entre áreas

Qual é o nível de envolvimento, apoio e conhecimento das lideranças da empresa (direção executiva e gerência sênior) com relação ao tema Indústria 4.0?

- ☐ Sem envolvimento
- ☐ Baixo envolvimento. As lideranças reconhecem as oportunidades e desafios da Indústria 4.0 e não possuem conhecimento sobre questões digitais
- ☐ Médio envolvimento. As lideranças reconhecem a importância e entendem as oportunidades de desafios para a empresa e estão definindo sua estratégia de transformação digital
- ☒ Alto envolvimento. Todos conhecem plenamente sobre o tema Indústria 4.0 e reconhecem sua importância, oportunidades e desafios, bem como já possuem uma visão e planejamento estratégico para transformação digital da empresa

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

	Sem investimentos	Pouco investimento	Médio investimento	Alto investimento
Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação de novos produtos e processos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Produção/Manufatura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Compras	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Estoque/Logística	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Comercial	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Assistência Técnica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Marketing	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Suprimentos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>

Quais áreas da empresa receberão investimentos na implantação de indústria 4.0 nos próximos dois anos?

	Sem investimentos	Pouco investimento	Médio investimento	Alto investimento
Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação de novos produtos e processos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Produção/Manufatura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Compras	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Estoque/Logística	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Comercial	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Assistência Técnica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Marketing	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Suprimentos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>

Manufatura e Cadeia de Suprimentos

Quais as técnicas e ferramentas Lean são aplicadas na empresa? (Permite várias respostas)

- ☒ 5S
- ☐ Trabalho padronizado
- ☐ Mapeamento do Fluxo de Valor
- ☐ Troca rápida de ferramenta
- ☐ Qualidade na fonte
- ☐ Manutenção Produtiva Total (TPM)
- ☐ Produção Puxada/Kanban
- ☐ PDCA
- ☒ Just in time
- ☒ Desenvolvimento de Fornecedores
- ☐ Nenhuma das opções
- ☐ Outras

Como você avalia a cultura Lean dentro da empresa?

- ☐ A empresa não possui práticas "Lean"
- ☐ Já foram realizados projetos para prática Lean, mas sem continuidade
- ☒ Os colaboradores entendem a importância do tema e aplicam no seu dia-a-dia
- ☐ Existe uma equipe de melhoria contínua preparada para manter e disseminar a cultura Lean

Qual é o nível de automação dos equipamentos?

- ☐ Nenhum
- ☒ Parcialmente para máquinas
- ☐ Totalmente para máquinas

Qual é o nível de automação dos sistemas produtivos?

- ☐ Nenhum
- ☒ Parcialmente nas linhas e/ou células de produção
- ☐ Totalmente nas linhas e/ou células de produção

Como você considera o nível de automação dos controles de processos de manufatura? (Permite várias respostas)

- ☐ Nenhum
- ☒ Dispositivo de campo, sensores e atuadores
- ☐ Controle CLP, PC, CNC, SDCD
- ☐ Supervisão workstation, PC, IHM
- ☐ Gerenciamento corporativo mainframe

Qual o nível de utilização dos dados no processo de tomada de decisões estratégicas?

- ☐ Dados não são coletados e nem utilizados
- ☐ Os dados que são utilizados na empresa são coletados manualmente e disponibilizados em planilhas eletrônicas
- ☒ Os dados na empresa são capturados em tempo real por sensores, acessados no sistema integrado (única fonte de informação).
- ☐ Os dados capturados estão na nuvem, os sistemas analisam os dados em tempo real e avaliam as possíveis causas do que está ocorrendo.
- ☐ Com uma grande quantidade de dados na nuvem, já são utilizadas na empresa, tecnologias como big data e inteligência artificial para análise de dados fornecendo previsões ao tomador de decisão.
- ☐ Os sistemas identificam o que está acontecendo, através da aprendizagem de máquinas e robôs, avaliam cenários e tomam suas decisões de forma autônoma.
- ☐ Os dados são disponibilizados para a empresa e não estão restritos às áreas ou processos produtivos internos

Como você avalia o uso dos dados na sua empresa (Permite várias alternativas)

- ☒ Para aumentar a produtividade e reduzir custos
- ☒ Controle da produção, por meio da utilização de dados em tempo real
- ☐ Análise de Tempo das paradas e manutenção preditiva
- ☐ Melhora na qualidade do produto
- ☐ Personalização de produtos
- ☐ Nenhuma das alternativas













Quais ferramentas e tecnologias são utilizadas no processo de coleta e análise dos dados?

- ☐ Utilizam-se dados da empresa, que são coletados manualmente e disponibilizados em planilhas eletrônicas
- ☐ Os dados da empresa podem ser acessados diretamente dos sistemas de informação corporativos
- ☒ Dados da empresa são capturados em tempo real por sensores, acessados em um sistema integrado (única fonte de informação) acessados em uma nuvem digital fornecendo entendimento sobre o que está ocorrendo na empresa para colaboradores avaliarem e tomarem decisões
- ☐ Por meio de uso de sistemas de inteligência artificial, a nuvem digital gerada é projetada e testada para cenários futuros possíveis, fornecendo previsões ao tomador de decisão
- ☐ Os sistemas estão aptos para identificar o que está acontecendo, entender a causa, avaliar cenários possíveis e sugerir quais ações devem ser feitas

Qual é o nível de utilização das seguintes tecnologias no processo produtivo?

	Inexistente	Baixo	Médio	Alto
Sensores para coleta de dados	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
RFID	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sistemas computacionais e aplicativos para celular	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sistemas de localização em tempo real (RTLS)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Big Data Analytics (para gerenciar e analisar dados em tempo real)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Computação em nuvem para armazenamento de dados	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sistemas embarcados - Equipamentos com eletrônica embarcada para realização de funções específicas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Comunicação entre máquinas (M2M)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Manufatura aditiva/ impressão 3D	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Simulação de processos de manufatura (ex.: usinagem, conformação, solda, etc)	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Gêmeo Digital/ Simulação de layout	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Programação computacional utilizando Inteligência artificial	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Robótica aplicada	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Como você avalia a sua infraestrutura de equipamentos sobre as seguintes funcionalidades

	Menos de 25% dos equipamentos	Entre 26% e 50% dos equipamentos	Entre 51% e 75% dos equipamentos	Mais de 75% dos equipamentos
Máquinas e sistemas podem ser controlados pela rede				
Comunicação entre máquinas para otimização de processos				
Interoperabilidade - Capacidade de um sistema de se comunicar de forma transparente com outro sistema (semelhante ou não). Para um sistema ser considerado interoperável, é muito importante que ele trabalhe com padrões abertos ou ontologias				

Quais das seguintes funcionalidades estão presentes nos processos produtivos do seus principais produtos?

- ☐ Descritiva - captura dados das condições do produto, ambiente e operações
- ☐ Diagnóstico - examina as causas de falhas e redução de desempenho
- ☐ Preditiva - Detecta eventos que podem causar falhas
- ☒ Prescritiva - Identifica ações para melhoria do desempenho ou correção de falhas

Quais soluções de segurança cibernética são utilizadas na empresa?

	Não se aplica	Planejado	Em andamento	Em execução
Aplicação de método ou norma de governança que inclua parâmetros de segurança da informação (ex. ISO/IEC 27001, COBIT, ITIL)	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Política de segurança da informação formalizada junto aos colaboradores, diretoria e outros atores relevantes	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Proteção contra códigos maliciosos	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Gerenciamento de usuários, políticas de acesso, privilégios e gestão de senhas	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Controle de acesso e proteção à rede, incluindo firewalls, VPN e outros mecanismos de proteção	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Segregação de redes de IT/OT	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Adequação dos sistemas de informação à LGPD	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Políticas de backups e cópias de segurança	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Modelos de Negócio, Produtos e Serviços

Na escala de 1 a 5, como você avalia a utilização de dados na sua empresa para definição de modelos de negócio para novos produtos e serviços?

- 1 - Insignificante
- 2 - Pouco Significante
- 3 - Neutro
- 4 - Pouco Relevante
- 5 - Muito Relevante (Os dados são os principais condutores do modelo de negócio)

	1	2	3	4	5	
Insignificante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muito relevante

Na escala de 1 a 5, qual o nível de customização dos principais Produtos?

- 1 - Não é possível customizar
- 2 - Pouco customizável
- 3 - Meio customizável
- 4 - Muito customizável
- 5 - Completamente customizável - o cliente escolhe como quer o produto

	1	2	3	4	5	
Não é possível customizar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Completamente

Qual é o nível de colaboração da sua empresa com parceiros, fornecedores e/ou clientes para o desenvolvimento de produtos e serviços?

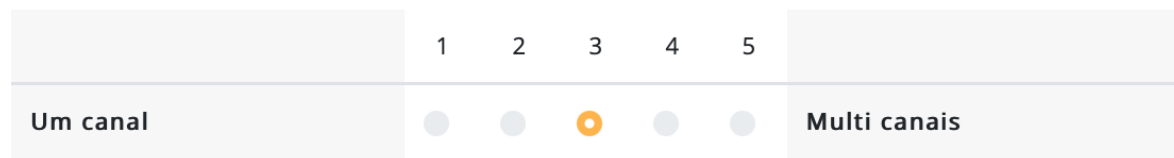
- 1 - Muito baixa
- 2 - Baixa
- 3 - Mediana
- 4 - Alta
- 5 - Muito alta

	1	2	3	4	5	
Muito baixa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Muito alta

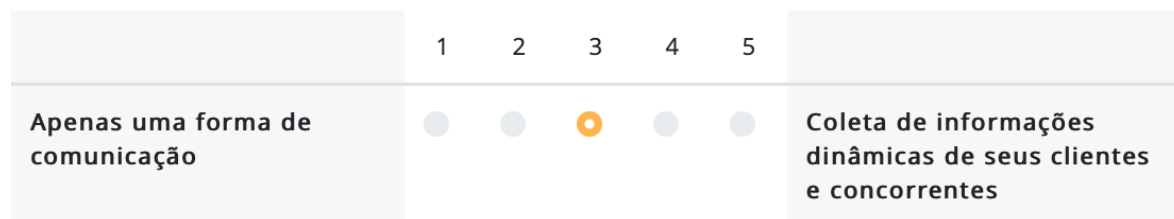
Utilizando a escala de 1 a 5, você pode afirmar que são utilizados múltiplos canais de interação com o cliente para vender o seu produto?

1 - Um canal (Força de vendas tradicional)

5 - Multi canais (lojas de varejo, e-commerce)



Na escala de 1 a 5, você pode afirmar que são utilizados múltiplos canais para coleta de informações e comunicação (Website, blogs, fóruns, mídia social) nas interações com os clientes?



Seguindo a escala de 1 a 5, como você classifica o nível de integração entre desenvolvimento de produto, planejamento do processo produtivo e a produção?

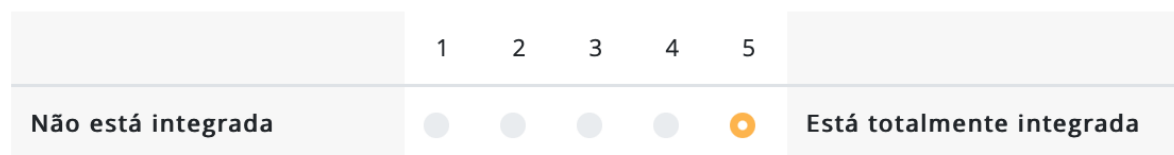
1 - Não está integrada

2 - Pouco integrada

3 - Meio integrada

4 - Muito integrada

5 - Está totalmente integrada



Cultura e Pessoas

Qual seu entendimento sobre a cultura de inovação da empresa? (Permite várias respostas)

- ☐ Não há claramente uma cultura de Inovação na empresa
- ☐ São realizadas, sistematicamente, sessões de brainstorming ou promoção para geração de ideias inovadoras que criam valor para a organização.
- ☐ A empresa possui estruturas e processos para definir problemas e propor soluções inovadoras. O objetivo final é desenvolver planos de ação e colocar em prática as oportunidades.
- ☒ A inovação está incorporada à estratégia da empresa e são geradas melhorias constantes de produtos e processos, inclusive utilizando a parceria com startups.

Em quais níveis hierárquicos da empresa os funcionários possuem autonomia para tomada de decisões no desenvolvimento de novos produtos e processos?

- ☐ Operadores
- ☐ Coordenadores
- ☐ Gerentes
- ☒ Diretores
- ☐ Presidente

Qual o nível de conscientização da alta gerência e diretoria sobre a estratégia de requalificação dos profissionais da empresa nos próximos 2 anos?

- ☐ Não possui estratégia definida para requalificar seus profissionais
- ☐ Estratégia em desenvolvimento para requalificar seus profissionais
- ☒ Estratégia já implementada para requalificar seus profissionais

Os funcionários estão conscientes da necessidade de desenvolver continuamente suas habilidades e competências, em especial neste contexto da indústria 4.0?

- ☐ Não são receptivos e dispostos a mudanças
- ☐ São abertos a abordagens inovadoras e participam da modelagem de processos de mudança
- ☒ São conscientes da necessidade de desenvolvimento contínuo de suas habilidades e competências
- ☐ A maioria dos funcionários são conscientes e têm atitude proativa de sugerir mudanças como uma cultura

Como você considera a estratégia de comunicação interna da empresa em relação à Indústria 4.0?

- ☐ A empresa ainda não possui uma estratégia de Indústria 4.0 definida
- ☐ Pouco eficiente
- ☒ Eficiente
- ☐ Muito eficiente

Quais qualificações seus funcionários precisarão no futuro? (Permite várias respostas)

- ☒ TÉCNICO EM INFORMÁTICA
- ☐ DESVENDANDO A BLOCKCHAIN (GO)
- ☐ PROGRAMAÇÃO E IMPRESSÃO 3D
- ☐ PREPARADOR E OPERADOR DE ROBÔS
- ☐ FUNDAMENTOS DA ROBÓTICA INDUSTRIAL
- ☐ FUNDAMENTOS DA INTERNET DAS COISAS
- ☐ REDES INDUSTRIAIS E SISTEMA SUPERVISÓRIO
- ☐ DESENVOLVIMENTO DE APLICAÇÕES EM REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA
- ☒ MANUFATURA ADITIVA APLICADA
- ☒ CLOUD COMPUTING: ARQUITETURA E APLICAÇÕES
- ☐ INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL
- ☐ SEGURANÇA CIBERNÉTICA
- ☐ PÓS GRADUAÇÃO EM INDÚSTRIA 4.0
- ☐ Outros

ANEXO B

Estratégia e Organização

Como você descreve o status da implementação da sua estratégia de indústria 4.0 na sua empresa?

- ☐ Sem Estratégia definida
- ☒ Estratégia em desenvolvimento
- ☐ Estratégia em implementação
- ☐ Estratégia totalmente finalizada

Existem indicadores de implantação da estratégia de indústria 4.0 na sua empresa?

- ☐ Não há um sistema de indicadores definidos
- ☒ Cada área da empresa avalia os indicadores da estratégia em desenvolvimento
- ☐ Os indicadores são analisados estrategicamente na empresa de forma integrada entre áreas

Qual é o nível de envolvimento, apoio e conhecimento das lideranças da empresa (direção executiva e gerência sênior) com relação ao tema Indústria 4.0?

- ☐ Sem envolvimento
- ☒ Baixo envolvimento. As lideranças reconhecem as oportunidades e desafios da Indústria 4.0 e não possuem conhecimento sobre questões digitais
- ☐ Médio envolvimento. As lideranças reconhecem a importância e entendem as oportunidades de desafios para a empresa e estão definindo sua estratégia de transformação digital
- ☐ Alto envolvimento. Todos conhecem plenamente sobre o tema Indústria 4.0 e reconhecem sua importância, oportunidades e desafios, bem como já possuem uma visão e planejamento estratégico para transformação digital da empresa

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

	Sem investimentos	Pouco investimento	Médio investimento	Alto investimento
Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação de novos produtos e processos	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Produção/Manufatura	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Compras	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Estoque/Logística	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Comercial	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Assistência Técnica	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Marketing	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Suprimentos	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Quais áreas da empresa receberão investimentos na implantação de indústria 4.0 nos próximos dois anos?

	Sem investimentos	Pouco investimento	Médio investimento	Alto investimento
Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação de novos produtos e processos	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Produção/Manufatura	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Compras	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Estoque/Logística	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Comercial	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Assistência Técnica	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Marketing	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Suprimentos	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Manufatura e Cadeia de Suprimentos

Quais as técnicas e ferramentas Lean são aplicadas na empresa? (Permite várias respostas)

- ☐ 5S
- ☒ Trabalho padronizado
- ☒ Mapeamento do Fluxo de Valor
- ☒ Troca rápida de ferramenta
- ☐ Qualidade na fonte
- ☐ Manutenção Produtiva Total (TPM)
- ☐ Produção Puxada/Kanban
- ☐ PDCA
- ☐ Just in time
- ☒ Desenvolvimento de Fornecedores
- ☐ Nenhuma das opções
- ☒ Outras

Como você avalia a cultura Lean dentro da empresa?

- ☒ A empresa não possui práticas "Lean"
- ☐ Já foram realizados projetos para prática Lean, mas sem continuidade
- ☐ Os colaboradores entendem a importância do tema e aplicam no seu dia-a-dia
- ☐ Existe uma equipe de melhoria contínua preparada para manter e disseminar a cultura Lean

Qual é o nível de automação dos equipamentos?

- ☐ Nenhum
- ☒ Parcialmente para máquinas
- ☐ Totalmente para máquinas

Qual é o nível de automação dos sistemas produtivos?

- ☐ Nenhum
- ☒ Parcialmente nas linhas e/ou células de produção
- ☐ Totalmente nas linhas e/ou células de produção

Como você considera o nível de automação dos controles de processos de manufatura? (Permite várias respostas)

- ☐ Nenhum
- ☒ Dispositivo de campo, sensores e atuadores
- ☐ Controle CLP, PC, CNC, SDCD
- ☐ Supervisão workstation, PC, IHM
- ☐ Gerenciamento corporativo mainframe

Qual o nível de utilização dos dados no processo de tomada de decisões estratégicas?

- ☐ Dados não são coletados e nem utilizados
- ☒ Os dados que são utilizados na empresa são coletados manualmente e disponibilizados em planilhas eletrônicas
- ☐ Os dados na empresa são capturados em tempo real por sensores, acessados no sistema integrado (única fonte de informação).
- ☐ Os dados capturados estão na nuvem, os sistemas analisam os dados em tempo real e avaliam as possíveis causas do que está ocorrendo.
- ☐ Com uma grande quantidade de dados na nuvem, já são utilizadas na empresa, tecnologias como big data e inteligência artificial para análise de dados fornecendo previsões ao tomador de decisão.
- ☐ Os sistemas identificam o que está acontecendo, através da aprendizagem de máquinas e robôs, avaliam cenários e tomam suas decisões de forma autônoma.
- ☐ Os dados são disponibilizados para a empresa e não estão restritos às áreas ou processos produtivos internos

Como você avalia o uso dos dados na sua empresa (Permite várias alternativas)

- ☐ Para aumentar a produtividade e reduzir custos
- ☐ Controle da produção, por meio da utilização de dados em tempo real
- ☐ Análise de Tempo das paradas e manutenção preditiva
- ☐ Melhora na qualidade do produto
- ☐ Personalização de produtos
- ☒ Nenhuma das alternativas

Quais ferramentas e tecnologias são utilizadas no processo de coleta e análise dos dados?

- ☒ Utilizam-se dados da empresa, que são coletados manualmente e disponibilizados em planilhas eletrônicas
- ☐ Os dados da empresa podem ser acessados diretamente dos sistemas de informação corporativos
- ☐ Dados da empresa são capturados em tempo real por sensores, acessados em um sistema integrado (única fonte de informação) acessados em uma nuvem digital fornecendo entendimento sobre o que está ocorrendo na empresa para colaboradores avaliarem e tomarem decisões
- ☐ Por meio de uso de sistemas de inteligência artificial, a nuvem digital gerada é projetada e testada para cenários futuros possíveis, fornecendo previsões ao tomador de decisão
- ☐ Os sistemas estão aptos para identificar o que está acontecendo, entender a causa, avaliar cenários possíveis e sugerir quais ações devem ser feitas

Qual é o nível de utilização das seguintes tecnologias no processo produtivo?

	Inexistente	Baixo	Médio	Alto
Sensores para coleta de dados	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
RFID	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sistemas computacionais e aplicativos para celular	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sistemas de localização em tempo real (RTLS)	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Big Data Analytics (para gerenciar e analisar dados em tempo real)	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Computação em nuvem para armazenamento de dados	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sistemas embarcados - Equipamentos com eletrônica embarcada para realização de funções específicas	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Comunicação entre máquinas (M2M)	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Manufatura aditiva/ impressão 3D	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Simulação de processos de manufatura (ex.: usinagem, conformação, solda, etc)	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Gêmeo Digital/ Simulação de layout	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Programação computacional utilizando Inteligência artificial	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Robótica aplicada	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

































Como você avalia a sua infraestrutura de equipamentos sobre as seguintes funcionalidades

	Menos de 25% dos equipamentos	Entre 26% e 50% dos equipamentos	Entre 51% e 75% dos equipamentos	Mais de 75% dos equipamentos
Máquinas e sistemas podem ser controlados pela rede	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Comunicação entre máquinas para otimização de processos	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Interoperabilidade - Capacidade de um sistema de se comunicar de forma transparente com outro sistema (semelhante ou não). Para um sistema ser considerado interoperável, é muito importante que ele trabalhe com padrões abertos ou ontologias	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Quais das seguintes funcionalidades estão presentes nos processos produtivos dos seus principais produtos?

- ☐ Descritiva - captura dados das condições do produto, ambiente e operações
- ☒ Diagnóstico - examina as causas de falhas e redução de desempenho
- ☐ Preditiva - Detecta eventos que podem causar falhas
- ☐ Prescritiva - Identifica ações para melhoria do desempenho ou correção de falhas

Quais soluções de segurança cibernética são utilizadas na empresa?

	Não se aplica	Planejado	Em andamento	Em execução
Aplicação de método ou norma de governança que inclua parâmetros de segurança da informação (ex. ISO/IEC 27001, COBIT, ITIL)				
Política de segurança da informação formalizada junto aos colaboradores, diretoria e outros atores relevantes				
Proteção contra códigos maliciosos				
Gerenciamento de usuários, políticas de acesso, privilégios e gestão de senhas				
Controle de acesso e proteção à rede, incluindo firewalls, VPN e outros mecanismos de proteção				
Segregação de redes de IT/OT				
Adequação dos sistemas de informação à LGPD				
Políticas de backups e cópias de segurança				

Modelos de Negócio, Produtos e Serviços

Na escala de 1 a 5, como você avalia a utilização de dados na sua empresa para definição de modelos de negócio para novos produtos e serviços?

1 - Insignificante

2 - Pouco Significante

3 - Neutro

4 - Pouco Relevante

5 - Muito Relevante (Os dados são os principais condutores do modelo de negócio)

	1	2	3	4	5	
Insignificante	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muito relevante

Na escala de 1 a 5, qual o nível de customização dos principais Produtos?

1 - Não é possível customizar

2 - Pouco customizável

3 - Meio customizável

4 - Muito customizável

5 - Completamente customizável - o cliente escolhe como quer o produto

	1	2	3	4	5	
Não é possível customizar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Completamente

Qual é o nível de colaboração da sua empresa com parceiros, fornecedores e/ou clientes para o desenvolvimento de produtos e serviços?

1 - Muito baixa

2 - Baixa

3 - Mediana

4 - Alta

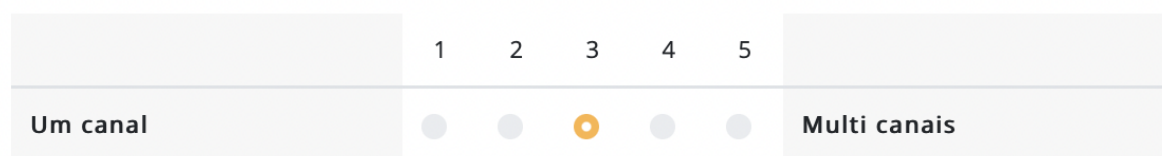
5 - Muito alta

	1	2	3	4	5	
Muito baixa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muito alta

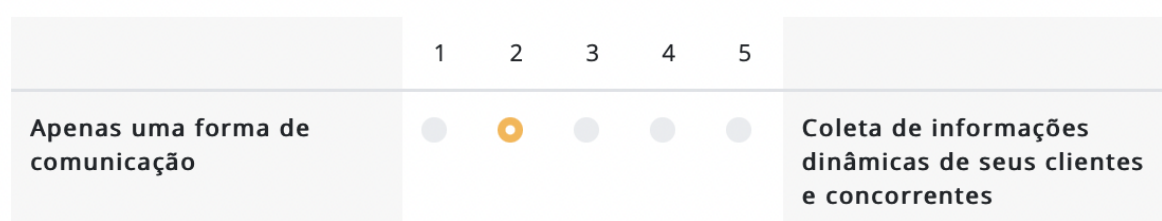
Utilizando a escala de 1 a 5, você pode afirmar que são utilizados múltiplos canais de interação com o cliente para vender o seu produto?

1 - Um canal (Força de vendas tradicional)

5 - Multi canais (lojas de varejo, e-commerce)



Na escala de 1 a 5, você pode afirmar que são utilizados múltiplos canais para coleta de informações e comunicação (Website, blogs, fóruns, mídia social) nas interações com os clientes?



Seguindo a escala de 1 a 5, como você classifica o nível de integração entre desenvolvimento de produto, planejamento do processo produtivo e a produção?

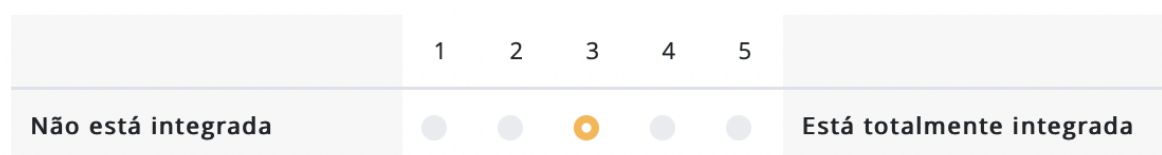
1 - Não está integrada

2 - Pouco integrada

3 - Meio integrada

4 - Muito integrada

5 - Está totalmente integrada



Cultura e Pessoas

Qual seu entendimento sobre a cultura de inovação da empresa? (Permite várias respostas)

- ☒ Não há claramente uma cultura de Inovação na empresa
- ☐ São realizadas, sistematicamente, sessões de brainstorming ou promoção para geração de ideias inovadoras que criam valor para a organização.
- ☐ A empresa possui estruturas e processos para definir problemas e propor soluções inovadoras. O objetivo final é desenvolver planos de ação e colocar em prática as oportunidades.
- ☐ A inovação está incorporada à estratégia da empresa e são geradas melhorias constantes de produtos e processos, inclusive utilizando a parceria com startups.

Em quais níveis hierárquicos da empresa os funcionários possuem autonomia para tomada de decisões no desenvolvimento de novos produtos e processos?

- ☒ Operadores
- ☐ Coordenadores
- ☐ Gerentes
- ☐ Diretores
- ☐ Presidente

Qual o nível de conscientização da alta gerência e diretoria sobre a estratégia de requalificação dos profissionais da empresa nos próximos 2 anos?

- ☐ Não possui estratégia definida para requalificar seus profissionais
- ☒ Estratégia em desenvolvimento para requalificar seus profissionais
- ☐ Estratégia já implementada para requalificar seus profissionais

Os funcionários estão conscientes da necessidade de desenvolver continuamente suas habilidades e competências, em especial neste contexto da indústria 4.0?

- ☒ Não são receptivos e dispostos a mudanças
- ☐ São abertos a abordagens inovadoras e participam da modelagem de processos de mudança
- ☐ São conscientes da necessidade de desenvolvimento contínuo de suas habilidades e competências
- ☐ A maioria dos funcionários são conscientes e têm atitude proativa de sugerir mudanças como uma cultura

Como você considera a estratégia de comunicação interna da empresa em relação à Indústria 4.0?

- ☒ A empresa ainda não possui uma estratégia de Indústria 4.0 definida
- ☐ Pouco eficiente
- ☐ Eficiente
- ☐ Muito eficiente

Quais qualificações seus funcionários precisarão no futuro? (Permite várias respostas)

- ☐ TÉCNICO EM INFORMÁTICA
- ☒ DESVENDANDO A BLOCKCHAIN (GO)
- ☒ PROGRAMAÇÃO E IMPRESSÃO 3D
- ☒ PREPARADOR E OPERADOR DE ROBÔS
- ☐ FUNDAMENTOS DA ROBÓTICA INDUSTRIAL
- ☐ FUNDAMENTOS DA INTERNET DAS COISAS
- ☐ REDES INDUSTRIAIS E SISTEMA SUPERVISÓRIO
- ☐ DESENVOLVIMENTO DE APLICAÇÕES EM REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA
- ☐ MANUFATURA ADITIVA APLICADA
- ☒ CLOUD COMPUTING: ARQUITETURA E APLICAÇÕES
- ☐ INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL
- ☒ SEGURANÇA CIBERNÉTICA
- ☐ PÓS GRADUAÇÃO EM INDÚSTRIA 4.0
- ☐ Outros