

## **DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO INTEGRADO À INDÚSTRIA 4.0 EM EMPRESAS BRASILEIRAS**

**Marcio Henrique Fronteli<sup>1</sup>**  
**Julia Kich Chaves<sup>2</sup>**  
**Maruan Karim Alemsan<sup>3</sup>**  
**Diego Castro Fettermann<sup>4</sup>**

**RESUMO:** A disseminação da abordagem da Indústria 4.0 tem se registrado em diversas áreas de atuação, tanto no país quanto internacionalmente. Para tanto, na implementação plena desta abordagem, é recomendado considerar como os produtos a serem produzidos são desenvolvidos. Seguindo esta recomendação, este estudo teve como objetivo realizar um diagnóstico da aderência das tecnologias da Indústria 4.0 no processo de desenvolvimento de produto em duas firmas brasileiras. Por meio de um mapeamento sistemático da literatura, foram selecionadas as principais diretrizes para a Indústria 4.0 e com base nesse levantamento foi elaborado um instrumento de pesquisa para diagnosticar a aderência dos processos de desenvolvimento de produto com tal abordagem. Utilizando como base este instrumento, foi realizado um levantamento em uma empresa do setor elétrico e em outra de processos frigoríficos. Os resultados obtidos mostraram que ambas as empresas possuem baixa aderência às tecnologias da Indústria 4.0. Os resultados também indicam um diagnóstico do desenvolvimento de produtos das empresas e diversas oportunidades de melhoria para proporcionar uma maior disposição das empresas para a implementação plena da Indústria 4.0.

**PALAVRAS CHAVE:** Produtos Inteligentes. Desenvolvimento de Produtos. Indústria 4.0.

---

<sup>1</sup> IFSC

<sup>2</sup> Universidade Federal de Santa Catarina - <http://orcid.org/0000-0003-1527-6811>

<sup>3</sup> Universidade Federal de Santa Catarina - <http://orcid.org/0000-0002-6193-1322>

<sup>4</sup> Universidade Federal de Santa Catarina - <http://orcid.org/0000-0001-9210-8622>

## 1 INTRODUÇÃO

A crescente demanda e a alta complexidade das tecnologias potencializou a transformação industrial, resultando no desenvolvimento de produtos mais inteligentes e com novos recursos (NUNES; PEREIRA; ALVES, 2017). Atualmente, termostatos inteligentes controlam uma variedade crescente de dispositivos domésticos, máquinas industriais inteligentes em rede coordenam e otimizam os processos e automóveis transmitem dados sobre sua operação, localização e ambiente para seus fabricantes (PORTER; HEPPELMANN, 2015). Ao mesmo tempo, a globalização enfrenta o desafio de atender à demanda mundial no crescimento contínuo por bens de capital e de consumo, assegurando simultaneamente uma evolução sustentável da existência humana nas suas dimensões social, ambiental e econômica (STOCK; SELIGER, 2016).

As mudanças nas exigências do mercado e os avanços tecnológicos estão influenciando o processo de desenvolvimento de produtos. Os clientes exigem um produto de alta qualidade e rápida entrega a preço baixo, enquanto espera simultaneamente que o produto atenda suas necessidades (BRUNO; FAVETO; TRAINI, 2020). Diante deste desafio, as empresas ainda precisam se adequar constantemente às mudanças de mercado, aos ciclos de vida cada vez mais curtos dos produtos e cumprimento das expectativas do cliente (AHMED; SANIN; SZCZERBICKI, 2019).

Assim, a inovação é considerada de fundamental importância para as organizações que competem em ambientes dinâmicos (MARZALL; DOS SANTOS; GODOY, 2016). Uma alternativa para sistematizar o processo de inovação nas empresas é realizada a partir da implementação do Processos de Desenvolvimento de Produtos (PDP) nas organizações (KLOPPPEL; CAVALCANTE; FETTERMANN, 2019). Segundo Donha e Guimarães (2017) existem alguns fatores internos à organização que favorecem a inovação, como o compartilhamento de experiências e a liberdade e autonomia na condução de projetos e barreiras como a falta de tempo por alta carga de trabalho, a política de treinamentos ineficientes e a falta de integração interfuncional.

Apesar da necessidade de se incorporar tecnologias inteligentes aos produtos, desenvolver produtos inteligentes implica em mudanças e adaptações em seus processos de desenvolvimento (CAVALCANTE; FETTERMAN, 2019), os quais experimentaram diversos avanços nos últimos anos em termos de teoria, métodos e abordagens (NUNES; PEREIRA; ALVES, 2017).

De acordo com Pessôa e Becker (2020), o impacto das transformações relacionadas às revoluções industriais afeta não somente os sistemas de produção, mas, toda a cadeia de valor,

desde o processo de design e desenvolvimento do produto (PDDP) até a manufatura e gerenciamento da cadeia de suprimentos para o marketing e descarte. A recente transformação industrial impulsionada por tecnologias emergentes, como big data e Internet das coisas (IoT), têm exercido impactos significativos sobre os aspectos-chave do desenvolvimento de novos produtos (KIM, 2020). Diante da tendência de conexão, comunicação e inteligência entre os produtos, torna-se importante o estudo sobre como as empresas devem adaptar seu PDP para o desenvolvimento de produtos inteligentes (KLOPPEL; CAVALCANTE; FETTERMANN, 2019).

As empresas implementam o processo de desenvolvimento de novos produtos como um processo global, a fim de aproveitar as oportunidades mundiais e aumentar sua eficiência e eficácia de inovação (CRAWFORD; DI BENEDETTO, 2011). Os produtos apresentam possibilidades para atualizações contínuas com a finalidade de uma melhor adequação ao uso durante o seu ciclo de vida, viabilizando uma melhor relação com o cliente (PORTER; HEPPELMANN, 2015). Este novo ambiente apresenta uma oportunidade para que as empresas melhorem sua produtividade e eficiência por meio da utilização produtos inteligentes integrados aos seus sistemas de manufatura (NUNES; PEREIRA; ALVES, 2017).

Entretanto, no Brasil, as atividades de desenvolvimento de produtos tradicionalmente se concentram nas adaptações e melhorias de produtos existentes, ou seja, busca-se adequar o produto e o projeto às condições do mercado, à estrutura de fornecedores existentes e aos processos de produção disponíveis (ROZENFELD *et. al.*, 2006). Diante deste cenário, este artigo aborda a seguinte questão de pesquisa: como direcionar o processo de desenvolvimento de produto direcionado a implementação do paradigma da Indústria 4.0? Exposto isso, este estudo tem como objetivo propor e aplicar um instrumento para diagnóstico da aderência das tecnologias da indústria 4.0 no processo de desenvolvimento de produto. A aplicação deste instrumento foi realizada em duas empresas de manufatura brasileiras. Este estudo justifica-se na medida em que se verifica a importância do aprofundamento da sinergia, entre o processo de desenvolvimento de produtos aos novos conhecimentos da era da Indústria 4.0. Desta forma, será possível desenvolver e se apropriar dos novos conhecimentos tanto no âmbito acadêmico, como empresarial, visto que a literatura ainda apresenta carência no estudo da interface dos dois conceitos.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

Neste tópico são apresentados e discutidos os conceitos que envolvem o processo de

desenvolvimento de produtos e após, a relação com a Indústria 4.0.

## 2.1 PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

O desenvolvimento de produtos engloba um conjunto de atividades que tem como objetivo chegar às especificações de projeto de um produto e de seu processo de produção, para que a manufatura seja capaz de produzi-lo (ROZENFELD et. al., 2006). De acordo com os autores, essas atividades são realizadas a partir da análise das necessidades do mercado e das possibilidades e restrições tecnológicas, além de considerar as estratégias competitivas e de produto da empresa. Crawford e Di Benedetto (2011), explicam que o processo de novos produtos conduz a ideia do novo produto através da avaliação do conceito, desenvolvimento, lançamento e pós-lançamento. Ulrich e Eppinger (2016), afirmam que é uma atividade interdisciplinar que requer contribuições de quase todas as funções de uma empresa e cita três funções as quais quase sempre são centrais para um projeto de desenvolvimento: marketing, design e fabricação. Complementando esta visão, o Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP) consiste na sequência de etapas ou atividades que uma empresa utiliza para conceber, projetar e comercializar produtos (ULRICH; EPPINGER, 2016).

O objetivo de um processo de novos produtos é gerenciar, realizando avaliações periódicas, o risco e a incerteza à medida que se avança da geração da ideia ao lançamento (CRAWFORD; DI BENEDETTO, 2011). As escolhas de uma empresa terão grande impacto em todas as atividades em sua cadeia de valor (PORTER; HEPPELMANN, 2015). Nesse sentido, durante o processo de desenvolvimento de novos produtos, faz-se necessário considerar a adequação de seus projetos à estratégia da empresa (BARCZAK; KAHN, 2012); (KAHN et. al., 2012).

De acordo com Crawford e Di Benedetto (2011), três elementos, quando alinhados e coordenados, têm papel importante no processo de desenvolvimento de produtos, sendo eles:

processos de novos produtos, uma carta de inovação de produto e um portfólio de produtos bem gerenciado. O PDP é muito importante estrategicamente para as empresas, pois situa-se na interface entre a empresa e o mercado, cabendo a ele identificar — e até mesmo se antecipar — às necessidades do mercado e propor soluções (ROZENFELD et. al., 2006).

O estudo das melhores práticas de desenvolvimento de novos produtos tem sido tema de muitas publicações (BARCZAK; KAHN, 2012; ECHEVESTE; ROZENFELD; FETTERMANN, 2017). Os profissionais que atuam nessa área conseguem identificar entre as práticas realizadas, aquelas

consideradas melhores, assim como as piores (BARCZAK; KAHN, 2012). Kahn et. al., (2012), citam práticas que os gerentes devem evitar e melhores práticas. Entretanto, a aplicação dessas práticas depende de muitos fatores, como características do produto, mercado, aspectos culturais e o ecossistema do país ou região de operação da empresa (ECHEVESTE; ROZENFELD; FETTERMANN, 2017).

Com a integração de tecnologias da Indústria 4.0, os produtos de consumo tradicionais podem ser transformados em produtos inteligentes (MEYER et al., 2009; CAPUTO et al., 2016). Este novo contexto de comunicação e conectividade exige uma nova visão para o desenvolvimento de produtos com essas características (NYMAN et al., 2008; HOLLER et al., 2016). Para atingir plenamente este novo paradigma é fundamental que se considere no Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP) as novas funcionalidades dos produtos inteligentes (NAMBISAN, 2013). Portanto, é necessário prever e analisar, durante todas as etapas do PDP, as possíveis alterações que a incorporação de tecnologias IoT e suas funcionalidades podem gerar impacto na execução das atividades (HOLLER et al., 2016).

Um aspecto do desenvolvimento de produtos que deve ser considerado são as mudanças no relacionamento da empresa com o cliente (KUBLER et al., 2015). Ao coletar dados de uso do produto, as empresas podem usá-los para entender e prever comportamentos e melhorar experiências do usuário (NYMAN et al., 2008; KUBLER et al., 2015; ZHOU et al., 2017). Assim, a disponibilidade e análise dos dados permite o desenvolvimento e a comercialização de produtos e serviços mais inovadores (MAHRSAI, 2014).

No contexto de transição para as fábricas inteligentes, ainda é esperado que a manufatura seja capaz de customizar o que cada cliente deseja, adaptando-se às preferências e a estratégia da empresa (SANTOS et. al., 2017). Essa customização pode acontecer por meio da incorporação de tecnologias IoT, incluindo, hardware, e software, os quais permitem alterações de funcionalidade e atualização constantes, e assim prolongamento do tempo de vida do produto sem necessidade de alteração física no produto (DEUTER; RIZZO, 2016; HEHENBERGER et al., 2016; ELHARIRI ESSAMLALI et al., 2017). Na Indústria 4.0, as tecnologias estão associadas aos Cyber Physical Systems (CPS), sistemas que integram computadores e processos físicos, e a outras tecnologias, como big data e cloud computing (O'DONOVAN et al., 2015; MOURTZIS; VLACHOU, 2016).

## 2.2 PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS E A INDÚSTRIA 4.0

Os países industrializados são moldados pelo desenvolvimento em direção à quarta etapa da industrialização, a chamada Indústria 4.0 (STOCK; SELIGER, 2016). A digitalização, ou os produtos de ponta a ponta interconectados são convergências que oferecem potencial de inovação em indústrias e influenciam fortemente o desenvolvimento de novas gerações de produtos em seus portfólios (FAHL et al., (2020). Porém, a indústria 4.0 não se limita apenas a essas tecnologias. Também são necessárias algumas competências dos funcionários, classificadas em funcional, comportamental e social (TESSARINI; SALTORATO, 2018). Nesse sentido, produtos inteligentes e conectados forçam empresas a redefinir suas indústrias e reconsiderar as ações realizadas, principalmente suas estratégias (PORTER; HEPPELMANN, 2015).

De acordo com Schmidt et. al., (2015), a I4.0 combina os pontos fortes das indústrias tradicionais com tecnologias de internet de ponta, compreendendo um conjunto que permite produtos inteligentes integrados em processos digitais e físicos interligados. Os principais fatores de sucesso da Indústria 4.0 pode ser resumido em seis fatores: (1) introdução de tecnologia de crescimento exponencial, (2) autodetecção e manutenção de máquinas de produção, (3) desenvolvimento de sensores e tecnologia de detecção, (4) estabelecimento de um sistema de informação da linha de produção, (5) estabelecimento da plataforma de nuvem e integração virtual-real sistema, e (6) sistema de informação integrado e negócios assistência à decisão (HUNG et al., 2019).

As empresas enfrentam o desafio de avaliar a diversidade de desenvolvimentos e conceitos resumidos sob o termo I4.0 (SCHMIDT et. al., 2015). No entanto, a I4.0 está oferecendo um conjunto de novas oportunidades com o surgimento de produtos disruptivos e de ponta, tecnologias que representam um enorme potencial para o design industrial e prototipagem (NUNES; PEREIRA; ALVES, 2017). A abordagem de I4.0 apresenta diversas tecnologias que contribuem para melhor aceitação por parte de clientes dos produtos desenvolvidos. No nível mais básico, o desenvolvimento do produto muda da engenharia mecânica para uma engenharia de sistemas interdisciplinar, pois os produtos se tornam sistemas complexos que contêm um software integrado (PORTER; HEPPELMANN, 2015)

Por um lado, a I4.0 pode proporcionar benefícios, como a utilização dos dados de produção e informações integradas permitindo maior agilidade e eficácia na tomada de decisão, permitindo que a linha de produção funcione de forma dinâmica e flexível (HUNG et al., 2019). Para empresas caracterizadas por uma produção altamente customizada, a I 4.0 e suas tecnologias podem auxiliar

a reduzir os ciclos de tentativa e erros de projetos de novos produtos e processos (BRUNO; FAVETO; TRAINI, 2020). O uso de soluções I4.0 no PDP ainda pode proporcionar uma redução significativa no tempo do processo e pode facilitar a cooperação entre a empresa e seus clientes (URBAN; ŁUKASZEWICZ; KRAWCZYK-DEMBICKA, 2020). Além disso, também se verificam menções relacionadas a redução de custo do produto, melhora na qualidade de produtos e na possibilidade de troca de dados (SANTOS et. al., 2017).

Outra vantagem da implementação da Indústria 4.0 está relacionada com a viabilidade de integração entre o design e a visualização, que permite uma maior percepção sobre o produto e promove a comunicação entre todas as partes interessadas incluindo clientes e manufatura. A partir dessa integração é possível implementar ambientes mais colaborativos, que representam um potencial para aumentar a competitividade das organizações, colocando as empresas que adotam essas abordagens na vanguarda da tecnologia (NUNES; PEREIRA; ALVES, 2017).

Entretanto, a implementação da Indústria 4.0 ainda pode incorrer em uma crescente complexidade do processo de negócios (SCHMIDT et. al., 2015). A partir disso, o desenvolvimento de produto tende a sofrer com a dificuldade de realização de testes e certificados, muito em razão da incompatibilidade com os padrões de certificação existentes (KIM, 2020). Segundo Pessoa e Becker (2020), para adequar-se a essas mudanças a equipe de engenharia de projeto devem ser apoiadas por ferramentas, técnicas e tecnologias que permitam a exploração de dados disponíveis na Internet, a integração de hardware e projeto de software (ferramentas habilitadas para Model-based systems engineering MBSE).

Diante dessa dificuldade, Pessoa e Becker (2020) identificam dez diretrizes que impactam diretamente o processo de engenharia de projeto de produtos: (i) 1. Projeto para usuários capacitados, (ii) Projeto para feedback do produto em uso, (iii) Projeto para mutabilidade, (iv) Projeto para análise de dados, (v) Projeto para segurança cibernética, (vi) Projeto para interação emocional, (vii) Engenharia contínua apoiada por MBSE, (viii) Gerenciamento do ciclo de vida do sistema, (ix) Maior quantidade e complexidade de partes interessadas e (x) Mudanças na percepção da qualidade. Uma análise posterior foi realizada através dessas diretrizes por 11 especialistas, os quais mostraram que os itens ii, iv, v e vii são os mais característicos da I4.0 e, portanto, têm mais influência na modelagem de engenharia de design inteligente (PESSÔA; BECKER, 2020).

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Quanto aos objetivos, a pesquisa realizada foi exploratória descritiva, com abordagem do problema qualitativa e procedimentos técnicos baseado em estudo de caso. Segundo Yin (2015), o estudo de caso é utilizado quando o pesquisador tem pouco controle sobre os eventos e o foco se encontra em fenômenos contemporâneos da vida real. Em geral, tem-se ganhos de qualidade na pesquisa utilizando múltiplos casos, uma vez que, proporciona evidências inseridas em contextos distintos (GIL, 2010).

Foi construído e aplicado um instrumento de coleta de dados em duas organizações. Uma empresa do Setor Elétrico e outra do setor de Engenharia de Projetos em Processos Frigoríficos. A seleção das empresas foi realizada por conveniência de acordo com o acesso a pessoas responsáveis pelo preenchimento. O contato prévio foi realizado nestas empresas e após o aceite foram enviados por e-mail os instrumentos de coleta de dados, com instruções para o preenchimento, e disponibilidade para responder às dúvidas existentes. Foram selecionadas 4 empresas, sendo que duas responderam. Em ambas as empresas a pesquisa foi respondida por responsáveis da área de processo de desenvolvimento de produtos.

Para a realização do instrumento de coleta, foi realizado um mapeamento sistemático da literatura. O mapeamento elaborado foi alinhado ao processo descrito por Petersen et al., (2008), que explica as cinco etapas essenciais: a) definição das questões de pesquisa; b) realização da pesquisa de estudos primários relevantes; c) triagem dos documentos; d) palavras-chave dos resumos; e) a extração de dados e mapeamento.

Durante o mapeamento buscou-se localizar publicações e artigos, que apresentassem uma relação entre as tecnologias embarcadas na quarta revolução industrial e o processo de desenvolvimento de produtos. Nesse sentido, as palavras-chave utilizadas na pesquisa foram “industry 4.0” e “product development”. As buscas foram realizadas durante o mês de dezembro de 2020, nas bases Scopus e Web of Science, conforme apresentado na Tabela 1.

**Tabela 1** - Artigos Localizados

Base	Quantidade
Scopus	46
Web of Science	42
<b>Total</b>	<b>88</b>
Seleção final	19

Fonte: Elaborado pelos autores

Na primeira etapa, todos os artigos foram baixados e analisados. Durante esta triagem, foram aplicados critérios de inclusão e exclusão para cada pesquisa. Foram incluídos os estudos em inglês, que tivessem relação com o processo de desenvolvimento de produtos e as tecnologias da indústria 4.0. Na segunda etapa, realizou-se a leitura dos resumos, introdução e conclusão e por fim, 19 artigos foram selecionados para serem lidos integralmente. A partir da leitura dos artigos, foi possível encontrar modelos que apresentam uma relação com o processo de desenvolvimento de produtos e a indústria 4.0, conforme quadro a seguir:

**Quadro 1** – Modelos de Processos de Desenvolvimento de Produtos (PDP) e Indústria 4.0

Modelo	Diretrizes	Autores
Diretrizes que impactam diretamente o processo de engenharia de projeto de produto	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Projeto para usuários capacitados;</li> <li>2. Projeto para feedback do produto em uso;</li> <li>3. Projeto para mutabilidade;</li> <li>4. Projeto para análise de dados;</li> <li>5. Projetar para segurança cibernética;</li> <li>6. Projeto para interação emocional;</li> <li>7. Engenharia contínua apoiada por MBSE;</li> <li>8. Gerenciamento do ciclo de vida do sistema;</li> <li>9. Maior quantidade e complexidade de partes interessadas;</li> <li>10. Mudanças na percepção da qualidade;</li> </ol>	Pessôa e Becker (2020).
Fatores chave para o sucesso da I4.0	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introdução de tecnologia de crescimento exponencial;</li> <li>2. Autodetecção e manutenção de máquinas de produção;</li> <li>3. Desenvolvimento de sensores e tecnologia de detecção;</li> <li>4. Estabelecimento de um sistema de informação de linha de produção;</li> <li>5. Estabelecimento da plataforma de nuvem e sistema de integração virtual-real;</li> <li>6. Sistema de informação integrado e assistência à decisão de negócios.</li> </ol>	Hung <i>et. al.</i> , (2019).

Relação entre o desempenho do processo NPD e os componentes de tecnologia da Indústria 4.0.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Componentes de tecnologia da indústria 4.0 no processo NPD (Technoware, Orgaware, Humanware, Inforware)</li> <li>- Desempenho NPD (Capacidades de processo NPD e Eficiência NPD)</li> </ul>	(WIJEWARDHANA, <i>et al.</i> 2020). (SMITH; SHARIF, 2007)
Pilha de Tecnologia	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Armazenamento de dados de produtos em nuvem;</li> <li>- Conectividade;</li> <li>- Produto;</li> <li>- Identificação e segurança;</li> <li>- Integração com sistema de negócios;</li> <li>- Fontes externas de informação.</li> </ul>	(PORTER; HEPPELMANN, 2015)
Sistema Integrado	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gerenciamento do ciclo de vida do produto - PLM (Design)</li> <li>- Sistema Baseado em Conhecimento - KBS (Análise)</li> <li>- Sistema de Execução de Manufatura MES (Produção)</li> </ul>	(BRUNO; FAVETO; TRAINI, 2020).
Living Labs	<p>O processo de verificação de cinco etapas usando o Living Labs:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Seleção do item do produto e seus métodos de teste e critérios de certificação que precisam de verificação;</li> <li>- Análise do ambiente de uso real do produto;</li> <li>- Implementação de laboratórios vivos para fins de verificação</li> <li>- Realização de testes ou experimentos para verificação;</li> <li>- Análise dos resultados e concluir o processo de verificação;</li> </ul>	(KIM, 2020).
Abordagem de análise relacional	<p>Comparação das oportunidades entre:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conceitos da Indústria 4.0;</li> <li>- Fases do Processo de Desenvolvimento de Produto;</li> </ul>	(SANTOS, <i>et al.</i> , 2017)
Arquitetura de Desenvolvimento de Produto Virtual Inteligente (SVPD)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gerenciamento de conhecimento de projeto (DKM);</li> <li>- Análise de capacidade de fabricação e planejamento de processo (MCAPP) e;</li> <li>- Planejamento de inspeção de produto (PIP)</li> </ul>	(AHMED; SANIN; SZCZEBICKI, 2019).
O modelo unificado do processo de desenvolvimento de produto (PDP)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pré-desenvolvimento;</li> <li>- Desenvolvimento;</li> <li>- Pós-desenvolvimento</li> </ul>	(ROZENFELD, <i>et al.</i> , 2006)

**Fonte:** Elaborado pelos autores

Entre as propostas identificadas na literatura foram selecionados dois modelos. Primeiramente, a proposta de Pessoa e Becker (2020), por ser atual e englobar dez diretrizes que impactam diretamente o processo de engenharia de projeto de produto. Também foi selecionada a proposta de Hung, *et al.*, (2019), por apresentar fatores chave para o sucesso da Indústria 4.0 associado ao Desenvolvimento de Produto. Em seguida, foi possível elaborar o instrumento de pesquisa (Anexo A), contendo dez diretrizes que impactam diretamente no processo de engenharia de projeto de

Iberoamerican Journal of Industrial Engineering, Florianópolis-SC, Brasil, V.14, N.27, P.46-71, 2022.

produto e fatores chave para o sucesso da I4.0. Para a análise dos resultados do modelo de Hung, et. al., (2019), foi estabelecido uma escala de 0 e 1, sendo 1 para aderência da empresa à tecnologia da I4.0. Já no modelo de Pessoa e Becker (2020), o nível de aderência foi estabelecido considerando a média de cada diretriz sendo maiores ou iguais a 3.

## 4 RESULTADOS

Os resultados obtidos durante a coleta de dados estão apresentados neste tópico. Primeiramente, comparou-se as respostas das empresas participantes sobre as diretrizes de Hung, et. al. (2019) e as de Pessoa e Becker (2020). A Tabela 2 apresenta o resultado da pesquisa com base nas diretrizes de Hung, et al., (2019). Para este estudo, foram nomeadas como “Empresa A”, aquela pertencente ao Setor Elétrico e “Empresa B”, do Setor de Engenharia de Projetos em Processos Frigoríficos.

**Tabela 2** - Diretrizes para a indústria 4.0 Hung, et. al., (2019)

Fatores chave de sucesso	Empresa A*	Empresa B*
Implementação de tecnologias de crescimento exponencial	0	0
Auto inspeção e manutenção das máquinas de produção	0	1
Desenvolvimento de sensores e tecnologia de detecção	0	0
Estabelecimento de um sistema de informação da linha de produção	1	1
Estabelecimento da plataforma de nuvem e integração ciber-físico	0	0
Sistema de informação integrado para tomada de decisão	1	1
Aderência do desenvolvimento de produto à Indústria 4.0	33%	50%

**Fonte:** Elaborada pelos autores.

De acordo com a Tabela 2, a empresa A possui duas diretrizes, já a empresa B possui três. Assim, com a finalidade de obter a aderência de cada empresa com esses fatores de sucesso da indústria 4.0, foi utilizado o cálculo de porcentagem simples para cada empresa.

A empresa B possui uma aderência maior do que a empresa A nas diretrizes para a indústria 4.0 propostas por Hung et. al., (2019). Como resultados, de acordo com os respondentes, a empresa A possui um sistema de informação na linha de produção e sistema integrado para a tomada de decisão. Segundo Hung et. al., (2019), o processo de desenvolvimento deve ser analisado a partir do sistema de informação existente e, deve ser reforçado de acordo com as diferentes necessidades dos diferentes departamentos, assim, podendo auxiliar as pessoas na manufatura. Em relação ao sistema

Iberoamerican Journal of Industrial Engineering, Florianópolis-SC, Brasil, V.14, N.27, P.46-71, 2022.

integrado de tomada de decisão, os autores afirmam que mudará da tomada de decisão independente para a tomada de decisão sistemática por meio da cooperação colaborativa do sistema de integração virtual-real.

Já as tecnologias de manufatura inteligente estão integradas ao desenvolvimento de produtos, a empresa A conta com computação em nuvem e simulação por computador. Wijewardhana, et al., (2020), citam os benefícios da computação em nuvem como a capacidade de feedback em tempo real e melhor transparência entre empresa e cliente. As simulações de produto e processos estão se tornando cada vez mais importantes, impactando em demanda de pessoal capacitado para esses processos (URBAN; ŁUKASZEWICZ; KRAWCZYK-DEMBICKA, 2020).

Já a empresa B possui, além dos mesmos sistemas assinalados pela empresa A, também a autoinspeção e manutenção das máquinas de produção. De acordo com Hung et al., (2019) a implementação da autoinspeção consiste em uma ação importante que visa reduzir as perdas durante o processo de fabricação, sendo considerada uma importante tecnologia de análise de previsão de integridade do processo (HUNG et. al., 2019).

Em relação às tecnologias de manufatura inteligente as empresas podem contar com robôs industriais, inteligência artificial e realidade aumentada. O uso de robôs colaborativos traz muitas vantagens, pois permitem sistemas de produtos mais eficientes, apoiando os trabalhadores em tarefas físicas e cognitivas (BRAGANÇA et. al., 2019). Os sensores e a visão da máquina, com a inteligência artificial aprimorada, permitem robôs avançados cumprirem seu papel na fabricação como unidades produtivas independentes (SANTOS et. al., 2017).

A Tabela 3 apresenta os resultados da pesquisa com base nas 10 diretrizes propostas por Pêsoa e Becker (2020).

Tabela 3 - Resultado do diagnóstico das 10 diretrizes de Pêsoa e Becker (2020) nas empresas A e B

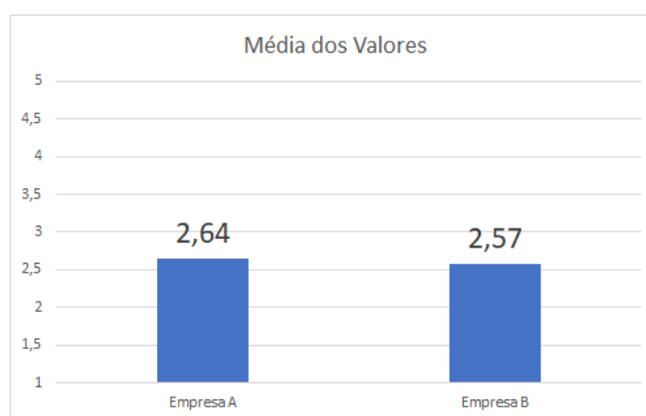
Diretrizes			1	2	3	4	5	
1. Design para usuários capacitados.	Qual é o envolvimento do usuário/cliente nas fases do desenvolvimento de produtos?	Não está envolvido			B	A		Muito envolvido
	O usuário/cliente participa do Processo de Desenvolvimento de Produtos, expressando seus requisitos/demandas?	Não participa		B		A		Participa muito
	O usuário/cliente é capacitado para se envolver no início do processo usando design digital e ferramentas de desenvolvimento de produto?	Não existe esse tipo de capacitação	B		A			O usuário é capacitado para tornar-se um membro ativo da equipe de design de produto
2. Projeto para feedback do produto em uso.	A empresa possui tecnologias que mostram como os produtos são usados, bem como o desempenho e condição?	A empresa não dispõe de tecnologias para esse fim			B	A		A empresa possui tecnologias avançadas de feedback com o produto
	Assinale as tecnologias da empresa que mostram como os produtos são usados bem como sua condição e desempenho	A: Simulação por computador A: Monitoramento remoto de produtos				B: Monitoramento remoto de produtos		
3. Projeto para mutabilidade	Qual é o nível de modularidade dos produtos atualmente?	Produtos e serviços não são modulares	A/B					Produtos e serviços modulares
	Os produtos desenvolvidos pela unidade têm qual nível de Flexibilização para atualizações?	Produtos não flexíveis	B	A				Produtos totalmente flexíveis
4. Projeto para análise de dados	Qual é o nível de conhecimento da equipe de design sobre a modelagem e análise dos dados, incluindo abordagens de inteligência artificial?	A equipe não dispõe desse conhecimento	A/B					A equipe detém total conhecimento
	Qual é o nível de armazenamento e gerenciamento dos dados?	Baixo			A/B			Alto
5. Projeto para segurança cibernética	Qual é o grau de integração vertical dos sistemas de gestão de alto nível com dispositivos de campo de chão de fábrica?	Não existe		A/B				Integração total
	Como é o padrão de segurança dos dados no desenvolvimento de produtos.	Segurança básica		B		A		Segurança proativa inteligente

Diretrizes			1	2	3	4	5	
	Existem tecnologias e técnicas para modelar e testar sistemas inteligentes ciber-seguros?	Tecnologias e técnicas inexistentes		B		A		Tecnologias e técnicas existentes e confiáveis
6. Projeto para interação emocional	Qual é o nível de Integração entre humanos e os produtos	Baixa integração	A				B	Alta integração
	Como ocorre a integração entre humanos e os produtos?	A: Não existe			B: Manipulação			
	Qual é o grau de evolução emocional do produto em uso com o usuário/cliente?	Baixo	A				B	Alto
7. Engenharia contínua apoiada por MBSE	A engenharia contínua se baseia:	A: A comunicação ocorre por meio de interfaces entre as várias áreas de engenharia			B: A comunicação ocorre por meio de interfaces entre as várias áreas de engenharia			
8. Gerenciamento do ciclo de vida do sistema	Como é o alinhamento entre engenharia, design e marketing no processo de desenvolvimento de produtos?	As equipes não estão alinhadas			A		B	As equipes são totalmente alinhadas
	No gerenciamento do ciclo de vida dos produtos, como é o compartilhamento de informações?	A: Compartilhamento de dados e informações por áreas			B: As informações são parcialmente compartilhadas			
9. Aumento da complexidade e quantidade das partes interessadas	Como ocorre a identificação do valor que a solução oferece ao cliente?	A: Utiliza-se tecnologias capazes de capturar a voz dos clientes			B: As partes interessadas em todo o ciclo de vida da solução são identificadas			
10. Mudanças na percepção da qualidade	Quais os atributos ou aspectos são valorizados por clientes da unidade Blumenau em relação a qualidade?	A: Design do produto A: Adequação ao uso			B: *Não houve resposta			
	Em relação aos atributos ou aspectos mais valorizados por clientes na unidade Blumenau em relação a qualidade. Qual deles é o mais relevante?	A: Confiabilidade			B: *Não houve resposta			

Fonte: Elaborada pelos autores

A partir dos resultados apresentados na Tabela 3 é possível estabelecer o nível de aderência da empresa às tecnologias da Indústria 4.0. Verifica-se que a empresa A possui maior aderência às seguintes diretrizes: (1) Projeto para usuários capacitados; (2) Projeto para feedback para o produto em uso; (5) projeto para segurança cibernética; e (8) gerenciamento do ciclo de vida do sistema. Já a empresa B tem aderência às diretrizes: (2) projeto para feedback para o produto em uso; (6) projeto para interação emocional; e (8) gerenciamento do ciclo de vida do sistema. Com o objetivo de se obter um valor quantitativo para comparação das duas empresas foi utilizado o cálculo da média de todos os níveis em cada empresa. A Figura 4 apresenta o resultado das médias dos níveis das duas empresas.

**Figura 4** - Média dos valores das diretrizes conforme proposta de Pessôa e Becker (2020)



**Fonte:** Elaborada pelos autores.

Conforme a Figura 4, o índice médio dos valores das diretrizes é semelhante para as duas empresas. Ambas as empresas estão abaixo da metade dos valores, na escala de 1 a 5.

## 4.1 DISCUSSÃO SOBRE OS INSTRUMENTOS ANALISADOS

Após a coleta e análise dos dados foi possível identificar, entre os modelos utilizados, que o modelo de Pessôa e Becker (2020), se mostrou mais apropriado, pois fornece informações para a empresa focar esforços de desenvolvimento de produtos. Dentre essas informações, o modelo engloba diretrizes sobre os usuários, feedback do produto em uso, mutabilidade, análise de dados, segurança cibernética, interação emocional, engenharia contínua, gerenciamento do ciclo de vida, complexidade e mudanças na percepção da qualidade. Verifica-se também que o modelo de Hung,

et. al., (2019), apesar de proporcionar maior facilidade para preenchimento e visualização dos dados, mostra-se menos abrangente em relação ao modelo de Pessoa e Becker (2020). Esse modelo proporciona informações mais detalhadas principalmente sobre a interação emocional do usuário com o produto e o feedback do produto em uso. Smith e Sharif (2007), enfatizam o importante papel da tecnologia, experiência humana, estrutura e ativos de informação no posicionamento de uma empresa. Além disso a Indústria 4.0 busca apoiar a integração e virtualização de projetos e produção, e utiliza a informação e a internet para criar produtos inteligentes (SANTOS et. al., 2017).

## 5 CONCLUSÕES

Segundo o objetivo proposto foi possível identificar que as empresas diferem na aderência das diretrizes que impactam o processo de engenharia de projeto, tanto em Hung et. al. (2019) como em Pessoa e Becker (2020). De forma geral, os resultados obtidos mostram que ambas as empresas possuem baixa aderência às tecnologias da Indústria 4.0.

Tendo em vista a baixa adoção das tecnologias, este resultado corrobora com Rozenfeld et. al., (2006), de que no Brasil o foco está na adequação de projetos já existentes e não no desenvolvimento de novos produtos. A tendência, porém, é que essas tecnologias acabem fazendo parte desse processo. A combinação delas aumenta a percepção sobre o produto e promove a comunicação entre todas as partes interessadas, colocando as empresas que as adotam na vanguarda da tecnologia (NUNES; PEREIRA; ALVES, 2017).

Este estudo apresenta algumas limitações de pesquisa, pois foram coletados dados de apenas duas empresas de setores de atuação diferentes, sem uma análise mais detalhada do processo de desenvolvimento de produtos adotado pelas empresas. Sugere-se o aprofundamento do estudo tanto no número de empresas analisadas quanto nos setores de atuação. A partir dos resultados de diversas empresas é ainda possível analisar os dados obtidos e estabelecer um panorama de maturidade da adequação do Processo de Desenvolvimento de Produto às tecnologias da Indústria 4.0 em empresas brasileiras.

## NEW PRODUCT DEVELOPMENT FOR INDUSTRY 4.0 IN BRAZILIAN COMPANIES

**ABSTRACT:** The spread of the Industry 4.0 approach has been registered in several areas, both internationally and in the country. Therefore, it is recommended to consider how the products are produced and developed in the Industry 4.0 implementation. Following this recommendation, this study aimed to diagnose the adherence of the technologies of industry 4.0 in the product development process in two Brazilian firms. A systematic mapping of the literature selected the main guidelines for Industry 4.0 to develop the research instrument to diagnose product development processes' adherence. A survey using this instrument was carried out in two companies, one from electric sector and another from refrigeration sector. The results obtained showed that both companies have low adherence to the technologies of Industry 4.0. The results also indicate a diagnosis of the companies' product development and several opportunities to improve companies' implementation of Industry 4.0.

**KEYWORDS:** Smart Products. Product Development. Industry 4.0

Originals recebidos em: 09/08/2022

Aceito para publicação em: 11/12/2022

## REFERÊNCIAS:

AHMED, Muhammad Bilal; SANIN, Cesar; SZCZEBICKI, Edward. Smart virtual product development (SVPD) to enhance product manufacturing in Industry 4.0. **Procedia computer science**, v. 159, p. 2232-2239, 2019.

BARCZAK, Gloria; KAHN, Kenneth B. Identifying new product development best practice. **Business horizons**, v. 55, n. 3, p. 293-305, 2012.

BRAGANÇA, Sara *et al.* A brief overview of the use of collaborative robots in industry 4.0: human role and safety. In: **Occupational and Environmental Safety and Health**. Springer, Cham, 2019. p. 641-650.

BRUNO, Giulia; FAVETO, Alberto; TRAINI, Emiliano. An open source framework for the storage and reuse of industrial knowledge through the integration of PLM and MES. **Management and Production Engineering Review**, v. 11, 2020.

CAPUTO, A.; MARZI, G.; PELLEGRINI, M. M. The Internet of Things in manufacturing innovation processes: development and application of a conceptual framework. **Business Process Management Journal**, v. 22, n. 2, p. 383-402, 2016.

CAVALCANTE, Caroline Gobbo Sá; FETTERMANN, Diego Castro. Recommendations for Product Development of Intelligent Products. **IEEE Latin America Transactions**, v. 17, n. 10, p. 1645-1652, 2019.

CRAWFORD, Merle; DI BENEDETTO, Anthony. **New products management**. McGraw-Hill, 2011.

DEUTER, A.; RIZZO, S. A Critical View on PLM/ALM Convergence in Practice and Research. **Procedia Technology**, v. 26, p. 405-412, 2016.

DONHA, Rogério Gonçalves; GUIMARÃES, Márcia Regina Neves. Fatores organizacionais internos que facilitam ou dificultam a inovação de produtos: estudo de caso em uma empresa que utiliza a tipologia eto. **Revista Produção Online**, v. 17, n. 4, p. 1379-1401, 2017.

ECHEVESTE, Márcia Elisa S.; ROZENFELD, Henrique; FETTERMANN, Diego de Castro. Customizing practices based on the frequency of problems in new product development process. **Concurrent Engineering**, v. 25, n. 3, p. 245-261, 2017.

ELHARIRI ESSAMLALI, M. T.; SEKHARI, A.; BOURAS, A. Product lifecycle management solution for collaborative development of Wearable Meta-Products using set-based concurrent engineering. **Concurrent Engineering**, v. 25, n. 1, p. 41-52, 2017.

FAHL, Joshua *et al.* Cross-Industry Sectoral Study: Interactions and Challenges of Requirements Engineering in the Early Phase of Product Development. **DS 101: Proceedings of NordDesign 2020, Lyngby, Denmark, 12th-14th August 2020**, p. 1-14, 2020.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2010.

HEHENBERGER, P.; VOGEL-HEUSER, B.; BRADLEY, D.; EYNARD, B.; TOMIYAMA, T.; ACHICHE, S. Design, modelling, simulation and integration of cyber physical systems: Methods and applications. **Computers in Industry**, v. 82, p. 273-289, 2016.

Iberoamerican Journal of Industrial Engineering, Florianópolis-SC, Brasil, V.14, N.27, P.46-71, 2022.

HOLLER, M; UEBERNICKEL, F; BRENNER, W. Understanding the Business Value of Intelligent Products for Product Development in Manufacturing Industries. **Proceedings of 8th International Conference on Information Management and Engineering**. ACM, 2016. p. 18-24.

HUNG, Wei-Hsi *et al.* Analysis of Key Success Factors for Industry 4.0 Development. In: **Proceedings of the 2019 5th International Conference on E-business and Mobile Commerce**. 2019. p. 51-56.

KAHN, Kenneth B. *et al.* An examination of new product development best practice. **Journal of product innovation management**, v. 29, n. 2, p. 180-192, 2012.

KIM, Hyung Jin. Verifying the Test Methods and Certification Criteria for New Technological Convergence Products: Using Living Labs as a Methodology. **Applied Sciences**, v. 10, n. 9, p. 3269, 2020.

KLOPPEL; Eduardo Alvez; CAVALCANTE; Carolina Gobbo de Sá; FETTERMAN, Diego Castro; Como Desenvolver Produtos com Tecnologias IoT: Um Estudo de Caso em Empresa de Tecnologias. In: **12º Congresso Brasileiro de Inovação e Gestão de Desenvolvimento do Produto**. Brasília, 2019. Universidade de Brasília UnB. Disponível em: <https://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/como-desenvolver-produtos-com-tecnologias-iot-um-estudo-de-caso-em-empresa-de-tecnologias-33870>. Acesso em: 10 de dez. 2020.

KUBLER, S.; DERIGENT, W.; FRÄMLING, K.; THOMAS, A.; RONDEAU, Éb. Enhanced product lifecycle information management using “communicating materials”. **Computer-Aided Design**, v. 59, p. 192-200, 2015.

MARZALL, Luciana Fighera; DOS SANTOS, Lucas Almeida; GODOY, Leoni Pentiado. Inovação no projeto de produto como fator para redução de custos logísticos e de produção. **Revista Produção Online**, v. 16, n. 1, p. 342-365, 2016.

MEHRSAI, A.; HENRIKSEN, B.; ROSTAD, C. C.; HRIBERNIK, K. A.; THOBEN, K. Make-to-XGrade for the Design and Manufacturing of Flexible, Adaptive, and Reactive Products. **Procedia CIRP**, v. 21, p. 199-205, 2014.

MEYER, G. G.; FRÄMLING, K.; HOLMSTRÖM, J. Intelligent products: A survey. **Computers in Industry**, v. 60, n. 3, p. 137-148, 2009.

MOURTZIS, D.; VLACHOU, E. Cloud-based cyber-physical systems and quality of services. **The TQM Journal**, v. 28, n. 5, p. 704-733, 2016.

NAMBISAN, S. Information technology and product/service innovation: A brief assessment and some suggestions for future research. **Journal of the Association for Information Systems**, v. 14, n. 4, p. 215, 2013.

NUNES, M. Lopes; PEREIRA, A. C.; ALVES, Anabela Carvalho. Smart products development approaches for Industry 4.0. **Procedia Manufacturing**, v. 13, p. 1215-1222, 2017.

NYMAN, J.; FRÄMLING, K.; MICHEL, V. Gathering Product Data from Smart Products. **Proceedings of ICEIS (1)**. 2008. p. 252-257.

O'DONOVAN, P.; LEAHY, K.; BRUTON, K.; O'SULLIVAN, D. T. Big data in manufacturing: a systematic mapping study. **Journal of Big Data**, v. 2, n. 1, p. 20, 2015.

Iberoamerican Journal of Industrial Engineering, Florianópolis-SC, Brasil, V.14, N.27, P.46-71, 2022.

PESSÔA, Marcus Vinicius Pereira; BECKER, Juan Manuel Jauregui. Smart design engineering: a literature review of the impact of the 4th industrial revolution on product design and development. **Research in engineering design**, p. 1-21, 2020.

PETERSEN, Kai *et al.* Systematic mapping studies in software engineering. In: **12th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering (EASE)** 12. 2008. p. 1-10.

PORTER, Michael E.; HEPPELMANN, James E. How smart, connected products are transforming companies. **Harvard business review**, v. 93, n. 10, p. 96-114, 2015.

ROZENFELD, H. ; FORCELLINI, F. A. ; AMARAL, D. C. ; TOLEDO, J. C. ; SILVA, S. L. ; ALLIPRANDINI, D. H. ; SCALICE, R. K. . **Gestão de Desenvolvimento de Produtos: Uma referência para a melhoria do processo**. 1. ed. São Paulo - SP: Editora Saraiva, 2006. 542p .

SANTOS, Kássio *et al.* Opportunities assessment of product development process in Industry 4.0. **Procedia Manufacturing**, v. 11, p. 1358-1365, 2017.

SCHMIDT, Rainer *et al.* Industry 4.0-potentials for creating smart products: empirical research results. In: **International Conference on Business Information Systems**. Springer, Cham, 2015. p. 16-27.

SMITH, Roger; SHARIF, Nawaz. Understanding and acquiring technology assets for global competition. **Technovation**, v. 27, n. 11, p. 643-649, 2007.

STOCK, Tim; SELIGER, Günther. Opportunities of sustainable manufacturing in industry 4.0. **Procedia Cirp**, v. 40, p. 536-541, 2016.

TESSARINI, Geraldo; SALTORATO, Patrícia. Impactos da indústria 4.0 na organização do trabalho: uma revisão sistemática da literatura. **Revista Produção Online**, v. 18, n. 2, p. 743-769, 2018.

ULRICH, Karl T. EPPINGER, S. D. **Product design and development**. Tata McGraw-Hill Education, 2016.

URBAN, Wieslaw; ŁUKASZEWICZ, Krzysztof; KRAWCZYK-DEMBICKA, Elżbieta. Application of Industry 4.0 to the Product Development Process in Project-Type Production. **Energies**, v. 13, n. 21, p. 5553, 2020.

WIJEWARDHANA, Ganguli Eranga Harshamali *et al.* New product development process in apparel industry using Industry 4.0 technologies. **International Journal of Productivity and Performance Management**, 2020.

YIN, Robert K. Estudo de Caso-: **Planejamento e métodos**. Bookman Editora, 2015.

ZHOU, Z.; LIU, X.; PEI, J.; PARDALOS, P. M.; LIU, L.; FU, C. Real options approach to explore the effect of organizational change on IoT development project. **Optimization Letters**, v. 11, n. 5, p. 995-1011, 2017.995-1011, 2017.

## **Anexo A – Instrumento de coleta de dados autopreenchidos aplicado com as empresas**

### **Desenvolvimento de Produtos e Indústria 4.0**

Esta pesquisa busca analisar a relação entre as tecnologias da indústria 4.0 e o processo de desenvolvimento de produtos nas indústrias. O objetivo é compreender um pouco mais sobre as contribuições das tecnologias da indústria 4.0 no processo de desenvolvimento de produtos.

#### **Parte I - Fatores chave para o sucesso da I4.0**

Atualmente quais tecnologias de Manufatura inteligente estão integradas ao desenvolvimento de produtos?

- Big Data
- IoT
- Manufatura Aditiva (Ex: Impressora 3D ou 4D)
- Robôs industriais
- Inteligência Artificial
- Computação em Nuvem
- Simulação por Computador
- Realidade Aumentada
- Sistemas Ciber-físicos
- Outros

Quais destes sistemas, metodologias ou técnicas abaixo listadas são realizados na empresa.

- Auto-Inspeção e Manutenção de Eficiência de produção
- Desenvolvimento de Sensores
- Sistema de informação de linha de produção
- Cloud Platform e Sistemas Ciber-Físicos
- Sistema Integrado de Informação para Decisões de Negócios
- Outros

## Parte II - Diretrizes que impactam diretamente o processo de engenharia de projeto de produto

### • Projeto para usuários capacitados

Questão		1	2	3	4	5	
Qual é o envolvimento do usuário/cliente nas fases do desenvolvimento de produtos?	Não está envolvido						Está muito envolvido
O usuário/cliente participa do Processo de Desenvolvimento de Produtos, expressando seus requisitos/demandas?	Não participa						Participa muito
O usuário/cliente é capacitado para se envolver no início do processo usando design digital e ferramentas de desenvolvimento de produto?	Não existe esse tipo de capacitação						O usuário é capacitado para tornar-se um membro ativo da equipe de design do produto

### • Projeto para feedback do produto antes/durante o uso

Questão		1	2	3	4	5	
A empresa possui tecnologias que mostram como os produtos são usados, bem como o desempenho e condição?	A empresa não dispõe de tecnologias para esse fim						A empresa possui tecnologias avançadas de feedback com o produto

Assinale as tecnologias da empresa que mostram como os produtos são usados bem como sua condição e desempenho

- Impressora 3D ou 4D
- Simulação por computador
- Sistemas ciberfísicos
- Realidade aumentada
- Monitoramento remoto de produtos
- Monitoramento em nuvem via sensores
- Nenhuma
- Outros

- *Projeto para mutabilidade/modularidade*

Questão		1	2	3	4	5	
Qual é o nível de modularidade dos produtos atualmente?	Produtos e serviços não são modulares						Produtos e serviços modulares
Os produtos desenvolvidos pela unidade têm qual nível de Flexibilização para atualizações?	Produtos não flexíveis						Produtos totalmente flexíveis

- *Projeto para a análise de dados*

Questão		1	2	3	4	5	
Qual é o nível de conhecimento da equipe de design sobre a modelagem e análise dos dados, incluindo abordagens de inteligência artificial?	A equipe não dispõe desse conhecimento						A equipe detém total conhecimento
Qual é o nível de armazenamento e gerenciamento dos dados?	Baixo						Alto

- *Projeto para segurança cibernética*

Questão		1	2	3	4	5	
Qual é o grau de integração vertical dos sistemas de gestão de alto nível com dispositivos de campo de chão de fábrica?	Não existe						Integração total
Como é o padrão de segurança dos dados no desenvolvimento de produtos	Segurança básica						Segurança proativa inteligente
Existem tecnologias e técnicas para modelar e testar sistemas inteligentes ciber-seguros?	Tecnologias e técnicas inexistentes						Tecnologias e técnicas existentes e confiáveis

- *Projeto para interação emocional*

Questão		1	2	3	4	5	
Qual é o nível de Integração entre humanos e os produtos	Baixa integração						Alta integração
Qual é o grau de evolução emocional do produto em uso com o usuário/cliente?	Baixo						Alto
Qual é o grau de evolução emocional do produto em uso com o usuário/cliente?	Baixo						Alto

Como ocorre a integração entre humanos e os produtos?

---

- *Engenharia contínua apoiada por MBSE - Model-based systems engineering ou Engenharia de sistemas baseada em modelos*

A engenharia contínua se baseia:

- Considerando todas as áreas de engenharia simultaneamente
- Considerando quase todas as áreas de engenharia simultaneamente
- A comunicação ocorre por meio de interações via documentos
- A comunicação ocorre por meio de interfaces entre as várias áreas de engenharia
- Outros

- *Gerenciamento do ciclo de vida do sistema*

Questão		1	2	3	4	5	
Como é o alinhamento entre engenharia, design e marketing no processo de desenvolvimento de produtos?	As equipes não estão alinhadas						As equipes são totalmente alinhadas

No gerenciamento do ciclo de vida dos produtos, como é o compartilhamento de informações?

- Compartilhamento com toda a empresa (matriz, unidades, setores)
  - Compartilhamento por toda a unidade apenas
  - Compartilhamento de dados e informações por áreas
  - As informações são parcialmente compartilhadas
  - As informações não são compartilhadas
- *Aumento da quantidade e complexidade das partes interessadas*

Como ocorre a identificação do valor que a solução oferece ao cliente?

- As partes interessadas em todo o ciclo de vida da solução são identificadas
- Cenários criados para estimar as necessidades dos clientes podem evoluir com o tempo
- Utiliza-se tecnologias capazes de capturar a voz dos clientes
- Não é realizada
- Outro

• *Mudanças na percepção de qualidade*

Quais os atributos ou aspectos são valorizados por clientes da unidade Blumenau em relação a qualidade?

- Design do produto
- Privacidade e Segurança dos dados
- Adequação ao uso
- Envolvimento no desenvolvimento de produtos
- Experiência personalizada e individualizada do cliente/usuário
- Outro

Em relação aos atributos ou aspectos mais valorizados por clientes na unidade Blumenau em relação a qualidade. Qual deles é o mais relevante?

---

Em sua opinião qual é o impacto das tecnologias embarcadas na Indústria 4.0 no processo de desenvolvimento de produtos na Unidade Blumenau?

---