



VIII Congresso de Pesquisa e Extensão da FSG

VI Salão de Extensão

<http://ojs.fsg.br/index.php/pesquisaextensao>

ISSN 2318-8014



AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE MATURIDADE DE INDÚSTRIAS METALÚRGICAS COM BASE NOS CONCEITOS DA INDÚSTRIA 4.0

Isis Muriel Helfensteler^a, Gregorio Bastos Neto^{a*}

a) Centro Universitário da Serra Gaúcha.

Informações de Submissão

*Gregorio Bastos Neto (Orientador),
Rua Os Dezoito do Forte, 2366 - Caxias do Sul
RS - CEP: 95020-472

Palavras-chave:

Indústria 4.0. Maturidade. Competitividade.
Computação em nuvem. Internet das coisas.

Resumo

A rápida evolução da tecnologia da informação e comunicação desencadeou muitas tecnologias disruptivas, como computação em nuvem, internet das coisas, análise de big data e inteligência artificial. Essas tecnologias estão permeando a indústria de manufatura e a tornam inteligente e capaz de enfrentar o aumento constante da competitividade, combinada com as condições instáveis que a economia mundial está inserida. Esses avanços tecnológicos estão sendo os qualificadores para fábrica do futuro, chamada de Indústria 4.0. A procura pela Indústria 4.0 vem crescendo constantemente no mundo e as empresas cada vez mais estão buscando os seus conceitos e pilares. Portanto, devido a esta rápida evolução tecnológica e o novo modelo de fábrica, é importante as empresas entenderem os qualificadores da Indústria 4.0 e visualizarem seu nível de maturidade frente as premissas da Indústria 4.0, afim de avaliarem seus principais setores que devem focar investimentos. Para alcançar o objetivo proposto, foi aplicada uma ferramenta de autoavaliação de maturidade de Indústria 4.0 em duas empresas líderes de mercado. Esta aplicação foi realizada por meio de uma reunião com os participantes selecionados pela alta gestão. Como resultados, evidencia-se que a ferramenta de autoavaliação foi efetiva, e por meio dos dados gerados foi possível analisar o nível atual de maturidade das empresas comparando com o nível futuro desejado, bem como quais passos elas devem seguir para chegar no seu objetivo futuro.

1 INTRODUÇÃO

A primeira revolução industrial aconteceu entre os anos de 1760 e 1840, sendo caracterizada pela invenção da máquina a vapor e da possibilidade de mecanização da produção. No final do século XIX teve início a segunda revolução, esta foi reconhecida pela produção em massa, linhas de montagem e o advento da eletricidade. Já em 1960 a terceira revolução industrial foi caracterizada pela concepção do computador e da automação. Logo após a criação do primeiro Controlador Lógico Programável (CLP) em 1969, se introduziu robôs nas linhas de produção e possibilitou menor variabilidade de fabricação (STĂNCIOIU, 2017).

Atualmente, vivencia-se a quarta revolução industrial, caracterizada por uma internet muito mais onipresente, informações por meio de dispositivos móveis, por sensores menores e mais eficientes, pela inteligência artificial e *machine learning* (SCHWAB, 2017).

Segundo Stăncioiu (2017), em fábricas inteligentes criadas pela Indústria 4.0, sistemas ciber-físicos estruturados modularmente monitoram processos físicos, criam uma cópia virtual do mundo físico e tomam decisões descentralizadas. A interconexão e a interoperabilidade das entidades do sistema ciber-físico no chão de fábrica, juntamente com a metodologia de análise e aprendizagem do conhecimento, fornecem um sistema inteligente de apoio à decisão (ZHENG et al., 2018). Eles se comunicam usando a *Internet of Things* (IoT), cooperando em tempo real entre si e com recursos humanos. O armazenamento e o processamento de informações ocorrem usando a computação em nuvem. Portanto, a indústria do futuro irá não somente extinguir o trabalho manual, mas também reduzirá o trabalho intelectual (ZHENG et al., 2018).

Empresas de manufatura em todo mundo estão enfrentando desafios substanciais devido aos recentes desenvolvimentos ambientais, sociais, econômicos e tecnológicos e procuram a Indústria 4.0 quando percebem a real necessidade de se adaptarem rapidamente aos moldes da nova indústria. No entanto, um dos problemas encontrados atualmente, é que muitos gestores ainda encontram dificuldades de identificar quais áreas devem direcionar esforços a fim de ter maior evolução organizacional para implantação (STĂNCIOIU, 2017).

Sendo assim, o presente trabalho objetiva avaliar o nível de maturidade de duas indústrias metalúrgicas frente as premissas da Indústria 4.0.

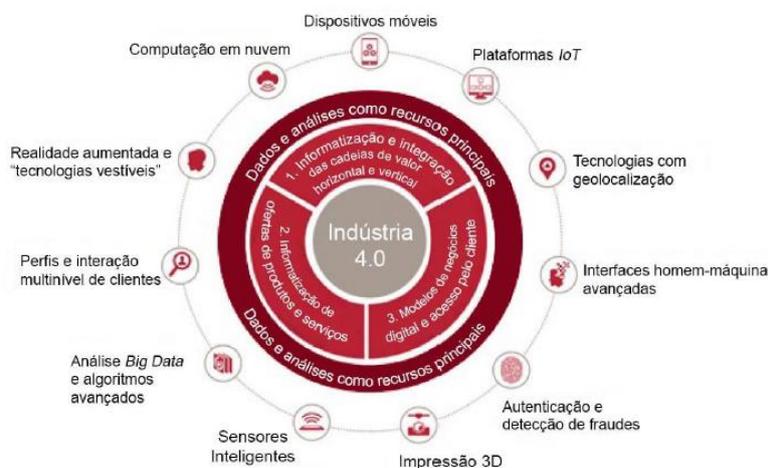
2 REFERENCIAL TEÓRICO

O termo Indústria 4.0 surgiu recentemente na manufatura e envolve automação, controle e tecnologia da informação. O termo foi cunhado na Alemanha, em 2011, durante uma feira de Hannover, a partir de um projeto de estratégias do governo alemão. O grupo responsável pelo projeto, composto por Siegfried Dais e Kagermann, em outubro de 2012, apresentou o primeiro relatório de recomendações e, em abril de 2013, durante a Feira de Hannover, publicou-se um trabalho sobre o desenvolvimento da indústria 4.0 (KAGERMANN et al., 2013).

Diferentemente das evoluções de manufatura anteriores, a quarta revolução industrial evolui a um ritmo exponencial e não linear, avanços tecnológicos que permitem novos e melhores desenvolvimentos digitais, combina várias tecnologias que estão levando a mudanças de paradigma sem precedentes a economia, os negócios, a sociedade e individualmente. Este novo modelo de manufatura apresenta impacto em todo ciclo de vida do produto, alterando a forma de se produzir, consumir, transportar e entregar soluções (SCHWAB, 2017).

Neste cenário, a *PricewaterhouseCoopers*, uma empresa multinacional Inglesa, que é uma das maiores fornecedoras de serviços de consultoria e tecnologia do mundo, publicou em 2016 um *framework* para a implementação da Indústria 4.0 e o coloca como o modelo do futuro das empresas de manufatura, sendo este *framework* apresentado na Figura 1.

Figura 1 - *Framework* indústria 4.0



Fonte: Adaptado *PwC Global Industry 4.0 Survey* (2016).

Conforme com o relatório da PwC a digitalização e integração entre as cadeias de valor verticais e horizontais serão o futuro das indústrias, assim como a digitalização dos produtos e serviços com intuito de transformar em um modelo de negócio digital e acessível aos clientes, o meio para obter estes aspectos a PwC destaca os facilitadores tecnológicos.

O termo Máquina-a-Máquina (do inglês *Machine-to-Machine*) abreviado como M2M, refere-se às tecnologias que possibilita a intercomunicação entre máquinas, equipamentos e sistemas de forma instantânea através de redes de comunicação, sejam elas via cabo ou redes sem fio (KAGERMANN et al., 2013).

Haller (2010) referencia-se a Internet das Coisas (*Internet of Things*) como um mundo onde objetos físicos estão integrados as redes de comunicação e informação, assim se tornando integrantes ativos nos processos de negócio. A internet das coisas, concede que processos e objetos como sensores, *smartphones*, tabletes, entre outros, se comuniquem entre si para executarem ações e troca de informações (KAGERMANN et al., 2013).

Os sistemas Físico-Cibernéticos também conhecidos como *Cyber-physical system* (CPS) são amplamente utilizados, eles estão de fato em quase todos os lugares do mundo, um exemplo é o Sistema de Posicionamento Global (GPS). O CPS é constituído por meio da intercomunicação e relação entre os objetos que estão anexados nas redes de comunicação. De acordo com o relatório da Acatech (2011) atualmente mais de 98% dos microprocessadores existentes estão conectados com o mundo físico a partir de sensores atuadores.

De acordo com Gonçalves (2016), com a grande quantidade de dados produzidos atualmente e a indispensabilidade de uma compilação, análise e gerenciamento de informações progressivamente mais rápidas, foram desenvolvidos os *Big Data Analytics* que são *softwares* de enorme desempenho, responsáveis pela interseção de uma infinidade de dados, gerando relatórios e indicadores para apoiar na tomada de decisões.

2.1 Modelos de maturidade

Os modelos de maturidade tradicionalmente retratam teorias a respeito de como as qualificações de uma organização progridem de um estágio por estágio no decorrer de uma trajetória antecipada, desejada ou lógica (GOTTSCHALK, 2010). Portanto, são

conhecidos por modelos de estágio de crescimento, modelos de palco ou teorias de estágio (PRANANTO et al, 2003). Os primeiros modelos de maturidade apresentam uma ordenação de necessidades humanas (MASLOW, 1954), crescimento econômico (KUZNETS, 1965) e ao desenvolvimento da TI nas organizações (NOLAN, 1973).

O propósito fundamental dos modelos de maturidade retratar os estágios da trajetória de maturação. Engloba as características de cada estágio e a relação lógica entre eles (KUZNETS, 1965). O modelo de maturidade tem um objetivo comparativo se possibilitar *benchmarking* interno ou externo.

2.2 Modelos de análise de nível de maturidade em Indústria 4.0

A empresa multinacional Inglesa de consultoria *PricewaterhouseCoopers*, conhecida como PWC, criou um modelo de autoavaliação com apoio nos pilares da Indústria 4.0, onde este está disponível online e é de fácil utilização. O modelo da PWC se apoia em seis dimensões da Indústria 4.0 e fundamentado nelas classifica a empresa entre quatro estágios de maturidade. Em função de estar acessível na integra, a ser um modelo já consolidado academicamente e um modelo do tipo prescritivo, definiu-se por sua aplicação neste estudo.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para Gil (2008), a pesquisa aplicada tem como particularidade a utilização dos conhecimentos com finalidades práticas para solucionar um problema. Matias-Pereira (2016, p. 20) explica que “[...] na pesquisa aplicada, por sua vez, os conhecimentos adquiridos são utilizados para aplicação prática e voltados para a solução de problemas concretos da vida moderna”.

A pesquisa exploratória, segundo Thiollent (2005), consiste na verificação da situação, dos problemas e quais ações podem ser tomadas no campo de pesquisa escolhido, bem como os interessados e suas perspectivas.

Este trabalho aborda o tipo de processo de pesquisa qualitativo. De acordo com Matias-Pereira (2016, p. 85) “[...] no método qualitativo a pesquisa é descritiva, ou seja, as informações obtidas não podem ser quantificáveis. Por sua vez, os dados obtidos são

analisados de forma indutiva. Nesse sentido, a interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicas no processo de pesquisa qualitativa”.

No presente trabalho, a técnica de pesquisa adotada foi o estudo de caso que busca desmembrar um fato dentro de seu contexto. Um estudo de caso é baseado na experiência, sua pesquisa é realizada em uma situação que não está visivelmente definida e dentro do cenário atual (YIN, 2005).

3.1 Unidades de análise

As empresas onde o trabalho foi desenvolvido, por razões específicas, optaram por não ter seu nome revelado e foram tratadas como empresa A e empresa B, estas fazem parte de um dos maiores grupos automotivos brasileiros.

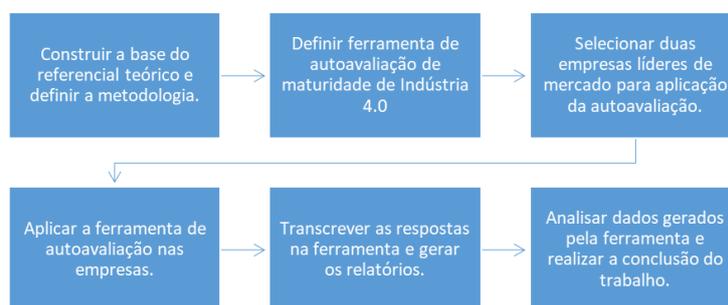
A empresa A está há sessenta e cinco anos no mercado, possui unidades produtivas no exterior e é líder de mercado reposição no seu seguimento. Tem como visão se tornar líder global de seu seguimento, mas com seu cenário fabril atual, a baixa integração de seus sistemas e controle fabril e com as altas exigências do mercado externo a empresa visualiza atingir suas metas através do aumento de digitalização de seus processos internos afim de melhorar desde o atendimento do cliente à produtividade fabril e custo do produto.

A empresa B tem mais de trinta anos de mercado e foi fundada através de uma *joint venture* com uma empresa americana e é líder brasileira do seu seguimento. A empresa tem como visão ser reconhecida como a melhor solução em segurança no seu seguimento e tem como sua missão comercializar, desenvolver e produzir soluções e serviços no seu segmento com segurança, tecnologia, inovação, qualidade, custo competitivo, confiabilidade e sustentabilidade.

3.2 Método da pesquisa

A escolha do método mais adequado para a realização do trabalho baseou-se na teoria de Cauchick Miguel (2007), que define como primeiro passo a escolha do tema de pesquisa e a revisão bibliográfica para embasamento e conhecimento do assunto. Os passos do método de trabalho estão representados na Figura 2.

Figura 2 – Método da pesquisa.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O primeiro passo utilizado para a realização deste trabalho é a pesquisa bibliográfica que, segundo Gil (2008), é realizado por meio de fontes já desenvolvidas por autores, e constitui-se essencialmente de artigos e livros.

O segundo passo é o planejamento dos casos. Nesta etapa, foi definido uma ferramenta de atualização de maturidade de Indústria 4.0 que está apresentada no Anexo A. Após, selecionadas duas empresas do ramo de autopeças líderes de mercado para a análise do seu nível de maturidade de Indústria 4.0.

O próximo passo foi a aplicação do instrumento de autoavaliação de maturidade para a coleta de dados, que foi aplicado na empresa presencialmente junto aos representantes das áreas Comercial, *Marketing*, TI, Planejamento, Produção e Engenharia. Por fim, os últimos passos foram transcrever as respostas geradas com os entrevistados na ferramenta e gerar os relatórios e gráfico de dados, nesta etapa foi analisado a geração de dados do modelo de autoavaliação escolhido a fim de identificar o nível de maturidade de Indústria 4.0 das empresas selecionadas.

3.3 Instrumento de coleta de dados

O instrumento de coleta de dados está apresentado no Anexo A deste trabalho, a aplicação deste será realizada por meio de uma reunião com todos participantes selecionados pelas empresas A e B.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Nesta seção, discute-se a ferramenta de autoavaliação, o perfil da equipe participante, os resultados para as empresas A e B, bem como os resultados gerais.

4.1 Ferramenta de Autoavaliação PWC

A ferramenta de autoavaliação da PWC foi criada a fim de auxiliar as empresas no primeiro entendimento em relação a sua posição atual e seu objetivo para daqui cinco anos a respeito da Indústria 4.0.

Inicialmente a ferramenta solicita alguns dados sobre localização e receita das empresas a serem analisadas, selecionou-se na ferramenta para as duas empresas o segmento de atuação como automotivo, quanto a região, foi selecionado a região América, o país de origem Brasil e faturamento anual inferior a 500 milhões de euros.

Após o preenchimento, seguiu-se para a seleção das dimensões a serem analisadas, onde cada uma das dimensões engloba pontos e áreas estratégicas da Indústria 4.0, sendo elas:

- Modelo de negócio, Portfólio de produtos e serviços;
- Acesso ao mercado e ao cliente;
- Cadeias de valores e processos;
- Arquitetura de TI;
- Conformidade, Jurídico, Risco, Segurança e Tributação;
- Organização e Cultura.

Segundo com o *framework* da PWC, é possível gerar o relatório do nível de maturidade da empresa analisando apenas as três primeiras dimensões, entretanto, as três últimas dimensões, embora não são caracterizadas como essenciais, ajudam a obter uma visão mais detalhada e com maior acuracidade do nível de maturidade. Devido a estes fatores, optou-se por selecionar cinco das seis dimensões disponíveis devido as empresas entenderem que segurança, qualidade, jurídico e fiscal não são pontos chaves a serem trabalhados neste momento.

A ferramenta de autoavaliação contém, correlacionadas a cada dimensão de análise, perguntas que devem ser respondidas de acordo com a escala de *Likert* de cinco pontos sendo o ponto 1 o nível de maturidade menos avançado e o ponto 5 o mais avançado.

A fim de obter um resultado com maior acuracidade, as perguntas do *framework* foram coletadas, conforme o Anexo A, e apresentadas as equipes selecionadas de cada empresa, sendo que cada participante respondeu às perguntas de sua área.

Após a compilação das respostas dos questionários para cada empresa, a ferramenta da PWC apresentou um relatório geral final para cada uma, incluindo notas referente a classificação obtida e os pontos onde a empresa deve focar os esforços para atingir o plano futuro traçado.

Nesta mesma seção de dados detalhados, é apresentado um *framework* sobre a classificação geral obtida e as características destas. Cada categoria e suas respectivas características são expostas no Quadro 1.

Quadro 1 – Categorias de classificação.

Categoria	Característica
Iniciante Digital	Acaba de iniciar a digitalização de seu modelo de negócios e operações, seu principal foco é a integração interna iniciada. O portfólio geralmente é dominado por produtos físicos e há uma integração limitada dentro das cadeias de valor vertical e horizontal.
Integrador Digital	Implementa recursos digitais a seus produtos e serviços, utiliza dados para gerar conhecimento e já obteve alguma integração de sua cadeia de valor vertical.
Colaborador Horizontal	Possui um nível decente de integração vertical e se foca na colaboração e integração com parceiros, clientes e fornecedores para obter processos mais horizontalizados, a fim de formar redes de valor para atender diretamente as solicitações dos clientes.
Campeão Digital	Detém um nível de integração vertical e horizontal em um grau satisfatório para o seu negócio. Seu foco agora está em desenvolver novos modelos de negócios disruptivos e um portfólio inovador de produtos e serviços a fim de atender aos pedidos individuais dos clientes.

Fonte: Adaptado *PWC Digital Operations Self Assessment*.

Neste *framework* a empresa pode se enquadrar nas categorias: Iniciante Digital, Integrador Vertical, Colaborador Horizontal, Campeão Digital.

4.2 Perfil das equipes participantes

Com o intuito de realizar o melhor aproveitamento da ferramenta de autoavaliação da PWC, decidiu-se por recrutar os participantes de cada empresa com suas funções desempenhadas na empresa e conhecimento dominante nas dimensões selecionadas para realizar a autoavaliação, com base nisto, elaborou-se o Quadro 2.

Quadro 2 – Área de conhecimento dos participantes.

Código	Função	Área de conhecimento dominante
R1	Gestor	Produção, Engenharia, Planejamento e Desenvolvimento.
R2	Marketing	Marketing de Produto, Gestão de Portifólio.
R3	Comercial	Vendas, Gestão de Clientes.
R4	Engenharia e PPCP	Gestão de Processo, Gestão de Produto, Gestão de Produção.
R5	Tecnologia da Informação	Infraestrutura, Sistemas.
R6	Recursos Humanos	Gestão de Pessoal, Cultura.
R7	Gestor	Estratégia, Comercial, Logística e Fornecedores.

Fonte: Autor (2020).

Após a definição dos participantes, as empresas realizaram um *workshop* para nivelamento de conceitos a certa da Indústria 4.0, onde foram apresentados os conceitos e *frameworks* propostos pela PWC referentes a Quarta Revolução Industrial.

Baseado nas áreas de função desempenhada dos participantes, foram distribuídos os questionários da ferramenta da PWC, conforme Anexo A, onde os participantes apenas responderam as questões referente a sua área de conhecimento dominante.

Os valores coletados referentes a cada questão e suas médias arredondadas no objetivo futuro estão indicadas na Tabela 1 para a empresa A.

Tabela 1 – Respostas Entrevistados Empresa A.

Questão	Nível Atual					Objetivo Futuro		
	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R7	Média
1	1	2	3	2	2	4	5	4
2	2	3	2	1	2	3	4	3
3	2	2	3	1	3	5	5	5
4	1	3	3	2	1	5	4	4
5	3	2	1	1	1	4	4	4
6	3	3	2	2	1	5	5	5

Fonte: Autor (2020).

Para a empresa B os valores coletados dos participantes estão na Tabela 2.

Tabela 2 – Respostas Entrevistados Empresa B.

Questão	Nível Atual					Objetivo Futuro		
	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R7	Média
1	1	3	2	1	2	3	5	3
2	2	2	2	2	2	4	5	4
3	2	2	3	2	2	4	5	4
4	2	2	2	2	2	5	4	4
5	3	2	3	2	2	5	5	5
6	2	2	2	3	3	4	5	4

Fonte: Autor (2020).

A partir dos resultados obtidos na Tabela 2 e Tabela 3, as respostas foram inseridas na ferramenta da PWC, onde seus resultados são exibidos nos tópicos 4.3 e 4.4.

4.3 Resultados ferramenta PWC da Empresa A

A partir da compilação das respostas obtidas da empresa A nos questionários da ferramenta de autoavaliação da PWC foi gerado o relatório e ao analisar a diferença da maturidade atual para o objetivo futuro ele traz que a empresa tem fortes ambições para investir na Indústria 4.0 e Operações Digitais.

Baseado nas pontuações e tópicos informados pelo *framework*, foram criados os Quadros 3, 4, 5, 6 e 7.

Quadro 3 – Modelo de negócio, carteira de produtos e serviços.

Dimensão	Score	Descrição
Modelo de negócio, Carteira de produtos e serviços	Maturidade: 1,83	Digitalização não é considerada no modelo de negócios. O portfólio é baseado unicamente em produtos físicos.
	Alvo: 3,67	O foco já está na parte digital do portfólio, mas a receita ainda é gerada principalmente com produtos físicos e serviços clássicos. A digitalização do ciclo de vida do produto está progredindo

Fonte: Adaptado PWC *Digital Operations Self Assessment*.

Atualmente o portfólio é baseado em produtos físicos e há poucos incentivos de digitalização de produto, porém há uma crescente no que diz respeito à digitalização do ciclo de vida do produto através de *softwares* de simulação e sistemas físicos.

Quadro 4 – Mercado e acesso ao cliente.

Dimensão	Score	Descrição
Mercado e acesso ao cliente	Maturidade: 2,83	Um canal ao lado da força das vendas clássica é usado para interação com o cliente (geralmente um site ou uma loja). Primeiros passos são feitos para aumentar a percepção do cliente.
	Alvo: 4,5	Vários canais são usados para a interação do cliente. Os dados são usados extensivamente para aumentar a percepção do cliente. A capacitação digital da força de vendas já está avançada.

Fonte: Adaptado PWC *Digital Operations Self Assessment*.

Quanto ao Quadro 4, a empresa atualmente utiliza e-mail e telefone como canais de comunicação com o cliente, mas já estão trabalhando com comunicação e criando canais para maior interação com o cliente como catálogos virtuais e canal de garantias.

Quadro 5 – Cadeias de valores e processos.

Dimensão	Score	Descrição
Cadeia de Valores e Processos	Maturidade: 2,6	As diferentes etapas das cadeias de valor são integradas uma a uma (engenharia e produção), iniciando a digitalização dos equipamentos de produção.
	Alvo: 4,0	A integração da cadeia de valor vertical dentro da empresa está completa, o ciclo de vida do produto é digitalizado. O equipamento de produção é conectado com sensores, os dados coletados são usados para monitoramento e planejamento. A integração horizontal está processando.

Fonte: Adaptado PWC *Digital Operations Self Assessment*.

Os resultados do Quadro 5 mostraram que há digitalização de equipamentos de produção e que a cadeia de valor está integrada setor a setor, porém, esta digitalização acontece de forma lenta.

Quadro 6 – Arquitetura de TI.

Dimensão	Score	Descrição
Arquitetura de TI	Maturidade: 1,5	As implicações da Indústria 4.0 e das Operações Digitais sobre a arquitetura de TI bem como a organização da própria TI não estão bem claras. O setor de TI geralmente está completamente separado da produção e as capacidades técnicas necessárias ainda não foram identificadas.
	Alvo: 3,83	As implicações da Indústria 4.0 e das Operações Digitais sobre a arquitetura de TI bem como a organização da própria TI sejam claras e as capacidades identificadas. Medidas de melhoria devem ser identificadas e de acordo com projetos iniciados postas em prática. A integração do TI e da produção deve estar em progresso.

Fonte: Adaptado PWC *Digital Operations Self Assessment*.

Em relação aos pontos indicados no Quadro 6, não houve um comum acordo entre a equipe entrevistada e o indicado pela ferramenta, pois a equipe visualiza a equipe de TI Cooperativa com as capacidades técnicas necessárias, porém, entende que estão separados da produção o que impacta na baixa taxas de melhorias.

Quadro 7 – Organização e cultura.

Dimensão	Score	Descrição
Organização e cultura	Maturidade: 1,75	Ainda há incerteza sobre quais recursos são necessários no contexto da Indústria 4.0 e Operações Digitais e, portanto, também sobre o quão bem a empresa está posicionada. Não há estratégia dedicada e a falta comprometimento da gerência.
	Alvo: 4,25	A empresa deve focar em obter uma estratégia e visão dedicada com um forte compromisso da gestão em relação a Indústria 4.0 e as Operações Digitais. Os recursos técnicos e organizacionais necessários para isso já devem estar em um estado avançado de desenvolvimento e pesquisa. A colaboração com os parceiros da cadeia de valor horizontal já deve ter sido iniciada.

Fonte: Adaptado PWC *Digital Operations Self Assessment*.

Por fim, em relação ao Quadro 7, a ferramenta destacou ainda a incerteza sobre a Indústria 4.0 e o quanto a empresa está posicionada em relação a ela, também destacou a falta de comprometimento da gestão de a utilizar como estratégia.

4.4 Resultados ferramenta PWC da Empresa B

A partir da compilação das respostas da empresa B obtidas nos questionários da ferramenta de autoavaliação da PWC foi gerado o relatório e ao analisar a diferença da maturidade atual para o objetivo futuro.

Baseado nas pontuações e tópicos informados pelo *framework*, foram criados os Quadros 8, 9, 10, 11 e 12.

Quadro 8 – Modelo de negócio, carteira de produtos e serviços.

Dimensão	Score	Descrição
Modelo de negócio, Carteira de produtos e serviços	Maturidade: 2	Já surgiram os primeiros recursos de produtos digitais (por exemplo, sensores) e serviços (por exemplo, manutenção preditiva), o modelo de negócios ainda é baseado principalmente nas vendas de produtos físicos. Os dados são coletados de várias fontes, mas ainda não são realmente usados para criar valor.
	Alvo: 4	Produtos e serviços digitais dominam o portfólio, os dados são coletados extensivamente e usados para criar valor com novos serviços e modelos de negócios.

Fonte: Adaptado PWC *Digital Operations Self Assessment*.

Considerando os resultados apresentados no Quadro 8 e, a análise da equipe entrevistada, validou-se os resultados apresentados pela ferramenta.

Quadro 9 – Mercado e acesso ao cliente.

Dimensão	Score	Descrição
Mercado e acesso ao cliente	Maturidade: 2,17	Um canal ao lado da força das vendas clássica é usado para interação com o cliente (geralmente um site ou uma loja). Primeiros passos são feitos para aumentar a percepção do cliente.
	Alvo: 4,83	Vários canais são usados para a interação do cliente. Os dados são usados extensivamente para aumentar a percepção do cliente. A capacitação digital da força de vendas já está avançada.

Fonte: Adaptado PWC *Digital Operations Self Assessment*.

Quanto ao Quadro 9, a empresa B utiliza o mesmo canal que a empresa A, faz uso de e-mail e telefone como canais de comunicação com o cliente, mas já estão trabalhando com comunicação e criando canais para maior interação com o cliente como catálogos virtuais e canal de garantias.

Quadro 10 – Cadeias de valores e processos.

Dimensão	Score	Descrição
Cadeia de Valores e Processos	Maturidade: 2,6	As diferentes etapas das cadeias de valor são integradas uma a uma (engenharia e produção), iniciando a digitalização dos equipamentos de produção.
	Alvo: 4,8	A integração da cadeia de valor vertical dentro da empresa está completa, o ciclo de vida do produto é digitalizado. O equipamento de produção é conectado com sensores, os dados coletados são usados para monitoramento e planejamento. A integração horizontal está processando.

Fonte: Adaptado PWC *Digital Operations Self Assessment*.

Os resultados do Quadro 10 mostraram que há digitalização de equipamentos de produção e que a cadeia de valor está integrada setor a setor, porém, ainda é uma iniciativa fabril e deve se expandir de forma mais ágil.

Quadro 11 – Arquitetura de TI.

Dimensão	Score	Descrição
Arquitetura de TI	Maturidade: 2,17	Os primeiros passos foram dados para identificar as implicações do setor 4.0 para a arquitetura e organização de TI e os recursos necessários estão sendo analisados. As medidas de melhoria inicial foram identificadas.
	Alvo: 4,67	Alguns desafios e oportunidades de TI do setor 4.0 já são bem abordados (geralmente em torno da análise de dados) e outras medidas de melhoria estão a caminho. A integração vertical de TI já é bastante sofisticada e a integração horizontal está progredindo.

Fonte: Adaptado PWC *Digital Operations Self Assessment*.

Em relação aos pontos indicados no Quadro 11, a empresa A e B obtiveram a mesma análise quanto a TI, não houve um comum acordo entre a equipe entrevistada e o indicado pela ferramenta, pois a equipe visualiza a equipe de TI Corporativa com as capacidades técnicas necessárias, porém, entende que estão separados da produção o que impacta na baixa taxas de melhorias.

Quadro 12 – Organização e cultura.

Dimensão	Score	Descrição
Organização e cultura	Maturidade: 2,25	Já tem atenção da gerência, a necessidade de uma estratégia dedicada foi identificada e o desenvolvimento da estratégia foi iniciado. Os recursos e capacidades são avaliados de acordo com o seu Industry 4.0
	Alvo: 4,5	Há estratégia e visão dedicadas para a indústria 4.0, com forte compromisso de gerenciamento. Os recursos técnicos e organizacionais necessários já estão em desenvolvimento e atingiram um estado avançado. A colaboração com os parceiros está começando

Fonte: Adaptado PWC *Digital Operations Self Assessment*.

Por fim, em relação ao Quadro 12, a ferramenta destacou que a gestão já tem atenção quanto a Indústria 4.0 e todos seus benefícios e que já foi iniciado um plano de desenvolvimento.

4. 5 Resultados gerais

Com base nas compilações dos dados coletados com as equipes entrevistadas inseridos na ferramenta de autoavaliação da PWC da empresa A e empresa B, as empresas

foram classificadas como Iniciante Digital e receberam diagnóstico de apenas estarem iniciando a digitalização do seu modelo de negócios e operações e que as empresas devem manter foco na integração interna. Os portfólios são dominados por produtos físicos e a integração das cadeias de valor vertical e horizontal são limitadas. A ferramenta indica que para ter uma melhora na maturidade da Indústria 4.0 e se beneficiar dos ganhos potenciais de eficiência e crescimento de receita, as empresas deve começar a digitalizar seus portfólios de produtos e serviços, impulsionar sua integração vertical interna, preparar a organização para grandes mudanças.

Os principais pontos que as levaram a classificação como Iniciante Digital são apresentados. Na dimensão “Modelos de negócios, portfólio de produtos e serviços” a ferramenta indica que estão sendo iniciadas as primeiras soluções digitais e aplicações isoladas.

Quanto a dimensão “Acesso ao mercado e ao Cliente” a ferramenta indicou que o foco da empresa está no produto e não no cliente, esta dimensão foi muito discutida pela empresa A em função do tipo de negócio da empresa ser o foco e de quais maneiras poderiam promover essa integração onde o cliente e o produto são o foco, foram realizadas iniciativas como *lives* no *youtube* com foco na integração do cliente com o produto, como aplicação, manutenções, garantias. A empresa B por outro lado discordou do resultado obtido pela ferramenta, pois seus clientes são de grande parte mercado OEM o que já exige menos integração comercial devido o produto já ser customizado.

A dimensão “Cadeias de Valor e Processos” é indicado que apenas os sub processos das empresas A e B são digitalizados e automatizados, esta dimensão se destacou em função das empresas não usufruírem dos poucos dados de digitalização que tens, como monitoramento de processos, melhorias de processo e programação fabril.

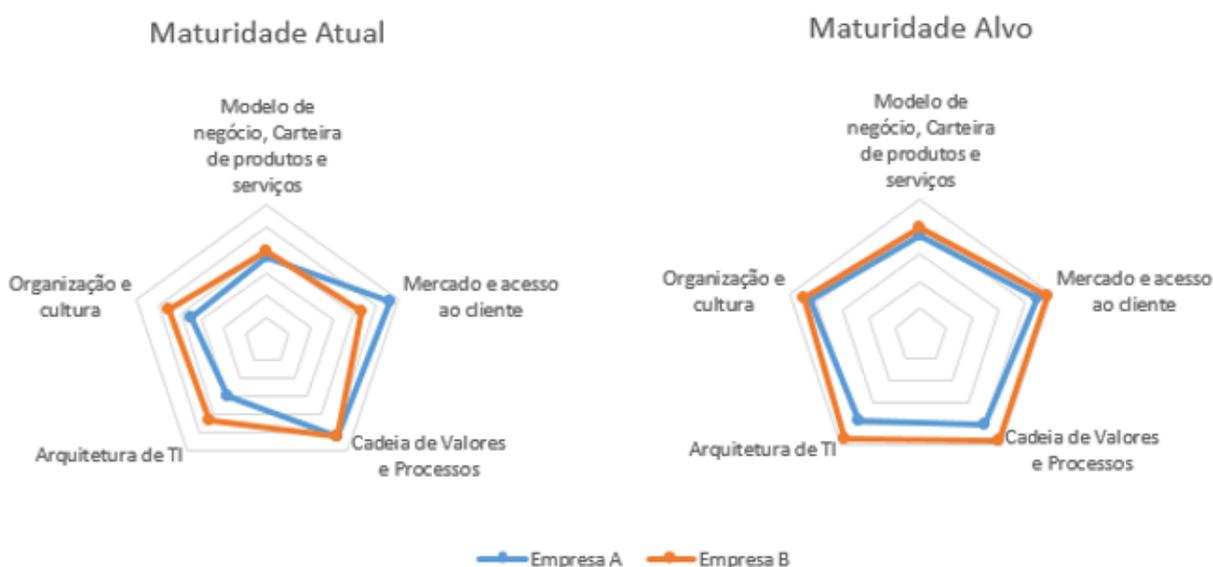
A dimensão “Arquitetura de TI” foi indicada como fragmentada internamente nas empresas, para esta dimensão a análise não foi muito relevante em função da estrutura organizacional das empresas, onde a TI não é exclusiva para cada unidade e sim corporativa.

Por fim, na dimensão “Organização e cultura” a ferramenta indicou que a empresa A tem foco funcional em “silos”, este modelo de estrutura organizacional é utilizado quando as empresas são divididas por áreas o que acaba dificultando a integração das pessoas.

Já para empresa B a ferramenta indicou que a empresa já tem a atenção da gerência quanto a Indústria 4.0, onde já foi identificada a necessidade e o desenvolvimento da estratégia foi iniciado, quanto a esta dimensão para a empresa B a ferramenta se mostrou muito efetiva, pois a empresa já tem iniciativas quanto a busca por maior integração dos processos, promoveu diversos fóruns sobre Indústria 4.0, conectividade, utilização de dados buscando a mudança de cultura das pessoas no que tange manufatura.

A Figura 3 apresenta a comparação das empresas A e B quanto ao seu nível atual e o alvo de maturidade.

Figura 3 – Maturidade Atual e Alvo.



Fonte: Autor (2020).

A empresa A se mostrou mais conservadora com seu objetivo futuro em relação a empresa B, isso deve-se a empresa já ter iniciativas em busca dos benefícios da Indústria 4.0 há um certo tempo, o que os deixa mais seguros em relação ao assunto e quais objetivos devem ser traçados.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para cumprir o objetivo proposto, foi definido um instrumento para verificação do nível de maturidade de Indústria 4.0, o PWC *Digital Operations Self Assessment*, e por fim aplicado nas duas empresas selecionadas, onde estas estão voltadas para implantação

de Indústria 4.0. Através destes dados gerados pela ferramenta foi possível analisar os níveis atuais e futuros indicados para as empresas.

Sob o ponto de vista acadêmico, entende-se que a presente pesquisa corroborou para a escassa quantidade de artigos e materiais publicados acerca do tema. Sob o ponto de vista empresarial, entende-se que por meio deste estudo é possível demonstrar para as empresas os ganhos da avaliação da maturidade afim de a empresa entender as premissas da Indústria 4.0 e o que realmente irá beneficiar a empresa e quais passos ela deve seguir para chegar no seu objetivo futuro.

Por meio da aplicação do questionário, foi possível perceber que mesmo com o nivelamento no que tange a digitalização de dados, cadeias de processos, controle do ciclo de vida do produto os entrevistados ainda tiveram dificuldades de correlacionar o que a ferramenta indica com o dia-a-dia, o que dificultou a coleta dos dados e trouxe menor acuracidade da autoavaliação.

Apesar das contribuições citadas, este estudo apresenta limitações. No que se refere às empresas estudadas, houve a necessidade de preservação dos nomes para este estudo, o que limitou a discussão com maior profundidade de seus produtos e processos.

Por outro lado, todas as discussões geradas nestes encontros geraram resultados totalmente satisfatórios como *squads* de desenvolvimento, competitividade, tecnologia, alteração na estrutura organizacional da empresa onde as equipes trabalham por produto e não mais por áreas de conhecimento, iniciativas de digitalização de produtos e serviços, implantação do MES.

Com o aumento da busca por processos digitalizados, menos perdas de processo, maior integração das cadeias é essencial que as empresas busquem os benefícios que a Indústria 4.0 oferece a fim de se manterem competitivas no mercado. Por se tratar se um tema novo, é imprescindível que as empresas entendam suas principais premissas e visualizem sua situação atual frente a estas, a fim de focar esforços no que realmente trará ganhos para a organização.

Pesquisas futuras podem realizar análises quanto a efetividade da ferramenta no acompanhamento do desenvolvimento da maturidade devido a ferramenta realizar sugestões para o desenvolvimento. Outra pesquisa importante é avaliar empresas de outros ramos, como serviços.

6 REFERÊNCIAS

ACATECH POSITION PAPER. **Cyber-physical systems. Driving force for innovation in mobility, health, energy and production.** Acatech—National Academy of Science and Engineering, 2011.

CAUCHICK MIGUEL, P. A. **Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendação para sua condução.** Produção. São Paulo, v. 17, n. 1, p. 216-229, jan./abr. 2007.

GONÇALVES, Murilo Porto. **Proposta de implementação da indústria 4.0 na área de logística,** 2016.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 6ed. São Paulo: Atlas, 2008.

KUZNETS, S. (1965), *Economic Growth and Structure*, Heinemann Educational Books, London. de Bruin, T., Rosemann, M., Freeze, R. and Kulkarni, U. (2005), **“Understanding the main phases of developing a maturity assessment model”**, paper presented at Australasian Conference on Information Systems (ACIS), Sydney.

HALLER, S. **The Things in the Internet of Things, Proceedings of Internet of Things Conference 2010,** Tokyo, 2010.

LEYH, C.; BLEY, K.; BAY, L.; SCHAFFER, T. **The Application of the Maturity Model SIMMI 4.0 in Selected Enterprises.** Twenty-third Americas Conference on Information Systems, Boston, 2017.

MASLOW, A. (1954), **Motivation and Personality**, Harper, New York, NY.

MATIAS-PEREIRA, J. **Manual de Metodologia da Pesquisa Científica.** 4ed. São Paulo: Atlas, 2016.

NOLAN, R.L. (1973), **“Managing the computer resource: a stage hypothesis”**, Communications of the ACM, Vol. 16 No. 7, pp. 399-405.

POPPELBUß, J.; and ROGLINGER, M. (2011), **“What makes a useful maturity model? A framework of general design principles for maturity models and its demonstration in business process management”**, paper presented at 19th European Conference on Information Systems (ECIS 2011), Helsinki.

PRANANTO, A., MCKAY, J. and MARSHALL, P. (2003), **“A study of the progression of e-business maturity in Australian SMEs: some evidence of the applicability of the stages of growth for e-business model”**, paper presented at Pasific Asia Conference on Information Systems.

SCHWAB, Klaus. **The fourth industrial revolution.** Nova York: Crown Business, 2017.

STĂNCIOIU, Alin. **The fourth industrial revolution: industry 4.0.** Fiabilitate și Durabilitate, Târgu Jiu, n. 1, p. 74-78, maio 2017. Disponível em: <[http://www.utgjiu.ro/rev_mec/mecanica/pdf/2017-01/11_Alin STĂNCIOIU - THE FOURTH INDUSTRIAL REVOLUTION „INDUSTRY 4.0”.pdf](http://www.utgjiu.ro/rev_mec/mecanica/pdf/2017-01/11_Alin_STĂNCIOIU_-_THE_FOURTH_INDUSTRIAL_REVOLUTION_„INDUSTRY_4.0”.pdf)>. Acesso em: 17 out. 2018.

THIOLLENT, M. **Metodologia de pesquisa-ação.** 14 ed. São Paulo: Cortez, 2005.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos.** 3ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

ZHENG, P., WANG, H., SANG, Z, et al, **Smart manufacturing systems for Industry 4.0: Conceptual framework, scenarios, and future perspectives**[J]. Front. Mech. Eng., 2018, 13(2): 137-150.

7 ANEXOS

Anexo A – Tela Inicial de Coleta de dados do Framework da PWC

Por favor selecione sua região



Indústria	Região	País	Receita anual
Automotivo	América	?	?

Por favor selecione sua indústria

 Automotivo	 Energia	 Serviços financeiros	 Saúde e Farma	 Produtos industriais
 Patrimônio Privado	 Setor público	 Varejo e Consumidor	 Tecnologia, Mídia e Telecomunicações	 Transporte e Logística

Indústria	Região	País	Receita anual
?	?	?	?