

## **Análise de maturidade 4.0 do núcleo de tecnologias tridimensionais do CTI Renato Archer**

**Bolsista Guilherme Bitencourt Nunes (CTI) gbnunes@cti.gov.br**

### **Resumo**

*O conceito de indústria 4.0 e a aplicação de suas tecnologias vem sendo bastante discutidas desde seu surgimento na feira de Hannover na Alemanha em 2011. Entretanto para sua implementação em meios de produção já operantes, análises prévias são necessárias. O presente trabalho tem como objetivo, além de apresentar os principais conceitos de indústria 4.0, empregar o uso de modelos de análise de maturidade 4.0 para uma linha de pesquisa de um laboratório de manufatura aditiva. Através do resultado da análise pretende-se identificar lacunas e processos passíveis de aplicações de tecnologia vinculadas a indústria 4.0.*

Palavras-chave: Indústria 4.0, maturidade de processos, maturidade 4.0

### **1. Introdução**

Ao longo da história, o ser humano já passou por algumas mudanças na sua concepção de indústria e na forma com que ela opera. Estas mudanças acabam por afetar diversos aspectos desde tecnológicos, socioeconômicos e culturais, sendo elas denominadas Revoluções industriais. Em 2011, durante a feira de Hannover na Alemanha, o mundo foi apresentado ao conceito de Indústria 4.0. Desde então ocorreu um grande interesse acadêmico, empresarial e político no tema, pois pela primeira vez uma revolução industrial está sendo primeiramente observada antes de sua concretização (1).

A chamada “Revolução 4.0” está associada a integração de tecnologias no campo da automação e informação com a administração, como o foco em agilizar, flexibilizar e tornar mais eficiente os processos existentes. Dentro as diversas tecnologias englobadas no conceito de indústria 4.0 aquelas tidas como seus pilares são 9: robôs autônomos, simulação, integração de sistemas, internet das coisas, ciber-segurança, computação em nuvem, manufatura aditiva, realidade aumentada e big data (2).

Baseado no conceito de indústria 4.0, o Brasil, segundo (3), ainda transita entre a segunda e terceira revolução industrial, ou seja, entre o uso de linhas de montagem e automação. Neste contexto algumas medidas vêm sendo tomadas no cenário nacional. Através de uma parceria do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Telecomunicações (MCTIC) e do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI), um mapeamento de iniciativas de manufatura avançada vem sendo realizado em todo o país. As iniciativas são mapeadas e ordenadas conforme a ProFuturo, que é um programa educacional constituinte do Plano de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) para Manufatura Avançada no Brasil.

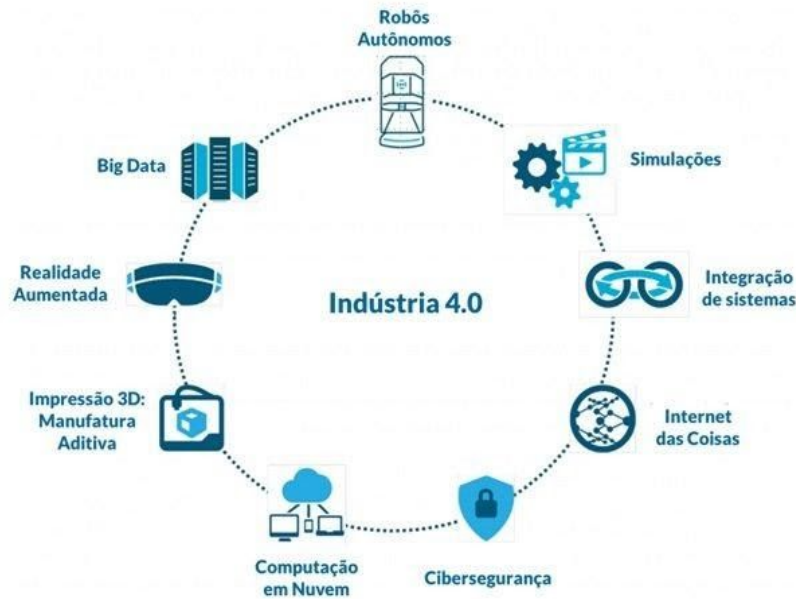


Figura 1: tecnologias pilares da indústria 4.0

## 2. MATURIDADE 4.0

Um ponto anterior a aplicação de tecnologias 4.0 em um determinado setor é a identificação do grau de integração de tecnologia que o setor já se encontra, ou seja, sua maturidade 4.0. Para isso existem os modelos de avaliação de maturidade. Diversos modelos estão disponíveis em trabalhos e artigos sobre o tema com as mais diversas propostas e abrangência. Modelos de maturidade são comumente utilizados para medir a habilidade de uma empresa em gerenciar seus projetos. A avaliação visa capturar o estado em que se encontra enquanto processo de amadurecimento (4).

Um dos modelos de maturidade mais utilizados é o desenvolvido pela ACATECH (Academia alemã de ciência e engenharia). Nele são contemplados 6 níveis de estágio de maturidade que englobam; a informatização, conectividade, visibilidade, transparência, capacidade preditiva e adaptabilidade (5). No qual, através de um questionário, a organização pode verificar em qual nível se encontra, tanto de um setor específico quanto a organização como um todo, e assim definir seu próximo objetivo.

**Informatização** – Eliminação de papel e planilhas, os dados de produção são unificados em um formato digital e padrão pela organização.

**Conectividade** – Dados são extraídos diretamente das máquinas e disponibilizados automaticamente as plataformas de tomada de decisão.

**Visibilidade** – Os dados da produção e informação estão online e visível a todos, e são utilizados para tomadas de decisão.

**Transparência** – Indicadores são utilizados para mostrar impactos e evoluções de processos.

**Capacidade preditiva** – Através dos dados obtidos eventos futuros podem ser previstos e suas ações antecipadas.

Adaptabilidade – Às ações de correção de ineficiências são rápidas, de forma até mesmo a prevenir que falhas ocorram.

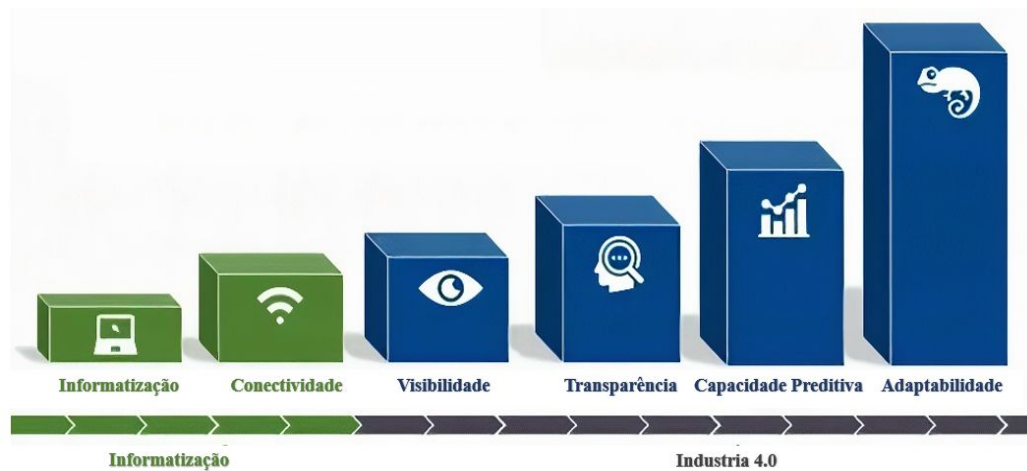


Figura 2: Escalas de maturidade 4.0 modelo ACATECH

Não só em grandes organizações que o uso de tecnologias 4.0 pode ser empregado. Em um estudo realizado por Mittal (6), diversos modelos de maturidade são analisados criticamente quanto ao seu enquadramento para avaliação do uso de manufatura inteligente e indústria 4.0 em empresas de pequeno e médio porte. Entretanto, o autor conclui que a maioria dos modelos não refletem os requisitos e desafios específicos das pequenas e médias empresas. Assim, por características do processo analisado, o modelo de avaliação de maturidade escolhido foi o modelo criado pelo serviço nacional de aprendizagem industrial (SENAI). Este modelo constitui uma avaliação preliminar, sem o foco em um determinado tipo de processo, pois ele apresenta uma visão mais ampla. Seu modelo é baseado no modelo desenvolvido pela ACATECH, sendo composto por 21 questões pautadas em 3 dimensões,

1. Estratégia e Organização
2. Manufatura e cadeia de suprimentos
3. Modelo de negócio, produtos e serviços

Ao fim do questionário uma nota de 0 a 5 será gerada que irá enquadrar a empresa em um determinado nível de acordo com suas competências (12). A partir desta nota, tomase conhecimento dos pontos a serem atacados para a ascensão de cada nível até obtenção de um modelo de indústria 4.0.

### 3. CARACTERIZAÇÃO NT3D

O laboratório que foi submetido a análise foi o Núcleo de Tecnologia Tridimensional (NT3D) do Centro de Tecnologia da Informação (CTI) Renato Archer. Para fins de simplificação apenas o programa ProMED foi abordado de forma específica na análise.

O NT3D é a núcleo responsável pela pesquisa e apoio na área de manufatura aditiva, mais comumente conhecida com impressão 3D. O núcleo nasceu em 1997, tendo como meta a consolidação como um centro de referência em tecnologia 3D, de forma a contribuir para competitividade das indústrias nacionais e difusão da tecnologia, além do desenvolvimento de pesquisas em colaboração com universidades e centros de pesquisa do Brasil e exterior. O núcleo opera através de 3 programas, o ProMED (com foco na saúde), o ProIND (com foco nas indústrias) e o ProEXP (com foco acadêmico).

### **3.1. PROMED**

O programa ProMED foi criado em 2000 com o objetivo de integrar a computação gráfica e a manufatura aditiva ao setor da saúde . Através das aplicação de soluções de engenharia, o programa tem como destaque suas contribuições na área cirúrgica.

Os projetos são realizadas de forma gratuita para o SUS como um projeto piloto de implementação desta metodologia. Em casos privados é realizado uma cobrança referente aos custos do modelo.

### **3.2. MANUAL DA QUALIDADE**

Para a descrição da estrutura da documentação e referência as informações documentadas que compõem o sistema, o laboratório possui o manual da qualidade. O documento também atesta o comprometimento da coordenação da divisão com a conformidade a Norma ISO 9001:2015, garantindo assim a qualidade de suas operações relacionadas ao desenvolvimento de produtos e processos tridimensionais.

Segundo o próprio documento, os benefícios da implementação de um sistema de gestão da qualidade fundamentado na norma ABNT NBR ISO 9001:2015 (7) são:

A capacidade de prover consistentemente produtos e serviços que atendam aos requisitos do cliente e aos requisitos estatutários e regulamentares aplicáveis;

Facilitar oportunidades para aumentar a satisfação do cliente;

Abordar riscos e oportunidades associadas com seu contexto e objetivos;

A capacidade de demonstrar conformidade com requisitos específicos de sistema de gestão da qualidade.

## **4. APLICAÇÃO DA METODOLOGIA**

O método escolhido para a avaliação é o desenvolvido pelo SENAI (Serviço nacional de aprendizagem industrial) (8) e aborda três perspectivas, sendo elas:

Modelos de negócio, produtos e serviços;

Estratégia e organização;

Manufatura e cadeia de suprimentos.

A primeira avaliação foi realizada pelo bolsista Guilherme Bitencourt Nunes, após sua análise dos processos e estudo dos documentos de manual da qualidade e registro de qualidade. Além destes estudos, o bolsista realizou sua análise com base também em sua experiência trabalhando no núcleo, pelo período aproximado de 1 ano e 6 meses.

## 5. RESULTADOS

A avaliação foi realizada em escala de 0 a 5 nas áreas de; a) Modelos de negócio, produtos e serviços; b) Estratégia e organização; e c) Manufatura e cadeia de suprimentos. Aparentemente, o método atribui um peso diferente para cada área, assim a nota final não é uma média.

	a)	b)	c)	Nota final
Avaliador 1	3	1,05	1,82	1,9
Avaliador 2	5	1,99	1,95	2,97
Avaliador 3	4,72	1,73	2,19	2,69

Tabela 1: Notas do método de avaliação 4.0 do SENAI

A partir destas avaliações, o modelo apresenta algumas recomendações para cada nível de maturidade. Segundo a ferramenta do Senai, os próximos passos a partir do segundo estágio deveram ter como foco o uso das ferramentas Lean. Pois, a partir da otimização dos processos, a empresa passa a conhecer melhor suas deficiências e oportunidade de melhoria antes da implementação de uma digitalização.

Através das entrevistas e análises, foi inferido pelo autor as seguintes conclusões sobre os principais pontos:

- 1- Estratégias para implementação 4.0: Apesar do interesse no tema, ainda não há uma estratégia com objetivos e indicadores para tal.
- 2- Investimentos na área: ainda há carência em investimentos na área de 4.0 no NT3D.
- 3- Ferramentas Lean: Apesar de algumas ferramentas serem enfatizadas no manual da qualidade seu uso ainda não está disseminado.
- 4- Dados para tomada de decisão: É necessário avaliar e clarificar de que forma os dados obtidos do processo são utilizados para tomada de decisão.
- 5- Conectividade e interface central: Há conectividade entre máquina e computadores, mas a conectividade não é utilizada para gerenciamento da produção.
- 6- Envolvimento do cliente: Por se tratar de um órgão público com foco na disseminação de tecnologia, todo o processo está aberto aos clientes. Podendo eles participarem e acompanharem desde o projeto até aos processos de manufatura se assim desejarem.

## 6. Conclusão

Ao realizar-se a análise observou-se um processo bastante manual, com a sua automatização ficando restrita somente as máquinas e não ao processo. Muito das tecnologias avaliadas neste modelo também não são passíveis de aplicação a este processo de maturação 4.0, sendo elas mais voltadas a linhas de produção tradicionais.

Apesar de algumas ferramentas Lean de gestão serem abordadas no manual da qualidade, é importante ressaltar que a partir do ano de 2017 o sistema de gestão da qualidade não é mais certificado e processos deixaram de serem executados. Os novos colaboradores após o ano de 2017 também não foram instruídos sobre a existência de um sistema de gestão, assim as práticas nele documentado não são mais executadas de forma eficaz. Neste ponto, talvez seja necessário um retrabalho na cultura de disseminação de informação.

De forma semelhante, também não é claro quais dados extraídos do processo são relevantes a quais decisões, e qual o plano de ação associado a eles. Nota-se que mesmo com a existência e extração de dados, eles ainda somente são usados para fins de registro e não, pelo menos de forma explícita, como fatores relevantes em processos gerenciais.

O nível de maturidade para a indústria 4.0 do programa ProMed flutuou entre os níveis 1 e 3, em uma escala de 5 níveis. Neste nível, seria mais recomendável a implementação de ferramentas Lean no processo seguido de uma digitalização e mapeamento do processo.

Na digitalização, em geral, as linhas de produção aos sistemas mecatrônicos e de tecnologia da informação, para assim potencializar os ganhos de produtividade e evidenciar os gargalos e esta prática tem que ser implementada. Estas medidas junto com sistemas de tomadas decisões em tempo real baseados em dados, tendem a direcionar quanto a adoção de novas tecnologias, para que sua introdução na empresa seja mais natural e sinérgica ao processo como um todo.

## REFERÊNCIAS

- (1) Lima, A. G. De, & Pinto, G. S. (2019). Indústria 4.0. *Revista Interface Tecnológica*, 16(2), 299–311. <https://doi.org/10.31510/infa.v16i2.642>
- (2) GONÇALVES, Gustavo Bay. **A indústria 4.0 encontra a internet industrial**. 2018. <Acesso em: 24/06/2020.
- (3) Pereira, A., & Simonetto, E. de O. (2018). Indústria 4.0: Conceitos E Perspectivas Para O Brasil. *Revista Da Universidade Vale Do Rio Verde*, 16(1), 1–9.
- (4) Schumacher, A., Erol, S., & Sihm, W. (2016). A Maturity Model for Assessing Industry 4.0 Readiness and Maturity of Manufacturing Enterprises. *Procedia CIRP*, 52, 161–166.
- (5) DUARTE, Túlio. O controle de produção MES na indústria 4.0. **IND4.0 Manufatura Avançada**, 2018. <<https://www.industria40.ind.br/artigo/16718-o-controle-de-producao-mes-na-industria-40>> Acesso em: 15/10/2020
- (6) MITTAL, Sameer et al. A critical review of smart manufacturing & Industry 4.0 maturity models: Implications for small and medium-sized enterprises (SMEs). *Journal of manufacturing systems*, v. 49, p. 194-214, 2018.
- (7) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR ISO 9001:2015: Sistemas de gestão da qualidade - requisitos. Rio de Janeiro, 2015.
- (8) Senai. Avaliação de maturidade: Industria 4.0. Disponível em: <<https://maturidade.senai40.com.br>> Acesso em: 15/10/2020