

ANEXO I
Modelo PARA CLASSIFICAÇÃO DA MATURIDADE DA INDÚSTRIA 4.0

1. OBJETIVO

O presente Modelo para Classificação da Maturidade da Indústria 4.0 constitui referência técnica a ser implementado pelas organizações produtivas que desejam avaliar, reconhecer e monitorar ao longo do tempo a sua evolução contínua em direção a níveis mais avançados de digitalização, integração e inteligência nos processos produtivos.

2. DEFINIÇÕES

Para fins de aplicação deste Modelo, são adotadas as seguintes definições:

2.1 Modelo de Classificação da Maturidade da Indústria 4.0: Estrutura analítica de diagnóstico e acompanhamento da adoção de práticas, tecnologias e capacidades associadas à Indústria 4.0 em organizações produtivas, constituído de Blocos, Pilares, Dimensões e Capacidades, oferecendo uma referência comum para comparar resultados, orientar investimentos, apoiar políticas públicas e fomentar a Jornada 4.0 das organizações produtivas; ao longo do presente documento, por simplicidade, o conceito é referenciado também como "Modelo de Classificação".

2.2 Bloco: Agrupamento de mais alto nível que representa uma área fundamental da transformação digital do ponto de vista sociotécnico. O Modelo de Classificação possui 3 (três) blocos: Processo, Tecnologia e Organização.

2.3 Pilares: Representando subdivisões de um bloco, que são facilmente observáveis, nas quais as empresas devem focar para se tornarem organizações preparadas para a Indústria 4.0. O modelo de classificação possui 8 (oito) pilares.

2.4 Dimensões: Áreas de avaliação específica dentro de um pilar, representando um constructo mensurável. O Modelo de Classificação possui 16 (dezesseis) dimensões.

2.5 Capacidades: unidade conceitual e mensurável de desempenho que a unidade organizacional deve possuir e demonstrar para atingir um resultado específico de negócio, em condições definidas, dentro de uma dimensão, sob a perspectiva da Indústria 4.0.

2.6 Evidência objetiva: Dados que suportam a existência ou veracidade de algo, podendo ser obtidos através de observação, artefatos, medição, teste ou outros meios.

2.7 Índice de Maturidade (idx4.0): Valor numérico final que representa o índice geral de maturidade 4.0 da organização, calculado através de média aritmética das dimensões.

2.8 Indústria 4.0: Integração de sistemas físicos, digitais e cadeias de suprimento com uso intensivo de tecnologias avançadas que viabilizem sistemas de produção inteligentes, autônomos e descentralizados, aplicados à produção de bens e serviços, com vistas à eficiência, conectividade e inovação contínuas.

2.9 Jornada 4.0: Percurso de transformação que uma organização faz para sair de um estágio pouco ou nada digitalizado e ir avançando, de forma planejada, em direção a níveis mais altos de integração, automação, conectividade, inteligência e mudança organizacional associados à Indústria 4.0.

2.10 Maturidade: Grau de efetividade e eficiência com que uma organização implementa e utiliza processos, tecnologias e práticas relacionadas à Indústria 4.0.

2.11 Nível de Maturidade: Grau de evolução de uma unidade organizacional, medido em uma escala de 0 (Inexistente) a 6 (Adaptativo).

3. MODELO PARA CLASSIFICAÇÃO DA MATURIDADE DA INDÚSTRIA 4.0

3.1 ORGANIZAÇÃO GERAL DO MODELO DE CLASSIFICAÇÃO

3.1.1 A classificação da maturidade da indústria 4.0 deve ser realizada em torno de 3 (três) blocos fundamentais: Processo, Tecnologia e Organização, descritos a seguir:

a) O bloco "Processo" abrange a integração de processos dentro das operações da empresa, ao longo da cadeia de suprimentos e através do ciclo de vida do produto.

b) O bloco "Tecnologia" abrange as tecnologias digitais que habilitam a Indústria 4.0, incluindo automação, conectividade e inteligência.

c) O bloco "Organização" abrange as pessoas, estruturas e sistemas de gestão que permitem à organização executar efetivamente sua estratégia de Indústria 4.0.

3.1.2 Os blocos do Modelo de Classificação são subdivididos em pilares, conforme descrito na Tabela 1.

Tabela 1. Os pilares distribuídos pelos 3 blocos do Modelo de Classificação

Bloco	Pilar	Descrição
Processo	P1. Operação	Planejamento e execução de Processos que levam à produção de bens e serviços
	P2. Cadeia de Suprimentos	Planejamento e gestão de materiais brutos e inventário ao longo da cadeia de valor
	P3. Ciclo de Vida de Produto	Sequência de estágios pelos quais um produto passa desde sua concepção até sua remoção do mercado
Tecnologia	P4. Automação	Aplicação de tecnologia para monitorar, controlar e executar a produção e entrega de produtos e serviços
	P5. Conectividade	Interconexão de equipamentos, máquinas e sistemas baseados em computador para permitir comunicação e troca de dados
	P6. Inteligência	Processamento e análise de dados para otimizar Processos existentes e criar novas aplicações, produtos e serviços
Organização	P7. Prontidão de Talentos	Capacidade da força de trabalho de conduzir e entregar iniciativas de Indústria 4.0
	P8. Estrutura & Gestão	Sistema de regras e políticas explícitas e implícitas que determinam como papéis e responsabilidades são atribuídos, controlados e coordenados

3.1.3 Os pilares do Modelo de Classificação são segmentados em dimensões, elencadas na Tabela 2, que são os aspectos específicos que detalham os pilares dos blocos Processo, Tecnologia e Organização e compõem a camada de constructos de mensuração do modelo.

Tabela 2. Dimensões de avaliação do Modelo de Classificação.

Dimensão	Pilar	Bloco	Descrição Resumida
D1. Integração Vertical	Operação	Processo	Integração de Processos e sistemas através de todos os níveis hierárquicos da pirâmide de automação
D2. Integração Horizontal	Cadeia de Suprimentos		Integração de Processos empresariais através da organização e com stakeholders ao longo da cadeia de valor
D3. Ciclo de Vida de Produto Integrado	Ciclo de Vida de Produto		Integração de pessoas, Processos e sistemas ao longo de todo o ciclo de vida do produto
D4. Automação do Chão de Fábrica	Automação	Tecnologia	Aplicação de tecnologia para monitorar, controlar e executar Processos no chão de fábrica
D5. Automação Corporativa			Aplicação de tecnologia para monitorar, controlar e executar Processos administrativos
D6. Automação de Instalações (Facility)			Aplicação de tecnologia para monitorar, controlar e executar Processos de gestão de instalações
D7. Conectividade de Chão de Fábrica	Conectividade		Interconexão de equipamentos, máquinas e sistemas no chão de fábrica
D8. Conectividade Corporativa			Interconexão de sistemas de TI empresariais
D9. Conectividade de Instalações (Facility)			Interconexão de equipamentos e sistemas de gestão de instalações
D10. Inteligência de Chão de Fábrica	Inteligência		Processamento e análise de dados do chão de fábrica para otimização e tomada de decisão
D11. Inteligência Corporativa		Processamento e análise de dados empresariais para otimização e tomada de decisão	
D12. Inteligência de Instalações (Facility)		Processamento e análise de dados de instalações para otimização e tomada de decisão	
D13. Desenvolvimento e Aprendizado de Força de Trabalho	de Talentos Prontidão de Talentos	Organização	Programas e práticas para desenvolver competências da força de trabalho em I4.0
D14. Competência de Liderança			Capacidade da liderança de conduzir a transformação I4.0
D15. Colaboração inter e intra-organização	Estrutura e Gestão		Estruturas e práticas que facilitam a colaboração interna e externa
D16. Estratégia e Governança			Estratégia formal e estrutura de governança para I4.0

3.1.4 As dimensões, por sua vez, são detalhadas pela medição de capacidades, que são as habilidades comprováveis (por processos, pessoas, tecnologia e dados) de produzir um resultado definido, com evidências objetivas, critérios de medição claros e escopo delimitado.

3.1.4.1 A medição de cada capacidade é definida por um conjunto de questões em que os itens de respostas são valorados em uma escala ordinal que varia de 0 a 6.

3.1.4.2 A atribuição de um item de resposta a uma questão deve estar sempre ancorada em evidências objetivas.

Nota: Exemplos de evidências objetivas são procedimentos documentados, registros de execução (ordens de produção, logs de sistema, relatórios de manutenção, registros de treinamento), indicadores de desempenho (KPIs consolidados), capturas de tela de sistemas efetivamente utilizados, contratos ou acordos formais com parceiros, observações in loco de práticas em operação, entre outros elementos verificáveis que comprovem, de forma concreta, o nível declarado.

3.1.4.3 As capacidades, suas relações com as dimensões, bem como as questões e seus respectivos itens de respostas são definidos e mantidos nos documentos do Sistema da Qualidade da Diretoria de Metrologia Científica, Industrial e Tecnologia, disponíveis site do Inmetro.

3.2 CLASSIFICAÇÃO DA MATURIDADE DA INDÚSTRIA 4.0

A classificação da Maturidade da unidade organizacional do fornecedor solicitante será feita em níveis, a partir das seguintes etapas: (1) Calcular a média das Dimensões;

(2) Calcular o Índice de Maturidade; e (3) Identificar o Nível de Maturidade.

3.2.1 ETAPA 1: Calcular a Média de Cada Dimensão

3.2.1.1 Cada uma das 16 dimensões deve ser avaliada individualmente por um conjunto de questões relacionadas às capacidades específicas.

3.2.1.2 A Média da Dimensão (MD) é calculada como a média aritmética das notas dessas questões, obtida de acordo com a expressão:

$$MD_j = \sum Q_{(i,j)} / n_j$$

onde:

- MD_j é a média aritmética da j-ésima dimensão
- Q_(i,j) é a nota da i-ésima questão da j-ésima dimensão
- n_j = Número de questões da dimensão j-ésima dimensão

Nota: Todas as médias das dimensões devem ser calculadas obedecendo as regras de arredondamentos para duas (2) casas decimais.

3.2.2 ETAPA 2: Calcular o Índice de Maturidade

3.2.2.1 O Índice de Maturidade (idx_{4.0}) é calculado como a média aritmética das médias das dimensões, conforme a expressão a seguir:

$$idx_{4.0} = \sum MD_j / 16$$

onde:

- MD_j = Média da j-ésima Dimensão

Nota: O índice idx_{4.0} varia de 0,00 a 6,00 e deve ser calculado obedecendo as regras de arredondamentos para duas (2) casas decimais.

