



Diretoria de Metrologia Científica e Industrial

ORIENTAÇÃO PARA AVALIAÇÃO DE MATURIDADE DE INDÚSTRIAS 4.0

Documento de caráter orientativo

DOQ-DIMCI-0XX

Revisão 01 – XXXX/2026

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 2/389
---	---------------	---------	-----------------

SUMÁRIO

1 OBJETIVO.....	7
2 CAMPO DE APLICAÇÃO.....	7
3 RESPONSABILIDADE.....	7
9 GENERALIDADES.....	10
10 ORIENTAÇÕES DE CONDUTA.....	10
11 DOCUMENTAÇÃO PESSOAL NECESSÁRIA.....	11
12 CONHECIMENTO DOS REQUISITOS DE CERTIFICAÇÃO.....	12
13 AVALIAÇÃO DE MATURIDADE.....	13
ANEXO I - QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DA MATURIDADE DA INDÚSTRIA 4.0.....	15
Capacidade Comunicação aberta.....	16
Bloco/Pilar.....	16
Resumo Descritivo.....	16
Questões.....	16
Glossário.....	29
Referências.....	29
Capacidade Comunicação eficiente.....	32
Bloco/Pilar.....	32
Resumo Descritivo.....	32
Questões.....	32
Glossário.....	39
Referências.....	39
Capacidade Comunidades flexíveis.....	40
Bloco/Pilar.....	40
Resumo Descritivo.....	40
Questões.....	40
Glossário.....	51
Referências.....	51
Capacidade Cooperação dentro da rede.....	52
Bloco/Pilar.....	52
Resumo Descritivo.....	52
Questões.....	52
Glossário.....	65
Referências.....	65
Capacidade Abertura à inovação.....	66
Bloco/Pilar.....	66
Resumo Descritivo.....	66
Questões.....	66
Glossário.....	79
Referências.....	80
Capacidade Confiança em processos e sistemas de informação.....	81
Bloco/Pilar.....	81

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 3/389
---	---------------	---------	-----------------

Resumo Descritivo.....	81
Questões.....	81
Glossário.....	93
Referências.....	93
Capacidade Estilo de liderança democrático.....	94
Bloco/Pilar.....	94
Resumo Descritivo.....	94
Questões.....	95
Glossário.....	106
Referências.....	106
Capacidade Gestão ágil.....	107
Bloco/Pilar.....	107
Resumo Descritivo.....	108
Questões.....	108
Glossário.....	124
Referências.....	124
Capacidade Sistemas de metas motivacionais.....	125
Bloco/Pilar.....	125
Resumo Descritivo.....	125
Questões.....	125
Glossário.....	140
Referências.....	140
Capacidade Dar forma à mudança.....	141
Bloco/Pilar.....	141
Resumo Descritivo.....	142
Questões.....	142
Glossário.....	151
Referências.....	151
Capacidade Gestão de direitos de decisão.....	152
Bloco/Pilar.....	152
Resumo Descritivo.....	152
Questões.....	152
Glossário.....	159
Referências.....	159
Capacidade Governança de dados.....	159
Bloco/Pilar.....	159
Resumo Descritivo.....	159
Questões.....	160
Glossário.....	169
Referências.....	169
Capacidade Desenvolvimento profissional contínuo.....	169
Bloco/Pilar.....	169
Resumo Descritivo.....	169
Questões.....	170

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 4/389
---	---------------	---------	-----------------

Glossário.....	187
Referências.....	187
Capacidade Reconhecer o valor dos erros.....	188
Bloco/Pilar.....	188
Resumo Descritivo.....	189
Questões.....	189
Glossário.....	207
Referências.....	207
Capacidade Prover competências digitais.....	208
Bloco/Pilar.....	208
Resumo Descritivo.....	208
Questões.....	209
Glossário.....	227
Referências.....	227
Capacidade Foco em benefícios ao cliente.....	228
Bloco/Pilar.....	228
Resumo Descritivo.....	228
Questões.....	228
Glossário.....	238
Referências.....	238
Capacidade Design de interfaces orientado à tarefa.....	239
Bloco/Pilar.....	239
Resumo Descritivo.....	240
Questões.....	240
Glossário.....	245
Referências.....	245
Capacidade Interface de usuário específica.....	246
Bloco/Pilar.....	246
Resumo Descritivo.....	246
Questões.....	246
Glossário.....	249
Referências.....	249
Capacidade Aquisição de dados por sensores e atuadores.....	250
Bloco/Pilar.....	250
Resumo Descritivo.....	250
Questões.....	250
Glossário.....	259
Referências.....	259
Capacidade Interface de dados padronizada.....	260
Bloco/Pilar.....	260
Resumo Descritivo.....	260
Questões.....	260
Glossário.....	266
Referências.....	266

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 5/389
---	---------------	---------	-----------------

Capacidade Infraestrutura de TI resiliente.....	267
Bloco/Pilar.....	267
Resumo Descritivo.....	267
Questões.....	268
Glossário.....	276
Referências.....	276
Capacidade Segurança de TI.....	277
Bloco/Pilar.....	277
Resumo Descritivo.....	277
Questões.....	277
Glossário.....	284
Referências.....	284
Capacidade Pré-processamento descentralizado de dados de sensores.....	285
Bloco/Pilar.....	285
Resumo Descritivo.....	285
Questões.....	285
Glossário.....	295
Referências.....	295
Capacidade Aprendizagem e tomada de decisão baseadas em dados.....	296
Bloco/Pilar.....	296
Resumo Descritivo.....	296
Questões.....	296
Glossário.....	305
Referências.....	305
Capacidade Análise de dados automatizada.....	306
Bloco/Pilar.....	306
Resumo Descritivo.....	306
Questões.....	307
Glossário.....	317
Referências.....	317
Capacidade Entrega de informação contextualizada.....	318
Bloco/Pilar.....	318
Resumo Descritivo.....	318
Questões.....	318
Glossário.....	328
Referências.....	328
1. Visão Geral.....	331
2. Objetivo e Escopo.....	332
3. Termos e Definições.....	333
4. Visão Geral do Processo de Avaliação.....	335
5. Descrição Detalhada do Processo de Avaliação.....	338
6. Papéis e Responsabilidades.....	354
7. Estrutura do Modelo de Maturidade da Indústria 4.0 (MA-I4.0): Estrutura Completa.....	357
8. Método de Cálculo do Índice de Maturidade.....	362

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 6/389
---	---------------	---------	-----------------

Dimensão 1: Integração Vertical.....	369
Dimensão 2: Integração Horizontal.....	370
Dimensão 3: Ciclo de Vida de Produto Integrado.....	371
Dimensão 4: Automação do Chão de Fábrica.....	373
Dimensão 5: Automação Corporativa.....	374
Dimensão 6: Automação de Instalações.....	375
Dimensão 7: Conectividade de Chão de Fábrica.....	376
Dimensão 8: Conectividade Corporativa.....	378
Dimensão 9: Conectividade de Instalações.....	379
Dimensão 10: Inteligência de Chão de Fábrica.....	380
Dimensão 11: Inteligência Corporativa.....	381
Dimensão 12: Inteligência de Instalações (Facility).....	383
Dimensão 13: Desenvolvimento e Aprendizado de Força de Trabalho.....	384
Dimensão 14: Competência de Liderança.....	385
Dimensão 15: Colaboração inter e intra-organização.....	386
Dimensão 16: Estratégia & Governança.....	387
Controle de Versões.....	389

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 7/389
---	---------------	---------	-----------------

1 OBJETIVO

Este documento fornece orientações gerais para a realização de uma avaliação de maturidade de uma indústria 4.0.

2 CAMPO DE APLICAÇÃO

Este documento aplica-se à Dmtic ou Organismo de Avaliação da Conformidade acreditada no escopo da Portaria Inmetro XXXX de XXX/XX.

3 RESPONSABILIDADE

A responsabilidade pela revisão deste documento é da Dmtic.

4 HISTÓRICO DA REVISÃO

Revisão	Data	Itens revisados

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 8/389
---	---------------	---------	-----------------

5 DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

ABNT NBR ISO 19011	Diretrizes para auditoria de sistemas de gestão
ABNT NBR ISO 9001	Sistemas de gestão da qualidade - Requisitos
ABNT NBR ISO/IEC 17065	Avaliação da conformidade - Requisitos para organismos de certificação de produtos, processos e serviços

6 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

Portaria Inmetro nº XXX, de 2026, ou substituta	Aprova a Instrução Normativa Inmetro e os Requisitos de Avaliação da Conformidade para Classificação da Maturidade da Indústria 4.0.
--	--

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 9/389
---	---------------	---------	-----------------

7 SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ASO	Atestado de Saúde Ocupacional
Dmtic	Divisão de Metrologia em Tecnologia da Informação e Telecomunicações
DOQ	Documento Orientativo da Qualidade
EPI	Equipamento de Proteção Individual
IEC	<i>International Electrotechnical Committee (Comitê Eletrotécnico Internacional)</i>
Inmetro	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
ISO	<i>International Organization for Standardization (Organização Internacional para Normalização)</i>
NBR	Norma Brasileira
OAC	Organismo de Avaliação da Conformidade
RAC	Regulamento de Avaliação da Conformidade

8 DEFINIÇÕES

8.1 Organização Candidata

Organização que está requerendo a avaliação de uma unidade organizacional, candidatando-se a uma certificação de maturidade.

8.2 Responsável Técnico

Profissional formalmente indicado e com alguma forma de vínculo com a organização candidata, estando legalmente habilitado e devidamente registrado no respectivo órgão de classe profissional, com formação e/ou experiências compatíveis com a digitalização de processos produtivos, responsável por receber e enviar as informações e evidências requeridas ao longo das etapas da certificação.

8.3 Participante

Profissional, com alguma forma de vínculo com a organização candidata, que fornece conhecimento ou experiência específicos para o responsável técnico, incluindo conhecimento ou experiência sobre a organização, processo ou atividade a ser candidata, bem como o idioma.

8.4 Instituição Avaliadora

Organização responsável pelo processo de avaliação e certificação de uma indústria 4.0, papel que pode ser desempenhado pela Dmtic ou OAC acreditada pelo Inmetro.

8.5 Avaliador-Líder

Auditor indicado pela Instituição Avaliadora como líder da avaliação.

8.6 Equipe da Organização

Um ou mais participantes, incluindo o responsável técnico, que compõem a equipe da organização candidata.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 10/389
---	---------------	---------	------------------

9 GENERALIDADES

- 9.1 Para avaliar a organização candidata, a equipe de auditoria deve ser composta por indivíduos que não devem pertencer a um concorrente dos produtos ou serviços fornecidos pela organização. Além disso, os auditores não podem estar trabalhando ou terem trabalhado para a referida organização há menos de três anos, o que seria caracterizado como conflito de interesse.
- 9.2 A avaliação deve ser realizada de forma discreta, evitando manifestação verbal ou postural. A equipe de auditoria não deve fazer considerações sobre a avaliação na presença do pessoal da organização, a menos que haja possibilidade de risco. As necessidades de intervenção devem ser, sempre que possível, formalmente comunicadas antecipadamente ao responsável técnico e, em casos excepcionais, à equipe da organização.
- 9.3 A equipe de auditores pode coletar informações através de: verificação de equipamentos; observações de atividades, do ambiente e condições de trabalho; documentos pertinentes à organização em processo de certificação ou já certificada como política, objetivos e metas, planos de gestão, procedimentos, normas, instruções, licenças, alvarás, outorgas, notificações e permissões, especificações, desenhos, contratos e registros. Caso continuem com dúvidas relativas ao escopo da avaliação ou atendimento a algum requisito, poderá solicitar esclarecimentos diretamente ao responsável técnico, apoiado ou não pela equipe da organização, desde que haja a anuência do avaliador-líder.
- 9.4 Todas as observações devem ser registradas no Relatório de Auditoria da Instituição Avaliadora.

10 ORIENTAÇÕES DE CONDUTA

Recomenda-se aos integrantes da equipe avaliadora a seguinte conduta no período em que estiver participando de avaliações:

- 10.1 Restrinja-se ao trabalho em execução. Não cite nomes de outras empresas em que trabalha ou trabalhou. Não apresente cartão de visita, nem faça propaganda pessoal.
- 10.2 O contato com a organização avaliada é atribuição do auditor-líder. Todas as comunicações do avaliador-líder sobre a avaliação devem ser feitas ao responsável técnico da organização ou a Dmtic. Não entre em contato diretamente com a organização a ser candidata. Caso chegue antes do auditor-líder, aguarde-o na recepção da organização candidata.
- 10.3 Qualquer contato comercial com a organização só pode ser realizado após a conclusão da avaliação e efetivo encaminhamento, pela Dmtic, do relatório ao avaliado. Contudo, neste caso para a participação como membro da equipe de auditoria em futuras avaliações na mesma organização, deverá haver um interstício de três anos. Durante o período da avaliação não comente assuntos comerciais.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 11/389
---	---------------	---------	------------------

- 10.4 A pontualidade é importante para o cumprimento do programa de avaliação proposto. Não se atrase. Procure chegar ao local marcado com antecedência de 15 minutos.
- 10.5 A confidencialidade é um requisito essencial em avaliações. Não se refira a sua participação em auditorias anteriores. Concentre-se nos assuntos relativos à auditoria corrente.
- 10.6 Evite brincadeiras e assuntos paralelos. Observe discretamente o avaliado, permitindo-lhe a condução sem constrangimentos da avaliação. Faça intervenções oportunas (intervenções e observações devem ser registradas).
- 10.7 Mantenha padrões de comportamento profissionais. Estabeleça uma comunicação amistosa com os envolvidos na avaliação.
- 10.8 Não consuma bebida alcoólica em refeições feitas com representantes do auditado.
- 10.9 Caso prefira, leve seus EPI pessoais, mas só os utilize quando a organização disponibilizar os EPI para a equipe.

11 DOCUMENTAÇÃO PESSOAL NECESSÁRIA

11.1 Avaliações no Brasil

O auditor deve portar documento de identidade original ou carteira de conselho regional.

Caso a organização candidata exija ASO para que um auditor adentre às suas instalações, é obrigação da organização candidata arcar com estes custos.

11.2 Avaliações no Exterior

O auditor deve portar passaporte, documento de identidade original (carteiras de conselhos regionais só são válidas em território nacional), carteira internacional de vacinação contra a febre amarela e outras vacinações necessárias conforme orientação do país de destino ou escala, e visto para ingresso nos EUA ou se o voo fizer escala nos EUA.

Responda com seriedade às perguntas da alfândega. Brincadeiras nessa etapa da viagem podem ter consequências desagradáveis.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 12/389
---	---------------	---------	------------------

12 CONHECIMENTO DOS REQUISITOS DE CERTIFICAÇÃO

É requerido que o auditor designado pela Instituição Avaliadora tenha conhecimento (leitura) dos requisitos de certificação listados em 12.1 e esteja em posse dos mesmos.

12.1 As normas, regulamentos e documentos base da certificação comuns são:

- a) Portaria Inmetro nº XXX, de 2026, ou substituta, e;
- b) ANEXO I - QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DA MATURIDADE DA INDÚSTRIA 4.0.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 13/389
---	---------------	---------	------------------

13 AVALIAÇÃO DE MATURIDADE

13.1 A avaliação de maturidade é um processo que deve ser implementado e formalizado pela Instituição Avaliadora para conduzir uma avaliação robusta, repetível e rastreável, baseando-se na Portaria Inmetro nº XXX, de 2026, ou substituta, que atua como o instrumento normativo para estabelecer: quais os papéis desempenhados pelas partes interessadas, quais os insumos e resultados obrigatórios, bem como os cálculos devem ser feitos, quais critérios de decisão valem para concessão e manutenção do certificado e quais controles de qualidade e auditoria precisam existir para dar credibilidade ao resultado.

13.1.1 O ANEXO II (- GUIA DE AVALIAÇÃO DE MATURIDADE DA INDÚSTRIA 4.0) apresenta um guia de avaliação da maturidade, estabelecendo o conjunto mínimo de etapas e atividades que devem ser implementadas pela Instituição Avaliadora. Além disso, o guia explicita o método de medição da maturidade contido na Portaria Inmetro nº XXX, de 2026, ou substituta, e como este se encaixa ao longo do processo de avaliação.

13.2 A Instituição Avaliadora sempre usará a última versão Portaria, ou substituta, e do ANEXO I (QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DA MATURIDADE DA INDÚSTRIA 4.0) durante todo o processo de avaliação. Esse uso deve ser devidamente registrado ao longo do processo de avaliação para garantir rastreabilidade e consistência entre avaliações de diferentes organizações, bem como deixar transparente quais os parâmetros estão sendo utilizados para avaliar a organização candidata.

13.3 Inicialmente, a organização candidata informa a Instituição Avaliadora, formalizando o escopo da avaliação determinado pela unidade organizacional que será certificada — por exemplo, uma planta, uma linha ou um conjunto de processos — e definem os limites, o período de evidências.

13.3.1 Todos os insumos e exigências contidas na Portaria, ou substituta, por exemplo, que o período de evidências precisa cobrir um ciclo completo de produção, ou que determinados registros digitais são mandatórios, devem ser incorporados e apresentados em um Relatório de Auto-Avaliação como uma das condições de aceitação antes de prosseguir com o processo de avaliação.

13.3.2 A instituição candidata deverá sempre basear-se na última versão Portaria, ou substituta, e do ANEXO I (QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DA MATURIDADE DA INDÚSTRIA 4.0) para construção do Relatório de Auto-Avaliação.

13.3.3 Ao responder o questionário do ANEXO I, a organização candidata deve explicitamente relacionar as evidências às respostas de cada questão. Consequentemente, essas evidências irão relacionar-se aos resultados obtidos nos cálculos referentes às capacidades e respectivas dimensões, para que, então, seja capaz de determinar qual o nível de maturidade pretendido.

13.4 Se concluir que é possível prosseguir com a avaliação, a Instituição Avaliadora irá produzir um plano de avaliação, onde os insumos exigidos pela certificação são os requisitos para a sua elaboração. O plano de avaliação deve ser apresentado à organização candidata antes da etapa seguinte, que deve formalmente manifestar seu de acordo para o prosseguimento da avaliação.

13.5 Uma vez apresentado o plano de avaliação, ocorre uma avaliação inicial, que funciona

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 14/389
---	---------------	---------	------------------

como uma verificação de prontidão e de aderência do escopo. Nessa fase, a Instituição Avaliadora revisa previamente evidências documentais e digitais, valida se o que foi definido no plano é viável e se há disponibilidade de informações suficientes para sustentar um julgamento consistente. O resultado típico é um ajuste fino do escopo, da amostra e do roteiro de entrevistas, reduzindo o risco de que a avaliação final seja contaminada por falta de evidência, acesso limitado a sistemas ou inconsistências de definição. No contexto da Portaria, essa etapa é importante porque reforça a conformidade processual: a certificação não depende apenas de uma nota final, mas da capacidade de demonstrar que a avaliação foi conduzida sob regras claras, com insumos válidos e evidências auditáveis. Se a Portaria, ou substituta, prever critérios de elegibilidade (por exemplo, requisitos mínimos de documentação, governança, rastreabilidade de dados ou condições de segurança e confidencialidade), a avaliação inicial é o ponto natural para confirmar esses critérios antes de avançar.

- 13.6 A penúltima etapa é a avaliação final, o núcleo do processo, onde a maturidade é efetivamente mensurada. Nessa etapa, entrevistas confirmatórias, observações (presenciais ou remotas) e demonstrações de processos e sistemas são conduzidas de forma estruturada para coletar e triangular resultados alcançados, medições e evidências. A triangulação é essencial: o julgamento de cada capacidade não deve depender apenas do “discurso” ou apenas de um procedimento de responder o questionário do ANEXO I, mas da convergência entre o que está definido (processos e políticas), o que é executado (prática observável) e o que é registrado (evidência objetiva em sistemas, indicadores, logs, relatórios).

13.6.1 Como a Portaria, ou substituta, é a referência normativa, nela estarão as regras oficiais de cálculo, e classificação da maturidade, a avaliação final do processo de avaliação deve demonstrar como um resultado certificável foi alcançado, com uma classificação bem fundamentada por capacidade e por dimensão.

- 13.7 Depois da mensuração, vem a consolidação e a comunicação de resultados, em que a Instituição Avaliadora deve produzir um conjunto de saídas, tipicamente um Relatório de Auditoria, com um sumário executivo, evidências-chave, notas por dimensão, justificativas, pontos fortes, lacunas e recomendações.

13.7.1 No contexto de certificação, é necessário que esse conteúdo seja apresentado em formato padronizado e auditável, com rastreabilidade suficiente para permitir verificação independente sem expor segredos industriais. O processo de avaliação descreve o “como documentar” e o “como a rastreabilidade é mantida”, enquanto a Portaria, ou substituta especifica o “o que precisa constar” para que um resultado seja aceito no processo de decisão de certificação.

 INMETRO	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 15/389
--	---------------	---------	------------------

ANEXO I - QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DA MATURIDADE DA INDÚSTRIA 4.0

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 16/389
---	---------------	---------	------------------

Capacidade Comunicação aberta

Bloco/Pilar

- Bloco: Organização
- Pilar: Estrutura e Gestão
- Dimensão: Colaboração Inter e Intra-Empresarial

Resumo Descritivo

A Colaboração Inter e Intra Empresarial refere-se ao processo de trabalhar em conjunto, por meio de equipes multifuncionais e com parceiros externos, para alcançar uma visão e propósito compartilhados. A comunicação aberta estabelece canais formais e transparentes que permitem o compartilhamento efetivo de informações, ideias e conhecimento entre diferentes áreas, níveis hierárquicos e organizações, promovendo a cooperação, coordenação e integração necessárias para a transformação digital.

Questões

Questão

Como a comunicação e o compartilhamento de informações acontecem entre diferentes equipes, áreas e parceiros externos na sua organização?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	A comunicação acontece de forma informal e ad hoc. Equipes trabalham em silos, e o compartilhamento de informações ocorre apenas casualmente, sem estrutura ou registro.
1	Canais formais são estabelecidos para comunicação e compartilhamento de informações entre equipes. Existem procedimentos definidos, mas a comunicação ainda é limitada e reativa.
2	Canais formais permitem que equipes cooperem em tarefas e projetos pontuais. Há instrumentos visíveis para compartilhamento de informações, mas a colaboração depende de mediação da liderança.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 17/389
---	---------------	---------	------------------

Níveis	Item de resposta
3	Equipes têm autonomia para fazer ajustes que facilitam a cooperação. A comunicação é mais proativa, com reuniões regulares e compartilhamento estruturado de informações entre áreas.
4	Equipes compartilham recursos, responsabilidades e riscos em projetos discretos e de longo prazo. A comunicação é bidirecional, transparente e baseada em dados quantificáveis.
5	Canais formais permitem a formação dinâmica de equipes para trabalhar em projetos multifuncionais com metas, recursos e KPIs compartilhados. A comunicação é totalmente transparente e integrada.
6	A organização opera como uma rede altamente adaptável com comunicação em tempo real. Equipes se formam e se ajustam dinamicamente, com total transparência de informações e decisões distribuídas.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Calendário de rituais interfuncionais (cadência, pauta e presença).
- Atas de reuniões com lista de participantes e decisões.
- Plataformas de comunicação (Slack, Teams, Confluence) com histórico de canais e threads.
- RAACIs/matriz de responsabilidade compartilhadas.
- Portais de conhecimento e wikis corporativos com métricas de acesso.
- Documentos de governança de comunicação e protocolos de compartilhamento de informação.
- Acordos de colaboração e parcerias com stakeholders externos.

Métricas/KPIs

- Taxa de participação em canais de comunicação por função/área.
- Número de interações entre áreas (mensagens, reuniões, documentos compartilhados).
- Tempo de resposta médio entre áreas.
- Taxa de retrabalho ou falhas de comunicação.
- Número de projetos/iniciativas interáreas concluídos por período. Índice de transparência (% de decisões e informações documentadas e acessíveis).
- NPS interno de comunicação e colaboração.

Sinais por nível

- Nível 0:

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 18/389
---	---------------	---------	------------------

- Comunicação informal e verbal
- silos organizacionais
- ausência de documentação
- handoffs não estruturados

- Nível 1:
 - Canais formais existem mas pouco utilizados
 - comunicação predominantemente top-down
 - informações concentradas em poucos indivíduos

- Nível 2:
 - Procedimentos de comunicação definidos
 - compartilhamento reativo
 - colaboração pontual mediada pela liderança
 - baixa autonomia das equipes

- Nível 3:
 - Reuniões regulares interfuncionais
 - equipes têm autonomia para ajustar processos de comunicação
 - início de compartilhamento proativo de informações

- Nível 4:
 - Comunicação bidirecional e transparente
 - dados quantitativos suportam discussões
 - responsabilidades e riscos parcialmente compartilhados
 - rotinas de comunicação bem estabelecidas

- Nível 5:
 - Canais integrados e transparentes
 - equipes multifuncionais se formam dinamicamente
 - metas e KPIs compartilhados
 - alta colaboração baseada em dados preditivos

- Nível 6:
 - Rede adaptativa com comunicação em tempo real
 - transparência total
 - decisões distribuídas
 - ajustes dinâmicos e autônomos
 - cultura de compartilhamento arraigada

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 19/389
---	---------------	---------	------------------

Amostragem

- Amostragem Selecionar 3-5 iniciativas recentes que exigiram colaboração entre áreas ou com parceiros externos e mapear o fluxo de comunicação (frequência, canais, participantes, tempo de resposta, qualidade das informações compartilhadas)
- Entrevistar representantes de diferentes áreas sobre a efetividade dos canais de comunicação
- Analisar atas de reuniões interfuncionais dos últimos 90 dias

Questão

Como a organização compartilha informações estratégicas, decisões e mudanças com todos os níveis hierárquicos?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Informações estratégicas são mantidas apenas na alta liderança, sem comunicação formal. Decisões não são compartilhadas ou justificadas.
1	Comunicação top-down básica apenas quando estritamente necessário. Informações compartilhadas de forma seletiva e tardia.
2	Informações são compartilhadas formalmente através de canais oficiais, mas de forma seletiva e com atraso significativo. Pouca justificativa das decisões.
3	Comunicação regular de informações estratégicas através de múltiplos canais formais. Decisões importantes são comunicadas com contexto básico.
4	Transparência estruturada com dashboards acessíveis, comunicação frequente e bidirecional. Decisões são explicadas com dados e contexto.
5	Transparência total com acesso em tempo real a informações estratégicas, métricas de desempenho e processos decisórios. Comunicação proativa e bidirecional.
6	Cultura de transparência radical com governança distribuída, comunicação contínua em tempo real e acesso universal a todas as informações relevantes.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 20/389
---	---------------	---------	------------------

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Documentos de política de transparência organizacional (governança de comunicação).
- Cronogramas de comunicações oficiais (town halls, all-hands meetings, newsletters executivas).
- Plataformas de comunicação institucional (intranet, portais, aplicativos corporativos).
- Atas de comitês executivos e decisões estratégicas publicadas.
- Gravações ou transcrições de reuniões de liderança compartilhadas.
- Políticas de acesso à informação e classificação de dados.
- Canais de comunicação bidirecional (fóruns, AMAs - Ask Me Anything).
- Pesquisas de transparência e confiança organizacional.
- Métricas de acesso e engajamento com comunicações institucionais.

Métricas/KPIs

- Taxa de abertura de comunicações oficiais (e-mails, newsletters).
- Frequência de comunicações top-down vs bottom-up.
- Tempo médio entre decisão estratégica e comunicação formal.
- % de decisões com contexto e justificativa compartilhados. Índice de transparência percebida (survey).
- NPS interno de comunicação da liderança.
- Taxa de participação em canais bidirecionais (perguntas em AMAs, postagens em fóruns).
- % de colaboradores que se sentem informados sobre estratégia (pesquisa de clima).

Sinais por nível

- Nível 0:
 - informações estratégicas restritas à alta liderança
 - sem comunicação formal de decisões
 - colaboradores desconhecem estratégia e mudanças
 - ausência de canais de comunicação descendente
- Nível 1:
 - comunicação top-down esporádica
 - informações compartilhadas apenas quando necessário
 - atrasos na comunicação de mudanças
 - seletividade no compartilhamento
- Nível 2:
 - canais oficiais de comunicação existem
 - informações compartilhadas com atraso significativo
 - seletividade no que é comunicado
 - justificativas limitadas ou ausentes

- Nível 3:

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 21/389
---	---------------	---------	------------------

- múltiplos canais formais de comunicação
- comunicação regular e programada
- decisões importantes comunicadas com contexto básico
- calendário de comunicações estruturado

- Nível 4:
 - dashboards acessíveis a todos
 - comunicação frequente e bidirecional
 - decisões explicadas com dados e contexto
 - canais para perguntas e feedback

- Nível 5:
 - acesso em tempo real a informações estratégicas
 - métricas de desempenho transparentes
 - comunicação proativa da liderança
 - processos decisórios visíveis

- Nível 6:
 - transparência radical institucionalizada
 - governança distribuída e participativa
 - comunicação contínua em tempo real
 - acesso universal a todas informações
 - cultura de abertura total

Amostragem

- Mapear todas as comunicações estratégicas dos últimos 90 dias: tipo, canal, audiência, timing entre decisão e comunicação, presença de contexto/justificativa
- Entrevistar 8-12 colaboradores de diferentes níveis sobre percepção de transparência e acesso à informação
- Analisar políticas de governança de comunicação e classificação de informações

Questão

Como a organização pratica e incentiva o feedback contínuo entre líderes, equipes e colaboradores?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Não existe prática formal de feedback. Feedback acontece raramente e de forma ad hoc, geralmente apenas negativo ou em situações de crise.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 22/389
---	---------------	---------	------------------

Níveis	Item de resposta
1	Feedback anual via avaliação de desempenho formal. Processo burocrático e unidirecional (líder → colaborador).
2	Feedback trimestral ou semestral estruturado, mas ainda limitado ao fluxo top-down. Pouca abertura para feedback upward ou lateral.
3	Feedback mensal com canais formais estabelecidos. Início de feedback bidirecional (upward e downward), mas ainda irregular.
4	Feedback contínuo e multidirecional (upward, downward, lateral) com ferramentas digitais. Cultura que valoriza feedback construtivo.
5	Cultura forte de feedback em tempo real com feedback 360°, ferramentas automatizadas e alta segurança psicológica.
6	Feedback contínuo totalmente integrado ao fluxo de trabalho, com IA para análise de padrões, reconhecimento automatizado e coaching contínuo.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Sistema de gestão de performance e feedback (HRIS, plataformas de feedback contínuo).
- Registros de sessões de feedback (1:1s, avaliações, check-ins).
- Templates e guias de feedback estruturado.
- Calendário de ciclos de feedback.
- Plataformas de feedback 360° e multi-rater.
- Pesquisas de clima sobre cultura de feedback.
- Programas de treinamento em dar e receber feedback.
- Métricas de frequência e qualidade de feedback.
- Canais de feedback anônimo.
- Políticas de segurança psicológica e feedback construtivo.

Métricas/KPIs

- Frequência média de feedback (dias entre sessões).
- % de colaboradores que receberam feedback no último mês/trimestre.
- Taxa de uso de ferramentas de feedback. Índice de segurança psicológica (survey).
- % de feedback multidirecional vs unidirecional.
- NPS de qualidade do feedback recebido.
- Tempo médio de resposta a feedback (closure do loop).

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 23/389
---	---------------	---------	------------------

- % de colaboradores treinados em práticas de feedback.
- Correlação entre frequência de feedback e engajamento.

Sinais por nível

- Nível 0:
 - ausência de práticas formais de feedback
 - feedback esporádico e apenas negativo
 - foco em críticas durante crises
 - sem estrutura ou processos
- Nível 1:
 - avaliação de desempenho anual formal
 - processo burocrático
 - feedback unidirecional (líder para colaborador)
 - sem feedback upward ou lateral
- Nível 2:
 - feedback trimestral ou semestral estruturado
 - limitado ao fluxo top-down
 - baixa abertura para feedback upward
 - feedback lateral inexistente
- Nível 3:
 - feedback mensal com canais formais
 - início de feedback bidirecional
 - upward feedback ainda irregular
 - abertura crescente mas inconsistente
- Nível 4:
 - feedback contínuo e multidirecional
 - ferramentas digitais para feedback
 - cultura que valoriza feedback construtivo
 - feedback upward, downward e lateral estabelecidos
- Nível 5:
 - feedback em tempo real
 - feedback 360° estruturado
 - ferramentas automatizadas
 - alta segurança psicológica
 - cultura forte de feedback

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 24/389
---	---------------	---------	------------------

- Nível 6:
 - feedback integrado ao fluxo de trabalho
 - IA para análise de padrões
 - reconhecimento automatizado
 - coaching contínuo
 - cultura de melhoria contínua enraizada

Amostragem

- Analisar registros de feedback dos últimos 6 meses: frequência, direção (upward/downward/lateral), qualidade, ações resultantes
- Entrevistar 10-15 colaboradores de diferentes níveis sobre experiência com feedback
- Revisar ferramentas e plataformas disponíveis
- Analisar pesquisas de clima sobre segurança psicológica e cultura de feedback

Questão

Como a organização comunica durante crises, mudanças significativas ou situações de incerteza?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Silêncio ou comunicação muito inconsistente durante crises. Rumores e desinformação proliferam. Alta ansiedade organizacional.
1	Comunicação mínima e tardia, apenas quando pressionado. Mensagens vagas e pouco esclarecedoras.
2	Comunicação formal mas limitada e altamente controlada. Informações parciais, causando especulação e ansiedade.
3	Comunicação regular durante crises mas ainda predominantemente top-down. Atualizações periódicas com informações relevantes.
4	Comunicação transparente e frequente com espaço para dúvidas e preocupações. Liderança visível e acessível.
5	Comunicação em tempo real através de múltiplos canais bidirecionais. Alta transparência, empatia e responsividade a questões.
6	Comunicação radical e contínua com transparência total, canais bidirecionais ativos,

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 25/389
---	---------------	---------	------------------

Níveis	Item de resposta
	co-criação de soluções e governança participativa.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Plano de comunicação de crise documentado.
- Protocolos de comunicação em situações de emergência.
- Histórico de comunicações durante crises anteriores (e-mails, town halls, vídeos).
- Canais de comunicação de emergência (aplicativos, SMS, hotlines).
- Pesquisas de percepção durante e após crises.
- Atas de reuniões de gestão de crise.
- FAQs atualizados durante crises.
- Registros de perguntas e respostas em canais bidirecionais.
- Análise de sentimento durante períodos de crise.
- Treinamentos de porta-vozes e gestão de crise.

Métricas/KPIs

- Tempo entre início da crise e primeira comunicação oficial.
- Frequência de atualizações durante crise.
- Taxa de abertura/visualização de comunicações de crise.
- % de colaboradores que se sentem informados durante crises (survey).
- Número de perguntas recebidas vs respondidas.
- Tempo médio de resposta a perguntas. Índice de ansiedade organizacional (survey pré e pós).
- Taxa de disseminação de rumores/desinformação.
- NPS de comunicação de crise.

Sinais por nível

- Nível 0:
 - silêncio ou comunicação inconsistente
 - proliferação de rumores
 - alta ansiedade organizacional
 - desinformação disseminada
- Nível 1:
 - comunicação mínima e tardia
 - mensagens apenas quando pressionado
 - conteúdo vago e pouco claro
 - falta de proatividade
- Nível 2:
 - comunicação formal mas limitada

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 26/389
---	---------------	---------	------------------

- alto controle sobre informações
- informações parciais
- especulação e ansiedade persistem

- Nível 3:
 - comunicação regular durante crises
 - fluxo predominantemente top-down
 - atualizações periódicas
 - informações relevantes compartilhadas

- Nível 4:
 - comunicação transparente e frequente
 - espaço para dúvidas e preocupações
 - liderança visível e acessível
 - canais bidirecionais ativos

- Nível 5:
 - comunicação em tempo real
 - múltiplos canais bidirecionais
 - alta transparência
 - empatia e responsividade
 - questões respondidas rapidamente

- Nível 6:
 - comunicação radical e contínua
 - transparência total
 - co-criação de soluções
 - governança participativa em crises
 - colaboradores como agentes ativos

Amostragem

- Analisar as 3-5 crises ou mudanças significativas mais recentes: tempo de resposta, frequência de comunicação, canais utilizados, transparência, responsividade
- Entrevistar 10-15 colaboradores sobre experiência de comunicação durante crises
- Revisar planos de comunicação de crise
- Analisar pesquisas de clima durante e após crises

Questão

Como a organização pratica a escuta ativa, capturando e respondendo às preocupações, ideias e sentimentos dos colaboradores?

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 27/389
---	---------------	---------	------------------

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Sem mecanismos de escuta. Comunicação totalmente unidirecional (top-down). Colaboradores não têm voz.
1	Mecanismos básicos de escuta (caixa de sugestões física/digital) existem mas são raramente utilizados e sem resposta.
2	Canais de escuta existem mas as respostas são lentas, genéricas ou inexistentes. Colaboradores sentem que não são ouvidos.
3	Escuta estruturada com processos de captura e resposta estabelecidos. Fechamento do loop de feedback acontece mas ainda é lento.
4	Escuta ativa com análise sistemática de inputs, respostas tempestivas e fechamento consistente do loop de feedback.
5	Plataformas de escuta multicanal com análise de sentimento, categorização automática e resposta ágil. Alta responsividade.
6	Escuta contínua em tempo real com IA, análise preditiva de sentimentos, identificação proativa de problemas e ação preventiva.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Plataformas de escuta organizacional (caixas de sugestões digitais, pulse surveys, fóruns).
- Sistema de gestão de ideias e sugestões.
- Registros de inputs recebidos e status de resposta.
- Políticas de escuta ativa e tempo de resposta.
- Pesquisas de engajamento e clima.
- Canais de comunicação anônimos.
- Ferramentas de análise de sentimento.
- Atas de comitês de revisão de sugestões.
- Métricas de tempo de resposta e taxa de implementação.
- Programas de reconhecimento de ideias implementadas.

Métricas/KPIs

- Número de inputs recebidos por canal por período.
- Taxa de resposta a inputs (% respondidos).

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 28/389
---	---------------	---------	------------------

- Tempo médio de resposta a inputs.
- Taxa de fechamento do loop (% com resolução comunicada).
- % de sugestões implementadas. Índice de satisfação com escuta organizacional (survey).
- Taxa de utilização de canais de escuta.
- Diversidade de fontes de input (diferentes áreas, níveis).
- Correlação entre escuta ativa e engajamento.
- Tempo entre identificação de problema e ação corretiva.

Sinais por nível

- Nível 0:
 - ausência de mecanismos de escuta
 - comunicação totalmente unidirecional
 - colaboradores sem voz
 - sem canais para expressão
- Nível 1:
 - caixa de sugestões existe mas subutilizada
 - sem resposta a inputs
 - baixíssima utilização
 - percepção de inutilidade
- Nível 2:
 - canais de escuta existem
 - respostas lentas ou genéricas
 - colaboradores sentem que não são ouvidos
 - baixo fechamento do loop
- Nível 3:
 - processos estruturados de escuta
 - captura e resposta estabelecidos
 - fechamento do loop acontece mas lento
 - responsividade moderada
- Nível 4:
 - análise sistemática de inputs
 - respostas tempestivas
 - fechamento consistente do loop
 - alta responsividade
- Nível 5:
 - plataformas multicanal integradas

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 29/389
---	---------------	---------	------------------

- análise de sentimento automatizada
- categorização automática
- resposta ágil
- alta responsividade

- Nível 6:
 - escuta contínua em tempo real
 - IA para análise preditiva
 - identificação proativa de problemas
 - ação preventiva
 - cultura de escuta enraizada

Amostragem

- Analisar todos os inputs recebidos nos últimos 6 meses: volume, canais, temas, tempo de resposta, ações tomadas
- Entrevistar 10-15 colaboradores sobre percepção de escuta organizacional
- Revisar processos e políticas de gestão de inputs
- Analisar taxa de implementação de sugestões e reconhecimento dado

Glossário

[Sem glossário]

Referências

- ACATECH. Industrie 4.0 Maturity Index. Managing the Digital Transformation of Companies – UPDATE 2020 - acatech - National Academy of Science and Engineering. Disponível em: <https://en.acatech.de/publication/industrie-4-0-maturity-index-update-2020/download-pdf>. Acesso em: 3 out. 2025.
- ALAGIRI GOVINDASAMY; ARIVARASI ARULARASAN. Readiness and Maturity Assessment Model to Measure the Industry 4.0 Ecosystem. Lecture notes in electrical engineering, p. 57–67, 1 jan. 2021.
- ALBU, O. B.; FLYVERBOM, M. Organizational transparency: Conceptualizations, conditions, and consequences. Business & Society, v. 58, n. 2, p. 268-297, 2019.
- ALAVI, M.; LEIDNER, D. E. Review: Knowledge management and knowledge management systems: Conceptual foundations and research issues. MIS Quarterly, v. 25, n. 1, p. 107-136, 2001.
- ARGOTE, L.; MIRON-SPEKTOR, E. Organizational learning: From experience to knowledge. Organization Science, v. 22, n. 5, p. 1123-1137, 2011.
- BONINI, A. et al. The relationship between leadership and adaptive performance: A systematic review and meta-analysis. PLOS ONE, v. 19, p. 1–29, out. 2024.
- BROWNELL, J. Listening: Attitudes, principles, and skills. Routledge, 2015.
- COOMBS, W. T. Ongoing crisis communication: Planning, managing, and responding. 5th ed. Sage Publications, 2019.
- CROSS, R.; PARKER, A. The hidden power of social networks: Understanding how work really gets done in organizations. Harvard Business Press, 2004.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 30/389
---	---------------	---------	------------------

- DECUYPERE, A.; SCHAUFELI, W. Exploring the Leadership–Engagement Nexus: A Moderated Meta-Analysis and Review of Explaining Mechanisms. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 18, n. 16, p. 8592, 2021.
- DUHIGG, C. What Google learned from its quest to build the perfect team. *The New York Times Magazine*, v. 26, n. 2016, p. 20, 2016.
- EDB. THE SMART INDUSTRY READINESS INDEX - Catalysing the transformation of manufacturing. [s.l.: s.n.]. Disponível em: [https://www.edb.gov.sg/content/dam/edb-en/about-edb/media-releases/news/the-smart-industry-readiness-index/the-sg-smart-industry-readiness-index-whitepaper%20\(1\).pdf](https://www.edb.gov.sg/content/dam/edb-en/about-edb/media-releases/news/the-smart-industry-readiness-index/the-sg-smart-industry-readiness-index-whitepaper%20(1).pdf).
- EDMONDSON, A. C. Psychological safety and learning behavior in work teams. *Administrative Science Quarterly*, v. 44, n. 2, p. 350-383, 1999.
- EDMONDSON, A. C. The fearless organization: Creating psychological safety in the workplace for learning, innovation, and growth. Wiley, 2018.
- ELVING, W. J. The role of communication in organisational change. *Corporate Communications: An International Journal*, v. 10, n. 2, p. 129-138, 2005.
- FRAZIER, M. L. et al. Psychological safety: A meta-analytic review and extension. *Personnel Psychology*, v. 70, n. 1, p. 113-165, 2017.
- INCIT. The Global Smart Industry Readiness Index Initiative: Manufacturing Transformation Insights Report 2025. [s.l.: s.n.]. Disponível em: https://assets.incit.org/large-documents/manual/The_global_smart_industry_readiness_index_initiative_2025-manual.pdf. Acesso em: 3 out. 2025.
- JIANG, H.; LUO, Y. Crafting employee trust: From authentic leadership to transparent organizational communication. *Corporate Communications: An International Journal*, v. 23, n. 2, p. 138-160, 2018.
- JIANG, H.; MEN, L. R. Creating an engaged workforce: The impact of authentic leadership, transparent organizational communication, and work-life enrichment. *Communication Research*, v. 44, n. 2, p. 225-243, 2017.
- KASAPOĞLU, C. et al. Industry 4.0 maturity assessment in manufacturing enterprises: a mixed-methods approach for SMEs. *Central European Management Journal*, abr. 2025.
- KHASSAWNEH, O.; ELREHAIL, H. The Effect of Participative Leadership Style on Employees' Performance: The Contingent Role of Institutional Theory. *Administrative Sciences*, v. 12, n. 4, p. 195, 15 dez. 2022.
- LEONARDI, P. M.; HUYSMAN, M.; STEINFELD, C. Enterprise social media: Definition, history, and prospects for the study of social technologies in organizations. *Journal of Computer-Mediated Communication*, v. 19, n. 1, p. 1-19, 2013.
- LIN, W. D. et al. Application of SIRI for Industry 4.0 Maturity Assessment and Analysis. 2021 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), 1 dez. 2019.
- MACNAMARA, J. Evaluating public communication: Exploring models and metrics. Routledge, 2018.
- MACNAMARA, J. Organizational listening: The missing essential in public communication. Peter Lang, 2016.
- MEN, L. R. Measuring the impact of leadership style and employee empowerment on perceived organizational reputation. Institute for Public Relations, 2012.
- MEN, L. R.; STACKS, D. W. The effects of authentic leadership on strategic internal communication and employee-organization relationships. *Journal of Public Relations Research*, v. 26, n. 4, p. 301-324, 2014.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 31/389
---	---------------	---------	------------------

- MEN, L. R.; YOON, H. J. Organizational crisis communication and new technologies: Building a public relations capability. *Public Relations Review*, v. 47, n. 1, 2021.
- MOR BARAK, M. E. *Managing diversity: Toward a globally inclusive workplace*. Sage Publications, 2016.
- NEWMAN, A.; DONOHUE, R.; EVA, N. Psychological safety: A systematic review of the literature. *Human Resource Management Review*, v. 27, n. 3, p. 521-535, 2017.
- NISHII, L. H. The benefits of climate for inclusion for gender-diverse groups. *Academy of Management Journal*, v. 56, n. 6, p. 1754-1774, 2013.
- NONAKA, I.; TAKEUCHI, H. *The knowledge-creating company: How Japanese companies create the dynamics of innovation*. Oxford University Press, 1995.
- PORATH, C. An antidote to incivility. *Harvard Business Review*, v. 94, n. 4, p. 108-111, 2016.
- RAWLINS, B. Give the emperor a mirror: Toward developing a stakeholder measurement of organizational transparency. *Journal of Public Relations Research*, v. 21, n. 1, p. 71-99, 2008.
- REAGANS, R.; ZUCKERMAN, E. W. Networks, diversity, and productivity: The social capital of corporate R&D teams. *Organization Science*, v. 12, n. 4, p. 502-517, 2001.
- ROBERSON, Q. M. Disentangling the meanings of diversity and inclusion in organizations. *Group & Organization Management*, v. 31, n. 2, p. 212-236, 2006.
- ROGITO, J.; MAKABE, M. The role of continuous feedback in performance improvement. *International Journal of Human Resource Management*, v. 31, n. 15, p. 1942-1965, 2020.
- SEMERARO, C. et al. A maturity model for evaluating the impact of Industry 4.0 technologies and principles in SMEs. *Manufacturing Letters*, v. 37, p. 61–65, 1 set. 2023.
- SHORE, L. M. et al. Inclusion and diversity in work groups: A review and model for future research. *Journal of Management*, v. 37, n. 4, p. 1262-1289, 2011.
- SMITHER, J. W.; LONDON, M.; REILLY, R. R. Does performance improve following multisource feedback? A theoretical model, meta-analysis, and review of empirical findings. *Personnel Psychology*, v. 58, n. 1, p. 33-66, 2005.
- STOHL, C.; STOHL, M.; LEONARDI, P. M. Managing opacity: Information visibility and the paradox of transparency in the digital age. *International Journal of Communication*, v. 10, p. 123-137, 2016.
- TOUFIGHI, S. P. et al. Participative leadership, cultural factors, and speaking-up behaviour: An examination of intra-organisational knowledge sharing. *Journal of Innovation & Knowledge*, v. 9, n. 3, p. 100548–100548, 1 jul. 2024.
- TREEM, J. W.; LEONARDI, P. M. Social media use in organizations: Exploring the affordances of visibility, editability, persistence, and association. *Communication Yearbook*, v. 36, p. 143-189, 2013.
- WATSON, T.; NOBLE, P. *Evaluating public relations: A best practice guide to public relations planning, research and evaluation*. Kogan Page, 2014.
- WEF. *The Global Smart Industry Readiness Index Initiative: Manufacturing Transformation Insights Report 2022*. [s.l.: s.n.]. Disponível em:
https://www3.weforum.org/docs/WEF_The_Global_Smart_Industry_Readiness_Index_Initiative_2022.pdf.
- YANG, A.; LIM, J. S. The rise and fall of public trust: Examining the role of ethical organizational communication during COVID-19. *Journal of Public Relations Research*, v. 32, n. 3-4, p. 139-160, 2020.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 32/389
---	---------------	---------	------------------

Capacidade Comunicação eficiente

Bloco/Pilar

- Bloco: Organização
- Pilar: Estrutura e Gestão
- Dimensão: Colaboração Inter e Intra-Empresarial

Resumo Descritivo

A comunicação entre colaboradores deve ser rastreável, livre de redundâncias e atender às necessidades dos grupos de stakeholders, garantindo que a informação correta chegue à pessoa certa, no momento certo e no formato adequado. O objetivo é reduzir o tempo que os funcionários despendem procurando e esperando por informações, utilizando armazenamento centralizado de dados (fonte única da verdade), assinaturas digitais para aprovações e sistemas de groupware para suportar a comunicação contextualizada e eficiente.

Questões

Questão

Como a comunicação e a troca de informações são estruturadas e gerenciadas na empresa?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	A comunicação é predominantemente informal, baseada em conversas e trocas de e-mails não estruturados. Não há rastreabilidade e as informações são frequentemente duplicadas ou perdidas.
1	Existem canais de comunicação formais (ex. e-mail, pastas compartilhadas), mas o uso é inconsistente. O compartilhamento de arquivos como anexos é uma prática comum, levando a múltiplas versões e redundância.
2	A organização utiliza ferramentas digitais básicas para comunicação (ex aplicativos de mensagens), mas elas não são integradas aos processos de negócio. As aprovações ainda são tratadas de forma manual ou via e-mail.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 33/389
---	---------------	---------	------------------

Níveis	Item de resposta
3	Uma plataforma centralizada (groupware) é utilizada para armazenamento de documentos, estabelecendo uma "fonte única da verdade" para arquivos. A comunicação começa a ser contextualizada em canais ou grupos específicos.
4	A comunicação é rastreável e contextualizada, vinculada a processos de negócio (ex. ordens de produção, projetos). Aprovações são gerenciadas por meio de assinaturas digitais e fluxos de trabalho transparentes.
5	A comunicação é totalmente integrada aos sistemas de negócio (ERP, MES, PLM). Perfis de função e credenciais são usados para incluir colaboradores em processos de comunicação de forma contextual e automática.
6	Os sistemas de comunicação são proativos e inteligentes, analisando fluxos de trabalho para sugerir melhorias, automatizar a disseminação de informações e garantir que todos os stakeholders sejam informados em tempo real sobre o status dos processos.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Políticas e Procedimentos: Política de comunicação interna; Manual de uso de ferramentas de colaboração; Procedimentos para aprovação de documentos e decisões.
- Sistemas: Plataformas de colaboração e groupware (ex: Microsoft Teams, Slack, intranets corporativas); Sistemas de Gestão Eletrônica de Documentos; Logs e trilhas de auditoria de sistemas que demonstrem fluxos de aprovação digital.
- Documentação: Atas de reunião com ações e responsáveis definidos em sistema; Registros de fluxos de aprovação digital; Documentação de projetos em repositórios centralizados.

Métricas/KPIs

- Tempo médio para aprovação de documentos, requisições ou decisões.
- Percentual de adesão e uso das plataformas de comunicação oficiais.
- Tempo médio gasto por funcionários na busca por informações (pode ser medido via pesquisa interna ou análise de sistemas).
- Redução no volume de e-mails internos com anexos em favor de links para uma fonte única da verdade.
- Índice de satisfação dos colaboradores com as ferramentas e processos de comunicação.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 34/389
---	---------------	---------	------------------

Sinais por nível

- Nível 0:
 - A principal fonte de informação é o "rádio corredor"
 - e-mails são longos e com múltiplos destinatários em cópia
 - a pergunta "qual é a última versão deste arquivo?" é frequente
- Nível 1:
 - Existem pastas compartilhadas em um servidor, mas a organização é caótica e o controle de versão é manual
- Nível 2:
 - A empresa adota um chat corporativo, mas ele é usado principalmente para conversas informais, enquanto a comunicação e as decisões importantes continuam por e-mail
- Nível 3:
 - As equipes de projeto possuem seus próprios canais ou grupos na plataforma de colaboração, onde centralizam discussões e arquivos
- Nível 4:
 - A aprovação de uma requisição de compra gera notificações automáticas para os aprovadores, e todo o histórico fica registrado no sistema, de forma transparente e auditável
- Nível 5:
 - Ao abrir uma ordem de manutenção para uma máquina específica, o sistema automaticamente cria um grupo de comunicação com o técnico, o supervisor de produção e o planejador de manutenção, compartilhando a documentação técnica relevante
- Nível 6:
 - O sistema de comunicação identifica gargalos em processos de aprovação e sugere a delegação de tarefas ou a redefinição do fluxo para otimizar o tempo de resposta

Amostragem

- Amostragem Selecionar 3 a 5 processos de negócio críticos (ex: desenvolvimento de novo produto, gestão de não conformidade, planejamento de produção) e mapear como a comunicação e as aprovações ocorrem
- Realizar entrevistas com colaboradores de diferentes níveis e áreas (ex: chão de fábrica, engenharia, administrativo) para entender como eles se comunicam com outras equipes e como buscam as informações necessárias para seu trabalho

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 35/389
---	---------------	---------	------------------

- Acompanhar uma reunião de equipe e observar como as decisões são documentadas e as tarefas são distribuídas e rastreadas
- Solicitar a demonstração do uso das ferramentas de colaboração para gerenciar um projeto em andamento

Questão

Como se dá a comunicação com Parceiros?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	A comunicação com fornecedores e clientes é totalmente manual (ex telefone, e-mails individuais, fax). Não há rastreabilidade e os dados precisam ser redigitados manualmente nos sistemas internos.
1	São utilizados métodos digitais básicos, mas não padronizados (ex ordens de compra enviadas como PDF por e-mail). A comunicação é reativa e os dados ainda são inseridos manualmente.
2	A empresa utiliza um canal digital unidirecional, como um portal simples onde disponibiliza informações (ex previsões de compra) para os parceiros baixarem, mas a interação (confirmação, NF-e) volta por e-mail.
3	Existe um portal de colaboração (ex Portal de Fornecedores) onde os parceiros podem interagir (ex: confirmar pedidos, enviar faturas, atualizar status). A comunicação é bidirecional, mas contida no portal (silo).
4	A comunicação é automatizada via integração de sistemas (ex EDI, APIs) para transações-chave (ex: pedidos, faturas). A troca de dados é estruturada e elimina a redigitação, mas é limitada a processos específicos.
5	A integração de sistemas é ampla e ocorre em tempo real, permitindo o compartilhamento de dados operacionais (ex status de produção do fornecedor, níveis de estoque do cliente). A comunicação é contextualizada e proativa.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 36/389
---	---------------	---------	------------------

Níveis	Item de resposta
6	Existe uma rede de valor dinâmica e conectada. Os sistemas da empresa e dos parceiros comunicam-se de forma autônoma para otimizar a cadeia (ex reabastecimento automático, ajuste dinâmico de planos de entrega).

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Sistemas: Existência e uso de Portais de Fornecedores ou Clientes; Logs de transações EDI (Electronic Data Interchange); Documentação de APIs (Interfaces de Programação de Aplicações) para parceiros.
- Documentação: Contratos ou Acordos de Nível de Serviço (SLAs) com parceiros que definem canais de comunicação; Manuais de integração para fornecedores.
- Processos: Mapeamento do fluxo de pedido de compra (Procure-to-Pay) e do fluxo de pedido de venda (Order-to-Cash) para identificar pontos de comunicação manual vs. automática.

Métricas/KPIs

- Percentual de pedidos de compra/venda processados "sem toque" (touchless).
- Tempo médio para confirmação de pedido por parte do fornecedor.
- Percentual de fornecedores críticos integrados via portal ou EDI/API.
- Acuracidade do On-Time Delivery in Full (OTIF) de fornecedores, correlacionada com a visibilidade da informação.
- Custo de processamento de pedidos (manual vs. automático).

Sinais por nível

- Nível 0:
 - "Preciso ligar para o fornecedor para saber se ele recebeu meu pedido"
- Nível 1:
 - O departamento de compras envia e-mails em massa com planilhas de previsão para os fornecedores
- Nível 2:
 - O fornecedor reclama que precisa entrar "todo dia" no portal para ver se há algo novo, pois não recebe notificações
- Nível 3:
 - Um fornecedor anexa a Nota Fiscal diretamente no pedido dentro do portal, e o sistema interno de recebimento é notificado

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 37/389
---	---------------	---------	------------------

- Nível 4:
 - O pedido de compra é enviado do ERP da empresa e recebido diretamente no sistema de vendas do fornecedor, sem intervenção humana
- Nível 5:
 - O planejador de produção da empresa consegue ver, em seu próprio sistema, o status de produção (real) do item que está sendo fabricado no fornecedor
- Nível 6:
 - O sistema detecta um atraso na produção de um fornecedor A (via dados em tempo real) e automaticamente gera uma ordem de compra de emergência para o fornecedor B

Amostragem

- Amostragem Selecionar os 5 principais fornecedores (em volume ou criticidade) e verificar como a comunicação de pedidos, previsões e faturamento é realizada com cada um
- Acompanhar o processo de um pedido de cliente, desde o recebimento até a entrega, e mapear todos os pontos de comunicação com o cliente (confirmação, status, rastreamento, fatura)
- Entrevistar o time de Compras e o de Logística para entender como gerenciam exceções com parceiros (atrasos, problemas de qualidade)

Questão

Como se dá normalmente a comunicação entre os funcionários?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	As instruções de trabalho são predominantemente verbais (ex "o supervisor explica o que fazer") e baseadas na experiência do colaborador. Não há suporte de sistemas.
1	As instruções de trabalho são documentos físicos (papel) estáticos, como folhas de processo ou especificações impressas, que ficam disponíveis no posto de trabalho.
2	As instruções são digitais (ex PDFs, arquivos de texto) e armazenadas em pastas de rede. O colaborador precisa localizar e abrir ativamente o documento correto para a tarefa.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 38/389
---	---------------	---------	------------------

Níveis	Item de resposta
3	Os sistemas (ex terminal MES) exibem a instrução de trabalho correta associada à ordem de produção ativa. A informação é contextual, mas apresentada de forma básica (texto, tabelas).
4	Os sistemas fornecem informações de forma visual e sensível ao contexto. Por exemplo, escanear um produto exibe seu modelo 3D, vídeos curtos de montagem ou seus pontos de verificação de qualidade.
5	A empresa utiliza sistemas de assistência avançados (ex Realidade Aumentada - AR) que fornecem orientação passo a passo, sobrepondo digitalmente a informação ao ambiente de trabalho real.
6	Os sistemas de assistência são adaptativos e proativos. Eles não apenas guiam o operador (ex AR), mas também validam a execução da tarefa em tempo real (ex: usando visão computacional) e documentam o processo automaticamente.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Postos de Trabalho: Verificar a presença de instruções impressas (pastas, quadros); Existência de terminais MES/SFC (Shop Floor Control).
- Sistemas: Software de gestão de Instruções de Trabalho (ITs); Módulos de MES que exibem ITs; Existência de software e hardware de Realidade Aumentada (AR) ou Realidade Mista (MR).
- Documentação: Padrão de criação e atualização de Instruções de Trabalho; Vídeos ou guias de montagem digitais.

Métricas/KPIs

- Tempo médio de treinamento (onboarding) de um novo operador para uma tarefa.
- Taxa de erro humano (ex: refugos, retrabalho) por posto de trabalho.
- Tempo médio de ciclo da tarefa (Task Cycle Time) vs. tempo padrão.
- Aderência ao processo (quantas vezes o operador consulta a instrução).

Sinais por nível

- Nível 0:
 - "Eu aprendi olhando o colega do lado fazer

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 39/389
---	---------------	---------	------------------

- Nível 1:
 - O operador consulta uma pasta de plástico com folhas de processo e com anotações manuais possivelmente desatualizadas
- Nível 2:
 - O operador precisa usar o computador do setor para abrir a "Pasta P" na rede, navegar até o modelo do produto e abrir o PDF da instrução
- Nível 3:
 - Ao dar "play" na ordem de produção no terminal da máquina, a tela exibe automaticamente as especificações e parâmetros daquela Ordem de Produção
- Nível 4:
 - O operador do controle de qualidade escaneia o código de barras da peça e o monitor exibe uma imagem destacando os 3 pontos exatos que ele deve medir
- Nível 5:
 - O técnico de manutenção usa um tablet ou óculos AR que projeta setas indicando qual componente da máquina deve ser inspecionado ou substituído
- Nível 6:
 - O operador de montagem é guiado por luzes (pick-by-light) e, ao tentar pegar a peça errada, o sistema emite um alerta sonoro e visual antes que o erro ocorra

Amostragem

- Selecionar e observar 3 a 5 postos de trabalho críticos (ex: montagem complexa, setup de máquina, inspeção final)
- Pedir a um operador (um experiente e um novato) para demonstrar como eles acessam e utilizam as instruções de trabalho para uma tarefa específica
- Entrevistar a Engenharia de Processos ou Industrial sobre como as instruções são criadas, distribuídas, atualizadas e como medem sua eficácia

Glossário

[Sem glossário]

Referências

- ACATECH. Industrie 4.0 Maturity Index. Managing the Digital Transformation of Companies – UPDATE 2020 - acatech - National Academy of Science and Engineering. Disponível em:

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 40/389
---	---------------	---------	------------------

<https://en.acatech.de/publication/industrie-4-0-maturity-index-update-2020/download-pdf>.

Acesso em: 3 out. 2025.

- EDB. THE SMART INDUSTRY READINESS INDEX - Catalysing the transformation of manufacturing. [s.l: s.n.]. Disponível em:
[https://www.edb.gov.sg/content/dam/edb-en/about-edb/media-releases/news/the-smart-industry-readiness-index/the-sg-smart-industry-readiness-index-whitepaper%20\(1\).pdf](https://www.edb.gov.sg/content/dam/edb-en/about-edb/media-releases/news/the-smart-industry-readiness-index/the-sg-smart-industry-readiness-index-whitepaper%20(1).pdf).

Capacidade Comunidades flexíveis

Bloco/Pilar

- Bloco: Organização
- Pilar: Estrutura e Gestão
- Dimensão: Colaboração Inter e Intra-Empresarial

Resumo Descritivo

As comunidades flexíveis representam uma abordagem de configuração dinâmica de recursos humanos, onde a estrutura de trabalho tradicional e rígida é substituída por uma organização baseada em equipes orientadas a tarefas ou objetivos específicos

Questões

Questão

Como a estrutura organizacional da empresa apoia a colaboração e a formação dinâmica de equipes?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Estrutura organizacional tradicional e rígida, voltada para a operação eficiente de departamentos individuais (silos)
1	A empresa possui uma estrutura organizacional tradicional focada na eficiência departamental
2	Métodos tradicionais de gerenciamento de projetos são empregados; a abordagem é estruturada, mas pesada e carece de agilidade, dificultando ajustes rápidos
3	Estruturas operacionais tradicionais começam a ser quebradas; plataformas de colaboração são

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 41/389
---	---------------	---------	------------------

Níveis	Item de resposta
	usadas para fortalecer a cooperação entre diferentes partes do negócio
4	Ocorre colaboração entre especialistas de diferentes departamentos; técnicas de gerenciamento ágil são usadas para processos de mudança
5	A estrutura organizacional é modificada para que a capacidade possa ser rapidamente ajustada a novas situações
6	Comunidades flexíveis e gerenciamento ágil de projetos criam uma organização orgânica; o trabalho é executado pelos funcionários com as habilidades corretas, independentemente da hierarquia ou departamento

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Plataformas de colaboração baseadas em TI
- Documentação de perfis de habilidades dos funcionários
- Ferramentas de gerenciamento de atribuições (Assignment management)
- Atas de reunião de equipes de projeto (Comunidades)
- Organogramas (formais e funcionais/projetos)

Métricas/KPIs

- Transparência e Engajamento em Comunidades
- Dinamismo Organizacional
- Aceleração da Resposta a Eventos (Redução de Latência)
- Eficiência na Execução de Tarefas por Habilidade
- Medição de Desempenho de Equipes e Aprendizado

Sinais por nível

- Nível 0:
 - Estrutura organizacional tradicional e rígida, voltada para a operação eficiente de departamentos individuais isolados (silos)
- Nível 1:
 - A empresa possui uma estrutura organizacional tradicional focada na eficiência departamental
- Nível 2:

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 42/389
---	---------------	---------	------------------

- Métodos tradicionais de gerenciamento de projetos são empregados
- A abordagem para mudança, embora estruturada, é pesada e carece de agilidade, dificultando ajustes rápidos
- Nível 3:
 - A organização começa a quebrar estruturas operacionais tradicionais
 - Os funcionários são envolvidos mais de perto nos processos de mudança
- Nível 4:
 - Ocorre colaboração entre especialistas de diferentes departamentos
 - Técnicas de gerenciamento ágil são utilizadas para processos de mudança
- Nível 5:
 - A estrutura organizacional é modificada para que a capacidade possa ser rapidamente ajustada a novas situações
- Nível 6:
 - Comunidades flexíveis e gerenciamento ágil de projetos criam uma organização orgânica
 - O trabalho é executado por funcionários com as habilidades corretas, independentemente da hierarquia ou departamento

Amostragem

- Amostragem Entrevistas com funcionários de diferentes departamentos para avaliar a comunicação e colaboração interdepartamental
- Análise da composição de equipes de projeto, verificando se são temporárias ou permanentes e se reúnem membros de diferentes áreas
- Revisão de como as equipes são formadas (orientadas a tarefas ou hierarquia)

Questão

De que forma as ferramentas de TI e plataformas de colaboração dão transparência às competências dos funcionários para apoiar a formação de equipes flexíveis?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Nenhuma ferramenta de TI é usada para isso. A alocação de pessoas para tarefas ou equipes é baseada puramente no conhecimento pessoal e na memória dos gestores.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 43/389
---	---------------	---------	------------------

Níveis	Item de resposta
1	Listas básicas (ex planilhas, documentos de texto) de funcionários e suas funções existem, mas não há perfis de competências detalhados ou pesquisáveis.
2	Existem sistemas de TI (ex sistema de RH) que armazenam competências, mas esses dados são estáticos, raramente atualizados e não estão integrados às ferramentas de trabalho diário.
3	Ferramentas de colaboração (ex chats, intranets) são usadas, mas a identificação de competências ainda depende muito da rede de contatos pessoal; não há um sistema formal de "busca por especialistas".
4	Plataformas de TI (ex intranet avançada, perfis em ferramentas de colaboração) começam a fornecer transparência sobre os perfis de competências dos funcionários e seu envolvimento atual em projetos ou comunidades
5	Existem plataformas de TI integradas que facilitam ativamente a comunicação e dão suporte ao "assignment management" (gestão de alocação), permitindo pesquisar e encontrar especialistas de forma eficiente
6	As plataformas de TI não apenas dão transparência às competências existentes, mas também se integram a novas tecnologias de treinamento (ex Realidade Aumentada) para capacitar rapidamente os funcionários para novas tarefas, permitindo a formação de comunidades de forma ainda mais ágil

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Sistema de Informação de RH (HRIS) e seus módulos de competências.
- Plataformas de colaboração (ex: perfis de usuário no Microsoft Teams, Slack, Workplace).
- Intranet corporativa (ex: função "Páginas Amarelas" ou "Busca por Especialista").
- Software de gestão de projetos (ex: Jira, Asana) para verificar como as equipes são montadas e os recursos alocados.
- Plataformas de gestão de conhecimento (Knowledge Management).

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 44/389
---	---------------	---------	------------------

Métricas/KPIs

- Tempo médio para identificar e alocar um especialista para uma nova equipe/projeto.
- Taxa de atualização dos perfis de competências dos funcionários no sistema.
- Percentual de projetos/equipes formadas com membros de diferentes departamentos.

Sinais por nível

- Nível 0:
 - Inexistente
 - A identificação de competências é totalmente informal
 - Os gestores dependem da memória ou de perguntar a outros gestores ("quem sabe fazer X?")
 - Não há repositório digital de competências
- Nível 1:
 - Listas estáticas e isoladas
 - O RH ou os departamentos mantêm planilhas básicas listando funcionários e seus cargos ou treinamentos concluídos
 - Essas listas não são centralizadas, não são pesquisáveis e ficam rapidamente desatualizadas
- Nível 2:
 - Repositório passivo
 - Existe um sistema de RH (como um SIRH) onde as competências podem ser registradas (muitas vezes apenas para avaliações de desempenho)
 - O sistema funciona como um "currículo" digital, mas não é usado ativamente para formar equipes no dia a dia
- Nível 3:
 - Ferramentas de colaboração com perfis
 - A empresa utiliza ferramentas de comunicação (como intranet ou chat corporativo) onde os funcionários podem preencher seus próprios perfis, incluindo um campo opcional de "habilidades"
 - A busca é simples e a qualidade da informação depende inteiramente do funcionário
- Nível 4:
 - Transparência ativa
 - Plataformas de colaboração baseadas em TI fornecem transparência sobre os perfis de competências dos funcionários
 - É possível pesquisar ativamente por habilidades (ex: "especialista em Python") e ver os perfis de quem as possui
- Nível 5:

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 45/389
---	---------------	---------	------------------

- Suporte à alocação (Assignment Management)
- As plataformas de TI facilitam ativamente a comunicação e apoiam a gestão de alocação
- Os gestores podem ver não apenas quem tem a competência, mas também verificar a disponibilidade (taxa de alocação) e o envolvimento atual dessa pessoa em outras comunidades ou projetos

- Nível 6:
 - Alocação inteligente e dinâmica
 - O sistema de TI sugere ativamente especialistas para novas tarefas com base nos requisitos do projeto
 - Ele usa dados (ex: projetos anteriores, feedback de 360º) para classificar o nível de proficiência e pode até identificar lacunas de competência na equipe e sugerir treinamentos rápidos

Amostragem

- Amostragem Simular uma busca por um especialista em uma competência específica (ex: "análise de dados Python") nas ferramentas internas e avaliar a facilidade e precisão dos resultados
- Entrevistar gestores de projeto sobre como eles encontram e recrutam membros para suas equipes
- Verificar os perfis de funcionários nas plataformas de colaboração para ver se as competências estão listadas e se são pesquisáveis

Questão

Como a gestão de desempenho e os sistemas de metas estão adaptados para apoiar o trabalho em equipes flexíveis e multifuncionais?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	A avaliação de desempenho e as metas são 100% individuais e definidas estritamente dentro dos silos departamentais. Não há reconhecimento formal do trabalho interdepartamental.
1	As metas são puramente departamentais e muitas vezes unidimensionais (ex "número de peças produzidas"). O trabalho em projetos fora do departamento não é formalmente reconhecido.
2	A avaliação de desempenho é tradicional e totalmente controlada pelo gerente

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 46/389
---	---------------	---------	------------------

Níveis	Item de resposta
	departamental. O trabalho em equipes multifuncionais pode ser mencionado informalmente, mas não tem peso estruturado na avaliação.
3	A organização reconhece a colaboração. A avaliação de desempenho inclui um item genérico sobre "trabalho em equipe", mas as metas principais ainda são departamentais. O feedback de outros líderes é esporádico.
4	A empresa começa a introduzir metas multidimensionais. O feedback de líderes de projeto ou comunidade é solicitado formalmente durante a avaliação de desempenho, embora o gerente departamental ainda tenha a decisão final.
5	São implementados sistemas de metas motivacionais que equilibram objetivos departamentais (funcionais) e objetivos de equipe (projeto/comunidade). A avaliação de desempenho considera formalmente o feedback de múltiplos líderes (matricial).
6	O sucesso da equipe de especialistas/comunidade é formalmente medido (ex controladoria financeira de comunidades). Os sistemas de metas e incentivos (monetários e não monetários) estão diretamente alinhados aos resultados da equipe, e não apenas aos silos departamentais.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Formulários de avaliação de desempenho (ex: verificar se há campos para feedback de líderes de projeto).
- Documentação oficial da política de metas (ex: OKRs, Balanced Scorecard).
- Política de bônus e remuneração variável (ex: verificar se o bônus é baseado em metas de equipe ou apenas departamentais/individuais).
- Atas de reuniões de avaliação de desempenho (com permissão).

Métricas/KPIs

- Percentual da avaliação de desempenho de um funcionário que é determinado por metas de equipe/comunidade vs. metas departamentais.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 47/389
---	---------------	---------	------------------

- Métricas formais de "sucesso de equipes de especialistas".
- Métricas de "controladoria financeira de comunidades".

Sinais por nível

- Nível 0:
 - O trabalho em projetos multifuncionais é visto como "trabalho extra" ou uma distração das "metas reais" do departamento
 - Não há reconhecimento formal
- Nível 1:
 - As metas são 100% definidas pelo gerente departamental e focadas em métricas de eficiência locais (mentalidade de silo)
 - O desempenho em uma equipe multifuncional não tem impacto formal na avaliação
- Nível 2:
 - A avaliação de desempenho é tradicional
 - O gerente departamental pode, se quiser, pedir um feedback informal ao líder de um projeto, mas esse feedback não tem peso estruturado e não afeta bônus ou promoções
- Nível 3:
 - O sistema de metas começa a incluir objetivos multidimensionais, como "eficiência do processo" ou "colaboração"
 - O trabalho em comunidades é incentivado como uma forma de "desenvolvimento pessoal", mas as metas financeiras ainda são departamentais
- Nível 4:
 - O sistema de avaliação de desempenho é formalmente matricial
 - O feedback do líder da comunidade/projeto é um input obrigatório e tem peso definido na avaliação final do funcionário
- Nível 5:
 - A maior parte das metas de desempenho está diretamente atrelada aos resultados e entregas da comunidade/equipe, e não às metas do departamento funcional
 - A empresa começa a medir ativamente o "sucesso das equipes de especialistas"
- Nível 6:
 - O sistema de remuneração (bônus) é diretamente atrelado ao desempenho da comunidade
 - A empresa possui uma "controladoria financeira de comunidades" para medir o valor entregue por elas, e o departamento funcional age principalmente como um centro de

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 48/389
---	---------------	---------	------------------

competência para desenvolvimento de carreira, não como o principal avaliador de resultados

Amostragem

- Política de bônus e remuneração variável (ex: verificar se o bônus é baseado em metas de equipe ou apenas departamentais/individuais)
- Atas de reuniões de avaliação de desempenho (com permissão)
- B) Métricas/KPIs Percentual da avaliação de desempenho de um funcionário que é determinado por metas de equipe/comunidade vs
 - metas departamentais
 - Métricas formais de "sucesso de equipes de especialistas"
 - Métricas de "controladoria financeira de comunidades"
- C) Sinais por nível N0: O trabalho em projetos multifuncionais é visto como "trabalho extra" ou uma distração das "metas reais" do departamento
 - Não há reconhecimento formal
 - N1: As metas são 100% definidas pelo gerente departamental e focadas em métricas de eficiência locais (mentalidade de silo)
 - O desempenho em uma equipe multifuncional não tem impacto formal na avaliação
 - N2: A avaliação de desempenho é tradicional
 - O gerente departamental pode, se quiser, pedir um feedback informal ao líder de um projeto, mas esse feedback não tem peso estruturado e não afeta bônus ou promoções
 - N3: O sistema de metas começa a incluir objetivos multidimensionais, como "eficiência do processo" ou "colaboração"
 - O trabalho em comunidades é incentivado como uma forma de "desenvolvimento pessoal", mas as metas financeiras ainda são departamentais
 - N4: O sistema de avaliação de desempenho é formalmente matricial
 - O feedback do líder da comunidade/projeto é um input obrigatório e tem peso definido na avaliação final do funcionário
 - N5: A maior parte das metas de desempenho está diretamente atrelada aos resultados e entregas da comunidade/equipe, e não às metas do departamento funcional
 - A empresa começa a medir ativamente o "sucesso das equipes de especialistas"
 - N6:
 - O sistema de remuneração (bônus) é diretamente atrelado ao desempenho da comunidade
 - A empresa possui uma "controladoria financeira de comunidades" para medir o valor entregue por elas, e o departamento funcional age principalmente como um centro de competência para desenvolvimento de carreira, não como o principal avaliador de resultados
- D) Amostragem Entrevistar 3 funcionários de departamentos diferentes que participam da mesma comunidade/projeto e perguntar como esse trabalho impacta sua avaliação de desempenho e bônus
 - Entrevistar 2 líderes de projeto/comunidade e perguntar qual é o seu papel formal no processo de avaliação de desempenho dos membros de sua equipe
 - Revisar os formulários de avaliação de desempenho para ver se o "feedback 360 graus" ou feedback de líderes de projeto é um componente obrigatório

Questão

Como a gestão ágil e a distribuição de autoridade são aplicadas para garantir que as comunidades flexíveis possam tomar decisões rapidamente?

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 49/389
---	---------------	---------	------------------

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Estrutura rígida de comando e controle. Todas as decisões, mesmo as operacionais, são escaladas para a gerência departamental. As equipes não têm autonomia.
1	A gestão de projetos é tradicional (ex cascata, waterfall). As equipes apenas executam tarefas pré-definidas e não têm autoridade para alterar o plano.
2	A empresa experimenta métodos ágeis (ex Scrum), mas apenas em "ilhas" (como TI). As "comunidades" em outras áreas não têm autoridade real para mudar escopo ou alocar recursos.
3	Métodos ágeis (como Sprints ou Daily Scrums) são usados em algumas equipes. No entanto, as decisões importantes (orçamento, priorização) ainda são centralizadas nos gerentes de departamento.
4	Os direitos de decisão são gerenciados ativamente. As equipes têm autonomia definida para tomar decisões operacionais (o "como fazer"), enquanto a gerência define os objetivos estratégicos (o "o que fazer").
5	A gestão ágil é a norma para a maioria dos projetos. As equipes são capacitadas pela organização para fazer ajustes que facilitem a cooperação e podem compartilhar recursos em projetos de longo prazo.
6	A organização opera com gestão ágil em larga escala. As comunidades flexíveis têm alto grau de responsabilidade individual e autoridade para tomar decisões descentralizadas rapidamente, alinhadas aos objetivos estratégicos.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Manuais de metodologia de gestão de projetos (ex: verificando se usam PMBOK, Scrum, SAFe, etc.).

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 50/389
---	---------------	---------	------------------

- Quadros Kanban ou backlogs de Scrum (digitais ou físicos, como Trello, Jira, Azure DevOps).
- Atas de reuniões de Sprint Planning ou Sprint Review.
- Matrizes de responsabilidade (ex: RACI) para projetos, que definem quem aprova e quem decide.
- Documentação sobre processos de tomada de decisão (ex: quem aprova um gasto de R\$ 5.000 para a equipe?).

Métricas/KPIs

- Cycle Time de Decisão (tempo médio entre a identificação de um problema pela equipe e sua resolução/decisão).
- Frequência de Sprints ou ciclos de feedback.
- Número de decisões que precisam ser "escaladas" para a gerência vs. número de decisões tomadas pela própria equipe.
- Velocidade da Equipe (Velocity) e gráficos de Burndown (em metodologias ágeis).

Sinais por nível

- Nível 0:
 - Gestão de "comando e controle"
 - As equipes recebem instruções detalhadas e não têm autoridade para tomar decisões
 - Qualquer desvio ou problema exige a paralisação e a consulta a um supervisor, que toma todas as decisões
- Nível 1:
 - Processos de desenvolvimento inflexíveis e convencionais (ex: modelo em cascata / waterfall) são a norma
 - Os requisitos são definidos rigidamente no início e as equipes não têm permissão para alterá-los
- Nível 2:
 - A empresa usa métodos tradicionais de gerenciamento de projetos
 - Embora haja um "gerente de projeto", ele atua como um controlador, e todas as decisões sobre escopo, tempo ou custo devem ser escaladas para um comitê de direção ou para a gerência sênior
- Nível 3:
 - A organização começa a usar "ciclos de feedback de alta frequência"
 - As equipes podem desenvolver protótipos rapidamente, mas a autoridade para validar e agir sobre o feedback obtido (ex: mudar o produto) ainda é centralizada na gerência
- Nível 4:
 - Abordagens de gestão ágil, como o Scrum, são implementadas formalmente nas equipes

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 51/389
---	---------------	---------	------------------

- As equipes têm autoridade para gerenciar seu próprio backlog e tomar decisões táticas dentro de um Sprint, mas decisões estratégicas (ex: orçamento do projeto, metas de longo prazo) permanecem centralizadas
- Nível 5:
 - O gerenciamento ágil é amplamente utilizado e os direitos de decisão são descentralizados
 - As equipes são autorizadas a tomar decisões significativas (ex: alterar recursos, ajustar prioridades de curto prazo) para responder rapidamente ao feedback, sem precisar da aprovação da alta administração
- Nível 6:
 - A organização opera com gestão ágil em escala e alta autonomia
 - As comunidades flexíveis têm autoridade para tomar decisões descentralizadas que afetam até mesmo a estratégia (ex: pivotar a funcionalidade de um produto com base em dados de uso), alinhando-se rapidamente às mudanças do ambiente

Amostragem

- Amostragem Participar como ouvinte de uma reunião diária (Daily Scrum) ou de uma retrospectiva de Sprint
- Entrevistar um Product Owner ou Scrum Master sobre como as decisões de priorização são tomadas e quem tem a palavra final
- Perguntar a um membro da equipe: "Qual foi a última decisão importante que sua equipe tomou sem precisar da aprovação de um gerente sênior?"
- Perguntar a um gerente: "Como você equilibra a necessidade de controle com a autonomia das equipes?"

Glossário

[Sem glossário]

Referências

- ACATECH. Industrie 4.0 Maturity Index. Managing the Digital Transformation of Companies – UPDATE 2020 - acatech - National Academy of Science and Engineering. Disponível em: <https://en.acatech.de/publication/industrie-4-0-maturity-index-update-2020/download-pdf>. Acesso em: 3 out. 2025.
- EDB. THE SMART INDUSTRY READINESS INDEX - Catalysing the transformation of manufacturing. [s.l: s.n.]. Disponível em: [https://www.edb.gov.sg/content/dam/edb-en/about-edb/media-releases/news/the-smart-industry-readiness-index/the-sg-smart-industry-readiness-index-whitepaper%20\(1\).pdf](https://www.edb.gov.sg/content/dam/edb-en/about-edb/media-releases/news/the-smart-industry-readiness-index/the-sg-smart-industry-readiness-index-whitepaper%20(1).pdf).

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 52/389
---	---------------	---------	------------------

Capacidade Cooperação dentro da rede

Bloco/Pilar

- Bloco: Organização
- Pilar: Estrutura e Gestão
- Dimensão: Colaboração Inter e Intra-Empresarial

Resumo Descritivo

Capacidade de trabalhar colaborativamente através de equipes multifuncionais e com parceiros externos para alcançar uma visão e propósito compartilhados. A Indústria 4.0 criou uma rede conectada de sistemas e tecnologias que reduzem o custo da colaboração e redefinem a base da competição. Neste contexto, empresas precisam colaborar efetivamente tanto internamente quanto com parceiros externos (fornecedores, clientes, institutos de pesquisa, universidades) dentro de ecossistemas de negócios digitais. Estruturas organizacionais mais horizontais permitem tomada de decisão mais rápida, e o alinhamento de incentivos pode empoderar a força de trabalho para colaborar mais efetivamente.

Questões

Questão

Como acontece a comunicação e o compartilhamento de informações entre equipes internas e com parceiros externos?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Comunicação e compartilhamento de informações acontecem de forma informal e ad hoc. Equipes trabalham em silos.
1	Existem canais formais estabelecidos para comunicação e troca de informações entre equipes.
2	Canais formais permitem que equipes trabalhem juntas em tarefas e projetos discretos/pontuais.
3	Equipes são empoderadas pela organização para fazer ajustes que facilitem a cooperação em tarefas e projetos discretos.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 53/389
---	---------------	---------	------------------

Níveis	Item de resposta
4	Equipes são empoderadas a compartilhar recursos em tarefas e projetos tanto discretos quanto de longo prazo.
5	Canais formais permitem formar dinamicamente equipes multifuncionais com metas, recursos e KPIs compartilhados.
6	Times multidisciplinares autônomos se formam dinamicamente, incluindo parceiros e clientes, com total compartilhamento de riscos e recompensas.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Calendário de rituais interfuncionais (cadência, pauta e presença).
- RACIs/matriz de responsabilidade e OKRs compartilhados entre áreas e com parceiros externos.
- Contratos e acordos de colaboração com fornecedores, clientes e parceiros.
- Plataformas de colaboração digital (portais compartilhados, sistemas integrados).
- Arquiteturas de integração (mapas de fluxo de informação interno e externo).
- Post-mortems/A3s com participantes de múltiplas áreas e organizações.

Métricas/KPIs

- Taxa de presença por função em rituais colaborativos; nº de itens interáreas e inter-organizações concluídos por sprint/mês.
- Tempo de handoff e retrabalho por fronteira (ex.: engenharia→produção, empresa→fornecedor).
- Fluxo (lead time, throughput, WIP) em itens que cruzam times e organizações.
- Número de projetos colaborativos com parceiros externos.
- Taxa de sucesso de iniciativas colaborativas na rede.

Sinais por nível

- Nível 0:
 - silos organizacionais
 - handoffs verbais
 - sem canais formais com parceiros
- Nível 1:
 - compartilhamento sob demanda/autorização da liderança
 - comunicação formal básica
- Nível 2:

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 54/389
---	---------------	---------	------------------

- procedimentos formais suportam a colaboração pontual
- projetos discretos com parceiros
- Nível 3:
 - reuniões pontuais de status
 - ajustes para facilitar cooperação
 - poucos owners claros
- Nível 4:
 - rotinas formais com análise de causa e plano conjunto
 - responsabilidades documentadas
 - compartilhamento parcial de riscos e recursos
- Nível 5:
 - planos preventivos interáreas baseados em prognósticos
 - times formados dinamicamente com KPIs compartilhados
- Nível 6:
 - células autônomas e rede dinâmica de colaboração
 - decisões distribuídas
 - ecossistema integrado com parceiros

Amostragem

- Amostragem Selecionar 2-3 iniciativas que exigiram colaboração interna e externa e seguir o “fio” dos registros ponta-a-ponta nos últimos 90 dias
- —

Questão

Sua empresa coopera com parceiros na cadeia de valor (fornecedores, clientes, distribuidores) para aumentar a competitividade?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Não há cooperação formal; cada organização atua de forma isolada na cadeia de valor.
1	Existe comunicação básica com parceiros, mas sem colaboração estruturada.
2	Cooperação pontual em projetos específicos através de canais formais estabelecidos.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 55/389
---	---------------	---------	------------------

Níveis	Item de resposta
3	Coordenação com parceiros para reduzir barreiras e facilitar cooperação em iniciativas conjuntas.
4	Colaboração estabelecida com compartilhamento parcial de recursos, riscos e responsabilidades em projetos de médio prazo.
5	Integração dinâmica com parceiros através de tecnologias digitais, com metas e KPIs compartilhados.
6	Ecossistema de negócios totalmente integrado com fluxo dinâmico de informações, decisões colaborativas e inovação conjunta.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Acordos de colaboração e parcerias estratégicas na cadeia de valor.
- Plataformas de integração digital com fornecedores e clientes.
- Infraestrutura técnica digital para integração (APIs, EDI, portais B2).

Métricas/KPIs

- Projetos de co-desenvolvimento e co-inovação documentados.
- Políticas de governança de dados compartilhados.
- Certificações e protocolos para participação na rede.
- Registros de transferência de conhecimento e melhores práticas.
- B) Métricas/KPIs Nível de investimento em parcerias (tempo, recursos, orçamento).
- Nível de colaboração e confiança com parceiros (surveys, índices).
- Número de projetos colaborativos ativos na cadeia de valor.
- % de novos produtos/serviços desenvolvidos em colaboração com parceiros.
- Redução de tempo de ciclo através de colaboração.
- Taxa de adoção de tecnologias digitais pelos parceiros.
- Melhoria de qualidade/redução de custos através de colaboração.

Sinais por nível

- Nível 0:
 - transações puramente comerciais
 - sem colaboração estruturada
- Nível 1:
 - comunicação formal básica
 - trocas de informação limitadas

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 56/389
---	---------------	---------	------------------

- Nível 2:
 - projetos pontuais de colaboração
 - canais formais para tarefas específicas
- Nível 3:
 - mandato organizacional para ajustar processos e facilitar cooperação
- Nível 4:
 - compartilhamento de recursos e dados
 - análises conjuntas
 - responsabilidades parcialmente compartilhadas
- Nível 5:
 - infraestrutura digital permite formação ágil de times com parceiros
 - KPIs conjuntos
- Nível 6:
 - ecossistema digital integrado
 - inovação colaborativa contínua
 - decisões distribuídas na rede

Amostragem

- Amostragem Analisar 3-5 iniciativas colaborativas com parceiros externos nos últimos 12 meses, verificando nível de integração, compartilhamento e resultados

Questão

Sua empresa participa de redes e ecossistemas que colaboram em inovação?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Não participa de nenhuma rede de inovação; desenvolvimento interno isolado.
1	Participa de forma limitada através de canais informais (eventos, feiras, contatos ad hoc).
2	Participa formalmente de redes, mas com colaboração pontual e limitada.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 57/389
---	---------------	---------	------------------

Níveis	Item de resposta
3	Engajamento ativo em redes com ajustes organizacionais para facilitar participação em projetos específicos.
4	Colaboração estabelecida em redes de inovação com compartilhamento de recursos e riscos em projetos de P&D.
5	Integração em ecossistemas de inovação com universidades, institutos de pesquisa e parceiros, compartilhando metas e KPIs.
6	Protagonismo em ecossistemas digitais de inovação com fluxo contínuo de conhecimento, co-criação e inovação aberta.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Acordos com universidades, institutos de pesquisa e centros de inovação.
- Participação em consórcios, clusters e hubs de inovação.
- Projetos de pesquisa colaborativa documentados.
- Plataformas digitais de inovação aberta.
- Registros de transferência de tecnologia e licenciamento.
- Publicações conjuntas e patentes compartilhadas.
- Programas de corporate venture e aceleração.

Métricas/KPIs

- Número de parcerias ativas em inovação.
- Investimento em colaboração para inovação (% do budget de P&D).
- % de projetos de inovação que requerem colaboração externa.
- Tempo para incorporar tecnologias/conhecimentos externos.
- Número de inovações resultantes de colaborações.
- Taxa de sucesso de projetos colaborativos de inovação.
- ROI de investimentos em redes de inovação.

Sinais por nível

- Nível 0:
 - desenvolvimento isolado
 - sem participação em redes
- Nível 1:
 - contatos informais
 - participação passiva em eventos

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 58/389
---	---------------	---------	------------------

- Nível 2:
 - participação formal mas limitada
 - projetos pontuais
- Nível 3:
 - engajamento ativo
 - ajustes para facilitar participação em iniciativas específicas
- Nível 4:
 - colaboração estabelecida
 - compartilhamento de recursos em P&D
 - projetos conjuntos
- Nível 5:
 - integração em ecossistemas
 - metas compartilhadas
 - acesso a conhecimento complementar
- Nível 6:
 - liderança em ecossistemas digitais
 - inovação aberta contínua
 - co-criação sistemática

Amostragem

- % de projetos de inovação que requerem colaboração externa
- Tempo para incorporar tecnologias/conhecimentos externos
- Número de inovações resultantes de colaborações
- Taxa de sucesso de projetos colaborativos de inovação
- ROI de investimentos em redes de inovação
- C) Sinais por nível N0: desenvolvimento isolado; sem participação em redes
- N1: contatos informais; participação passiva em eventos
- N2: participação formal mas limitada; projetos pontuais
- N3: engajamento ativo; ajustes para facilitar participação em iniciativas específicas
- N4: colaboração estabelecida; compartilhamento de recursos em P&D; projetos conjuntos
- N5: integração em ecossistemas; metas compartilhadas; acesso a conhecimento complementar
- N6: liderança em ecossistemas digitais; inovação aberta contínua; co-criação sistemática
- D) Amostragem Mapear todas as parcerias de inovação ativas, analisando profundidade da colaboração, recursos compartilhados e resultados gerados nos últimos 24 meses

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 59/389
---	---------------	---------	------------------

Questão

Projetos de novos produtos e serviços requerem inputs/componentes desenvolvidos em colaboração com outras empresas da rede?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Desenvolvimento totalmente interno sem colaboração externa.
1	Fornecimento básico de componentes/serviços sem co-desenvolvimento.
2	Colaboração pontual em componentes específicos através de projetos discretos.
3	Co-desenvolvimento coordenado de componentes com ajustes mútuos para facilitar integração.
4	Desenvolvimento colaborativo com compartilhamento de riscos, recursos e propriedade intelectual.
5	Integração de desenvolvimento com parceiros através de plataformas digitais e processos compartilhados.
6	Ecossistema de co-criação contínua com modularidade, interoperabilidade e inovação distribuída.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Pipeline de desenvolvimento de produtos/serviços.
- Acordos de co-desenvolvimento e NDA com parceiros.
- Especificações técnicas compartilhadas e interfaces definidas.
- Plataformas de colaboração em desenvolvimento (PLM integrado, repositórios compartilhados).
- Documentação de integração e interoperabilidade.
- Roadmaps tecnológicos compartilhados.
- Registros de propriedade intelectual conjunta.

Métricas/KPIs

- % de projetos que envolvem colaboração externa no desenvolvimento.
- Número de componentes/módulos desenvolvidos colaborativamente.
- Tempo de ciclo de desenvolvimento com colaboração vs. interno.
- Taxa de reuso de componentes colaborativos.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 60/389
---	---------------	---------	------------------

- Qualidade e performance de soluções colaborativas.
- Custo de desenvolvimento compartilhado.
- Taxa de sucesso de lançamentos colaborativos.

Sinais por nível

- Nível 0:
 - desenvolvimento 100% interno
 - sem colaboração externa
- Nível 1:
 - fornecimento tradicional
 - sem co-desenvolvimento
- Nível 2:
 - projetos pontuais de colaboração
 - desenvolvimento discreto de componentes
- Nível 3:
 - coordenação no desenvolvimento
 - ajustes mútuos para integração
- Nível 4:
 - co-desenvolvimento estabelecido
 - compartilhamento de riscos e IP
 - responsabilidades claras
- Nível 5:
 - plataformas digitais integram desenvolvimento
 - processos sincronizados
 - decisões conjuntas
- Nível 6:
 - ecossistema modular de co-criação
 - inovação distribuída
 - capacidade adaptativa contínua

Amostragem

- Amostragem Analisar 5-7 projetos recentes de desenvolvimento, identificando grau de colaboração externa, parceiros envolvidos e contribuições específicas de cada participante

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 61/389
---	---------------	---------	------------------

Questão

Como as tecnologias digitais são utilizadas para melhorar a colaboração interna e com parceiros externos?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Não há uso de tecnologias digitais específicas para colaboração; processos manuais ou isolados.
1	Uso básico de ferramentas de comunicação digital (e-mail, mensagens).
2	Plataformas digitais para compartilhamento de documentos e colaboração em projetos específicos.
3	Sistemas integrados que permitem coordenação e ajustes para facilitar colaboração em tempo real.
4	Infraestrutura digital robusta com integração de dados, processos e ferramentas colaborativas avançadas.
5	Plataformas digitais permitem formar dinamicamente equipes virtuais com visibilidade completa e tomada de decisão compartilhada.
6	Ecossistema digital integrado com IoT, IA e analytics que permitem colaboração autônoma, adaptativa e preditiva.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Inventário de ferramentas digitais de colaboração em uso.
- Arquitetura de integração de sistemas (internos e com parceiros).
- APIs e interfaces de integração documentadas.
- Plataformas de colaboração em nuvem.
- Dashboards compartilhados e visibilidade de dados.
- Infraestrutura de IoT e conectividade.
- Capacidades de analytics e IA para suporte à colaboração.
- Políticas de segurança e governança de dados compartilhados.

Métricas/KPIs

- Grau de digitalização da comunicação e colaboração (% de interações digitais).

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 62/389
---	---------------	---------	------------------

- Número de integrações ativas com sistemas de parceiros.
- Volume de dados trocados digitalmente.
- Latência de comunicação e sincronização.
- Disponibilidade e performance de plataformas colaborativas.
- Taxa de adoção de ferramentas digitais colaborativas.
- Automação de processos colaborativos.

Sinais por nível

- Nível 0:
 - processos manuais
 - sem ferramentas digitais específicas
- Nível 1:
 - comunicação digital básica
 - ferramentas isoladas
- Nível 2:
 - plataformas para projetos específicos
 - compartilhamento de documentos
- Nível 3:
 - sistemas integrados internamente
 - coordenação digital em tempo real
- Nível 4:
 - integração robusta com parceiros
 - dados e processos compartilhados
 - visibilidade avançada
- Nível 5:
 - plataformas permitem formação ágil de times virtuais
 - decisões baseadas em dados compartilhados
- Nível 6:
 - ecossistema digital com IoT, IA e analytics
 - colaboração autônoma e adaptativa
 - otimização preditiva

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 63/389
---	---------------	---------	------------------

Amostragem

- Amostragem Mapear arquitetura de integração atual, listar todas as ferramentas/plataformas de colaboração digital e avaliar maturidade de uso em 3-5 casos de colaboração recentes

Questão

Como sua empresa gerencia relacionamentos e confiança com parceiros na rede/ecossistema de negócios?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Não há gestão formal de relacionamentos; interações transacionais e isoladas.
1	Gestão básica através de contratos e comunicação formal mínima.
2	Processos formais de gestão de relacionamentos para projetos e iniciativas específicas.
3	Gestão ativa com mecanismos para ajustar responsabilidades e reduzir barreiras à cooperação.
4	Gestão estruturada com governança compartilhada, métricas de relacionamento e resolução de conflitos.
5	Gestão integrada com alinhamento de incentivos, metas compartilhadas e cultura de confiança estabelecida.
6	Ecossistema auto-organizado com reputação digital, contratos inteligentes e governança distribuída.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Sistema de gestão de relacionamentos com parceiros (PRM/CRM estendido).
- Contratos e SLAs com parceiros.
- Modelos de governança compartilhada documentados.
- Mecanismos de resolução de conflitos.
- Políticas de compartilhamento de valor e incentivos.
- Acordos de confidencialidade e segurança.
- Pesquisas de satisfação e confiança com parceiros.
- Registro de histórico de colaborações e performance.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 64/389
---	---------------	---------	------------------

Métricas/KPIs

- Índice de satisfação de parceiros. Índice de confiança e reputação na rede.
- Número de conflitos e tempo de resolução.
- Taxa de renovação de parcerias.
- Crescimento do valor gerado em colaborações.
- Net Promoter Score (NPS) com parceiros.
- Diversidade e tamanho do ecossistema.
- Velocidade de onboarding de novos parceiros.

Sinais por nível

- Nível 0:
 - sem gestão formal
 - relacionamentos ad hoc e instáveis
- Nível 1:
 - gestão contratual básica
 - comunicação formal mínima
- Nível 2:
 - processos de gestão para projetos específicos
 - relacionamentos discretos
- Nível 3:
 - gestão ativa
 - flexibilidade para ajustar termos
 - foco em facilitar cooperação
- Nível 4:
 - governança estruturada
 - métricas compartilhadas
 - mecanismos de resolução de conflitos
- Nível 5:
 - alinhamento estratégico
 - cultura de confiança
 - incentivos compartilhados
 - reputação gerenciada
- Nível 6:
 - governança distribuída

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 65/389
---	---------------	---------	------------------

- contratos inteligentes
- reputação digital
- auto-organização

Amostragem

- Amostragem Analisar gestão de relacionamento com 5-10 parceiros-chave, avaliando maturidade dos mecanismos de governança, confiança e alinhamento de incentivos

Glossário

[Sem glossário]

Referências

- ACATECH. Industrie 4.0 Maturity Index. Managing the Digital Transformation of Companies – UPDATE 2020 - acatech - National Academy of Science and Engineering. Disponível em: <https://en.acatech.de/publication/industrie-4-0-maturity-index-update-2020/download-pdf>. Acesso em: 3 out. 2025.
- AUTIO, E. et al. Digital affordances, spatial affordances, and the genesis of entrepreneurial ecosystems. Strategic Entrepreneurship Journal, v. 12, n. 1, p. 72-95, 2018.
- EDB. THE SMART INDUSTRY READINESS INDEX - Catalysing the transformation of manufacturing. Disponível em: [https://www.edb.gov.sg/content/dam/edb-en/about-edb/media-releases/news/the-smart-industry-readiness-index/the-sg-smart-industry-readiness-index-whitepaper%20\(1\).pdf](https://www.edb.gov.sg/content/dam/edb-en/about-edb/media-releases/news/the-smart-industry-readiness-index/the-sg-smart-industry-readiness-index-whitepaper%20(1).pdf).
- FLEURY, A. et al. Digital maturity, multinationality, and value chain and ecosystem integration. International Business Review, v. 33, 2024.
- HULT, G. T. M. et al. The theoretical evolution and use of the Uppsala Model of internationalization in the international business ecosystem. Journal of International Business Studies, v. 51, p. 38-49, 2020.
- INCIT. The Global Smart Industry Readiness Index Initiative: Manufacturing Transformation Insights Report 2025. Disponível em: https://assets.incit.org/large-documents/manual/The_global_smart_industry_readiness_index_initiative_2025-manual.pdf. Acesso em: 3 out. 2025.
- JACOBIDES, M. G.; CENNAMO, C.; GAWER, A. Towards a theory of ecosystems. Strategic Management Journal, v. 39, n. 8, p. 2255-2276, 2018.
- KACHE, F.; SEURING, S. Challenges and opportunities of digital information at the intersection of Big Data Analytics and supply chain management. International Journal of Operations & Production Management, v. 37, n. 1, p. 10-36, 2017.
- LI, J. et al. Ecosystem-specific advantages in international digital commerce. Journal of International Business Studies, v. 50, p. 1448-1463, 2019.
- NAMBISAN, S. et al. Global platforms and ecosystems: Implications for international business theories. Journal of International Business Studies, v. 50, n. 9, p. 1464-1486, 2019.
- SCHAEFER, K. J. Entrepreneurs' social relationships and their resource mobilization under different levels of uncertainty. International Entrepreneurship and Management Journal, v. 16, p. 1-31, 2020.
- WEF. The Global Smart Industry Readiness Index Initiative: Manufacturing Transformation Insights Report 2022. Disponível em:

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 66/389
---	---------------	---------	------------------

https://www3.weforum.org/docs/WEF_The_Global_Smart_Industry_Readiness_Index_Initiative_2022.pdf.

Capacidade Abertura à inovação

Bloco/Pilar

- Bloco: Organização
- Pilar: Estrutura e Gestão
- Dimensão: Competência de Liderança

Resumo Descritivo

Capacidade de liderança de demonstrar abertura à inovação, envolvendo a disposição para explorar, testar e adotar novas tecnologias digitais, processos inovadores e modelos de negócio emergentes. Inclui estabelecer uma cultura organizacional que valoriza experimentação sistemática, tolera erros como aprendizado, investe em parcerias estratégicas para co-inovação (startups, universidades, centros de pesquisa), e adapta continuamente a estratégia de inovação em resposta a mudanças tecnológicas e de mercado.

Questões

Questão

Como a liderança e a organização demonstram abertura à inovação através da exploração, teste e adoção de novas tecnologias digitais e processos inovadores?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	A organização não demonstra abertura para explorar novas tecnologias ou processos inovadores. Não há mecanismos formais para identificar tendências tecnológicas.
1	A liderança possui alguma consciência sobre tecnologias emergentes através de canais informais (eventos esporádicos, contatos pessoais), mas sem avaliação estruturada ou investimento dedicado.
2	A organização acompanha sistematicamente tendências tecnológicas através de canais formais (relatórios, benchmarks, associações),

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 67/389
---	---------------	---------	------------------

Níveis	Item de resposta
	mas com limitada aplicação prática e raras experimentações.
3	A liderança desenvolve iniciativas pontuais de inovação com apoio de parceiros externos (consultores, fornecedores) para aplicações específicas. Há algum investimento em experimentação, mas ainda de forma dependente.
4	A organização realiza provas de conceito (POCs) e pilotos de forma independente em múltiplas áreas, com parcerias formalizadas (universidades, startups, centros de pesquisa) e orçamento dedicado. Cultura de experimentação estabelecida com processos de captura de aprendizados.
5	A organização testa continuamente novas tecnologias de forma sistemática, possui ecossistema ativo de co-inovação (corporate venture, aceleração), adapta seu framework de inovação às mudanças tecnológicas, e utiliza análises preditivas para antecipar tendências. Erros são tratados como oportunidades de aprendizado.
6	A organização possui processo adaptativo e autônomo de experimentação tecnológica com ciclos curtos, portfólio estrategicamente gerenciado de inovações, ecossistema amplo e dinâmico de parcerias, investimento contínuo em P&D digital, e cultura disseminada de “testar rápido, falhar rápido, aprender rápido” em todos os níveis organizacionais.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Radar tecnológico atualizado periodicamente com tendências mapeadas.
- Business cases e relatórios de POCs/pilotos com critérios claros de avaliação e resultados documentados.
- Contratos e acordos formalizados de parcerias com universidades, startups, centros de pesquisa e institutos de inovação.
- Orçamento anual dedicado a P&D e inovação digital com acompanhamento de execução.
- Relatórios de lições aprendidas (post-mortems) de experimentos bem-sucedidos e falhados.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 68/389
---	---------------	---------	------------------

- Registro de decisões de kill/pivot/scale com justificativas baseadas em dados.
- Programas de corporate venture, aceleração ou innovation hub.
- Políticas e comunicações corporativas sobre cultura de erro e experimentação.
- Canvas de experimentos com hipóteses, métricas e critérios de sucesso definidos.
- Repositório de conhecimento sobre experimentos realizados e aprendizados capturados.
- Mapeamento do ecossistema de inovação (stakeholders, natureza das parcerias, status).
- Registro de participação em eventos, feiras, conferências e comunidades de prática tecnológicas.

Métricas/KPIs

- Número de tecnologias avaliadas anualmente (scouting tecnológico).
- % do faturamento ou orçamento alocado para experimentação e inovação digital.
- Número de POCs/pilotos executados por período.
- Taxa de conversão do funil de inovação (tecnologias avaliadas → POCs → pilotos → implementações).
- Tempo médio de ciclo desde identificação de tecnologia até piloto ou decisão.
- Número de parcerias ativas para co-inovação (universidades, startups, institutos).
- Número de experimentos realizados por trimestre/ano.
- Taxa de “kill rate” saudável (idealmente 30-50% dos experimentos descontinuados com base em dados).
- Tempo entre identificação de falha e pivô/aprendizado capturado.
- % de experimentos com lições aprendidas formalmente documentadas.
- Número de ideias de inovação derivadas de aprendizados anteriores.
- ROI de investimentos em inovação (quando mensurável).
- Número de patentes, publicações ou inovações geradas em parceria.
- Frequência de revisões da estratégia de inovação.
- Tempo de resposta organizacional a mudanças tecnológicas ou de mercado relevantes.
- % de iniciativas de inovação ajustadas ou canceladas com base em análise de dados.
- Diversidade de fontes de inteligência tecnológica utilizadas (relatórios, eventos, parcerias, etc.).

Sinais por nível

- Nível 0:
 - ausência total de mecanismos de scouting tecnológico
 - decisões baseadas apenas em necessidades imediatas ou pressão de fornecedores
 - nenhum investimento em inovação
- Nível 1:
 - consciência informal e esporádica sobre tendências
 - participação ocasional em eventos
 - sem estrutura ou orçamento dedicado
 - sem parcerias formais
- Nível 2:
 - monitoramento formal através de relatórios e benchmarks

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 69/389
---	---------------	---------	------------------

- familiaridade conceitual com tecnologias emergentes
- orçamento limitado e subutilizado
- parcerias pontuais reativas

- Nível 3:
 - avaliações pontuais de tecnologias com apoio de consultores/parceiros externos
 - aplicação em áreas específicas
 - algum orçamento regular mas ainda dependente de expertise externa

- Nível 4:
 - POCs estruturadas com critérios claros e documentação
 - capacidade interna de desenvolvimento em múltiplas áreas
 - múltiplas parcerias estratégicas formalizadas
 - cultura estabelecida de experimentação
 - processos de captura de aprendizados
 - segurança psicológica para testar e falhar

- Nível 5:
 - experimentação sistemática e contínua
 - framework de inovação adaptável às mudanças
 - portfólio diversificado de experimentos
 - ecossistema ativo de co-inovação com corporate venture/aceleração
 - uso de análises preditivas e cenários
 - aprendizados integrados à estratégia
 - gestão de risco da experimentação

- Nível 6:
 - ciclos rápidos e ágeis de teste e aprendizado (“fail fast, learn fast”)
 - portfólio estrategicamente gerenciado e balanceado
 - ecossistema amplo e dinâmico com mensuração de impacto
 - decisões autônomas baseadas em dados
 - cultura disseminada em todos os níveis
 - revisões frequentes da estratégia de inovação
 - integração total com estratégia corporativa

Amostragem

- Amostragem Analisar as últimas 5-10 tecnologias ou inovações avaliadas nos últimos 12-24 meses, rastreando todo o caminho desde identificação inicial até decisão final (implementar/descartar/postergar), incluindo participantes, análises realizadas, dados utilizados, experimentos conduzidos e aprendizados capturados
- Revisar orçamento de inovação dos últimos 3 anos e mapear as 5-10 principais parcerias ativas com seus resultados tangíveis

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 70/389
---	---------------	---------	------------------

- Selecionar 3-5 experimentos que falharam nos últimos 12 meses e verificar tratamento (análise formal, lições documentadas, consequências para equipe)
- Comparar versões da estratégia de inovação dos últimos 2-3 anos identificando mudanças significativas e seus gatilhos
- —

Questão

Como a organização lida com erros em iniciativas de inovação e os transforma em oportunidades de aprendizado?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Erros são punidos ou severamente criticados. Não há análise formal ou discussão sobre erros. Clima de medo inibe experimentação.
1	Erros são tolerados minimamente, mas geram desconforto significativo. Análises informais e superficiais. Foco em culpar indivíduos ao invés de entender causas sistêmicas.
2	Alguns erros são aceitos como inevitáveis, mas há pouca análise estruturada. Discussões pontuais sem documentação formal ou compartilhamento amplo de lições aprendidas.
3	A organização reconhece erros como parte do processo de inovação. Análises de causa-raiz são realizadas pela liderança para erros significativos, com algum registro de aprendizados.
4	Cultura estabelecida de análise colaborativa de erros com métodos estruturados (RCA, post-mortems, retrospectivas). Lições aprendidas são documentadas, compartilhadas entre equipes e utilizadas para melhorar processos. Erros são vistos como oportunidades de aprendizado sem blame individual.
5	Gestão proativa de erros com comunicação aberta e sistemática. Repositório acessível de lições aprendidas alimenta decisões futuras. Mecanismos de detecção rápida de erros e correção ágil. Celebração de “falhas inteligentes”

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 71/389
---	---------------	---------	------------------

Níveis	Item de resposta
	que geraram aprendizado valioso. Análise preditiva para antecipar potenciais erros.
6	Cultura de “error management” plenamente estabelecida em todos os níveis. Erros são comunicados imediatamente sem medo de retaliação. Processos automatizados de captura, análise e disseminação de aprendizados. Inovações frequentemente originam-se de insights de erros anteriores. Métricas de aprendizado organizacional acompanhadas regularmente.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Relatórios de análise de causa-raiz (RCA) utilizando métodos como 5 Porquês, Ishikawa, A3 ou equivalentes.
- Documentos de post-mortems de projetos e experimentos (bem-sucedidos e falhados).
- Repositório ou base de conhecimento de lições aprendidas acessível à organização.
- Atas de retrospectivas ágeis ou reuniões de lessons learned.
- Políticas formais sobre error management e comunicação de erros.
- Registros de “blameless post-mortems” ou sessões de aprendizado sem atribuição de culpa.
- Comunicações da liderança celebrando falhas que geraram aprendizado.
- Canal formal para reporte de erros (sistema de tickets, plataforma colaborativa).
- Evidências de mudanças em processos/práticas originadas de lições aprendidas.
- Treinamentos sobre cultura de erro e aprendizado organizacional.

Métricas/KPIs

- Número de análises formais de erro realizadas por período.
- % de projetos/experimentos com post-mortem documentado.
- Tempo médio entre ocorrência de erro e análise formal.
- % de lições aprendidas que resultaram em mudanças implementadas.
- Taxa de recorrência de erros similares (indica se aprendizado está sendo aplicado).
- Número de acessos ao repositório de lições aprendidas.
- % de colaboradores treinados em error management.
- Net Promoter Score (NPS) interno sobre segurança psicológica para reportar erros.
- Número de inovações originadas de insights de erros anteriores.
- Tempo médio de detecção de erros (MTTD - Mean Time To Detect).

Sinais por nível

- Nível 0:
 - punição explícita ou implícita por erros
 - ausência de análises

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 72/389
---	---------------	---------	------------------

- clima de medo
- alta rotatividade em áreas de inovação

- Nível 1:
 - tolerância mínima
 - análises superficiais e informais
 - foco em culpar indivíduos
 - pouca documentação

- Nível 2:
 - aceitação passiva de erros
 - discussões pontuais sem estrutura
 - documentação esporádica
 - compartilhamento limitado

- Nível 3:
 - reconhecimento de erros como parte do processo
 - análises de RCA para casos significativos
 - algum registro e compartilhamento limitado

- Nível 4:
 - análises colaborativas estruturadas
 - documentação sistemática
 - compartilhamento ativo entre equipes
 - ausência de blame culture
 - segurança psicológica estabelecida

- Nível 5:
 - gestão proativa com comunicação aberta
 - repositório ativo e utilizado
 - detecção rápida
 - celebração de falhas inteligentes
 - uso de análise preditiva para prevenção

- Nível 6:
 - cultura de error management plena
 - reporte imediato sem medo
 - processos automatizados de captura e disseminação
 - inovações frequentes originadas de erros
 - métricas de aprendizado acompanhadas

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 73/389
---	---------------	---------	------------------

Amostragem

- Amostragem Selecionar 5-7 erros ou falhas significativas dos últimos 12-18 meses e verificar: existência de análise formal, metodologia utilizada, participantes, tempo até análise, lições documentadas, ações corretivas implementadas, compartilhamento com outras equipes, e evidências de que não houve punição aos envolvidos
- Entrevistar 5-10 colaboradores de diferentes níveis sobre percepção de segurança psicológica para reportar erros

Questão

Qual o nível de autonomia e empoderamento que colaboradores possuem para propor, testar e implementar ideias inovadoras sem necessidade de múltiplas aprovações hierárquicas?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Todas as decisões sobre inovação são centralizadas na alta liderança. Colaboradores não têm autonomia para propor ou testar ideias sem aprovação prévia de múltiplos níveis hierárquicos.
1	Colaboradores podem sugerir ideias, mas todas as decisões e experimentações dependem de aprovação da alta liderança. Processo burocrático e demorado com múltiplas camadas de aprovação.
2	Autonomia limitada para propor ideias através de canais formais. Experimentações pequenas podem ser autorizadas pela liderança intermediária, mas com processo ainda burocrático e criterioso.
3	Colaboradores têm autonomia para propor e experimentar ideias de baixo risco ou baixo investimento com aprovação da liderança imediata. Ideias maiores ainda requerem aprovações hierárquicas múltiplas.
4	Times têm autonomia clara para experimentar e tomar decisões sobre inovações dentro de orçamento e escopo definidos. Processo de aprovação simplificado com critérios transparentes. Colaboradores entendem que são co-responsáveis pela inovação organizacional.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 74/389
---	---------------	---------	------------------

Níveis	Item de resposta
5	Ampla autonomia para times e indivíduos testarem ideias com recursos pré-allocados (tempo, orçamento). Processo de aprovação mínimo baseado em alinhamento estratégico e viabilidade. Decisões descentralizadas com liderança atuando como facilitadora e removedora de impedimentos.
6	Autonomia plena com estrutura organizacional adaptada (squads, células, times autônomos). Colaboradores decidem independentemente sobre experimentação e implementação dentro de guardrails estratégicos claros. Orçamento e tempo dedicados à inovação. Decisões rápidas com revisões post-facto ao invés de aprovações prévias. Cultura de “empowered to fail” disseminada.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Organogramas mostrando estrutura hierárquica e níveis de decisão.
- Políticas formais de delegação de autoridade e limites de alçada para inovação.
- Fluxogramas de processos de aprovação para ideias e experimentos.
- Descrições de papéis e responsabilidades (RACI, job descriptions) indicando autonomia.
- Evidências de estruturas descentralizadas (squads, tribes, células autônomas, OKRs em cascata).
- Orçamento dedicado por time/squad para experimentação sem aprovações múltiplas.
- Plataformas de ideação mostrando fluxo desde submissão até execução.
- Atas de reuniões mostrando quem toma decisões sobre experimentação.
- Registros de experimentos iniciados por times sem aprovação prévia da alta liderança.
- Comunicações sobre empoderamento e autonomia dos colaboradores.
- Evidências de times multifuncionais autogerenciados.

Métricas/KPIs

- Número de níveis hierárquicos que uma ideia precisa atravessar para aprovação.
- Tempo médio desde submissão de ideia até autorização para experimentar.
- % de ideias/experimentos iniciados por colaboradores sem envolvimento da alta liderança.
- Número de experimentos em paralelo conduzidos por times autônomos.
- % de orçamento de inovação alocado diretamente para times vs centralizado. Índice de empoderamento percebido (survey interno com escala validada).
- % de decisões sobre inovação tomadas em até 1 semana.
- Taxa de implementação de ideias bottom-up vs top-down.
- Número de times/squads com autonomia formal para experimentar.
- % de colaboradores que reportam sentir-se empoderados para inovar (pesquisa de clima).

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 75/389
---	---------------	---------	------------------

Sinais por nível

- Nível 0:
 - centralização total
 - múltiplas camadas de aprovação
 - processo burocrático longo
 - baixa taxa de ideias bottom-up implementadas
- Nível 1:
 - submissão possível mas decisão centralizada
 - processo demorado
 - baixa autonomia percebida
 - frustração com burocracia
- Nível 2:
 - autonomia muito limitada
 - experimentações pequenas permitidas com aprovação
 - processo ainda burocrático
 - distinção clara entre “quem pensa” e “quem faz”
- Nível 3:
 - alguma autonomia para baixo risco
 - liderança intermediária pode autorizar experimentos pequenos
 - ideias maiores dependem de hierarquia
- Nível 4:
 - autonomia clara dentro de limites
 - processo simplificado e transparente
 - colaboradores entendem co-responsabilidade
 - empoderamento documentado em políticas
- Nível 5:
 - ampla autonomia
 - recursos pré-alocados
 - aprovação mínima
 - liderança como facilitadora
 - decisões descentralizadas com alinhamento estratégico
- Nível 6:
 - autonomia plena
 - estrutura organizacional adaptada (squads/células)

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 76/389
---	---------------	---------	------------------

- decisões independentes
- guardrails claros mas mínimos
- cultura de empoderamento disseminada
- revisões post-facto

Amostragem

- Amostragem Mapear o fluxo completo de 5-7 ideias recentes desde submissão até implementação ou rejeição: quantos níveis de aprovação, tempo em cada etapa, quem tomou decisões, nível hierárquico dos proponentes
- Entrevistar 8-12 colaboradores de diferentes níveis sobre percepção de autonomia usando escala padronizada
- Analisar % do orçamento de inovação que está alocado centralmente vs descentralizado em times
- Verificar quantos experimentos/pilotos foram iniciados no último trimestre sem aprovação prévia da C-level

Questão

Quanto tempo a organização leva para validar hipóteses e testar novas ideias/tecnologias desde a concepção até obter resultados em condições reais de mercado ou operação?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	A organização não possui processo definido para validação rápida. Ideias levam mais de 12 meses para serem testadas ou nunca são testadas.
1	Validação é extremamente lenta e burocrática. Leva de 6 a 12 meses para executar um teste piloto simples devido a processos de aprovação, alocação de recursos e priorização.
2	Há processo definido mas ainda lento. Validações levam de 3 a 6 meses. Dependência de disponibilidade de recursos compartilhados e múltiplas aprovações atrasa experimentação.
3	Processo de validação moderadamente ágil. Experimentos podem ser executados em 1 a 3 meses. Recursos começam a ser alocados de forma mais dedicada, mas ainda há dependências significativas.
4	Processo ágil estabelecido. Validações ocorrem em 2-8 semanas com metodologias estruturadas (Design Sprint, Lean Startup, MVPs). Recursos

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 77/389
---	---------------	---------	------------------

Níveis	Item de resposta
	dedicados para experimentação. Ciclos iterativos claros.
5	Processo altamente ágil. Validações em 1-4 semanas com infraestrutura e ferramentas que permitem prototipagem rápida. Feature flags, A/B testing e ambientes de sandbox disponíveis. Cultura de “build-measure-learn” estabelecida.
6	Validação ultrarrápida. Experimentos executados em dias (3-10 dias) com infraestrutura de experimentação madura. Continuous delivery, automação de testes, ambientes on-demand. Ciclos múltiplos e paralelos de experimentação. Aprendizado em tempo quase real.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Registro temporal de experimentos mostrando data de concepção, início, marcos e conclusão.
- Metodologias de experimentação documentadas (Lean Startup, Design Sprint, MVP, etc.).
- Ferramentas e plataformas de prototipagem rápida disponíveis (Figma, InVision, low-code platforms).
- Infraestrutura técnica para experimentação (ambientes de sandbox, feature flags, A/B testing).
- Evidências de uso de métodos ágeis (sprints curtos, retrospectivas frequentes).
- Histórico de MVPs (Minimum Viable Products) desenvolvidos e tempo até validação.
- Documentação de pivots rápidos baseados em aprendizado.
- Calendário de Design Sprints ou Innovation Sprints realizados.
- Acesso a ambientes de desenvolvimento e teste isolados.
- Processos de continuous integration/continuous delivery (CI/CD) habilitando deploys rápidos.

Métricas/KPIs

- Tempo médio desde concepção de ideia até primeiro teste em ambiente real (lead time de experimentação).
- Tempo médio de cada ciclo de build-measure-learn.
- Número de experimentos executados por trimestre.
- Número de iterações/pivots por experimento antes de decisão final.
- % de experimentos que seguem metodologias ágeis estruturadas.
- Tempo médio para provisionar recursos (infraestrutura, equipe) para experimento.
- Número de MVPs lançados por período.
- Frequência de deploys em ambientes de teste.
- % de experimentos concluídos dentro do prazo planejado.
- Número de experimentos em paralelo sendo executados.

Sinais por nível

- Nível 0:

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 78/389
---	---------------	---------	------------------

- ausência de processo
- ideias nunca testadas ou >12 meses
- sem infraestrutura para experimentação
- mentalidade de “planejamento perfeito”

- Nível 1:
 - processo muito lento (6-12 meses)
 - alta burocracia
 - dependência de recursos compartilhados escassos
 - múltiplas aprovações sequenciais

- Nível 2:
 - processo lento (3-6 meses)
 - alguma estrutura mas com muitas dependências
 - recursos ainda competidos
 - aprovações múltiplas

- Nível 3:
 - moderadamente ágil (1-3 meses)
 - alguma dedicação de recursos
 - ainda há dependências significativas
 - processo definido mas não otimizado

- Nível 4:
 - ágil (2-8 semanas)
 - metodologias estruturadas (Design Sprint, Lean)
 - recursos dedicados
 - ciclos iterativos claros
 - ferramentas adequadas

- Nível 5:
 - altamente ágil (1-4 semanas)
 - infraestrutura madura
 - feature flags e A/B testing
 - prototipagem rápida
 - cultura build-measure-learn estabelecida

- Nível 6:
 - ultrarrápido (3-10 dias)
 - continuous delivery

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 79/389
---	---------------	---------	------------------

- automação ampla
- ambientes on-demand
- múltiplos experimentos paralelos
- aprendizado em tempo quase real

Amostragem

- habilitando deploys rápidos
- B) Métricas/KPIs Tempo médio desde concepção de ideia até primeiro teste em ambiente real (lead time de experimentação)
- Tempo médio de cada ciclo de build-measure-learn
- Número de experimentos executados por trimestre
- Número de iterações/pivots por experimento antes de decisão final
- % de experimentos que seguem metodologias ágeis estruturadas
- Tempo médio para provisionar recursos (infraestrutura, equipe) para experimento
- Número de MVPs lançados por período
- Frequência de deploys em ambientes de teste
- % de experimentos concluídos dentro do prazo planejado
- Número de experimentos em paralelo sendo executados
- C) Sinais por nível N0: ausência de processo; ideias nunca testadas ou >12 meses; sem infraestrutura para experimentação; mentalidade de “planejamento perfeito”
- N1: processo muito lento (6-12 meses); alta burocracia; dependência de recursos compartilhados escassos; múltiplas aprovações sequenciais
- N2: processo lento (3-6 meses); alguma estrutura mas com muitas dependências; recursos ainda competidos; aprovações múltiplas
- N3: moderadamente ágil (1-3 meses); alguma dedicação de recursos; ainda há dependências significativas; processo definido mas não otimizado
- N4: ágil (2-8 semanas); metodologias estruturadas (Design Sprint, Lean); recursos dedicados; ciclos iterativos claros; ferramentas adequadas
- N5: altamente ágil (1-4 semanas); infraestrutura madura; feature flags e A/B testing; prototipagem rápida; cultura build-measure-learn estabelecida
- N6: ultrarrápido (3-10 dias); continuous delivery; automação ampla; ambientes on-demand; múltiplos experimentos paralelos; aprendizado em tempo quase real
- D) Amostragem Rastrear cronologicamente 5-8 experimentos recentes desde concepção até conclusão, documentando: data de cada etapa, tempo total, número de iterações, metodologia utilizada, recursos envolvidos, bloqueios encontrados
- Calcular lead time médio de experimentação dos últimos 6-12 meses
- Verificar quantos experimentos foram executados em paralelo no último trimestre
- Entrevistar 3-5 product owners ou líderes de inovação sobre percepção de velocidade e obstáculos

Glossário

[Sem glossário]

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 80/389
---	---------------	---------	------------------

Referências

- ACATECH. Industrie 4.0 Maturity Index. Managing the Digital Transformation of Companies – UPDATE 2020 - acatech - National Academy of Science and Engineering. Disponível em: <https://en.acatech.de/publication/industrie-4-0-maturity-index-update-2020/download-pdf>. Acesso em: 3 out. 2025.
- ALNUAIMI, B. K.; SINGH, S. K.; REN, S.; BUDHWAR, P.; VOROBYEV, D. Mastering digital transformation: The nexus between leadership, agility, and digital strategy. Journal of Business Research, v. 145, p. 636-648, 2022.
- DREMEL, C.; HERTERICH, M. M.; WULF, J.; WAIZMANN, J.-C.; BRENNER, W. How AUDI AG established big data analytics in its digital transformation. MIS Quarterly Executive, v. 16, n. 2, p. 81-100, 2017.
- EDB. THE SMART INDUSTRY READINESS INDEX - Catalysing the transformation of manufacturing. Disponível em: [https://www.edb.gov.sg/content/dam/edb-en/about-edb/media-releases/news/the-smart-industry-readiness-index/the-sg-smart-industry-readiness-index-whitepaper%20\(1\).pdf](https://www.edb.gov.sg/content/dam/edb-en/about-edb/media-releases/news/the-smart-industry-readiness-index/the-sg-smart-industry-readiness-index-whitepaper%20(1).pdf). Acesso em: 3 out. 2025.
- FLEURY, A. et al. Digital Maturity Capability and Internationalization of Brazilian Multinationals. International Business Review, v. 33, 2024.
- GUINAN, P. J.; PARISE, S.; LANGOWITZ, N. Creating an innovative digital project team: Levers to enable digital transformation. Business Horizons, v. 62, n. 6, p. 717-727, 2019.
- INCIT. The Global Smart Industry Readiness Index Initiative: Manufacturing Transformation Insights Report 2025. Disponível em: https://assets.incit.org/large-documents/manual/The_global_smart_industry_readiness_index_initiative_2025-manual.pdf. Acesso em: 3 out. 2025.
- KARIMI, J.; WALTER, Z. The role of dynamic capabilities in responding to digital disruption: A factor-based study of the newspaper industry. Journal of Management Information Systems, v. 32, n. 1, p. 39-81, 2015.
- KEITH, N.; FRESE, M. Enhancing firm performance and innovativeness through error management culture. In: Handbook of Organizational Culture and Climate, p. 137-157, 2011.
- LAURSEN, K.; SALTER, A. Open for innovation: The role of openness in explaining innovation performance among UK manufacturing firms. Strategic Management Journal, v. 27, n. 2, p. 131-150, 2006.
- LEONARD-BARTON, D. Core capabilities and core rigidities: A paradox in managing new product development. Strategic Management Journal, v. 13, n. S1, p. 111-125, 1992.
- NEWMAN, A.; HERMAN, H. M.; SCHWARZ, G.; NIELSEN, I. The effects of employees' creative self-efficacy on innovative behavior: The role of entrepreneurial leadership. Journal of Business Research, v. 89, p. 1-9, 2020.
- SCHUH, G. et al. Industrie 4.0 Maturity Index: Managing the Digital Transformation of Companies. Munich: Herbert Utz Verlag, 2017.
- TEECE, D. J. Explicating dynamic capabilities: The nature and microfoundations of (sustainable) enterprise performance. Strategic Management Journal, v. 28, n. 13, p. 1319-1350, 2007.
- TRIPSAS, M.; GAVETTI, G. Capabilities, cognition, and inertia: Evidence from digital imaging. Strategic Management Journal, v. 21, n. 10-11, p. 1147-1161, 2000.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 81/389
---	---------------	---------	------------------

- VAN DYCK, C.; FRESE, M.; BAER, M.; SONNENTAG, S. Organizational error management culture and its impact on performance: A two-study replication. *Journal of Applied Psychology*, v. 90, n. 6, p. 1228-1240, 2005.
- WANG, S. L.; LUO, Y.; LU, X.; SUN, J.; MAKSIMOV, V. Autonomy delegation to foreign subsidiaries: An enabling mechanism for emerging-market multinationals. *Journal of International Business Studies*, v. 45, n. 2, p. 111-130, 2014.

Capacidade Confiança em processos e sistemas de informação

Bloco/Pilar

- Bloco: Organização
- Pilar: Estrutura e Gestão
- Dimensão: Competência de Liderança

Resumo Descritivo

Capacidade da liderança e das equipes de confiar em processos estruturados e sistemas de informação digitais para apoiar decisões, monitorar operações e garantir transparência. Inclui a adoção progressiva de ferramentas digitais, a transição de práticas manuais para automatizadas, o uso de dados confiáveis e em tempo real, e a cultura de dependência em sistemas integrados para gestão eficaz da operação e redução de incertezas.

Questões

Questão

Como a liderança e as equipes utilizam e confiam em processos estruturados e sistemas de informação para apoiar suas decisões e operações diárias?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Não há processos estruturados nem sistemas de informação digitais; decisões e operações baseiam-se exclusivamente em experiência pessoal e intuição.
1	Existem processos básicos documentados, mas as informações são gerenciadas manualmente (planilhas locais, registros em papel); há baixa confiança nos dados disponíveis.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 82/389
---	---------------	---------	------------------

Níveis	Item de resposta
2	Sistemas digitais básicos estão implementados para coleta de dados, mas são subutilizados; equipes ainda dependem parcialmente de métodos manuais e há desconfiança ocasional na precisão dos sistemas.
3	Processos e sistemas digitais são utilizados regularmente para monitoramento operacional; a maioria das decisões rotineiras é apoiada por dados dos sistemas, com confiança crescente na qualidade das informações.
4	Processos estão plenamente integrados com sistemas de informação; dados são usados de forma sistemática e confiável para análise de causas, tomada de decisões e identificação de melhorias; há alta transparência e rastreabilidade.
5	Sistemas de informação são preditivos e integrados; liderança e equipes confiam plenamente em análises avançadas, simulações e alertas automatizados para antecipar problemas e otimizar processos.
6	Processos e sistemas são totalmente autônomos e adaptativos; decisões operacionais são tomadas automaticamente com base em dados em tempo real; liderança atua como facilitadora e supervisora estratégica.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Documentação de processos operacionais e de suporte.
- Sistemas de informação implementados (ERP, MES, SCADA, CRM, etc.).
- Registros de decisões baseadas em dados.
- Relatórios de performance e dashboards.
- Políticas de governança de processos e dados.
- Histórico de uso de sistemas (logs de acesso, frequência de uso).
- Pesquisas de satisfação com sistemas.
- Treinamentos sobre processos e sistemas.
- Indicadores de qualidade de dados.
- Políticas de confiabilidade e SLA de sistemas.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 83/389
---	---------------	---------	------------------

Métricas/KPIs

- Taxa de adesão a processos formalizados.
- % de decisões baseadas em dados vs intuição.
- Frequência de uso de sistemas de informação. Índice de confiança nos dados (survey).
- Taxa de erros em dados.
- % de processos digitalizados.
- Tempo médio para acesso a informações.
- Taxa de utilização de dashboards e relatórios.
- NPS de sistemas de informação.
- % de colaboradores treinados em sistemas e processos.

Sinais por nível

- Nível 0:
 - ausência de processos estruturados
 - sem sistemas digitais
 - decisões baseadas em intuição e experiência pessoal
 - operações ad hoc
- Nível 1:
 - processos básicos documentados
 - gestão manual de informações (planilhas, papel)
 - baixa confiança nos dados
 - dados fragmentados em arquivos locais
- Nível 2:
 - sistemas digitais básicos implementados
 - subutilização dos sistemas
 - dependência parcial de métodos manuais
 - desconfiança ocasional na precisão
- Nível 3:
 - uso regular de sistemas para monitoramento
 - decisões rotineiras apoiadas por dados
 - confiança crescente na qualidade
 - processos digitalizados
- Nível 4:
 - integração plena de processos e sistemas
 - uso sistemático de dados para decisões
 - análise de causas baseada em dados
 - alta transparência e rastreabilidade

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 84/389
---	---------------	---------	------------------

- Nível 5:
 - sistemas preditivos e integrados
 - confiança plena em análises avançadas
 - uso de simulações e alertas automatizados
 - antecipação proativa de problemas
- Nível 6:
 - processos totalmente autônomos
 - decisões automáticas baseadas em dados em tempo real
 - sistemas adaptativos
 - liderança focada em supervisão estratégica

Amostragem

- Entrevistar 10-15 colaboradores de diferentes níveis sobre confiança em processos e sistemas
- Analisar decisões recentes e identificar base (dados vs intuição)
- Revisar logs de acesso a sistemas
- Analisar pesquisas de satisfação com sistemas
- Avaliar qualidade e completude de dados em sistemas críticos

Questão

Como a organização desenvolve e mantém a consciência de segurança cibernética e a cultura de proteção de informações entre todos os colaboradores?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Não há programa de conscientização sobre segurança; colaboradores desconhecem riscos cibernéticos e políticas de segurança da informação.
1	Existe programa básico de segurança para atender requisitos mínimos de compliance; treinamento pontual e reativo focado apenas em cumprir auditoria.
2	Programa de conscientização limitado com treinamento anual básico; colaboradores têm conhecimento superficial sobre segurança mas não aplicam consistentemente na prática.
3	Programa estruturado de conscientização com treinamentos regulares; equipes compreendem principais riscos e seguem políticas de segurança nas operações rotineiras.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 85/389
---	---------------	---------	------------------

Níveis	Item de resposta
4	Programa proativo de segurança com múltiplas ações de reforço ao longo do ano; colaboradores demonstram comportamentos seguros consistentes e reportam incidentes; há medição de mudança comportamental.
5	Cultura de segurança consolidada como parte do dia a dia organizacional; colaboradores são vigilantes, compartilham conhecimento sobre ameaças e participam ativamente da melhoria contínua; programa baseado em métricas e evolução contínua.
6	Segurança é valor cultural profundamente enraizado; colaboradores são embaixadores da segurança; organização utiliza tecnologias avançadas (IA, machine learning) para detecção e resposta automatizada; melhoria contínua com métricas sofisticadas de impacto.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Programa de conscientização de segurança (conteúdo, frequência, modalidades).
- Políticas e procedimentos de segurança da informação.
- Registros de treinamentos (participação, conclusão, avaliações).
- Métricas de comportamento seguro (phishing simulations, auditorias).
- Incidentes de segurança reportados.
- Canais de comunicação sobre segurança (newsletters, alertas).
- Ferramentas de gestão de segurança (SIEM, EDR, DLP).
- Certificações de segurança (ISO 27001, SOC 2).
- Pesquisas de cultura de segurança.
- Plano de resposta a incidentes.

Métricas/KPIs

- % de colaboradores treinados anualmente.
- Taxa de conclusão de treinamentos obrigatórios.
- Taxa de cliques em phishing simulado (phishing test rate).
- Tempo médio para conclusão de treinamentos.
- Número de incidentes de segurança por colaborador.
- Taxa de reporte de incidentes suspeitos.
- % de colaboradores que passam em testes de conhecimento.
- Frequência de comunicações sobre segurança. Índice de cultura de segurança (survey).
- Tempo médio de resposta a incidentes.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 86/389
---	---------------	---------	------------------

Sinais por nível

- Nível 0:
 - ausência de programa de conscientização
 - colaboradores desconhecem riscos cibernéticos
 - sem políticas de segurança
 - comportamentos inseguros frequentes
- Nível 1:
 - programa básico para compliance
 - treinamento pontual e reativo
 - foco em cumprir auditoria
 - baixa absorção de conhecimento
- Nível 2:
 - treinamento anual básico
 - conhecimento superficial
 - aplicação inconsistente na prática
 - incidentes por descuido
- Nível 3:
 - programa estruturado com treinamentos regulares
 - compreensão dos principais riscos
 - seguimento de políticas nas operações
 - redução de incidentes
- Nível 4:
 - programa proativo com ações contínuas
 - comportamentos seguros consistentes
 - reporte proativo de incidentes
 - medição de mudança comportamental
- Nível 5:
 - cultura de segurança consolidada
 - colaboradores vigilantes e proativos
 - compartilhamento de conhecimento sobre ameaças
 - participação ativa em melhoria contínua
- Nível 6:
 - segurança como valor cultural enraizado
 - colaboradores como embaixadores

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 87/389
---	---------------	---------	------------------

- uso de IA e ML para detecção automatizada
- métricas sofisticadas de impacto

Amostragem

- Analisar programa de conscientização dos últimos 12 meses: conteúdo, frequência, formato, participação
- Revisar métricas de phishing simulado e incidentes
- Entrevistar 10-15 colaboradores sobre conhecimento e práticas de segurança
- Analisar políticas e procedimentos de segurança
- Avaliar ferramentas e capacidades técnicas de segurança

Questão

Qual o grau de integração e interoperabilidade entre os diversos sistemas de informação utilizados pela organização (internos e com parceiros externos)?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Sistemas operam completamente isolados (silos); não há compartilhamento de dados entre sistemas; integração inexistente.
1	Integração mínima e manual entre sistemas críticos através de transferência manual de arquivos ou reentrada de dados; processos lentos e sujeitos a erros.
2	Algumas integrações pontuais automatizadas entre sistemas principais; dados fluem parcialmente mas ainda há necessidade de intervenção manual frequente e reconciliação.
3	Sistemas principais integrados através de interfaces e APIs; dados fluem entre sistemas de forma estruturada mas ainda existem gaps e integrações que requerem desenvolvimento customizado.
4	Integração abrangente horizontal (entre áreas) e vertical (do chão de fábrica ao ERP); arquitetura de integração bem definida; dados fluem consistentemente com rastreabilidade; integrações com principais parceiros externos.
5	Plataforma de integração empresarial consolidada; arquitetura orientada a serviços (SOA) ou microserviços; integração em tempo

Níveis	Item de resposta
	real; ecossistema digital integrado incluindo parceiros, fornecedores e clientes.
6	Arquitetura totalmente interoperável e adaptativa; integração nativa e automática de novos sistemas; uso de padrões abertos; ecossistema digital dinâmico com IoT, edge computing e cloud integrados; sincronização em tempo real com toda cadeia de valor.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Arquitetura de integração de sistemas (diagramas, documentação técnica).
- Plataformas de integração (ESB, iPaaS, API Gateway).
- Catálogo de APIs e interfaces.
- Registros de integrações implementadas.
- Padrões de dados e protocolos utilizados.
- Logs de transações entre sistemas.
- Documentação de fluxos de dados.
- Contratos de integração com parceiros externos.
- Ferramentas de monitoramento de integrações.
- Roadmap de integrações planejadas.

Métricas/KPIs

- % de sistemas integrados vs isolados.
- Número de integrações automatizadas vs manuais.
- Tempo médio para implementar nova integração.
- Taxa de falhas em integrações.
- % de dados replicados vs compartilhados.
- Latência de sincronização de dados.
- % de integrações via APIs vs métodos legados.
- Número de sistemas em silos.
- % de dados disponíveis em tempo real.
- Custo de manutenção de integrações.

Sinais por nível

- Nível 0:
 - sistemas operando em silos isolados
 - sem compartilhamento de dados
 - integração inexistente
 - reentrada manual de dados
- Nível 1:

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 89/389
---	---------------	---------	------------------

- integração mínima e manual
- transferência manual de arquivos
- processos lentos e propensos a erros
- duplicação de dados

- Nível 2:
 - integrações pontuais automatizadas
 - fluxo parcial de dados
 - intervenção manual frequente
 - necessidade de reconciliação

- Nível 3:
 - sistemas principais integrados via APIs
 - fluxo estruturado de dados
 - gaps de integração existem
 - desenvolvimento customizado necessário

- Nível 4:
 - integração horizontal e vertical abrangente
 - arquitetura de integração definida
 - fluxo consistente com rastreabilidade
 - integrações com parceiros externos

- Nível 5:
 - plataforma de integração consolidada
 - arquitetura SOA ou microserviços
 - integração em tempo real
 - ecossistema digital integrado

- Nível 6:
 - arquitetura totalmente interoperável
 - integração automática de novos sistemas
 - uso de padrões abertos
 - ecossistema dinâmico (IoT, edge, cloud)
 - sincronização em tempo real na cadeia de valor

Amostragem

- Mapear todos os sistemas de informação e suas integrações (matriz de integração)
- Analisar arquitetura de integração e padrões utilizados
- Entrevistar 5-8 profissionais de TI sobre desafios de integração
- Revisar logs de falhas e incidentes de integração

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 90/389
---	---------------	---------	------------------

- Avaliar plataformas e ferramentas de integração disponíveis

Questão

Qual o nível de disponibilidade, confiabilidade e resiliência dos sistemas de informação críticos para as operações da organização?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Sistemas críticos frequentemente indisponíveis; falhas recorrentes sem planos de contingência; operação severamente impactada por instabilidade tecnológica.
1	Sistemas apresentam disponibilidade irregular; incidentes frequentes com resolução reativa e demorada; ausência de acordos de nível de serviço (SLAs) ou monitoramento estruturado.
2	Disponibilidade básica com interrupções ocasionais; existe monitoramento mas resposta ainda é reativa; SLAs definidos mas nem sempre cumpridos; backups básicos implementados.
3	Sistemas críticos com boa disponibilidade (>95%); monitoramento proativo; SLAs estabelecidos e geralmente cumpridos; planos de recuperação de desastres documentados e testados ocasionalmente.
4	Alta disponibilidade (>99%); infraestrutura redundante para sistemas críticos; monitoramento em tempo real com alertas automatizados; SLAs rigorosos cumpridos consistentemente; testes regulares de DR.
5	Disponibilidade muito alta (>99,5%); arquitetura resiliente com failover automático; self-healing capabilities; monitoramento preditivo que antecipa falhas; recuperação rápida (RTO/RPO baixos).
6	Disponibilidade próxima a 100%; arquitetura distribuída e altamente resiliente; sistemas adaptativos que se auto-otimizam; zero downtime para manutenções; recuperação

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 91/389
---	---------------	---------	------------------

Níveis	Item de resposta
	instantânea; capacidade de operar em modo degradado mantendo funções essenciais.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Políticas de SLA (Service Level Agreement) para sistemas críticos.
- Registros de disponibilidade e uptime.
- Logs de incidentes e interrupções.
- Planos de continuidade de negócios (BCP) e recuperação de desastres (DRP).
- Arquitetura de infraestrutura (redundância, failover).
- Ferramentas de monitoramento (APM, SIEM).
- Documentação de testes de DR.
- Cronogramas de manutenção.
- Análises de causa raiz (RCA) de incidentes.
- Métricas de MTBF (Mean Time Between Failures) e MTTR (Mean Time To Repair).

Métricas/KPIs

- Disponibilidade percentual (uptime %).
- Número de incidentes por mês.
- Tempo médio de inatividade (MTTR).
- Tempo médio entre falhas (MTBF).
- % de SLAs cumpridos.
- Duração média de incidentes.
- Taxa de sucesso em testes de DR.
- RTO (Recovery Time Objective) e RPO (Recovery Point Objective) alcançados.
- % de sistemas com redundância.
- Impacto de indisponibilidade (horas de produção perdidas, custo).

Sinais por nível

- Nível 0:
 - sistemas críticos frequentemente indisponíveis
 - falhas recorrentes
 - sem planos de contingência
 - operação severamente impactada
- Nível 1:
 - disponibilidade irregular
 - incidentes frequentes
 - resolução reativa e demorada
 - sem SLAs ou monitoramento estruturado
- Nível 2:

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 92/389
---	---------------	---------	------------------

- disponibilidade básica com interrupções
- monitoramento com resposta reativa
- SLAs nem sempre cumpridos
- backups básicos

- Nível 3:
 - boa disponibilidade (>95%)
 - monitoramento proativo
 - SLAs geralmente cumpridos
 - planos de DR testados ocasionalmente

- Nível 4:
 - alta disponibilidade (>99%)
 - infraestrutura redundante
 - monitoramento em tempo real com alertas
 - SLAs cumpridos consistentemente
 - testes regulares de DR

- Nível 5:
 - disponibilidade muito alta (>99,5%)
 - failover automático
 - capacidades de self-healing
 - monitoramento preditivo
 - recuperação rápida (RTO/RPO baixos)

- Nível 6:
 - disponibilidade próxima a 100%
 - arquitetura altamente resiliente
 - sistemas auto-otimizáveis
 - zero downtime para manutenções
 - recuperação instantânea
 - operação em modo degradado

Amostragem

- Analisar registros de disponibilidade dos últimos 12 meses para sistemas críticos
- Revisar todos os incidentes significativos: duração, impacto, causa raiz, ações corretivas
- Entrevistar equipes de TI sobre resiliência e preparação
- Avaliar arquitetura de infraestrutura e redundâncias
- Revisar planos de DR e frequência de testes

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 93/389
---	---------------	---------	------------------

Glossário

[Sem glossário]

Referências

- ACATECH. Industrie 4.0 Maturity Index. Managing the Digital Transformation of Companies – UPDATE 2020 - acatech - National Academy of Science and Engineering. Disponível em: <https://en.acatech.de/publication/industrie-4-0-maturity-index-update-2020/download-pdf>. Acesso em: 3 out. 2025.
- ALAGIRI GOVINDASAMY; ARIVARASI ARULARASAN. Readiness and Maturity Assessment Model to Measure the Industry 4.0 Ecosystem. Lecture notes in electrical engineering, p. 57–67, 1 jan. 2021.
- EDB. THE SMART INDUSTRY READINESS INDEX - Catalysing the transformation of manufacturing. [s.l.: s.n.]. Disponível em: [https://www.edb.gov.sg/content/dam/edb-en/about-edb/media-releases/news/the-smart-industry-readiness-index/the-sg-smart-industry-readiness-index-whitepaper%20\(1\).pdf](https://www.edb.gov.sg/content/dam/edb-en/about-edb/media-releases/news/the-smart-industry-readiness-index/the-sg-smart-industry-readiness-index-whitepaper%20(1).pdf).
- INCIT. The Global Smart Industry Readiness Index Initiative: Manufacturing Transformation Insights Report 2025. [s.l.: s.n.]. Disponível em: https://assets.incit.org/large-documents/manual/The_global_smart_industry_readiness_index_initiative_2025-manual.pdf. Acesso em: 3 out. 2025.
- KASAPOĞLU, C. et al. Industry 4.0 maturity assessment in manufacturing enterprises: a mixed-methods approach for SMEs. Central European Management Journal, abr. 2025.
- LIN, W. D. et al. Application of SIRI for Industry 4.0 Maturity Assessment and Analysis. 2021 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), 1 dez. 2019.
- SEMERARO, C. et al. A maturity model for evaluating the impact of Industry 4.0 technologies and principles in SMEs. Manufacturing Letters, v. 37, p. 61–65, 1 set. 2023.
- WEF. The Global Smart Industry Readiness Index Initiative: Manufacturing Transformation Insights Report 2022 A R Y 2 0 2 2. [s.l.: s.n.]. Disponível em: https://www3.weforum.org/docs/WEF_The_Global_Smart_Industry_Readiness_Index_Initiative_2022.pdf.
- SCHUH, G. et al. Industrie 4.0 Maturity Index: Managing the Digital Transformation of Companies. acatech STUDY, 2017.
- LICHTBLAU, K. et al. Industrie 4.0 Readiness. Impuls-Stiftung des VDMA, 2015.
- SCHUMACHER, A.; EROL, S.; SIHN, W. A maturity model for assessing Industry 4.0 readiness and maturity of manufacturing enterprises. Procedia CIRP, v. 52, p. 161-166, 2016.
- SANS. Security Awareness Maturity Model. SANS Security Awareness Training, 2011-2025. Disponível em: <https://www.sans.org/security-awareness-training/resources/maturity-model/>. Acesso em: 10 nov. 2025.
- KEEPNET. Security Culture Maturity Model (SCMM): Benchmark & Strengthen Security Culture. Keepnet Blog, março 2025. Disponível em: <https://keepnetlabs.com/blog/what-is-the-security-culture-maturity-model>. Acesso em: 10 nov. 2025.
- INFOSEC. Understanding maturity models in cybersecurity: definition and types. Infosec Resources, 2024. Disponível em:

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 94/389
---	---------------	---------	------------------

<https://www.infosecinstitute.com/resources/cmmc/understanding-maturity-models-in-cybersecurity-definition-and-types/>. Acesso em: 10 nov. 2025.

- CYBERSIERRA. NIST CSF Maturity Levels Explained (Model, Stages, Importance). CyberSierra Blog, outubro 2024. Disponível em: <https://cybersierra.co/blog/nist-csf-maturity-levels-everything-you-need-to-know/>. Acesso em: 10 nov. 2025.
- TREND MICRO. How to Improve Cybersecurity Awareness and Training: Capability Maturity Model. Trend Micro CISO, setembro 2023. Disponível em: https://trendmicro.com/en_us/ciso/23/i/improve-cybersecurity-awareness-training.html. Acesso em: 10 nov. 2025.
- VERIZON. 2024 Data Breach Investigations Report. Verizon Business, 2024.
- NIST. Cybersecurity Framework Version 2.0. National Institute of Standards and Technology, 2024. Disponível em: <https://www.nist.gov/cyberframework>. Acesso em: 10 nov. 2025.
- DELOITTE. Organizational Trust: The foundation of meaningful relationships. Deloitte Insights, 2025. Disponível em: <https://www.deloitte.com/us/en/insights/topics/trust.html>. Acesso em: 10 nov. 2025.
- BDO. The Importance of Trust in Digital Transformation. BDO Insights, dezembro 2023. Disponível em: <https://www.bdo.com/insights/assurance/it-s-always-been-a-matter-of-trust>. Acesso em: 10 nov. 2025.
- ITIL. ITIL 4: Service Design and Service Operation. AXELOS, 2019.
- ISO/IEC. ISO/IEC 27001:2022 - Information security management systems. International Organization for Standardization, 2022.
- ISO/IEC. ISO/IEC 20000:2018 - IT Service Management. International Organization for Standardization, 2018.

Capacidade Estilo de liderança democrático

Bloco/Pilar

- Bloco: Organização
- Pilar: Estrutura e Gestão
- Dimensão: Competência de Liderança

Resumo Descritivo

Capacidade dos líderes de definir e comunicar uma visão clara para Indústria 4.0, patrocinar a transformação (recursos, priorização e governança), tomar decisões baseadas em dados, e fomentar uma cultura de aprendizado contínuo. Inclui incentivar colaboração multifuncional, gerir mudanças (metas, KPIs e rituais), e garantir planos de capacitação e requalificação alinhados ao roadmap digital.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 95/389
---	---------------	---------	------------------

Questões

Questão

Quando a sua equipe precisa decidir sobre a adoção de uma nova tecnologia digital (ex.: IoT, automação, análise de dados), como normalmente ocorre o processo de decisão?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Liderança decide sozinha, baseada em necessidades imediatas de forma reativa.
1	Existe uma forma estruturada e explícita de avaliar e adotar a adoção de novas tecnologias, sem ou com pouco envolvimento da equipe.
2	Equipe contribui com sugestões; decisões ainda dependem da liderança.
3	Decisões são analisadas entre equipe e liderança coletivamente com base em dados históricos e relatórios.
4	Decisões são discutidas coletivamente com base em estimativas quantitativas do impacto esperado com a adoção da nova tecnologia.
5	Decisões são tomadas democraticamente com apoio de análises preditivas.
6	A equipe decide de forma autônoma e adaptativa, usando dados em tempo real; a liderança facilita.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Decision logs com autores, opções consideradas, dados analisados, trade-offs e resultado.
- Business cases/POCs com critérios de sucesso e resultados.
- Atas de comitês técnicos/steering com lista de participantes e votos.
- Roadmap/Portfolio com ligações a análises e pilotos.
- Threads em Slack/Teams com enquetes e síntese da decisão.

Métricas/KPIs

- % de decisões com documento de decisão e evidência de contribuição de ICs (individual contributors).
- Lead time de decisão (proposta → aprovação).

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 96/389
---	---------------	---------	------------------

- % de decisões com dados quantitativos (benchmarks, experimentos, TCO, risco).
- Taxa de participação (nº de contribuintes únicos) e diversidade funcional (áreas representadas).

Sinais por nível

- Nível 0:
 - decisões unilaterais
 - ausência de POCs/ata
 - racional implícito
- Nível 1:
 - consultas informais
 - atas curtas sem alternativas/dados
- Nível 2:
 - dados e dashboards usados para descrever cenários
 - liderança ainda decide sozinha
- Nível 3:
 - estimativa do impacto esperado na adoção
- Nível 4:
 - alternativas comparadas com dados quantitativos ou análise de causa
 - consenso registrado
 - fontes de dados citadas
- Nível 5:
 - decisões amparadas por predições/simulações (risco de falha, demanda, ROI) + critérios preventivos
- Nível 6:
 - feature flags/rollouts e revisões em tempo quase real
 - liderança atua como facilitadora

Amostragem

- Amostragem Selecionar 5–10 decisões relevantes (investimentos, padrões, fornecedores) dos últimos 90 dias

Questão

Como os dados de produção e operação são utilizados para apoiar as decisões?

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 97/389
---	---------------	---------	------------------

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Dados não são coletados.
1	Coletados manualmente, pouco utilizados.
2	Coletados digitalmente, mas analisados apenas pela liderança.
3	Equipe acessa dashboards simples para acompanhar indicadores.
4	Dados explicam causas dos problemas e são compartilhados para decisões conjuntas.
5	Dados permitem prever falhas e antecipar demandas, usados de forma colaborativa.
6	Dados em tempo real orientam decisões autônomas e adaptativas.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Dashboards (KPI owners, dicionário de métricas, data lineage).
- Notebooks/queries anexos às atas/ decision logs.
- Catálogo de dados (glossário, qualidade, SLAs de atualização).
- Playbooks de leitura de KPI e rotinas de revisão (rituais com pauta e prints).

Métricas/KPIs

- % de reuniões/decisões com link para dashboard/consulta.
- Freshness (atualização) e completude dos dados usados.
- Taxa de acesso aos dashboards por função/time.
- Nº de Ações registradas que referenciam métricas.

Sinais por nível

- Nível 0:
 - ausência de registros
- Nível 1:
 - planilhas locais e dados esparsos
 - raramente citados
- Nível 2:

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 98/389
---	---------------	---------	------------------

- coleta digital centralizada
- análise restrita a poucos
- Nível 3:
 - dashboards populares com visão descritiva (o que ocorreu)
- Nível 4:
 - análises que explicam por que (causas/variáveis)
 - decisões co-criadas
- Nível 5:
 - modelos preditivos e alertas antecipando eventos
 - hipóteses testadas
- Nível 6:
 - decisões autônomas gatilhadas por dados em tempo real (regras/políticas)

Amostragem

- Amostragem Explorar 3 intercorrências (ex
- : weekly ops, Planejamento de Vendas e Operações, daily meetings) e mapear como métricas sustentam ações nos últimos 90 dias

Questão

Quando surge a necessidade de integração entre diferentes áreas (ex.: produção, manutenção, TI), como a colaboração acontece?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Cada área atua isoladamente, sem troca de informações.
1	Existe um procedimento que permite a colaboração quando autorizadas ou solicitadas pela liderança.
2	As áreas compartilham informações através de instrumentos formais visíveis que permitem a colaboração, com a mediação da liderança.
3	As áreas envolvidas analisam e discutem problemas em reuniões pontuais, sem a mediação da liderança.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 99/389
---	---------------	---------	------------------

Níveis	Item de resposta
4	Planejam ações conjuntas antecipando problemas ou demandas futuras com base em informações quantificáveis.
5	Ações conjuntas são planejadas baseadas em análises preditivas (planos preventivos e prognósticos).
6	Funcionam em redes multidisciplinares autônomas, ajustando-se dinamicamente.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Calendário de rituais interfuncionais (cadência, pauta e presença).
- RACIs/matriz de responsabilidade e OKRs compartilhados.
- Arquiteturas de integração (mapas de fluxo de informação).
- Post-mortems/A3s com participantes de múltiplas áreas.

Métricas/KPIs

- Taxa de presença por função; nº de itens interáreas concluídos por sprint/mês.
- Tempo de handoff e retrabalho por fronteira (ex.: engenharia→produção).
- Fluxo (lead time, throughput, WIP) em itens que cruzam times.

Sinais por nível

- Nível 0:
 - handoffs verbais
- Nível 1:
 - compartilhamento sob demanda/autorização da liderança
- Nível 2:
 - procedimento formal suporta a colaboração
- Nível 3:
 - reuniões pontuais de status
 - poucos owners claros
- Nível 4:
 - rotinas formais com análise de causa e plano conjunto
 - responsabilidades documentadas

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 100/389
---	---------------	---------	-------------------

- Nível 5:
 - planos preventivos interáreas baseados em prognósticos
- Nível 6:
 - células autônomas e rede dinâmica de colaboração
 - decisões distribuídas

Amostragem

- Amostragem Selecionar 2–3 iniciativas que exigiram colaboração e seguir o “fio” dos registros ponta-a-ponta nos últimos 90 dias

Questão

Como a sua equipe contribui com ideias de inovação ou melhoria contínua?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Não existe espaço formal para sugestões.
1	Existe espaço formal para sugestões.
2	Sugestões são ouvidas e formalizadas, mas nem todas são avaliadas.
3	Ideias são formalizadas, avaliadas e aplicadas pela liderança.
4	Sugestões são discutidas coletivamente e validadas com base em dados.
5	Ideias são testadas por meio de simulações e predições colaborativas.
6	Equipe conduz ciclos rápidos de inovação adaptativa e autônoma.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Backlog de ideias (portal/hackathon/kanban) com critérios de priorização.
- Relatos de experimento (Canvas de hipótese, MVT/A-B, resultados e decisão).
- Stage-gate/comitês e atas de kill/scale. Orçamento/tempo reservado a experimentos.

Métricas/KPIs

- Funil de inovação: taxa ideia→POC→piloto→escala.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 101/389
---	---------------	---------	-------------------

- Tempo até 1º experimento e até decisão.
- % de experimentos com métrica de sucesso definida antes.
- Kill rate saudável (capacidade de dizer “não” com dados).

Sinais por nível

- Nível 0:
 - sem canal formal
 - ideias não avaliadas formalmente
- Nível 1:
 - com canal formal, ideias não avaliadas formalmente
- Nível 2:
 - ideias avaliadas formalmente, pouco implementadas
- Nível 3:
 - algumas ideias implementadas pela liderança
 - pouca experimentação
- Nível 4:
 - avaliação coletiva com dados
 - lições aprendidas registradas
- Nível 5:
 - simulações e previsões suportam priorização e rollout
- Nível 6:
 - ciclos curtos e portfólio adaptativo
 - times decidem e iteram com autonomia

Amostragem

- Amostragem Revisar 10 ideias recentes com seu caminho no funil e a base de evidências que justificou cada decisão

Questão

Como é definido o desenvolvimento de novas competências (habilidades digitais, treinamentos)?

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 102/389
---	---------------	---------	-------------------

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Não existe um plano de desenvolvimento de competências.
1	Definido apenas pela liderança.
2	Equipe pode sugerir, mas é parcialmente atendida.
3	Liderança consulta a equipe para definir prioridades conjuntamente.
4	Plano de capacitação é co-criado, baseado em lacunas identificadas nos dados.
5	Competências futuras são previstas e planejadas em conjunto.
6	A equipe identifica autonomamente necessidades e ajusta continuamente o aprendizado.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Matriz de competências e PDI (planos individuais).
- Trilhas/catálogo de cursos; taxa de conclusão e certificações.
- Levantamento de lacunas ligado a dados de desempenho e metas.
- Guildas/chapters e registros de comunidades de prática.

Métricas/KPIs

- Horas/colaborador em capacitação e cobertura de skills-chave.
- % de PDIs co-criados e revisados no período.
- Aplicação em campo (ex.: % de projetos que utilizaram técnica recém-treinada).
- Mobilidade interna/mentorias pareadas.

Sinais por nível

- Nível 0:
 - treinamentos inexistentes ou muito pontuais
- Nível 1:
 - treinamentos impostos top-down
- Nível 2:

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 103/389
---	---------------	---------	-------------------

- pedidos pontuais, pouco atendidos
- Nível 3:
 - consultas parciais
 - pouca ligação com lacunas reais
- Nível 4:
 - plano cocriado com base em diagnóstico
 - indicadores de evolução
- Nível 5:
 - predição de skills futuros (analytics, integração, automação) e planejamento preventivo
- Nível 6:
 - aprendizado contínuo/autônomo com feedback do trabalho real

Amostragem

- Amostragem Analisar amostras de PDIs e confrontar com projetos que exigiram tais habilidades

Questão

Quando ocorre um problema inesperado (falha de máquina, atraso de produção), como a solução é construída?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Liderança decide sozinha, de forma reativa, sem procedimento a seguir.
1	Liderança atua de modo reativo, conforme procedimento estabelecido.
2	Equipe informa, mas não participa da solução.
3	Equipe contribui com sugestões; decisão final da liderança.
4	Equipe participa da análise de causa-raiz para decidir coletivamente.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 104/389
---	---------------	---------	-------------------

Níveis	Item de resposta
5	Equipe utiliza ferramentas preditivas para antecipar e evitar problemas.
6	A resolução é autônoma, com ajustes dinâmicos em tempo real.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- RCA (5 Porquês, Ishikawa, A3), post-mortems e runbooks atualizados.
- Playbooks de incidente e evidências de uso durante o evento.
- Logs/tickets com linha do tempo, responsáveis e decisões.

Métricas/KPIs

- MTTD/MTTR (detectar e resolver), taxa de recorrência de incidentes.
- % de incidentes com RCA formal e ações preventivas rastreadas.
- Tempo de atualização de runbooks após aprendizado.

Sinais por nível

- Nível 0:
 - solução imposta
 - sem registro
- Nível 1:
 - solução imposta
 - com registro
- Nível 2:
 - equipe informa, mas não decide
 - pouca documentação
- Nível 3:
 - equipe sugere
 - decisão final centralizada
- Nível 4:
 - Análise colaborativa com causas comprovadas e ações
- Nível 5:

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 105/389
---	---------------	---------	-------------------

- detecção preditiva e planos preventivos com thresholds e alertas
- Nível 6:
 - respostas automatizadas (runbooks acionáveis) e ajustes dinâmicos

Amostragem

- Amostragem Selecionar 5 incidentes dos último trimestre; verificar do evento à prevenção (fechamento do ciclo)

Questão

Como a organização reage a mudanças externas (novas demandas, tecnologias, regulações, etc.)?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Mudanças são realizadas, mas tratadas de forma reativa pela liderança.
1	Liderança responde às mudanças de forma estruturada e limitada, sem equipe envolvida.
2	Equipe é parcialmente envolvida para discutir impactos.
3	Mudanças são analisadas coletivamente com base em dados explicativos.
4	Os desvios são identificados e causas que motivaram as mudanças podem ser diagnosticadas.
5	Mudanças são previstas com uso de cenários simulados e discutidas em conjunto.
6	A organização é altamente adaptável, atuando de forma autônoma e colaborativa em tempo real.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Planejamento (de Vendas e Operação) com cenários, impactos e decisões.
- Tech/Market radar, risk register, matriz regulatória.
- Roadmaps com pivôs/relocações e justificativas.

Métricas/KPIs

- Lead time de adaptação (mudança → execução).

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 106/389
---	---------------	---------	-------------------

- % do orçamento/pipe alocado a mudanças emergentes.
- Acurácia de predição (demanda/suprimento) e tempo para compliance.

Sinais por nível

- Nível 0:
 - reação tardia
 - decisões centralizadas
- Nível 1:
 - respostas limitadas sem envolvimento amplo
- Nível 2:
 - participação parcial
 - análise descritiva do impacto
- Nível 3:
 - existem dados que mensuram o impacto observado
- Nível 4:
 - debate causal e priorização colaborativa com dados
- Nível 5:
 - cenários simulados e decisões preventivas com critérios de risco
- Nível 6:
 - reconfiguração contínua (times/plano) guiada por sinais em tempo quase real

Amostragem

- Amostragem Escolher 3 mudanças externas recentes (cliente, tecnologia, regulação) e rastrear do sinal à ação

Glossário

[Sem glossário]

Referências

- ACATECH. Industrie 4.0 Maturity Index. Managing the Digital Transformation of Companies – UPDATE 2020 - acatech - National Academy of Science and Engineering. Disponível em:

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 107/389
---	---------------	---------	-------------------

<https://en.acatech.de/publication/industrie-4-0-maturity-index-update-2020/download-pdf>.

Acesso em: 3 out. 2025.

- ALAGIRI GOVINDASAMY; ARIVARASI ARULARASAN. Readiness and Maturity Assessment Model to Measure the Industry 4.0 Ecosystem. Lecture notes in electrical engineering, p. 57–67, 1 jan. 2021.
- BONINI, A. et al. The relationship between leadership and adaptive performance: A systematic review and meta-analysis. PLOS ONE, v. 19, p. 1–29, out. 2024.
- DECUYPERE, A.; SCHAUFELI, W. Exploring the Leadership–Engagement Nexus: A Moderated Meta-Analysis and Review of Explaining Mechanisms. International Journal of Environmental Research and Public Health, v. 18, n. 16, p. 8592, 2021.
- EDB. THE SMART INDUSTRY READINESS INDEX - Catalysing the transformation of manufacturing. [s.l.: s.n.]. Disponível em:
[https://www.edb.gov.sg/content/dam/edb-en/about-edb/media-releases/news/the-smart-industry-readiness-index/the-sg-smart-industry-readiness-index-whitepaper%20\(1\).pdf](https://www.edb.gov.sg/content/dam/edb-en/about-edb/media-releases/news/the-smart-industry-readiness-index/the-sg-smart-industry-readiness-index-whitepaper%20(1).pdf).
- INCIT. The Global Smart Industry Readiness Index Initiative: Manufacturing Transformation Insights Report 2025. [s.l.: s.n.]. Disponível em:
https://assets.incit.org/large-documents/manual/The_global_smart_industry_readiness_index_initiative_2025-manual.pdf. Acesso em: 3 out. 2025.
- KASAPOĞLU, C. et al. Industry 4.0 maturity assessment in manufacturing enterprises: a mixed-methods approach for SMEs. Central European Management Journal, abr. 2025.
- KHASSAWNEH, O.; ELREHAIL, H. The Effect of Participative Leadership Style on Employees' Performance: The Contingent Role of Institutional Theory. Administrative Sciences, v. 12, n. 4, p. 195, 15 dez. 2022.
- LIN, W. D. et al. Application of SIRI for Industry 4.0 Maturity Assessment and Analysis. 2021 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), 1 dez. 2019.
- SEMERARO, C. et al. A maturity model for evaluating the impact of Industry 4.0 technologies and principles in SMEs. Manufacturing Letters, v. 37, p. 61–65, 1 set. 2023.
- TOUFIGHI, S. P. et al. Participative leadership, cultural factors, and speaking-up behaviour: An examination of intra-organisational knowledge sharing. Journal of Innovation & Knowledge, v. 9, n. 3, p. 100548–100548, 1 jul. 2024.
- WEF. The Global Smart Industry Readiness Index Initiative: Manufacturing Transformation Insights Report 2022 A R Y 2 0 2 2. [s.l.: s.n.]. Disponível em:
https://www3.weforum.org/docs/WEF_The_Global_Smart_Industry_Readiness_Index_Initiative_2022.pdf.

Capacidade Gestão ágil

Bloco/Pilar

- Bloco: Organização
- Pilar: Estrutura e Gestão
- Dimensão: Competência de Liderança

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 108/389
---	---------------	---------	-------------------

Resumo Descritivo

Prontidão do núcleo de liderança para alavancar os conceitos e tecnologias mais recentes de gestão ágil para a relevância e competitividade contínua da organização. A gestão ágil representa uma técnica moderna de gerenciamento que permite às organizações reagir de forma flexível e rápida a mercados turbulentos. Sob a Indústria 4.0, as organizações podem adotar estruturas organizacionais mais horizontais e permitir tomada de decisão descentralizada, tornando-se mais responsivas às mudanças. Esta capacidade avalia a familiaridade e aplicação da liderança com práticas ágeis modernas como Scrum, Kanban, SAFe, Lean, e princípios ágeis (iterações curtas, feedback contínuo, adaptação, autonomia de times). Nos níveis mais baixos, examina-se a familiaridade da equipe de gestão com os conceitos mais recentes de gestão ágil. À medida que a empresa progride, a dimensão mede a habilidade da equipe de liderança de desenhar, executar e adaptar estratégias de transformação ágil de forma independente para garantir a relevância da empresa no longo prazo.

Questões

Questão

Qual é a prontidão da liderança para alavancar conceitos e técnicas de gestão ágil (Scrum, Kanban, Lean, SAFe, etc.) para a transformação organizacional?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Não familiarizada: A liderança não está familiarizada com os conceitos e práticas mais recentes de gestão ágil. A gestão desconhece os conceitos mais recentes que podem viabilizar a próxima fase de avanço da organização.
1	Conhecimento Limitado: A liderança tem alguma consciência, através de canais ad hoc, dos conceitos e práticas mais recentes de gestão ágil. A gestão está parcialmente familiarizada com os conceitos mais recentes que podem viabilizar a próxima fase de avanço.
2	Informada: A liderança está bem informada, através de canais e vias formais, sobre os conceitos e práticas mais recentes de gestão ágil. A gestão está totalmente familiarizada com os conceitos mais recentes que podem viabilizar a próxima fase de avanço.
3	Semi-dependente: A liderança depende de parceiros externos para desenvolver iniciativas que alavancam os conceitos mais recentes de

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 109/389
---	---------------	---------	-------------------

Níveis	Item de resposta
	gestão ágil para melhorar pelo menos uma área da organização. Com assistência externa, a gestão é capaz de aplicar os conceitos mais recentes para viabilizar melhorias em pelo menos uma área.
4	Independente: A liderança é capaz, com relativa independência, de desenvolver iniciativas que alavancam os conceitos e técnicas mais recentes de gestão ágil para melhorar mais de uma área da organização. A gestão é capaz de aplicar os conceitos mais recentes para viabilizar melhorias em múltiplas áreas.
5	Adaptativa: A liderança é capaz de adaptar independentemente seu framework de transformação organizacional baseado em gestão ágil conforme os conceitos e tecnologias mudam. A gestão é capaz de incrementar suas iniciativas de melhoria conforme os conceitos mais recentes de gestão ágil mudam ou evoluem ao longo do tempo.
6	Transformacional: A liderança se tornou referência em gestão ágil, moldando ativamente o futuro da agilidade organizacional. A gestão não apenas adapta práticas existentes mas inova e cria novos modelos, influenciando o ecossistema externo e estabelecendo padrões de excelência em transformação ágil.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Certificações e treinamentos da liderança em gestão ágil (Scrum Master, SAFe Agilist, Kanban, etc.).
- Participação em eventos (conferências ágeis, workshops, comunidades de prática).
- Biblioteca de livros/materiais sobre gestão ágil acessados pela liderança.
- Assinaturas de publicações especializadas (Harvard Business Review, MIT Sloan, revistas ágeis).
- Roadmap de transformação ágil desenhado pela liderança.
- Documentação de iniciativas ágeis patrocinadas pela liderança.
- Contratos com consultorias especializadas em transformação ágil.
- Framework ágil adotado (Scrum, Kanban, SAFe, LeSS, etc.) e evidências de customização.
- Rituais de liderança baseados em princípios ágeis (OKRs, retrospectivas de C-level, etc.).

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 110/389
---	---------------	---------	-------------------

Métricas/KPIs

- % da liderança com certificação em gestão ágil.
- Horas de treinamento em gestão ágil por líder/ano.
- Número de iniciativas ágeis patrocinadas pela liderança.
- % de áreas da organização com práticas ágeis implementadas.
- Tempo médio de ciclo para decisões estratégicas (redução ao longo do tempo).
- Taxa de experimentação (pilotos/MVPs lançados por trimestre).
- Frequência de adaptação do roadmap estratégico.
- NPS interno sobre agilidade da liderança.
- Lead time de iniciativas estratégicas (ideia → execução).

Sinais por nível

- Nível 0:
 - liderança desconhece Scrum, Kanban, OKRs, sprints
 - gestão tradicional waterfall/hierárquica
 - sem interesse em aprender sobre agilidade
- Nível 1:
 - liderança ouviu falar de gestão ágil
 - alguns líderes participaram de palestras ou leram artigos
 - conhecimento superficial e fragmentado
 - sem aplicação prática
- Nível 2:
 - liderança passou por treinamentos formais em gestão ágil
 - compreensão sólida dos conceitos
 - participa de conferências e eventos especializados
 - benchmarking com outras empresas
 - ainda não aplicou na prática
- Nível 3:
 - contratação de consultores especializados para implementar práticas ágeis em uma área piloto (ex: TI)
 - liderança acompanha mas depende fortemente de orientação externa
 - aprendizado pela observação
- Nível 4:
 - liderança lidera a expansão de práticas ágeis para múltiplas áreas sem dependência crítica de consultores
 - customiza frameworks para o contexto da empresa
 - toma decisões informadas sobre onde e como aplicar agilidade
 - coaching interno

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 111/389
---	---------------	---------	-------------------

- Nível 5:
 - liderança adapta continuamente o modelo de gestão ágil conforme aprende
 - experimenta com novos frameworks emergentes
 - contribui para a comunidade ágil (palestras, publicações)
 - framework proprietário evoluído
 - cultura ágil enraizada
- Nível 6:
 - organização é referência em gestão ágil
 - liderança publica livros, artigos e casos de sucesso
 - convida outras organizações para benchmarking
 - desenvolve frameworks proprietários reconhecidos
 - líderes palestram em conferências internacionais
 - contribui para evolução de frameworks ágeis
 - mentoram outras organizações em transformação ágil

Amostragem

- Amostragem Entrevistar 3-5 membros da alta liderança para avaliar: (1) familiaridade com terminologia ágil (sprints, retrospectivas, MVPs, OKRs, etc
-); (2) participação em treinamentos/eventos nos últimos 12 meses; (3) capacidade de explicar como aplicam princípios ágeis em suas decisões; (4) exemplos concretos de iniciativas ágeis que patrocinaram; (5) como adaptaram práticas ágeis ao contexto da empresa
- Analisar últimos 12 meses de iniciativas estratégicas para verificar aplicação de princípios ágeis (iterativo, incremental, feedback rápido)

Questão

Qual é o nível de patrocínio executivo, investimento de recursos e envolvimento ativo da liderança sênior na transformação ágil?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	A alta gestão não tem conhecimento ou envolvimento com iniciativas de gestão ágil.
1	A alta gestão tem conhecimento superficial sobre gestão ágil, mas não demonstra apoio ativo ou compromisso.
2	A alta gestão aprova iniciativas ágeis pontualmente, mas com recursos limitados e baixo envolvimento direto.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 112/389
---	---------------	---------	-------------------

Níveis	Item de resposta
3	A alta gestão patrocina formalmente iniciativas ágeis, aloca recursos específicos, mas o envolvimento é esporádico.
4	A alta gestão está ativamente envolvida, participa de cerimônias-chave, remove impedimentos e monitora progresso regularmente.
5	A alta gestão lidera a transformação ágil, investe significativamente, participa de treinamentos e modela comportamentos ágeis.
6	A alta gestão incorporou completamente mindset ágil, promove cultura de experimentação, e a agilidade é parte da estratégia corporativa.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Atas de reuniões executivas com pautas sobre transformação ágil.
- Orçamento alocado para iniciativas ágeis (treinamentos, ferramentas, consultorias, coaches).
- Comunicados oficiais da liderança sobre compromisso com agilidade.
- Presença de executivos em cerimônias ágeis (sprint reviews, PI planning, town halls).
- Roadmap estratégico incluindo objetivos de transformação ágil.
- Decisões de priorização que favorecem iniciativas ágeis.
- Documentação de impedimentos escalados e resolvidos pela liderança.
- Contratações de roles ágeis (Scrum Masters, Agile Coaches, Product Owners).

Métricas/KPIs

- % do orçamento de TI/Operações dedicado a transformação ágil.
- Frequência de participação de executivos em eventos ágeis.
- Tempo médio de resolução de impedimentos escalados.
- Número de iniciativas ágeis patrocinadas por executivos.
- Taxa de aprovação rápida de investimentos ágeis vs. tradicionais.
- NPS de times sobre suporte da liderança.
- % de executivos com treinamento/certificação ágil.

Sinais por nível

- Nível 0:
 - liderança desconhece práticas ágeis
 - sem menção em estratégia
- Nível 1:

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 113/389
---	---------------	---------	-------------------

- liderança ouviu falar mas vê como “coisa de TI”
- sem apoio tangível

- Nível 2:
 - aprovação reativa de pilotos
 - orçamento mínimo
 - delega totalmente

- Nível 3:
 - sponsor formal designado
 - budget específico
 - revisões trimestrais
 - ainda distante do dia-a-dia

- Nível 4:
 - executivos participam de sprint reviews
 - removem blockers
 - questionam métricas ágeis
 - orçamento significativo

- Nível 5:
 - CEO/C-level falam publicamente sobre agilidade
 - fazem treinamentos
 - participam de retrospectivas
 - investimento estratégico

- Nível 6:
 - agilidade é pilar estratégico
 - OKRs corporativos incluem métricas ágeis
 - liderança modela servant leadership
 - experimentação incentivada

Amostragem

- Amostragem Analisar últimos 6 meses: (1) atas de comitê executivo (quantas mencionam agilidade?); (2) orçamento aprovado para iniciativas ágeis; (3) lista de presença de executivos em eventos ágeis; (4) exemplos de impedimentos resolvidos por escalação; (5) comunicações oficiais sobre agilidade

Questão

Qual é a frequência, qualidade e intensidade da participação de clientes/stakeholders no processo de desenvolvimento e tomada de decisão?

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 114/389
---	---------------	---------	-------------------

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Clientes/stakeholders não participam do processo; requisitos são coletados uma vez no início.
1	Contato mínimo com clientes/stakeholders; feedback solicitado apenas em gates formais (trimestral/anual).
2	Clientes/stakeholders são consultados mensalmente; feedback é coletado mas nem sempre incorporado.
3	Clientes/stakeholders participam de revisões a cada sprint/iteração; feedback influencia backlog.
4	Clientes/stakeholders são membros ativos do processo; validam incrementos, participam de refinamentos e priorizam backlog.
5	Clientes/stakeholders trabalham de forma integrada com o time; disponíveis para esclarecimentos contínuos; co-criam soluções.
6	Clientes/stakeholders são parte do time estendido; tomam decisões de produto em tempo real; relacionamento de parceria estratégica.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Calendário de cerimônias com lista de presença de clientes/stakeholders (sprint reviews, demos).
- Backlog com evidências de input de clientes (user stories com origem, feedback registrado).
- Atas de reuniões de refinamento/priorização com clientes.
- Canais de comunicação dedicados (Slack, Teams) com clientes ativos.
- Contratos/acordos que especificam participação de clientes.
- Feedback logs (pesquisas, entrevistas, testes de usabilidade).
- Artefatos de co-criação (design sprints, workshops, prototipação conjunta).

Métricas/KPIs

- Taxa de participação de clientes em sprint reviews (% de sprints com cliente presente).
- Tempo médio de resposta de clientes a dúvidas/solicitações.
- % de user stories validadas por clientes antes de desenvolvimento.
- Frequência de interação (média de contatos por semana).
- NPS/CSAT dos clientes sobre o processo colaborativo.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 115/389
---	---------------	---------	-------------------

- % de mudanças no backlog originadas de feedback de cliente.
- Lead time de esclarecimento de dúvidas.

Sinais por nível

- Nível 0:
 - modelo waterfall
 - requisitos congelados
 - cliente não vê nada até entrega final
- Nível 1:
 - checkpoint único pós-implementação
 - cliente valida apenas no final
- Nível 2:
 - reuniões mensais de status
 - feedback coletado mas pouco acionado
- Nível 3:
 - clientes em todas sprint reviews
 - feedback documentado e priorizado
- Nível 4:
 - clientes validam PBIs antes do desenvolvimento
 - participam de refinements
 - acesso a ambiente de homologação
- Nível 5:
 - Product Owner tem acesso direto e contínuo
 - clientes em dailies quando necessário
 - workshops de co-criação regulares
- Nível 6:
 - cliente embedded no time
 - decisões de produto em tempo real
 - mindset de parceria
 - shared ownership de outcomes

Amostragem

- Amostragem Analisar últimas 10 sprints: (1) taxa de presença de clientes em reviews; (2) número de interações registradas por sprint; (3) % de PBIs que tiveram validação prévia; (4)

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 116/389
---	---------------	---------	-------------------

exemplos de mudanças de direção baseadas em feedback; (5) tempo médio entre dúvida e resposta do cliente

Questão

Qual é o grau de alinhamento entre os valores culturais existentes (confiança, abertura, tolerância a erros, colaboração) e os requisitos da cultura ágil?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Cultura organizacional é rigidamente hierárquica, avessa a riscos, com baixa tolerância a erros e comunicação top-down.
1	Cultura predominantemente tradicional com silos; tentativas de colaboração encontram resistência; erros são punidos.
2	Cultura em transição; alguns bolsões de colaboração; erros começam a ser vistos como aprendizado, mas inconsistentemente.
3	Cultura parcialmente alinhada; colaboração é valorizada; erros são tratados de forma mais construtiva; ainda há hierarquia significativa.
4	Cultura favorável à agilidade; alta confiança entre áreas; erros são oportunidades de aprendizado; transparência é norma.
5	Cultura fortemente ágil; experimentação é incentivada; feedback aberto é prática comum; autonomia e responsabilidade equilibradas.
6	Cultura totalmente ágil; segurança psicológica plena; celebração de aprendizado; auto-organização natural; mindset de crescimento.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Assessment de cultura organizacional (ex: Competing Values Framework, Denison, OCAI).
- Pesquisas de clima e engajamento com questões sobre confiança, autonomia, tolerância a erros.
- Documentação de valores corporativos e evidências de aplicação prática.
- Registros de retrospectivas e ações de melhoria implementadas.
- Post-mortems de falhas com foco em aprendizado (vs. culpabilização).

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 117/389
---	---------------	---------	-------------------

- Políticas de gestão de pessoas (avaliação, promoção, recompensas) alinhadas com valores ágeis.
- Canais de comunicação abertos (town halls, AMAs, fóruns).

Métricas/KPIs

- Score de segurança psicológica (survey baseado em Edmondson). Índice de confiança entre áreas (survey interno).
- Taxa de “falhas celebradas” (experimentos que falharam mas geraram aprendizado).
- % de decisões tomadas de forma descentralizada.
- Tempo de implementação de ações de retrospectivas.
- Turnover em times ágeis vs. tradicionais. eNPS (employee Net Promoter Score).
- Score de segurança psicológica (survey baseado em Edmondson). Índice de confiança entre áreas (survey interno).
- Taxa de “falhas celebradas” (experimentos que falharam mas geraram aprendizado).
- % de decisões tomadas de forma descentralizada.
- Tempo de implementação de ações de retrospectivas.
- Turnover em times ágeis vs. tradicionais. eNPS (employee Net Promoter Score).
- Score de segurança psicológica (survey baseado em Edmondson). Índice de confiança entre áreas (survey interno).
- Taxa de “falhas celebradas” (experimentos que falharam mas geraram aprendizado).
- % de decisões tomadas de forma descentralizada.
- Tempo de implementação de ações de retrospectivas.
- Turnover em times ágeis vs. tradicionais. eNPS (employee Net Promoter Score).
- Score de segurança psicológica (survey baseado em Edmondson). Índice de confiança entre áreas (survey interno).
- Taxa de “falhas celebradas” (experimentos que falharam mas geraram aprendizado).
- % de decisões tomadas de forma descentralizada.
- Tempo de implementação de ações de retrospectivas.
- Turnover em times ágeis vs. tradicionais. eNPS (employee Net Promoter Score).
- Score de segurança psicológica (survey baseado em Edmondson). Índice de confiança entre áreas (survey interno).
- Taxa de “falhas celebradas” (experimentos que falharam mas geraram aprendizado).
- % de decisões tomadas de forma descentralizada.
- Tempo de implementação de ações de retrospectivas.
- Turnover em times ágeis vs. tradicionais. eNPS (employee Net Promoter Score).
- Score de segurança psicológica (survey baseado em Edmondson). Índice de confiança entre áreas (survey interno).
- Taxa de “falhas celebradas” (experimentos que falharam mas geraram aprendizado).
- % de decisões tomadas de forma descentralizada.
- Tempo de implementação de ações de retrospectivas.
- Turnover em times ágeis vs. tradicionais. eNPS (employee Net Promoter Score).

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 118/389
---	---------------	---------	-------------------

Sinais por nível

- Nível 0:
 - comando-e-controle
 - culpabilização
 - silos rígidos
 - “não temos tempo para experimentar”
- Nível 1:
 - hierarquia rígida
 - colaboração vista como perda de tempo
 - erros = punição
 - “sempre fizemos assim”
- Nível 2:
 - discurso sobre colaboração mas estrutura hierárquica permanece
 - alguns experimentos permitidos com muita aprovação
- Nível 3:
 - colaboração cross-funcional acontece
 - erros geram discussão construtiva na maioria das vezes
 - transparência crescente
- Nível 4:
 - confiança alta
 - times se auto-organizam com supervisão leve
 - retrospectivas geram mudanças reais
 - erros = aprendizado
- Nível 5:
 - cultura de experimentação
 - fail fast é norma
 - feedback 360° naturalizado
 - autonomia com accountability
- Nível 6:
 - segurança psicológica máxima
 - celebração pública de falhas instrutivas
 - todos são agentes de mudança
 - growth mindset organizacional

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 119/389
---	---------------	---------	-------------------

Amostragem

- Amostragem Realizar survey de cultura ágil com amostra representativa (mín
- 50 pessoas de diferentes níveis/áreas)
- Analisar últimas 5 retrospectivas de 3 times: quantas ações foram implementadas? Houve resistência? Revisar 3 post-mortems recentes: foco em aprendizado ou culpa?

Questão

Qual é a qualidade, abrangência e continuidade dos programas de capacitação em práticas ágeis, incluindo coaching e mentoring?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Não existe nenhum programa de treinamento ou capacitação em práticas ágeis.
1	Treinamentos pontuais e esporádicos são oferecidos, sem continuidade ou acompanhamento.
2	Existe um programa básico de treinamento inicial (ex: Scrum Foundation), mas sem coaching ou follow-up.
3	Programa de treinamento estruturado com múltiplos níveis; coaching disponível sob demanda; sem plano de desenvolvimento contínuo.
4	Programa abrangente de capacitação (básico a avançado); coaches/Scrum Masters dedicados; trilhas de desenvolvimento definidas.
5	Programa maduro e integrado ao plano de carreira; coaching contínuo; comunidades de prática ativas; orçamento dedicado para certificações.
6	Cultura de aprendizado contínuo institucionalizada; coaching peer-to-peer; times são ambientes de aprendizagem; investimento estratégico em desenvolvimento.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Catálogo de treinamentos ágeis disponíveis (básico, intermediário, avançado, especializado).
- Trilhas de aprendizagem e planos de desenvolvimento individual (PDIs).

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 120/389
---	---------------	---------	-------------------

- Matriz de competências ágeis e gap analysis.
- Contratos com empresas de treinamento/coaching.
- Relação de coaches/Scrum Masters (dedicados, part-time, ratio coach:time).
- Agenda de coaching e sessões de mentoring.
- Registros de certificações obtidas (CSM, CSPO, SAFe, etc.).
- Comunidades de prática (CoPs, chapters, guilds) com calendário de encontros.
- Materiais de treinamento interno desenvolvidos.

Métricas/KPIs

- % da força de trabalho treinada em práticas ágeis (por nível: básico, intermediário, avançado).
- Horas de treinamento per capita em agilidade (anual).
- Número de certificações ágeis por 100 colaboradores.
- Ratio coach:time (ideal: 1:3 a 1:5 times por coach).
- Taxa de conclusão de trilhas de desenvolvimento. \$ investido em capacitação ágil / colaborador / ano.
- Frequência de coaching (sessões/time/mês).
- Participação em CoPs (% de profissionais ágeis ativos).

Sinais por nível

- Nível 0:
 - zero treinamento
 - “aprendam na internet”
- Nível 1:
 - 1-2 treinamentos pontuais de 1 dia
 - sem continuidade
 - “já treinamos o pessoal”
- Nível 2:
 - Scrum Foundation para todos
 - materiais básicos disponíveis
 - sem coaching estruturado
- Nível 3:
 - múltiplos cursos disponíveis
 - alguns coaches contratados sob demanda
 - trilhas começando a ser desenhadas
- Nível 4:
 - programa estruturado com certificações patrocinadas
 - coaches dedicados (1:5)
 - PDIs incluem competências ágeis

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 121/389
---	---------------	---------	-------------------

- orçamento garantido
- Nível 5:
 - trilhas integradas à carreira
 - coaching embedded
 - CoPs ativas semanalmente
 - budget significativo
 - certificações avançadas incentivadas
- Nível 6:
 - learning organization
 - peer coaching natural
 - times ensinam times
 - budget generoso
 - experimentação com novas práticas encorajada
 - contribuições para comunidade externa

Amostragem

- Amostragem Analisar: (1) % de pessoas treinadas por nível nos últimos 12 meses; (2) ratio atual de coaches:times; (3) budget de capacitação ágil vs
- total de treinamento; (4) amostra de 10 PDIs para verificar inclusão de competências ágeis; (5) atividade de CoPs nos últimos 3 meses

Questão

Qual é o nível de estruturação do processo de transformação ágil, incluindo assessment de prontidão, plano de mudança, gestão de resistências e sustentabilidade?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Não existe processo estruturado; mudanças acontecem de forma ad hoc sem planejamento ou acompanhamento.
1	Iniciativas isoladas sem coordenação; falta assessment de prontidão; resistências não são gerenciadas sistematicamente.
2	Existe um plano básico de transformação, mas sem assessment formal de prontidão; gestão de mudança reativa.
3	Plano de transformação estruturado com fases definidas; assessment de prontidão realizado; gestão de mudança presente mas não integrada.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 122/389
---	---------------	---------	-------------------

Níveis	Item de resposta
4	Programa abrangente de transformação com governance clara; change management integrado; métricas de acompanhamento; gestão ativa de resistências.
5	Transformação estruturada em múltiplas ondas/fases; assessment contínuo; change management profissional; adaptação baseada em lições aprendidas.
6	Transformação é contínua e adaptativa; capacidade organizacional de mudança institucionalizada; experimentação e evolução constantes; sustentabilidade garantida.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Plano de transformação ágil (roadmap, fases, milestones).
- Assessment de prontidão organizacional (readiness assessment usando frameworks validados).
- Plano de gestão de mudança (stakeholder analysis, plano de comunicação, plano de resistências).
- Estrutura de governança (steering committee, transformation office, agile COE).
- Mapa de stakeholders e estratégia de engajamento.
- Plano de comunicação da transformação (canais, frequência, mensagens-chave).
- Registro de riscos e resistências com plano de mitigação.
- Métricas de transformação (leading e lagging indicators).
- Lições aprendidas documentadas e ações corretivas.
- Roadmap de evolução pós-transformação inicial.

Métricas/KPIs

- Completion rate de fases do plano de transformação.
- % de times que completaram transição ágil.
- Lead time de transformação por time/área. Índice de resistência (survey ou análise qualitativa).
- Engajamento em iniciativas de transformação (participação em eventos, surveys).
- Sustentabilidade (% de times que mantêm práticas após 12 meses).
- ROI da transformação (benefícios vs. investimento).
- Velocidade/throughput antes vs. depois (evidência de melhoria).

Sinais por nível

- Nível 0:
 - “vamos fazer ágil”
 - decreto top-down
 - surpresa total

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 123/389
---	---------------	---------	-------------------

- resistência massiva não gerenciada
- Nível 1:
 - várias iniciativas desconexas
 - cada área faz do seu jeito
 - sem coordenação
 - “já somos ágeis” sem evidências
- Nível 2:
 - plano existe mas é genérico
 - falta assessment prévio
 - comunicação pobre
 - resistências aparecem como surpresa
- Nível 3:
 - plano detalhado com fases
 - assessment feito
 - change manager designado
 - stakeholders mapeados
 - comunicação regular
- Nível 4:
 - programa robusto
 - steering committee ativo
 - change management profissional (Prosci, Kotter)
 - métricas acompanhadas
 - ajustes baseados em feedback
- Nível 5:
 - múltiplas ondas planejadas
 - assessment contínuo (pulse checks)
 - change agents em todas áreas
 - resistências antecipadas e gerenciadas
 - retrospectivas de transformação
- Nível 6:
 - transformação contínua como BAU
 - capacidade de mudança = competência organizacional
 - experimentação incentivada
 - evolução constante
 - práticas ágeis profundamente enraizadas

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 124/389
---	---------------	---------	-------------------

Amostragem

- Amostragem Analisar: (1) documentação de plano de transformação e assessment inicial; (2) evidências de governance (atas de steering committee dos últimos 6 meses); (3) plano de comunicação e exemplos de execução; (4) métricas de progresso; (5) registro de resistências e ações de mitigação; (6) survey de sustentabilidade (práticas mantidas após 12+ meses)

Glossário

[Sem glossário]

Referências

- ACATECH. Industrie 4.0 Maturity Index. Managing the Digital Transformation of Companies – UPDATE 2020 - acatech - National Academy of Science and Engineering. Disponível em: <https://en.acatech.de/publication/industrie-4-0-maturity-index-update-2020/download-pdf>. Acesso em: 3 out. 2025.
- ALNUAIMI, B. K. et al. Mastering digital transformation: The nexus between leadership, agility, and digital strategy. Journal of Business Research, v. 145, p. 636–648, 2022.
- BENNETT, N.; LEMOINE, G. J. What a difference a word makes: Understanding threats to performance in a VUCA world. Business Horizons, v. 57, n. 3, p. 311–317, 2014.
- BUER, S.-V.; STRANDHAGEN, J. O.; CHAN, F. T. S. The link between Industry 4.0 and lean manufacturing: mapping current research and establishing a research agenda. International Journal of Production Research, v. 56, n. 8, p. 2924–2940, 2018.
- EDB. THE SMART INDUSTRY READINESS INDEX - Catalysing the transformation of manufacturing. [s.l: s.n.]. Disponível em: [https://www.edb.gov.sg/content/dam/edb-en/about-edb/media-releases/news/the-smart-industry-readiness-index/the-sg-smart-industry-readiness-index-whitepaper%20\(1\).pdf](https://www.edb.gov.sg/content/dam/edb-en/about-edb/media-releases/news/the-smart-industry-readiness-index/the-sg-smart-industry-readiness-index-whitepaper%20(1).pdf).
- FLEURY, A. et al. Going digital in emerging market multinational enterprises: A focus on resources, organizational capabilities and digital maturity. International Business Review, v. 33, 2024.
- GIACOSA, E.; CULASSO, F.; CROCCO, E. Customer agility in the modern automotive sector: How lead management shapes agile digital companies. Technological Forecasting and Social Change, v. 175, 2022.
- GUINAN, P. J.; PARISE, S.; LANGOWITZ, N. Creating an innovative digital project team: Levers to enable digital transformation. Business Horizons, v. 62, n. 6, p. 717–727, 2019.
- INCIT. The Global Smart Industry Readiness Index Initiative: Manufacturing Transformation Insights Report 2025. [s.l: s.n.]. Disponível em: https://assets.incit.org/large-documents/manual/The_global_smart_industry_readiness_index_initiative_2025-manual.pdf. Acesso em: 3 out. 2025.
- KNASTER, R.; LEFFINGWELL, D. SAFe 5.0 Distilled: Achieving Business Agility with the Scaled Agile Framework. Boston: Addison-Wesley, 2020.
- PEREIRA, V. et al. A longitudinal investigation into multilevel agile & ambidextrous strategic dualities in an information technology high performing EMNE. Technological Forecasting and Social Change, v. 169, 2021.
- RIGBY, D. K.; SUTHERLAND, J.; TAKEUCHI, H. Embracing Agile. Harvard Business Review, p. 40–50, mai. 2016.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 125/389
---	---------------	---------	-------------------

- SCHWABER, K.; SUTHERLAND, J. The Scrum Guide™. The Definitive Guide to Scrum: The Rules of the Game. Disponível em: <https://scrumguides.org/>. Acesso em: 16 out. 2025.
- TEECE, D. J. A dynamic capabilities-based entrepreneurial theory of the multinational enterprise. Journal of International Business Studies, v. 45, n. 1, p. 8–37, 2014.
- WEF. The Global Smart Industry Readiness Index Initiative: Manufacturing Transformation Insights Report 2022. [s.l.: s.n.]. Disponível em: https://www3.weforum.org/docs/WEF_The_Global_Smart_Industry_Readiness_Index_Initiative_2022.pdf.

Capacidade Sistemas de metas motivacionais

Bloco/Pilar

- Bloco: Organização
- Pilar: Estrutura e Gestão
- Dimensão: Competência de Liderança

Resumo Descritivo

Capacidade dos líderes de estabelecer, comunicar e gerenciar sistemas de metas que motivam e engajam os colaboradores na transformação para Indústria 4.0. Inclui a habilidade de alinhar objetivos individuais, de equipe e organizacionais; definir metas baseadas em dados; promover autonomia e ownership; fornecer feedback contínuo; e adaptar metas dinamicamente ao contexto de negócios. Esta capacidade mede o quanto a liderança é capaz de criar um ambiente onde metas claras, desafiadoras e motivacionais impulsionam a transformação digital. Estilo de liderança democrático, Gestão ágil, Estratégia & Governança, Colaboração Inter e Intraempresarial, Workforce Learning & Development, Abertura à inovação

Questões

Questão

Como a liderança estabelece e gerencia sistemas de metas para motivar e engajar a equipe na transformação para Indústria 4.0?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Não existem metas formais relacionadas à Indústria 4.0. Liderança não estabelece objetivos claros para a transformação digital.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 126/389
---	---------------	---------	-------------------

Níveis	Item de resposta
1	Liderança define metas de forma unilateral e top-down, comunicadas informalmente. Sem mecanismos de acompanhamento ou feedback.
2	Liderança define metas formais e as comunica através de canais oficiais, mas sem envolvimento da equipe na definição. Acompanhamento anual ou semestral.
3	Liderança define metas em consulta com as equipes, com alinhamento parcial entre objetivos individuais e organizacionais. Feedback periódico (trimestral) e sistema básico de reconhecimento.
4	Liderança co-cria metas com as equipes baseadas em dados, promovendo alinhamento claro entre objetivos individuais, de equipe e organizacionais. Feedback contínuo (mensal) e reconhecimento estruturado.
5	Liderança estabelece sistema ágil de metas com ciclos curtos, alta autonomia das equipes, dashboards com dados em tempo real, análises preditivas e reconhecimento personalizado. Metas adaptam-se dinamicamente ao contexto.
6	Liderança atua como facilitadora de sistema totalmente integrado onde equipes autogerenciáveis definem e ajustam metas continuamente com base em dados em tempo real, transparência total, feedback automatizado e celebração de conquistas. Motivação intrínseca sustentável.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Documentos de definição de metas (OKRs, KPIs, Balanced Scorecard) com evidências de autoria e participação.
- Matriz de alinhamento mostrando conexão entre metas individuais → equipe → organização.
- Dashboards de acompanhamento (frequência de atualização, nível de acesso).
- Atas de reuniões de definição, revisão e ajuste de metas (1:1s, team meetings, all-hands).
- Registros de feedback (formulários, sistemas de avaliação).
- Programas de reconhecimento (critérios, frequência, exemplos).
- PDIs (Planos de Desenvolvimento Individual) vinculados a metas.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 127/389
---	---------------	---------	-------------------

- Comunicações sobre metas (e-mails, intranet, apresentações).

Métricas/KPIs

- % de colaboradores que conhecem suas metas e entendem como contribuem para objetivos organizacionais (pesquisa).
- Taxa de alinhamento entre metas (individual/equipe/organização).
- Frequência de definição, revisão e ajuste de metas.
- % de metas com métricas quantitativas e fontes de dados definidas.
- % de metas co-criadas vs. impostas. Índice de engajamento e motivação (pesquisa eNPS, clima).
- Taxa de alcance de metas.
- Frequência de feedback formal e informal.
- % de colaboradores que receberam reconhecimento vinculado a metas.
- Tempo de resposta entre mudança estratégica e ajuste de metas. Índice de autonomia (pesquisa sobre ownership das metas).
- Taxa de uso de dashboards e ferramentas de acompanhamento.

Sinais por nível

- Nível 0:
 - sem metas formais para Indústria 4
 - iniciativas ad-hoc ou ausentes
- Nível 1:
 - metas definidas unilateralmente pela liderança
 - comunicação informal
 - sem acompanhamento estruturado
 - colaboradores desconhecem ou não se engajam
- Nível 2:
 - metas definidas top-down com comunicação formal
 - acompanhamento anual/semestral
 - alinhamento fraco
 - feedback esporádico
 - reconhecimento pontual
- Nível 3:
 - consulta às equipes na definição
 - alinhamento parcial documentado
 - revisões trimestrais
 - feedback periódico
 - sistema básico de reconhecimento
 - motivação moderada

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 128/389
---	---------------	---------	-------------------

- Nível 4:
 - co-criação de metas com dados
 - alinhamento claro e documentado
 - dashboards digitais
 - feedback contínuo (mensal)
 - reconhecimento estruturado
 - alta motivação
 - metas revisadas com base em contexto
- Nível 5:
 - sistema ágil com ciclos curtos (sprints)
 - alta autonomia
 - dashboards com tempo real e analytics preditivos
 - reconhecimento personalizado e automatizado
 - ajustes dinâmicos baseados em dados
 - motivação intrínseca
- Nível 6:
 - autogestão completa
 - times definem e ajustam metas continuamente
 - transparência total
 - feedback e reconhecimento em tempo real
 - cultura de metas integrada
 - celebração sistemática de conquistas
 - metas adaptativas com ajustes automáticos

Amostragem

- com evidências de autoria e participação
- Matriz de alinhamento mostrando conexão entre metas individuais → equipe → organização
- Dashboards de acompanhamento (frequência de atualização, nível de acesso)
- Atas de reuniões de definição, revisão e ajuste de metas (1:1s, team meetings, all-hands)
- Registros de feedback (formulários, sistemas de avaliação)
- Programas de reconhecimento (critérios, frequência, exemplos)
- PDIs (Planos de Desenvolvimento Individual) vinculados a metas
- Comunicações sobre metas (e-mails, intranet, apresentações)
- B) Métricas/KPIs % de colaboradores que conhecem suas metas e entendem como contribuem para objetivos organizacionais (pesquisa)
- Taxa de alinhamento entre metas (individual/equipe/organização)
- Frequência de definição, revisão e ajuste de metas
- % de metas com métricas quantitativas e fontes de dados definidas
- % de metas co-criadas vs
- impostas
- Índice de engajamento e motivação (pesquisa eNPS, clima)
- Taxa de alcance de metas

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 129/389
---	---------------	---------	-------------------

- Frequência de feedback formal e informal
- % de colaboradores que receberam reconhecimento vinculado a metas
- Tempo de resposta entre mudança estratégica e ajuste de metas
- Índice de autonomia (pesquisa sobre ownership das metas)
- Taxa de uso de dashboards e ferramentas de acompanhamento
- C) Sinais por nível N0: sem metas formais para Indústria 4
- 0; iniciativas ad-hoc ou ausentes
- N1: metas definidas unilateralmente pela liderança; comunicação informal; sem acompanhamento estruturado; colaboradores desconhecem ou não se engajam
- N2: metas definidas top-down com comunicação formal; acompanhamento anual/semestral; alinhamento fraco; feedback esporádico; reconhecimento pontual
- N3: consulta às equipes na definição; alinhamento parcial documentado; revisões trimestrais; feedback periódico; sistema básico de reconhecimento; motivação moderada
- N4: co-criação de metas com dados; alinhamento claro e documentado; dashboards digitais; feedback contínuo (mensal); reconhecimento estruturado; alta motivação; metas revisadas com base em contexto
- N5: sistema ágil com ciclos curtos (sprints); alta autonomia; dashboards com tempo real e analytics preditivos; reconhecimento personalizado e automatizado; ajustes dinâmicos baseados em dados; motivação intrínseca
- N6: autogestão completa; times definem e ajustam metas continuamente; transparência total; feedback e reconhecimento em tempo real; cultura de metas integrada; celebração sistemática de conquistas; metas adaptativas com ajustes automáticos
- D) Amostragem Selecionar 3-5 ciclos de definição de metas dos últimos 12-24 meses
- Analisar 10-15 metas de diferentes níveis hierárquicos e funções, verificando: processo de definição (quem participa), comunicação (canais e clareza), alinhamento (vínculo com objetivos superiores), métricas (quantificação e fontes de dados), acompanhamento (frequência e ferramentas), feedback (registros e frequência), ajustes (histórico de revisões e justificativas), reconhecimento (exemplos concretos), autonomia (nível de participação dos colaboradores)
- Realizar entrevistas com 5-10 colaboradores de diferentes níveis para avaliar percepção sobre clareza, motivação, alinhamento e ownership das metas
- Analisar resultados de pesquisas de engajamento correlacionando com dados de performance em metas
- —

Questão

Como as metas são formuladas em termos de clareza, especificidade e mensurabilidade?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Metas vagas e genéricas (“melhorar”, “aumentar”) sem especificações concretas ou critérios de sucesso.
1	Alguma especificidade nas metas, mas sem métricas claras ou mensuráveis definidas.

Níveis	Item de resposta
2	Metas específicas com métricas definidas, mas sem prazos estabelecidos ou relevância clara.
3	Metas SMART básicas (específicas, mensuráveis, alcançáveis, relevantes e com prazo definido).
4	Metas SMART bem definidas, desafiadoras mas alcançáveis, com critérios de sucesso claros e documentados.
5	Metas SMART com múltiplas dimensões e interdependências mapeadas entre diferentes áreas e níveis organizacionais.
6	Sistema dinâmico de metas SMART que se auto-ajustam baseado em dados em tempo real e contexto de negócio, mantendo relevância e desafio apropriado.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Documentos de metas verificando presença de elementos SMART (especificidade, métricas, prazos, relevância).
- Templates e frameworks utilizados para definição de metas (OKR canvas, formulários SMART).
- Matriz de metas com detalhamento de cada critério SMART.
- Exemplos de metas bem formuladas vs. mal formuladas em documentação.
- Guias internos de formulação de metas.

Métricas/KPIs

- % de metas que atendem todos os critérios SMART (auditoria de qualidade de metas).
- % de metas com métricas quantitativas vs. qualitativas.
- % de metas com prazo definido e responsável claro.
- Clareza percebida das metas por colaboradores (pesquisa/survey).
- Taxa de alcance de metas correlacionada com especificidade (metas SMART têm maior taxa de alcance).
- Tempo médio para definir uma meta (muito rápido pode indicar falta de rigor).

Sinais por nível

- Nível 0:
 - metas como “melhorar produção”, “aumentar qualidade”, sem números ou datas
- Nível 1:

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 131/389
---	---------------	---------	-------------------

- metas com algum número ("aumentar 10%") mas sem contexto temporal ou baseline
- Nível 2:
 - metas com número e prazo, mas sem clareza de como medir ou se é alcançável
- Nível 3:
 - metas seguem estrutura SMART básica
 - maioria tem todos elementos presentes
- Nível 4:
 - metas SMART consistentes
 - revisão de qualidade garante elementos bem definidos
 - desafio apropriado
- Nível 5:
 - metas complexas que consideram múltiplas variáveis
 - interdependências entre metas documentadas
 - cenários alternativos
- Nível 6:
 - sistema que monitora qualidade SMART automaticamente
 - ajusta dinamicamente dificuldade
 - sugere refinamentos baseados em dados

Amostragem

- Amostragem Analisar amostra de 20-30 metas de diferentes áreas e níveis hierárquicos
- Para cada meta, avaliar presença e qualidade de cada critério SMART individualmente (0-5 pontos)
- Calcular score médio SMART da organização
- Entrevistar 5-8 colaboradores sobre clareza e compreensão de suas metas

Questão

Qual o nível de transparência e visibilidade das metas individuais, de equipe e organizacionais?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Metas confidenciais, conhecidas apenas pela liderança sênior. Não há compartilhamento estruturado.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 132/389
---	---------------	---------	-------------------

Níveis	Item de resposta
1	Metas individuais privadas, compartilhadas apenas entre líder e liderado em conversas 1:1.
2	Metas de equipe compartilhadas dentro do time, mas não há visibilidade entre diferentes áreas ou departamentos.
3	Metas organizacionais públicas e acessíveis, metas individuais parcialmente visíveis dentro da organização.
4	Alta transparência - todas as metas (individuais, equipe, organizacionais) visíveis para toda a organização através de sistemas integrados.
5	Transparência total com dashboards públicos e acessíveis em tempo real por todos os colaboradores, incluindo progresso e status.
6	Transparência radical com visualização em tempo real de contribuições individuais para metas coletivas, impacto organizacional e interdependências visíveis.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Sistemas de gestão de metas (OKR tools, HRIS, performance management systems) e configurações de acesso.
- Políticas de transparência de metas e diretrizes de compartilhamento.
- Níveis de acesso e permissões em sistemas (quem pode ver quais metas).
- Dashboards públicos e sua frequência de atualização.
- Intranet/wikis com metas organizacionais publicadas.
- All-hands presentations compartilhando metas.

Métricas/KPIs

- % de metas visíveis para toda organização vs. restritas.
- Frequência de acesso a dashboards de metas por colaborador.
- % de colaboradores que conseguem visualizar metas de outras áreas/níveis. Índice de transparência percebida (pesquisa sobre conhecimento de metas alheias).
- Tempo médio até meta ser publicada após definição.
- Taxa de atualização de status de metas em sistemas públicos.

Sinais por nível

- Nível 0:

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 133/389
---	---------------	---------	-------------------

- metas em documentos locais da liderança
- colaboradores não têm acesso
- Nível 1:
 - metas individuais apenas em 1:1s ou sistemas com acesso restrito
- Nível 2:
 - metas de equipe em boards/drives do time
 - silos entre áreas
- Nível 3:
 - metas estratégicas em apresentações/intranet
 - individuais parcialmente acessíveis (mesmo nível hierárquico)
- Nível 4:
 - sistema centralizado onde todos podem buscar e visualizar metas de qualquer pessoa/área
- Nível 5:
 - dashboards ao vivo mostrando progresso
 - atualizações frequentes (semanal/diária)
 - cultura de transparência
- Nível 6:
 - visualização de rede de metas mostrando como trabalho individual conecta-se a objetivos coletivos
 - gamificação de progresso visível

Amostragem

- Amostragem Testar níveis de acesso a metas: tentar acessar metas de diferentes níveis hierárquicos e áreas funcionais
- Entrevistar 8-12 colaboradores de diversos níveis sobre: conhecimento das metas de outras áreas, facilidade de acesso, cultura de compartilhamento
- Verificar última atualização de metas em sistemas públicos

Questão

Qual a frequência dos ciclos de definição, revisão e ajuste de metas?

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 134/389
---	---------------	---------	-------------------

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Sem ciclos definidos ou metas permanentes sem revisão estruturada. Ajustes apenas reativos.
1	Ciclos anuais rígidos com pouca ou nenhuma flexibilidade para ajustes durante o ano.
2	Ciclos anuais com revisão mid-year (semestral) para ajustes pontuais baseados em mudanças significativas.
3	Ciclos trimestrais ou semestrais com revisões estruturadas e documentadas, permitindo ajustes planejados.
4	Ciclos bimestrais ou mensais com acompanhamento contínuo, rituais regulares e ajustes frequentes baseados em dados.
5	Ciclos curtos tipo sprint (2-4 semanas) com rituais ágeis de planejamento, revisão e retrospectiva; alta cadência de ajustes.
6	Metas adaptativas com revisão contínua baseada em dados em tempo real, ajustes automáticos e dinâmicos conforme contexto.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Calendário de ciclos de metas e rituais associados (planning, reviews, retrospectives).
- Atas de reuniões de revisão de metas ao longo do tempo.
- Histórico de versões de metas em sistemas, mostrando ajustes e modificações.
- Políticas de gestão de metas especificando frequência de ciclos.
- Cronograma anual de processos de RH/gestão de performance.
- Templates de revisão com campos de ajustes e justificativas.

Métricas/KPIs

- Duração média dos ciclos de metas (em dias/semanas).
- Frequência de revisões formais por ano/trimestre.
- % de metas que foram ajustadas durante o ciclo (vs. mantidas inalteradas até o fim).
- Tempo médio entre identificação de necessidade de mudança e efetivo ajuste de meta.
- Taxa de participação em rituais de revisão.
- Número de iterações de uma meta antes de ser considerada completa.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 135/389
---	---------------	---------	-------------------

Sinais por nível

- Nível 0:
 - metas definidas informalmente e raramente revisitadas
 - sem calendário
- Nível 1:
 - ciclo anual fixo (ex
 - : definição em janeiro, avaliação em dezembro)
 - metas não mudam
- Nível 2:
 - ciclo anual com check-in semestral
 - ajustes apenas se mudança drástica no negócio
- Nível 3:
 - ciclos trimestrais ou semestrais estabelecidos
 - atas documentam revisões
 - alguns ajustes permitidos
- Nível 4:
 - ciclos mensais ou bimestrais
 - rituais regulares (monthly reviews)
 - dados guiam ajustes
 - cultura de adaptação
- Nível 5:
 - sprints de 2-4 semanas
 - planning/review/retro regulares
 - metas de curto prazo alinhadas a objetivos maiores
 - alta flexibilidade
- Nível 6:
 - monitoramento contínuo com alertas automáticos
 - metas ajustadas em tempo quase real baseado em dashboards
 - cultura de experimentação rápida

Amostragem

- Amostragem Rastrear histórico de 10-15 metas ao longo de 12 meses
- Para cada meta, documentar: data de definição inicial, datas de todas as revisões, natureza dos ajustes (escopo, métrica, prazo), razão documentada para ajuste

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 136/389
---	---------------	---------	-------------------

- Calcular tempo médio entre revisões
- Verificar aderência ao calendário planejado de revisões

Questão

Como as metas individuais e de equipe conectam-se ao propósito e visão de longo prazo da organização?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Sem propósito organizacional claro ou conexão explícita com metas estabelecidas. Metas puramente operacionais.
1	Propósito organizacional existe e é comunicado, mas desconectado das metas operacionais e individuais diárias.
2	Metas estratégicas de alto nível conectadas ao propósito, mas metas operacionais e individuais ainda desalinhadas.
3	Conexão explícita entre a maioria das metas e o propósito organizacional, documentada formalmente na definição de metas.
4	Todas as metas articulam claramente sua contribuição ao propósito e impacto organizacional esperado. Narrativa presente.
5	Sistema robusto de narrativas que conecta cada meta individual ao impacto organizacional e social de forma tangível e inspiradora.
6	Cultura onde propósito é vivenciado diariamente, com visualização em tempo real do impacto individual no propósito coletivo; celebração de contribuições.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Documentos de propósito, missão e visão organizacional amplamente divulgados.
- Matriz de conexão entre metas e propósito (cascading from purpose).
- Templates de metas com campo obrigatório de “contribuição ao propósito”.
- Comunicações e apresentações que articulam o “porquê” das metas.
- Storytelling em all-hands e town halls conectando trabalho individual a impacto maior.
- Onboarding materials que explicam propósito.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 137/389
---	---------------	---------	-------------------

Métricas/KPIs

- % de metas que explicitam conexão com propósito em sua descrição.
- Compreensão do propósito pelos colaboradores (pesquisa: “você sabe o propósito da empresa?”).
- % de colaboradores que conseguem articular como seu trabalho contribui para propósito (pesquisa).
- Motivação intrínseca relacionada ao propósito (eNPS, engagement scores). Índice de alinhamento entre valores pessoais e organizacionais.
- Turnover correlacionado com senso de propósito.

Sinais por nível

- Nível 0:
 - propósito inexistente ou desconhecido
 - metas puramente numéricas sem contexto maior
- Nível 1:
 - propósito em parede/site mas não mencionado em conversas de metas
 - desconexão clara
- Nível 2:
 - metas estratégicas do C-level mencionam propósito
 - metas operacionais não fazem essa ponte
- Nível 3:
 - maioria das metas tem campo “por que isso importa” preenchido
 - referência ao propósito em documentação
- Nível 4:
 - todas as metas incluem narrativa clara de contribuição
 - líderes consistentemente fazem essa conexão em comunicações
- Nível 5:
 - histórias e exemplos concretos de como trabalho individual impactou propósito
 - cultura de storytelling
 - reconhecimento baseado em impacto
- Nível 6:
 - dashboards mostram contribuição em tempo real para objetivos de propósito
 - celebrações frequentes
 - propósito guia decisões diárias visivelmente

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 138/389
---	---------------	---------	-------------------

Amostragem

- Amostragem Analisar 20-30 metas de diferentes níveis verificando presença de narrativa de conexão com propósito (sim/não/parcial)
- Entrevistar 10-15 colaboradores de diversos níveis com perguntas: “Qual o propósito da organização?”, “Como seu trabalho contribui para ele?”, “Você sente que seu trabalho tem impacto maior?”
- Avaliar qualidade das respostas (específicas vs vagas)
- Revisar últimas 3-5 comunicações de liderança sobre metas verificando menção a propósito

Questão

Como dados, métricas e analytics são utilizados no processo de definição e acompanhamento de metas?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Metas definidas sem base em dados, apenas intuição ou experiência da liderança. Decisões puramente qualitativas.
1	Uso básico de dados históricos para contextualizar metas, mas sem análise estruturada ou sistemática.
2	Análise de dados históricos estruturada para definir metas (baselines, trends), mas sem ferramentas dedicadas ou processos formais.
3	Uso de dashboards e relatórios periódicos para acompanhar progresso e ajustar metas. Analytics descritivos consolidados.
4	Analytics avançados com indicadores preditivos e benchmarking externo para definição de metas. Análise de causas e correlações.
5	Sistema integrado de business intelligence com análises preditivas e prescritivas em tempo real. Simulações e cenários.
6	Inteligência artificial e machine learning para otimização contínua e automática de metas baseada em múltiplas variáveis e contexto dinâmico.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 139/389
---	---------------	---------	-------------------

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Relatórios de análise de dados utilizados na definição de metas (data packs, business reviews).
- Dashboards e ferramentas de BI (Tableau, PowerBI, Looker) com métricas de performance.
- Registros de benchmarking e comparações com mercado/competidores.
- Modelos preditivos e simulações usadas no planejamento.
- Data catalog com fontes de dados disponíveis para análise.
- Decision logs citando dados que embasaram metas.

Métricas/KPIs

- % de metas definidas com base em análise de dados documentada (vs. intuição).
- Frequência de uso de dashboards por líderes e times.
- % de metas com baseline histórico documentado.
- Qualidade das fontes de dados (atualização, completude, confiabilidade).
- Sofisticação das análises (descritiva, diagnóstica, preditiva, prescritiva).
- Tempo de acesso a dados para tomada de decisão.
- % de decisões com simulações/modelagens prévias.

Sinais por nível

- Nível 0:
 - metas tipo “aumentar 10%” sem análise de viabilidade ou histórico
 - decisões de feeling
- Nível 1:
 - dados históricos consultados informalmente (planilhas pessoais)
 - não há processo estruturado
- Nível 2:
 - relatórios periódicos (mensais/trimestrais) usados para contextualizar
 - análise retrospectiva básica
- Nível 3:
 - dashboards consolidados acessados regularmente
 - métricas padronizadas
 - análise descritiva do que aconteceu
- Nível 4:
 - análise de causas com dados (por que aconteceu)
 - benchmarking sistemático
 - correlações identificadas
 - dados guiam ambição das metas

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 140/389
---	---------------	---------	-------------------

- Nível 5:
 - modelos preditivos (o que vai acontecer)
 - simulações de cenários
 - análises what-if
 - metas otimizadas por algoritmos
 - prescrições
- Nível 6:
 - AI/ML monitorando performance em tempo real
 - ajustes automáticos de metas
 - aprendizado contínuo
 - otimização multi-objetivo

Amostragem

- Amostragem Revisar processo de definição de 15-20 metas, rastreando: quais dados foram consultados, que análises foram feitas, como dados influenciaram decisão final
- Entrevistar 5-8 líderes sobre processo de uso de dados na definição de metas
- Avaliar maturidade das ferramentas de analytics disponíveis e taxa de adoção

Glossário

[Sem glossário]

Referências

- ACATECH. Industrie 4.0 Maturity Index. Managing the Digital Transformation of Companies – UPDATE 2020 - acatech - National Academy of Science and Engineering. Disponível em: <https://en.acatech.de/publication/industrie-4-0-maturity-index-update-2020/download-pdf>. Acesso em: 3 out. 2025.
- BERNSTEIN, E. S. The transparency trap. Harvard Business Review, v. 92, n. 10, p. 58–66, 2014.
- BONINI, A. et al. The relationship between leadership and adaptive performance: A systematic review and meta-analysis. PLOS ONE, v. 19, p. 1–29, out. 2024.
- BUCKINGHAM, M.; GOODALL, A. Reinventing performance management. Harvard Business Review, v. 93, n. 4, p. 40–50, 2015.
- CAPPELLI, P.; TAVIS, A. The performance management revolution. Harvard Business Review, v. 94, n. 10, p. 58–67, 2016.
- DAVENPORT, T. H. Competing on Analytics: The New Science of Winning. Boston: Harvard Business School Press, 2007.
- DECI, E. L.; RYAN, R. M. Self-determination theory: A macrotheory of human motivation, development, and health. Canadian Psychology, v. 49, n. 3, p. 182–185, 2008.
- DECUYPERE, A.; SCHAUFELI, W. Exploring the Leadership–Engagement Nexus: A Moderated Meta-Analysis and Review of Explaining Mechanisms. International Journal of Environmental Research and Public Health, v. 18, n. 16, p. 8592, 2021.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 141/389
---	---------------	---------	-------------------

- DOERR, J. Measure What Matters: How Google, Bono, and the Gates Foundation Rock the World with OKRs. New York: Portfolio/Penguin, 2018.
- DORAN, G. T. There's a S.M.A.R.T. way to write management's goals and objectives. Management Review, v. 70, n. 11, p. 35–36, 1981.
- DWECK, C. S. Mindset: The New Psychology of Success. New York: Random House, 2006.
- GARTENBERG, C.; PRAT, A.; SERAFEIM, G. Corporate purpose and financial performance. Organization Science, v. 30, n. 1, p. 1–18, 2019.
- KAPLAN, R. S.; NORTON, D. P. The Balanced Scorecard: Translating Strategy into Action. Boston: Harvard Business School Press, 1996.
- KHASSAWNEH, O.; ELREHAIL, H. The Effect of Participative Leadership Style on Employees' Performance: The Contingent Role of Institutional Theory. Administrative Sciences, v. 12, n. 4, p. 195, 15 dez. 2022.
- LOCKE, E. A.; LATHAM, G. P. Building a practically useful theory of goal setting and task motivation: A 35-year odyssey. American Psychologist, v. 57, n. 9, p. 705–717, 2002.
- LOCKE, E. A.; LATHAM, G. P. New directions in goal-setting theory. Current Directions in Psychological Science, v. 15, n. 5, p. 265–268, 2006.
- MEYER, J. P.; ALLEN, N. J. A three-component conceptualization of organizational commitment. Human Resource Management Review, v. 1, n. 1, p. 61–89, 1991.
- PINK, D. H. Drive: The Surprising Truth About What Motivates Us. New York: Riverhead Books, 2009.
- QUINN, R. E.; THAKOR, A. V. Creating a purpose-driven organization. Harvard Business Review, v. 96, n. 4, p. 78–85, 2018.
- SCHAUFELI, W. B.; BAKKER, A. B. Job demands, job resources, and their relationship with burnout and engagement: A multi-sample study. Journal of Organizational Behavior, v. 25, n. 3, p. 293–315, 2004.
- SINEK, S. Start with Why: How Great Leaders Inspire Everyone to Take Action. New York: Portfolio, 2009.
- SUTHERLAND, J.; SUTHERLAND, J. J. Scrum: The Art of Doing Twice the Work in Half the Time. New York: Crown Business, 2014.
- TOUFIGHI, S. P. et al. Participative leadership, cultural factors, and speaking-up behaviour: An examination of intra-organisational knowledge sharing. Journal of Innovation & Knowledge, v. 9, n. 3, p. 100548–100548, 1 jul. 2024.
- TURBAN, D. B.; GREENING, D. W. Corporate social performance and organizational attractiveness to prospective employees. Academy of Management Journal, v. 40, n. 3, p. 658–672, 1997.
- WEF. The Global Smart Industry Readiness Index Initiative: Manufacturing Transformation Insights Report 2022. [s.l.: s.n.]. Disponível em:
https://www3.weforum.org/docs/WEF_The_Global_Smart_Industry_Readiness_Index_Initiative_2022.pdf.

Capacidade Dar forma à mudança

Bloco/Pilar

- Bloco: Organização

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 142/389
---	---------------	---------	-------------------

- Pilar: Estrutura e Gestão
- Dimensão: Estratégia e Governança

Resumo Descritivo

Esta capacidade define a aptidão de uma empresa e de seus colaboradores para reagir de maneira rápida e apropriada a eventos externos, maximizando os benefícios da mudança para todos os envolvidos. Ela pressupõe que a transformação não deve ser apenas aceita passivamente, mas sim protagonizada pelos próprios funcionários

Questões

Questão

Qual é a atitude e o nível de autonomia dos funcionários para iniciar e implementar mudanças?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	As mudanças são impostas pela gestão e geralmente recebidas com resistência. Os funcionários não têm voz nem iniciativa no processo de mudança.
1	Os funcionários executam mudanças apenas quando instruídos. A iniciativa de mudança não é esperada nem incentivada no nível operacional.
2	Os funcionários são incentivados a sugerir melhorias (ex: caixas de sugestão), mas não têm autoridade para iniciar ou implementar mudanças. A gestão centraliza todas as decisões de mudança.
3	Os funcionários mais próximos dos processos são consultados sobre mudanças, mas a autoridade de decisão permanece centralizada. A iniciativa de mudança ainda é vista como uma responsabilidade primária da gestão.
4	Os funcionários têm autonomia para iniciar e implementar pequenas mudanças dentro de suas áreas imediatas. Eles entendem que são parcialmente responsáveis por moldar a mudança.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 143/389
---	---------------	---------	-------------------

Níveis	Item de resposta
5	Os funcionários com o conhecimento técnico relevante têm autoridade para iniciar e implementar mudanças significativas. Eles são proativos e dão o primeiro passo por conta própria para que a mudança aconteça.
6	A organização depende da iniciativa da linha de frente para impulsionar a adaptação. Os funcionários têm autonomia total para iniciar, implementar e concluir mudanças rapidamente, e são avaliados pela sua capacidade de fazê-lo.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Registros de sistemas de sugestão de melhoria
- Documentação de projetos de melhoria contínua.
- Atas de reuniões de equipes operacionais que discutem a implementação de mudanças.
- Matrizes de responsabilidade para processos de gestão de mudança, evidenciando a descentralização do poder de decisão.

Métricas/KPIs

- Número de melhorias/mudanças implementadas iniciadas por funcionários da linha de frente (não-gerenciais).
- Tempo de ciclo da mudança (desde a identificação do evento até a implementação da medida).
- Taxa de participação em programas de sugestão/melhoria.
- Percentual de decisões de mudança delegadas às equipes de processo.

Sinais por nível

- Nível 0:
 - Funcionários afirmam: "Eu apenas faço o que me mandam" ou "A gestão decide tudo, não adianta sugerir"
- Nível 1:
 - Funcionários afirmam: "Eu apenas faço o que me mandam" ou "A gestão decide tudo, não adianta sugerir"
- Nível 2:
 - Existem caixas de sugestão, mas os funcionários relatam que raramente veem suas ideias implementadas ou recebem feedback
- Nível 3:

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 144/389
---	---------------	---------	-------------------

- Operadores relatam problemas e sugerem soluções, mas afirmam que precisam esperar dias ou semanas pela aprovação da gerência ou engenharia para implementar qualquer mudança
- Nível 4:
 - Equipes de linha de frente demonstram autonomia para mudanças locais (ex: organização do local de trabalho), mas mudanças de processo maiores ainda são iniciadas e controladas pela gestão
- Nível 5:
 - Um operador identifica uma falha recorrente e tem autoridade para parar, testar uma solução e documentar a mudança para a equipe, iniciando o processo por conta própria
- Nível 6:
 - As equipes operacionais têm metas de melhoria e autonomia para experimentar, falhar e implementar mudanças de processo em tempo real, comunicando as mudanças horizontalmente

Amostragem

- Realizar entrevistas com operadores, líderes de equipe, supervisores e gerentes de melhoria contínua
- Perguntas-chave: "Descreva a última vez que você identificou uma oportunidade de melhoria ou um problema no seu trabalho"
- "O que você fez a respeito?" "Você teve autoridade para implementar a mudança sozinho ou precisou de aprovação?" "Quem na empresa é responsável por iniciar mudanças?" Observação: Analisar 3-5 processos de mudança recentes e rastrear a origem da iniciativa (quem deu o primeiro passo)

Questão

Como a estrutura de gestão reage (apoia, bloqueia, ignora) quando um funcionário da linha de frente propõe ou tenta implementar uma mudança?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	A gestão desencoraja ativamente as sugestões ou iniciativas de mudança dos funcionários, considerando-as "fora de função" ou "indisciplina".

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 145/389
---	---------------	---------	-------------------

Níveis	Item de resposta
1	A gestão ignora sistematicamente as iniciativas de mudança. Funcionários que tentam são vistos como "problemáticos" ou "perda de tempo".
2	A gestão ouve as propostas, mas a iniciativa é bloqueada por burocracia excessiva (ex: múltiplos formulários, longos tempos de espera por aprovação) que desencoraja a ação.
3	A gestão apoia verbalmente a iniciativa, mas raramente fornece os recursos (tempo, orçamento, pessoal) ou a autoridade necessários para a implementação. A mudança não avança.
4	A gestão apoia ativamente iniciativas de baixo risco. Para mudanças maiores, a gestão assume o controle do projeto, retirando a liderança do funcionário que a iniciou.
5	A gestão atua como facilitadora, fornecendo ativamente os recursos e o "leeway" (espaço de manobra) necessários para que o funcionário ou a equipe teste e implemente a mudança que iniciou.
6	A gestão espera que os funcionários iniciem e liderem mudanças. O papel principal da gestão é remover barreiras, garantir recursos rapidamente e proteger a equipe durante a experimentação (mesmo que falhe).

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Fluxogramas do processo de "sugestão-para-implementação".
- Registros de alocação de tempo (ex: horas de engenharia, tempo de máquina parada) ou orçamento para projetos de melhoria iniciados por funcionários.
- Atas de reunião de gestão (procurar por aprovações/rejeições de iniciativas da linha de frente).
- Documentação de projetos de melhoria (verificar quem é o "dono" ou líder do projeto).

Métricas/KPIs

- Taxa de conversão (sugestões de funcionários vs. implementações).
- Tempo de aprovação (tempo entre a sugestão do funcionário e a alocação de recursos pela gestão).
- Percentual de projetos de melhoria liderados por funcionários não-gerenciais.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 146/389
---	---------------	---------	-------------------

Sinais por nível

- Nível 0:
 - Funcionários relatam: "Eu nem me dou ao trabalho de sugerir", "Na última vez que tentei, levei uma bronca por parar a linha" ou "A gestão não gosta que a gente se meta"
- Nível 1:
 - Funcionários relatam: "Eu nem me dou ao trabalho de sugerir", "Na última vez que tentei, levei uma bronca por parar a linha" ou "A gestão não gosta que a gente se meta"
- Nível 2:
 - "Eu sugeri uma melhoria há 6 meses
 - Preenchi três formulários e nunca mais ouvi falar
- Nível 3:
 - "Meu chefe disse 'ótima ideia', mas falou que 'não temos tempo para isso agora' e o assunto morreu
- Nível 4:
 - "Conseguimos mudar o layout da nossa célula, mas quando sugerimos alterar o fluxo de TI, a gerência sênior assumiu o projeto e perdemos o controle
- Nível 5:
 - "Eu disse ao meu gerente que nosso processo estava gerando refugo
 - Ele me deu 4 horas de 'tempo de máquina' e um colega da manutenção para testar minha nova ideia
- Nível 6:
 - "Nosso gerente nos pergunta diariamente: 'O que está bloqueando sua mudança?' O trabalho dele é nos ajudar a implementar nossas próprias ideias o mais rápido possível

Amostragem

- Amostragem Entrevistas: Realizar entrevistas focadas com funcionários da linha de frente (operadores, técnicos) e seus supervisores diretos (líderes de turno, gerentes de produção)
- Perguntas-chave (para funcionários): "O que acontece quando você leva uma ideia de mudança para seu supervisor?" "Você recebe apoio (tempo, dinheiro, ajuda) para testar suas ideias?" "Descreva uma mudança que você tentou implementar"
- Quem o ajudou? Quem o atrapalhou?" Perguntas-chave (para gestores): "Qual é o seu papel quando um membro da sua equipe sugere uma mudança de processo?" "Como você decide quais recursos alocar para uma ideia vinda da equipe?"

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 147/389
---	---------------	---------	-------------------

Questão

Qual é a postura do funcionário em relação à sua responsabilidade pessoal de iniciar mudanças, mesmo que não seja explicitamente solicitado?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Os funcionários veem a mudança como uma ameaça ou um fardo. Eles ativamente evitam ou se opõem a ela.
1	Os funcionários acreditam que "mudar" não é parte do seu trabalho. Eles esperam passivamente por instruções e executam apenas o que é mandado.
2	Os funcionários reconhecem problemas, mas acreditam que é responsabilidade exclusiva da gestão (supervisores, engenharia) identificá-los e resolvê-los.
3	Os funcionários tomam a iniciativa de relatar problemas, mas não se sentem responsáveis por propor ou desenvolver a solução. A responsabilidade termina na comunicação do problema.
4	Os funcionários sentem-se responsáveis por identificar problemas e propor soluções. Eles preparam e apresentam suas ideias à gestão para aprovação.
5	Os funcionários sentem responsabilidade pessoal não apenas por propor, mas por liderar a implementação da mudança. Eles tomam a iniciativa e estão preparados para dar o primeiro passo por conta própria.
6	A responsabilidade pela melhoria é totalmente internalizada. Os funcionários veem o ato de "mudar" como parte central do seu trabalho diário, tomam a iniciativa de forma autônoma e ajudam os colegas a fazer o mesmo.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 148/389
---	---------------	---------	-------------------

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Quadros de gestão à vista para verificar a autoria das iniciativas de melhoria (se são dos operadores ou dos gestores).
- Registros de "donos" de projetos de melhoria para ver se funcionários da linha de frente estão liderando as ações.
- Descrições de cargo (verificar se "melhoria contínua" ou "iniciativa proativa" são listadas como responsabilidades formais da função).

Métricas/KPIs

- Percentual de funcionários que participaram ativamente (não apenas como ouvintes) de pelo menos um evento de melhoria no último ano.
- Número de problemas (ex: cartões de melhoria) abertos versus fechados pela própria equipe (sem intervenção direta da gestão/engenharia).
- Tempo médio entre a identificação de um problema pela equipe e a primeira ação de contenção/correção (mede a prontidão para agir).

Sinais por nível

- Nível 0:
 - "Eu sou pago para operar esta máquina, não para consertá-la", "Esse é o trabalho da engenharia"
- Nível 1:
 - "Eu sou pago para operar esta máquina, não para consertá-la", "Esse é o trabalho da engenharia"
- Nível 2:
 - "Eu avisei meu supervisor sobre o problema"
 - Minha parte eu fiz
 - Se ele não resolveu, não é mais comigo
- Nível 3:
 - "Eu sempre aponto os problemas para o meu líder na reunião diária"
 - Cabe a ele decidir o que fazer
- Nível 4:
 - "Eu vi que o sensor falhava, então passei um tempo pensando em uma solução e apresentei um esboço ao meu gerente"
- Nível 5:

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 149/389
---	---------------	---------	-------------------

- "Quando vi o problema, eu mesmo documentei o que estava acontecendo, chamei o time e comecei a testar uma solução
- Eu sou o responsável por fazer isso funcionar"

- Nível 6:
 - "Faz parte da minha rotina diária identificar e corrigir problemas
 - Não preciso pedir permissão para melhorar meu próprio processo

Amostragem

- Amostragem Observação: Observe as reuniões de início de turno (Daily Huddles)
- Quem relata os problemas? Quem se voluntaria para resolvê-los? Entrevistas (Operadores/Técnicos): "De quem é a responsabilidade de identificar melhorias por aqui?" "Quando você vê algo que pode ser melhorado, qual é o seu primeiro impulso: (a) Ignorar, (b) Esperar que alguém veja, (c) Relatar ao chefe, ou (d) Tentar resolver?" "Você se sente responsável por garantir que a mudança realmente aconteça?"

Questão

Qual é a abordagem predominante da organização para implementar mudanças?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	A implementação de mudanças pela equipe não é uma prática; qualquer desvio do padrão é ativamente corrigido.
1	Mudanças, se aprovadas, seguem um processo de implementação rígido, linear (cascata) e lento, que leva meses. O plano não pode ser alterado após o início.
2	A implementação é caótica e ad-hoc. As mudanças são feitas, mas não há um processo estruturado para medir o impacto, aprender ou adaptar a solução.
3	A mudança requer um plano de projeto detalhado e completo antes da implementação. O foco está em seguir o plano original, e adaptações são vistas como falhas de planejamento.
4	A implementação segue ciclos formais de melhoria (ex: PDCA). A equipe coleta dados após a implementação e planeja ajustes em ciclos subsequentes (ex: mensalmente).

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 150/389
---	---------------	---------	-------------------

Níveis	Item de resposta
5	A equipe é incentivada a usar abordagens de "teste rápido" (prototipagem). As mudanças são implementadas em pequena escala para coletar dados e o aprendizado é usado para "moldar" a solução final.
6	A implementação é ativamente ágil, usando ciclos curtos (ex: diários/semanais). A equipe tem autonomia para adaptar a solução em tempo real com base em dados, focando em "falhar rápido" e aprender iterativamente.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Documentação de projetos de melhoria (ex: A3, DMAIC, Sprints Ágeis).
- Quadros de gestão de mudança (Kanban, Scrum boards) usados pelas equipes.
- Registros de "lições aprendidas" ou retrospectivas de projetos de mudança.
- Evidências de prototipagem ou MVPs (Minimum Viable Products) usados em mudanças de processo.

Métricas/KPIs

- Duração do ciclo de mudança (do início da implementação ao primeiro feedback de dados).
- Frequência de iteração (quantas vezes a solução foi ajustada após o início da implementação).
- Taxa de sucesso de mudanças (mudanças que atingiram o resultado esperado vs. as que foram revertidas).
- Tempo para validar uma hipótese de mudança (Time-to-learn).

Sinais por nível

- Nível 0:
 - "Se o procedimento diz 'A', fazemos 'A'", "Se você tentar fazer 'B', mesmo que seja melhor, você está errado"
- Nível 1:
 - "Se o procedimento diz 'A', fazemos 'A'", "Se você tentar fazer 'B', mesmo que seja melhor, você está errado"
- Nível 2:
 - "Nós mudamos o processo na semana passada, mas não sei dizer se melhorou"
 - Simplesmente fizemos e seguimos em frente
- Nível 3:

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 151/389
---	---------------	---------	-------------------

- "Estamos há 3 meses planejando a mudança do software da máquina
- Não podemos testar nada até o plano mestre ser 100% aprovado pela engenharia e TI

- Nível 4:
 - "Implementamos a mudança
 - Mês que vem, na reunião de gestão, vamos olhar os KPIs para ver se deu certo e decidir o próximo passo

- Nível 5:
 - "Achamos que a mudança funcionaria
 - O chefe nos deu permissão para testar na máquina 2 por uma tarde
 - Vimos que 70% funcionou, mas 30% deu errado
 - Amanhã vamos testar de novo com os ajustes

- Nível 6:
 - "Temos um 'quadro de sprint' de melhoria
 - Nossa meta é testar 3 pequenas mudanças esta semana
 - A primeira falhou em 1 hora (o que foi ótimo, aprendemos rápido), a segunda está funcionando e vamos escalar

Amostragem

- Amostragem Entrevistas (Equipes de Melhoria, Líderes de Equipe, Engenheiros de Processo):
"Descreva o processo para implementar uma nova ideia
- Você precisa de um plano completo antes de começar?" "Com que frequência você pode ajustar a solução depois que ela já começou a ser implementada?" "O que é mais valorizado: seguir o plano original perfeitamente ou adaptar o plano rapidamente para obter um resultado melhor?" Observação: Acompanhe uma reunião de revisão de melhoria
- O foco está em "culpar quem desviou do plano" ou em "o que aprendemos com o desvio"?

Glossário

[Sem glossário]

Referências

- ACATECH. Industrie 4.0 Maturity Index. Managing the Digital Transformation of Companies – UPDATE 2020 - acatech - National Academy of Science and Engineering. Disponível em: <https://en.acatech.de/publication/industrie-4-0-maturity-index-update-2020/download-pdf>. Acesso em: 3 out. 2025.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 152/389
---	---------------	---------	-------------------

Capacidade Gestão de direitos de decisão

Bloco/Pilar

- Bloco: Organização
- Pilar: Estrutura e Gestão
- Dimensão: Estratégia e Governança

Resumo Descritivo

Esta capacidade refere-se ao equilíbrio estratégico entre a centralização e a descentralização da autoridade para tomar decisões dentro de uma empresa. O objetivo principal é alocar o poder de decisão de forma que a eficácia e a eficiência dos processos sejam maximizadas, garantindo que as escolhas sejam feitas por quem possui as melhores informações.

Questões

Questão

Como a sua empresa gerencia os direitos de decisão, equilibrando a autoridade centralizada e a descentralizada para maximizar a eficácia e a eficiência da tomada de decisão?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	As decisões são tomadas de forma ad-hoc, reativa, e baseadas primariamente na intuição da gestão. A autoridade é totalmente centralizada.
1	As decisões são centralizadas e baseadas em procedimentos formais. A TI é usada de forma isolada (ex planilhas locais) para coletar dados, mas não suporta a tomada de decisão descentralizada
2	Os sistemas de TI estão conectados (ex ERP, MES), permitindo a partilha de informação. No entanto, a autoridade de decisão permanece rigidamente centralizada na gestão.
3	A empresa possui um "digital shadow" e tem visibilidade do estado atual dos processos. A informação está disponível, mas a autoridade para agir sobre ela ainda é predominantemente centralizada e requer aprovação manual.

Níveis	Item de resposta
4	A empresa entende por que os eventos ocorrem (causa e efeito). Esta transparência sobre as consequências permite que a gestão comece a delegar formalmente direitos de decisão para níveis mais baixos, permitindo ações descentralizadas mais rápidas.
5	A capacidade preditiva permite a simulação de cenários futuros. Poderes de decisão ajustados são formalmente delegados a níveis operacionais (descentralizados) com base nessas previsões. As equipes podem tomar decisões antes que os problemas ocorrem.
6	A empresa atinge o equilíbrio ideal entre centralização e descentralização. Decisões de rotina complexas são automatizadas (delegadas a sistemas de TI), e as equipes operacionais são totalmente capacitadas para tomar decisões táticas descentralizadas de forma rápida.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Organogramas formais e matrizes de responsabilidade.
- Manuais de governança corporativa e políticas de aprovação.
- Fluxos de trabalho (workflows) de aprovação documentados e configurados nos sistemas de TI.

Métricas/KPIs

- Tempo de latência da decisão (tempo entre o evento e a aprovação da medida).
- Tempo de latência da ação (tempo para a medida corretiva ter efeito)
- Percentual de decisões tomadas de forma descentralizada vs. centralizada.
- Percentual de decisões automatizadas (delegadas a sistemas de TI).

Sinais por nível

- Nível 0:
 - As decisões são tomadas de forma ad-hoc, reativa, e baseadas primariamente na intuição da gestão
 - A autoridade é totalmente centralizada
- Nível 1:
 - A tomada de decisão é centralizada

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 154/389
---	---------------	---------	-------------------

- A TI é usada de forma isolada (ex: planilhas locais), o que não suporta a tomada de decisão descentralizada
- Nível 2:
 - Os sistemas de TI estão conectados, permitindo a partilha básica de informação (ex: dados de engenharia para a produção)
 - No entanto, a autoridade de decisão permanece centralizada na gestão
- Nível 3:
 - A visibilidade é alcançada (existe um "digital shadow")
 - As informações sobre o estado atual dos processos estão disponíveis, mas a autoridade para agir sobre essas informações ainda é predominantemente centralizada
- Nível 4:
 - A transparência é alcançada
 - a empresa entende por que os eventos ocorrem
 - Esta transparência sobre as consequências permite que a gestão delegue decisões, possibilitando ações descentralizadas mais rápidas e alinhadas aos objetivos
- Nível 5:
 - A capacidade preditiva permite a simulação de cenários futuros
 - Poderes de decisão ajustados são formalmente delegados a níveis operacionais (descentralizados) com base nessas previsões
- Nível 6:
 - A adaptabilidade é alcançada
 - A empresa atinge o equilíbrio ideal entre centralização e descentralização
 - Decisões de rotina são automatizadas (delegadas a sistemas de TI), e as equipes operacionais são totalmente capacitadas para tomar decisões descentralizadas complexas de forma rápida e eficaz

Amostragem

- Selecionar 3-5 decisões recentes (ex: mudança não planejada na ordem de produção, aprovação de manutenção de emergência, alteração de design de produto)
- Entrevistar as equipes operacionais e gestores envolvidos para verificar quem (ou qual sistema) teve a autoridade real para tomar a decisão final
- Revisar os registros de aprovação nos sistemas para validar o processo documentado vs o processo real

Questão

Em que medida a empresa delega a autoridade de decisão de processos operacionais, movendo-a de operadores humanos para sistemas de TI (automação)?

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 155/389
---	---------------	---------	-------------------

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Não há delegação para sistemas. Todas as decisões de processo (ex parar uma máquina, ajustar parâmetros, mudar fila) são 100% manuais e reativas.
1	Os sistemas de TI são usados apenas para registrar dados (ex planilhas, terminais de CNC). A decisão ainda é 100% humana e manual.
2	Os sistemas de TI (ex ERP, MES) estão conectados e apresentam relatórios consolidados, mas a decisão ainda é 100% humana (ex: um gerente aprova uma ordem no sistema).
3	Os sistemas (Digital Shadow) alertam ativamente sobre desvios em tempo real (ex "Alerta: Máquina X está fora da especificação"). A decisão sobre o que fazer ainda é totalmente humana.
4	Os sistemas analisam os dados (transparência) e diagnosticam a causa raiz de um problema (ex "Alerta: Máquina X parou porque o sensor Y falhou"). A decisão de como corrigir ainda é humana.
5	Os sistemas (capacidade preditiva) antecipam eventos e recomendam ações corretivas (ex "Sugerir parada de máquina X para manutenção em 2 horas"). Um humano ainda precisa aprovar a recomendação.
6	Os sistemas de TI (adaptabilidade) têm autonomia para tomar e executar decisões táticas complexas automaticamente (ex reordenar fila de produção, ajustar parâmetros de máquina) para otimizar o processo sem intervenção humana.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Logs de sistemas (MES, SCADA, ERP) para verificar aprovações e ações automatizadas.
- Documentação de regras de negócio (Business Rules Engine) configuradas nos sistemas.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 156/389
---	---------------	---------	-------------------

- Manuais de operação e fluxos de processo documentados.

Métricas/KPIs

- Percentual de decisões de processo (ex: ajuste de parâmetro, gestão de fila) tomadas automaticamente por sistemas.
- Tempo de resposta do sistema a um desvio (desde a detecção até a ação corretiva).

Sinais por nível

- Nível 0:
 - Inexistente
- Nível 1:
 - Sistemas registram dados passivamente para decisão humana posterior
- Nível 2:
 - Sistemas apresentam relatórios consolidados para decisão humana ativa
- Nível 3:
 - Sistemas emitem alertas (ex: dashboards, luzes andon) quando um desvio ocorre
 - ação é 100% humana
- Nível 4:
 - Sistemas diagnosticam causas (transparência) e sugerem análises
 - ação é 100% humana
- Nível 5:
 - Sistemas oferecem recomendações de ação (capacidade preditiva) que requerem aprovação humana
- Nível 6:
 - Sistemas têm autonomia para tomar e executar decisões táticas (ex: reordenar produção, ajustar parâmetros de máquina) sem aprovação humana

Amostragem

- Amostragem Analisar logs de 3-5 eventos de desvio recentes (ex: falha de máquina, problema de qualidade, atraso de material)
- Verificar nos logs do sistema se a correção foi feita por um operador, um gerente ou automaticamente pelo sistema
- Entrevistar operadores do "shop floor" sobre quais decisões eles tomam e quais o sistema toma por eles

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 157/389
---	---------------	---------	-------------------

Questão

Em que medida os tomadores de decisão (em todos os níveis) têm acesso à informação relevante, integrada e contextualizada para fundamentar suas decisões?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	As decisões são tomadas com base em intuição, relatórios de papel atrasados ou informação verbal não estruturada.
1	As decisões são baseadas em dados de sistemas isolados (ex uma planilha de produção, um relatório de inventário separado). Os dados não são integrados, estão frequentemente desatualizados e podem ser conflitantes.
2	Os sistemas estão minimamente conectados. O tomador de decisão pode buscar ativamente os dados em diferentes sistemas (ex consultar o ERP, depois o MES), mas precisa compilar e analisar tudo manualmente.
3	Os tomadores de decisão têm acesso a um "Digital Shadow" (ex um dashboard centralizado) que mostra o que está acontecendo em tempo real (Visibilidade). As decisões são baseadas no estado atual real.
4	O sistema não apenas mostra o estado atual, mas também fornece análises de causa-raiz (Transparência), explicando por que algo está acontecendo (ex "Máquina 5 parada por falta de material"). As decisões são mais precisas e assertivas.
5	O sistema fornece informações preditivas e simulações de impacto (Capacidade Preditiva) aos tomadores de decisão (ex "Se a Ordem X for priorizada, a Ordem Y atrasará 2 dias"). As decisões consideram o impacto futuro.
6	A informação certa (preditiva, diagnóstica e de estado) é entregue de forma proativa, autônoma e contextualizada ao tomador de decisão correto (seja humano ou sistema) no momento exato em que a decisão é necessária (Adaptabilidade).

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 158/389
---	---------------	---------	-------------------

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Dashboards de gestão (em tempo real vs. relatórios estáticos).
- Telas de terminais no "shop floor" (MES).
- Relatórios de análise de causa-raiz (RCA) e se eles usam dados de sistema ou são baseados em entrevistas.
- Ferramentas de BI (Business Intelligence) e seus níveis de integração.

Métricas/KPIs

- Tempo médio para coletar dados necessários para uma decisão não rotineira.
- Percentual de decisões operacionais suportadas por dados em tempo real vs. relatórios históricos.
- Taxa de adoção de dashboards de BI ou MES pelos gestores e operadores.

Sinais por nível

- Nível 0:
 - Gestores passam a maior parte do tempo "apagando incêndios" sem dados
- Nível 1:
 - Reuniões de produção baseadas em planilhas impressas na noite anterior
- Nível 2:
 - O gestor precisa abrir 3 sistemas diferentes para entender um problema
- Nível 3:
 - A reunião de produção usa um dashboard ao vivo (Digital Shadow) que todos confiam
- Nível 4:
 - O dashboard mostra a causa do problema (ex: gargalo) automaticamente
- Nível 5:
 - O sistema envia um alerta ao gestor: "Atenção: Risco de 80% de atraso na Ordem X se a Máquina Y não for ajustada em 1h"
- Nível 6:
 - O sistema alerta o operador da Máquina Y com a instrução de ajuste exata, já prevendo o problema antes que o gestor precise intervir

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 159/389
---	---------------	---------	-------------------

Amostragem

- Apresentar a um gestor de produção um cenário hipotético (ex: "Um cliente importante ligou querendo dobrar um pedido
- Como você decide se aceita?")
- Observar quais ferramentas e dados ele usa para tomar a decisão (tempo, fontes de dados, nível de confiança na informação)
- Perguntar a um operador: "Quando sua máquina para, qual informação você recebe e de onde?"

Glossário

[Sem glossário]

Referências

- ACATECH. Industrie 4.0 Maturity Index. Managing the Digital Transformation of Companies – UPDATE 2020 - acatech - National Academy of Science and Engineering. Disponível em: <https://en.acatech.de/publication/industrie-4-0-maturity-index-update-2020/download-pdf>. Acesso em: 3 out. 2025.

Capacidade Governança de dados

Bloco/Pilar

- Bloco: Organização
- Pilar: Estrutura e Gestão
- Dimensão: Estratégia e Governança

Resumo Descritivo

A governança de dados refere-se às políticas e orientações para o processamento, armazenamento, gerenciamento e apresentação de dados de alta qualidade em toda a empresa. A implementação de uma governança de dados eficaz é fundamental para melhorar a qualidade dos dados, o que, por sua vez, sustenta a confiança nos sistemas de informação e viabiliza a tomada de decisões baseada em dados. Para que uma empresa se beneficie das mudanças, ela deve ser capaz de fornecer respostas rápidas a eventos externos. As mudanças necessárias devem ser iniciadas, implementadas e concluídas o mais rápido possível. A iniciativa para a mudança deve partir dos funcionários que possuem o conhecimento adequado para interpretar o evento, que são frequentemente aqueles que trabalham mais próximos do sistema ou máquina em questão. Isso requer a transferência de poderes de decisão e a criação de oportunidades para que os especialistas técnicos compartilhem seu conhecimento. O fator crítico é que os funcionários entendam que também são responsáveis por moldar a mudança; eles devem estar dispostos a iniciá-la por conta própria e preparados para dar o primeiro passo para que ela aconteça.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 160/389
---	---------------	---------	-------------------

Questões

Questão

Qual o nível atual da 'Governança de Dados' na sua organização?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Não existem políticas ou processos formais para a gestão de dados. A qualidade e o gerenciamento dos dados são tratados de maneira ad-hoc e reativa.
1	Políticas básicas de dados existem de forma isolada em alguns departamentos. Não há uma abordagem unificada ou responsabilidades claras sobre os dados em toda a organização.
2	A empresa possui políticas formais de governança de dados documentadas, mas sua implementação é inconsistente entre os departamentos. As responsabilidades sobre os dados começam a ser definidas.
3	Políticas de governança de dados são implementadas em toda a empresa, com papéis e responsabilidades definidos (ex Data Stewards). A qualidade dos dados é monitorada, proporcionando visibilidade sobre os principais problemas.
4	A empresa utiliza ferramentas para o gerenciamento de metadados e dados mestres, além de processos automatizados para a limpeza e padronização dos dados. A governança é uma prática estabelecida e proativa.
5	A estrutura de governança de dados é usada para prever e mitigar riscos relacionados à qualidade dos dados, garantindo que as informações sejam adequadas para análises preditivas e tomada de decisão automatizada.
6	A governança de dados é totalmente integrada e dinâmica, adaptando-se continuamente a novas fontes de dados e necessidades de negócio. A

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 161/389
---	---------------	---------	-------------------

Níveis	Item de resposta
	cultura da empresa é orientada por dados, com processos ágeis e decisões automatizadas baseadas em dados confiáveis.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Documento de Política de Governança de Dados.
- Dicionário de dados e catálogo de dados.
- Plano de gerenciamento de dados mestres (Master Data Management).
- Atas de reunião do comitê de governança de dados.
- Relatórios de qualidade de dados (Data Quality reports).

Métricas/KPIs

- Percentual de elementos de dados críticos sob governança formal.
- Índices de qualidade dos dados (ex: precisão, completude, consistência).
- Número de incidentes de dados reportados por mês.
- Tempo médio para resolução de problemas de qualidade de dados.

Sinais por nível

- Nível 0:
 - Inexistência de documentação sobre gestão de dados
 - problemas de dados são frequentes e sem solução estruturada
- Nível 1:
 - Documentos isolados sobre tratamento de dados em alguns departamentos
 - ausência de um responsável central pelo tema
- Nível 2:
 - Existência de uma política de dados formal, porém pouco divulgada
 - conflitos sobre a "verdade" dos dados entre departamentos
- Nível 3:
 - Papéis como Data Stewards ou Data Owners estão formalmente designados
 - dashboards de qualidade de dados são utilizados pela gestão
- Nível 4:
 - Uso de sistemas de MDM (Master Data Management) e ferramentas de data cleansing
 - a qualidade dos dados é tratada como um requisito para novos projetos

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 162/389
---	---------------	---------	-------------------

- Nível 5:
 - A governança de dados é um pilar para iniciativas de Business Intelligence e Analytics
 - há uma clara vinculação entre a qualidade dos dados e os resultados de negócio
- Nível 6:
 - A empresa participa de ecossistemas de dados com parceiros, baseada em sua forte estrutura de governança
 - a tomada de decisão automatizada é uma realidade em diversos processos

Amostragem

- Entrevistas com o Chief Data Officer (CDO), Data Stewards, analistas de dados e gestores de áreas de negócio para entender a aplicação das políticas
- Análise da documentação de governança de dados
- Revisão dos relatórios e painéis de qualidade de dados
- Observação de como os problemas de dados são discutidos e resolvidos nas reuniões de equipe

Questão

Como se dá a Gestão de Dados Mestres (MDM)?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Não há gestão de dados mestres. Dados críticos (ex clientes, produtos) são cadastrados de forma independente em cada sistema (ERP, CRM, etc.), resultando em alta duplicidade e inconsistência.
1	A empresa reconhece os problemas de inconsistência de dados, mas as correções são feitas manualmente, de forma reativa e pontual (ex "limpando" planilhas) quando um erro é descoberto.
2	Existem processos departamentais para tentar padronizar a entrada de dados mestres (ex um departamento "possui" o cadastro de produtos), mas não há integração entre os sistemas.
3	A empresa definiu formalmente seus dados mestres e utiliza ferramentas ou processos de data quality para identificar duplicatas e inconsistências de forma sistemática, embora a correção ainda seja largamente manual.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 163/389
---	---------------	---------	-------------------

Níveis	Item de resposta
4	Um sistema ou plataforma de MDM está implementado. Dados mestres são consolidados, padronizados e limpos automaticamente. Há uma "fonte única da verdade" (SSOT) lógica ou física para os dados críticos.
5	O sistema MDM é usado proativamente para gerenciar o ciclo de vida completo dos dados mestres e para simular o impacto de mudanças (ex fusão de cadastros de clientes) antes que elas afetem os sistemas de produção.
6	Os dados mestres são gerenciados de forma dinâmica e federada, permitindo a integração ágil de novos parceiros ou fontes de dados (ex IoT, e-commerce) na "fonte da verdade", suportando a adaptabilidade do negócio.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Arquitetura de sistemas (mapa de sistemas mostrando ERP, CRM, PLM).
- Documentação do projeto ou plataforma de MDM.
- Regras de negócio documentadas para data cleansing e padronização.
- Relatórios de duplicidade de dados (antes e depois da implementação do MDM).

Métricas/KPIs

- Percentual de registros de dados mestres duplicados (ex: clientes, produtos).
- Percentual de campos de dados críticos preenchidos e padronizados.
- Tempo gasto em conciliação manual de dados entre sistemas.
- Nível de confiança nos dados (pesquisa com usuários de negócio).

Sinais por nível

- Nível 0:
 - Relatórios de vendas de um mesmo cliente são diferentes no ERP e no CRM
 - contagem de produtos em estoque é notoriamente imprecisa
- Nível 1:
 - Equipes financeiras e de logística gastam dias no fechamento do mês para "bater" os números de diferentes relatórios
- Nível 2:

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 164/389
---	---------------	---------	-------------------

- O departamento de engenharia cadastra o produto no PLM, e o departamento fiscal/logística recadastra o mesmo produto no ERP, com códigos diferentes
- Nível 3:
 - A empresa possui um "Dicionário de Dados" oficial
 - Painéis de Data Quality mostram ativamente as inconsistências
- Nível 4:
 - Ao cadastrar um novo cliente, o sistema consulta ativamente o MDM para evitar duplicatas
- Nível 5:
 - O sistema MDM é auditável e rastreia quem alterou o quê e quando, garantindo a governança preditiva
- Nível 6:
 - A empresa consegue consolidar dados de uma nova aquisição (empresa) em seu sistema MDM em tempo recorde, adaptando-se rapidamente

Amostragem

- Entrevistas com analistas de TI (responsáveis pelo ERP/CRM), analistas de negócio e arquitetos de dados
- Demonstração ao vivo do sistema de MDM (se existir)
- Solicitar um relatório simples (ex: "vendas por cliente") e verificar se os dados são extraídos de uma fonte única ou se exigem consolidação manual
- Verificar o processo de cadastro de um novo produto ou fornecedor

Questão

Como se dá a Gestão da Qualidade de Dados (DQM)?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	A qualidade dos dados não é uma preocupação. Os dados são usados "como estão" (as is). Erros em relatórios são comuns e geralmente ignorados ou contornados manualmente.
1	A qualidade dos dados é tratada de forma reativa. Os erros são corrigidos manualmente em planilhas ou relatórios finais apenas quando um usuário de negócio os identifica e reclama.

Níveis	Item de resposta
2	Existem processos manuais ou checklists para validar a entrada de dados em alguns sistemas-chave, na tentativa de prevenir dados ruins, mas não há monitoramento ativo dos dados já existentes.
3	A empresa começa a medir ativamente a qualidade dos dados. Existem painéis (dashboards) e KPIs de qualidade (ex % de completude, % de duplicatas) que dão visibilidade aos problemas.
4	A empresa analisa a causa-raiz dos problemas de qualidade de dados. Existem processos formais de remediação para corrigir os dados na fonte (ex no ERP), e não apenas no relatório.
5	A qualidade de dados é gerenciada de forma proativa e preditiva. Regras de qualidade são automatizadas e integradas aos processos de negócio (ex: impedindo que um pedido sem CEP válido seja salvo).
6	A gestão da qualidade de dados é um processo adaptativo e de ciclo fechado (closed-loop). O sistema pode identificar e, em alguns casos, autocorrigir anomalias em tempo real, aprendendo e se adaptando a novos padrões de dados.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Painéis (Dashboards) de Qualidade de Dados (ex: Power BI, Qlik).
- Relatórios de Perfilamento de Dados (Data Profiling).
- Documentação de Regras de Negócio de Qualidade (ex: "CPF deve ser válido", "Produto deve ter peso").
- Planos de remediação de dados e logs de correção.
- Catálogo de Dados com data quality scores associados.

Métricas/KPIs

- % de registros completos em tabelas críticas (ex: cadastro de clientes).
- % de precisão (ex: % de e-mails válidos, % de endereços padronizados).
- Tempo médio para detecção de um erro de dados (MTTD).
- Tempo médio para correção de um erro de dados (MTTR).
- Nível de confiança do usuário nos dados (via pesquisa interna).

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 166/389
---	---------------	---------	-------------------

Sinais por nível

- Nível 0:
 - A equipe de finanças não confia nos dados de vendas do CRM
 - o ditado "lixo entra, lixo sai" (GIGO) é comum
- Nível 1:
 - O analista de BI passa 80% do tempo "limpando" planilhas antes de poder iniciar uma análise
- Nível 2:
 - Existência de manuais de procedimento para "como preencher o cadastro de produto"
- Nível 3:
 - Um gestor de logística consegue ver um gráfico que mostra: "Nos últimos 30 dias, 12% dos pedidos foram cadastrados sem a informação do transportador"
- Nível 4:
 - Criação de uma task-force para analisar por que o campo "transportador" não está sendo preenchido no sistema de vendas e implementar uma correção no sistema
- Nível 5:
 - O sistema de vendas agora torna o campo "transportador" obrigatório e valida o código digitado contra a tabela de transportadoras ativas, impedindo o erro
- Nível 6:
 - O sistema identifica um volume atípico de pedidos para um CEP inexistente, bloqueia preventivamente o faturamento para esse CEP e notifica o administrador do sistema

Amostragem

- Entrevistas com Data Stewards (guardiões dos dados), analistas de BI e usuários-chave (ex: finanças, marketing, logística)
- Solicitar a visualização dos painéis de qualidade de dados
- Pedir que descrevam o processo que acontece quando um dado incorreto é encontrado em um relatório importante
- Verificar a existência de regras de validação nos formulários de entrada de dados dos sistemas (ERP, CRM)

Questão

Há Padronização de Interfaces de Dados?

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 167/389
---	---------------	---------	-------------------

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	A troca de dados entre sistemas é quase inexistente ou totalmente manual (ex: exportação/importação de planilhas e arquivos .csv).
1	A integração é feita caso a caso, através de conexões "ponto a ponto" personalizadas e frágeis. Cada nova conexão é um projeto de desenvolvimento separado, e os dados são frequentemente duplicados.
2	A empresa utiliza um barramento de serviço (ESB) ou ferramenta de EAI (Enterprise Application Integration) para gerenciar algumas integrações centrais, mas a maioria ainda é ponto a ponto. Os formatos de dados (ex XML) começam a ser padronizados.
3	A empresa adota padrões de indústria (ex OPC-UA para o chão de fábrica) e possui diretrizes internas para a criação de APIs, mas seu uso ainda não é universal.
4	A empresa possui uma plataforma de gerenciamento de APIs (API Management) ou uma arquitetura de microsserviços. A troca de dados é tratada como um serviço gerenciado, seguro e monitorado.
5	As interfaces são usadas para habilitar fluxos de dados em tempo real (arquitetura orientada a eventos). O catálogo de APIs é usado para acelerar a inovação, permitindo que novas aplicações consumam dados de forma ágil e governada.
6	A empresa opera com interfaces abertas e padronizadas que permitem a integração "plug-and-play" não apenas de sistemas internos, mas também de parceiros externos, clientes e fornecedores, criando um ecossistema digital dinâmico.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 168/389
---	---------------	---------	-------------------

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Diagrama de arquitetura de sistemas (para identificar conexões P2P vs. centralizadas).
- Documentação da plataforma de integração (ESB, API Management).
- Catálogo de APIs e microsserviços da empresa.
- Diretrizes de desenvolvimento (padrões de codificação para APIs).
- Especificações de padrões de dados (ex: JSON, XML, OPC-UA).

Métricas/KPIs

- Tempo médio para integrar um novo sistema.
- Número de integrações ponto a ponto vs. número de APIs reutilizáveis.
- % de reutilização de APIs em novos projetos.
- Custo de manutenção das integrações.
- Número de falhas de integração por mês.

Sinais por nível

- Nível 0:
 - O funcionário de logística digita manualmente o pedido do CRM no sistema de faturamento (WMS/ERP)
- Nível 1:
 - O TI gasta semanas para fazer o CRM "conversar" com o ERP
 - se o ERP atualiza, a integração quebra
- Nível 2:
 - O sistema de vendas envia um arquivo XML para um diretório, que o sistema de logística "lê" a cada 30 minutos
- Nível 3:
 - A máquina nova no chão de fábrica é conectada à rede via OPC-UA, e seus dados aparecem no MES sem um projeto de software customizado
- Nível 4:
 - A equipe de marketing cria um novo app móvel em dias, consumindo a mesma "API de Clientes" que o portal web utiliza
- Nível 5:
 - Quando um pedido é aprovado no ERP, um "evento" é disparado, e os sistemas de logística, financeiro e CRM são notificados instantaneamente via interfaces

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 169/389
---	---------------	---------	-------------------

- Nível 6:
 - Um novo fornecedor logístico (3PL) se conecta diretamente ao barramento de eventos da empresa em 24h para receber pedidos e enviar status de entrega

Amostragem

- Entrevistas com o Arquiteto de Soluções/TI, Gerente de Desenvolvimento e equipe de DevOps/Integração
- Revisão da documentação de arquitetura
- Pedir para ver o portal de desenvolvedores ou o catálogo de APIs
- Questionar o processo: "Se comprarmos um novo software de RH (ex: Workday), quanto tempo leva para integrá-lo ao nosso sistema financeiro?"

Glossário

[Sem glossário]

Referências

- ACATECH. Industrie 4.0 Maturity Index. Managing the Digital Transformation of Companies – UPDATE 2020 - acatech - National Academy of Science and Engineering. Disponível em: <https://en.acatech.de/publication/industrie-4-0-maturity-index-update-2020/download-pdf>. Acesso em: 3 out. 2025.

Capacidade Desenvolvimento profissional contínuo

Bloco/Pilar

- Bloco: Organização
- Pilar: Prontidão de Talentos
- Dimensão: Aprendizado e Desenvolvimento da Força de Trabalho

Resumo Descritivo

O desenvolvimento profissional contínuo representa a capacidade da organização de promover a aprendizagem permanente e o aprimoramento constante das competências de seus colaboradores, alinhando o crescimento individual às demandas estratégicas e tecnológicas da empresa. Nos níveis iniciais de maturidade, o aprendizado ocorre de forma reativa, baseado em treinamentos pontuais ou obrigatórios. Com o avanço da maturidade, o aprendizado se torna estruturado, digitalizado e mensurável, apoiado por plataformas tecnológicas, planos de desenvolvimento personalizados e indicadores de evolução de competências. Nos estágios mais avançados, o desenvolvimento profissional contínuo é integrado estrategicamente à cultura. Ele é sustentado por sistemas inteligentes de aprendizado adaptativo, que permitem requalificação em tempo real, mobilidade interna

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 170/389
---	---------------	---------	-------------------

de talentos e tomada de decisão baseada em dados sobre o desenvolvimento da força de trabalho. Com isso , o desenvolvimento contínuo se torna um motor de inovação e resiliência organizacional, fortalecendo tanto o engajamento dos colaboradores quanto a capacidade da empresa de se adaptar às constantes mudanças tecnológicas e de mercado .

Questões

Questão

A organização possui um plano estratégico de desenvolvimento profissional alinhado aos objetivos de negócio e às competências futuras requeridas?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	O aprendizado ocorre de forma reativa, sem planejamento estruturado.
1	Existem planos de treinamento pontuais, sem alinhamento à estratégia organizacional.
2	O plano de aprendizado é registrado digitalmente, mas sem integração com objetivos estratégicos.
3	O planejamento do aprendizado é formalizado e alinhado aos objetivos corporativos e tecnológicos.
4	O desempenho dos programas de aprendizado é medido e ajustado com base em indicadores definidos.
5	Análises preditivas são utilizadas para antecipar necessidades de capacitação e adequar o plano de desenvolvimento.
6	O planejamento é dinâmico, automatizado e continuamente ajustado por meio de sistemas inteligentes integrados à estratégia empresarial.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Plano estratégico de aprendizado e desenvolvimento (ex: Plano Diretor de Capacitação, Mapas de Competências Estratégicas).
- Mapas de competências e relatórios de lacunas.
- Registros de revisão e atualização do plano de capacitação.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 171/389
---	---------------	---------	-------------------

- Relatórios de performance de programas de aprendizado.
- Ferramentas digitais de gestão de aprendizado (LMS, LXP).

Métricas/KPIs

- Percentual de competências críticas com planos de aprendizado associados.
- Taxa de atualização de programas de capacitação.
- ROI (Retorno sobre Investimento) de programas de desenvolvimento profissional.
- Alinhamento entre metas de aprendizado e indicadores de desempenho estratégico.
- Percentual de colaboradores com trilhas de desenvolvimento ativas.

Sinais por nível

- Nível 0:
 - Ausência de plano ou alinhamento estratégico
- Nível 1:
 - Treinamentos isolados e reativos
- Nível 2:
 - Documentação digital básica sem integração
- Nível 3:
 - Planejamento integrado e formalizado
- Nível 4:
 - Monitoramento com indicadores de desempenho
- Nível 5:
 - Planejamento preditivo baseado em analytics
- Nível 6:
 - Estratégia adaptativa e automatizada de aprendizado contínuo

Amostragem

- Entrevistas com gestores de RH e liderança estratégica; revisão do plano de desenvolvimento e relatórios de execução; análise de dashboards e KPIs de aprendizado; verificação de integração entre sistemas corporativos e plataformas de aprendizado

Questão

O aprendizado é estruturado de forma personalizada e acessível a todos os colaboradores ?

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 172/389
---	---------------	---------	-------------------

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	O aprendizado é padronizado e restrito; não há diferenciação por perfil.
1	Existem programas de treinamento, mas sem adaptação individual.
2	Há trilhas digitais básicas, mas sem personalização ou acompanhamento.
3	O aprendizado é acessível e oferece conteúdos personalizados conforme cargo e necessidade.
4	Dados de desempenho e engajamento são usados para ajustar trilhas de aprendizado.
5	Modelos analíticos e IA recomendam conteúdos com base em necessidades e desempenho futuros.
6	O aprendizado é totalmente personalizado e ativamente adaptativo em tempo real, promovendo inclusão e eficiência contínua.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Plataformas de aprendizado digital (LMS/LXP).
- Registros de personalização e relatórios de engajamento.
- Políticas de inclusão e acessibilidade digital.
- Planos de desenvolvimento individual (PDIs).
- Dados de uso e satisfação dos colaboradores.

Métricas/KPIs

- Percentual de colaboradores com trilhas personalizadas.
- Índice de acessibilidade e inclusão digital.
- Taxa de engajamento em plataformas de aprendizado.
- Taxa de conclusão de trilhas e certificações.
- Satisfação dos usuários com a experiência de aprendizado.

Sinais por nível

- Nível 0:
 - Aprendizado uniforme e restrito
- Nível 1:

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 173/389
---	---------------	---------	-------------------

- Treinamentos básicos e presenciais
- Nível 2:
 - Uso de plataformas digitais simples
- Nível 3:
 - Trilhas adaptadas por perfil e cargo
- Nível 4:
 - Uso de dados de engajamento para ajustes
- Nível 5:
 - Recomendação preditiva e automatizada
- Nível 6:
 - Aprendizado inclusivo e inteligente em tempo real

Amostragem

- Amostragem Entrevistas com colaboradores de diferentes áreas e níveis hierárquicos; revisão de relatórios de acessibilidade e engajamento; avaliação técnica de plataformas digitais de aprendizado; análise de planos de desenvolvimento individuais (PDIs)

Questão

A organização estimula a cultura de aprendizado contínuo, reconhecendo e valorizando colaboradores que buscam se desenvolver de forma proativa?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Não há incentivo ou reconhecimento ao aprendizado individual.
1	A cultura valoriza o aprendizado, mas sem práticas formais de estímulo.
2	Existem canais digitais de aprendizado, porém com baixa adesão e engajamento.
3	O aprendizado contínuo é incentivado e apoiado por políticas e programas institucionais.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 174/389
---	---------------	---------	-------------------

Níveis	Item de resposta
4	Há acompanhamento de engajamento e reconhecimento de práticas de autodesenvolvimento.
5	Dados e analytics são usados para prever níveis de engajamento e ajustar ações de incentivo.
6	A cultura é auto-sustentada, com aprendizado digital integrado e engajamento contínuo baseado em dados e feedbacks em tempo real.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Políticas de desenvolvimento de pessoas e cultura organizacional.
- Relatórios de participação em programas voluntários de aprendizado.
- Plataformas digitais de engajamento e gamificação.
- Registros de reconhecimento e recompensas ligadas ao aprendizado.
- Pesquisas de clima e engajamento.

Métricas/KPIs

- Taxa de participação e conclusão voluntária em programas de aprendizado.
- Índice de engajamento digital (acessos, horas dedicadas, certificações).
- Percentual de colaboradores com PDIs ativos.
- Nível de satisfação com programas de desenvolvimento.
- Taxa de retenção de talentos engajados em aprendizado contínuo.

Sinais por nível

- Nível 0:
 - Falta de incentivo ao aprendizado
- Nível 1:
 - Reconhecimento informal e esporádico
- Nível 2:
 - Plataformas digitais pouco utilizadas
- Nível 3:
 - Programas estruturados de incentivo
- Nível 4:

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 175/389
---	---------------	---------	-------------------

- Monitoramento ativo do engajamento
- Nível 5:
 - Previsão de padrões de engajamento
- Nível 6:
 - Cultura integrada e auto regulada de aprendizado

Amostragem

- Amostragem Entrevistas com colaboradores e líderes sobre práticas de incentivo ao aprendizado; observação de programas de reconhecimento e campanhas internas; revisão de dados de engajamento em plataformas digitais; análise de relatórios de clima e cultura organizacional

Questão

Os sistemas de aprendizado (LMS, LXP, HRIS) estão integrados a outros sistemas corporativos ?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Os processos de aprendizado são manuais, sem uso de sistemas digitais.
1	Existem ferramentas digitais isoladas, sem integração entre si.
2	O aprendizado é registrado em plataformas digitais, mas sem integração com sistemas corporativos.
3	Os sistemas de aprendizado e RH estão parcialmente integrados, permitindo acompanhamento básico de competências.
4	O aprendizado é monitorado digitalmente por indicadores e relatórios integrados.
5	Análises preditivas e IA são utilizadas para prever lacunas de competências e recomendar ações de capacitação.
6	O aprendizado é autônomo e em tempo real, com integração vertical (operacional) e horizontal (corporativa) total entre sistemas corporativos e

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 176/389
---	---------------	---------	-------------------

Níveis	Item de resposta
	plataformas de aprendizado, suportado por inteligência analítica.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Sistemas de gestão de aprendizado (LMS/LXP) e integração com HRIS, ERPs e sistemas de produção (MES).
- Relatórios de analytics e dashboards de competências.
- Políticas de integração de dados de RH e aprendizado.
- Registros de atualização automática de trilhas de aprendizado.
- Documentação técnica de interoperabilidade entre plataformas.

Métricas/KPIs

- Percentual de integração entre sistemas de aprendizado e gestão.
- Taxa de automação de relatórios de desenvolvimento.
- Frequência de atualização de dados de competência.
- Precisão das recomendações de aprendizado digital.
- Tempo de resposta entre feedback e atualização de trilha.

Sinais por nível

- Nível 0:
 - Aprendizado manual e desconectado
- Nível 1:
 - Ferramentas isoladas e não interoperáveis
- Nível 2:
 - Registros digitais sem integração
- Nível 3:
 - Integração funcional básica entre plataformas
- Nível 4:
 - Monitoramento analítico centralizado
- Nível 5:
 - Previsão de lacunas e recomendações automáticas

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 177/389
---	---------------	---------	-------------------

- Nível 6:
 - Integração inteligente e adaptativa em tempo real

Amostragem

- Entrevistas com equipes de RH, TI e treinamento; revisão de relatórios e dashboards de aprendizado; avaliação técnica de integração entre sistemas digitais; verificação de políticas e fluxos de dados de aprendizado

Questão

O progresso e o impacto do aprendizado são medidos sistematicamente por indicadores, dashboards e relatórios de desempenho?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Não há mensuração formal de competências ou resultados de aprendizado.
1	A avaliação de aprendizado ocorre de forma esporádica e qualitativa.
2	Alguns dados de desempenho são registrados digitalmente, mas sem integração com planos de aprendizado.
3	A mensuração de competências é estruturada e conectada aos programas de desenvolvimento.
4	Indicadores e dashboards são utilizados para monitorar o impacto do aprendizado.
5	Dados analíticos e IA são aplicados para prever lacunas de competências e otimizar proativamente investimentos em capacitação.
6	O sistema de mensuração é automatizado, inteligente e em tempo real, permitindo ajustes dinâmicos e aprendizado adaptativo.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Relatórios de desempenho de aprendizado e avaliação pós-treinamento.
- Dashboards de competências e KPIs de desenvolvimento.
- Políticas de avaliação e feedback contínuo.
- Registros em plataformas LMS/LXP integradas a RH.
- Relatórios de auditorias de aprendizado e performance.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 178/389
---	---------------	---------	-------------------

Métricas/KPIs

- Percentual de colaboradores com competências avaliadas periodicamente.
- Índice de evolução de competências críticas.
- ROI de programas de aprendizado.
- Taxa de conclusão e retenção de aprendizado.
- Tempo médio de resposta entre lacuna identificada e ação corretiva.

Sinais por nível

- Nível 0:
 - Ausência de indicadores ou registros de aprendizado
- Nível 1:
 - Avaliações pontuais e subjetivas
- Nível 2:
 - Registros digitais sem integração
- Nível 3:
 - Sistema estruturado de avaliação por competências
- Nível 4:
 - Uso de KPIs e dashboards integrados
- Nível 5:
 - Análises preditivas de lacunas e impacto
- Nível 6:
 - Monitoramento contínuo e aprendizado adaptativo automatizado

Amostragem

- Entrevistas com gestores de RH, treinamento e líderes operacionais; revisão de dashboards e relatórios analíticos; observação de processos de feedback e avaliação de desempenho; análise de planos de ação derivados de lacunas de competência

Questão

A organização possui programas estruturados de requalificação e aperfeiçoamento contínuo ?

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 179/389
---	---------------	---------	-------------------

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Não existem programas formais de requalificação ou atualização profissional.
1	Existem iniciativas de capacitação pontuais e reativas, sem estrutura definida.
2	A organização possui registros digitais de treinamentos, mas sem plano de requalificação contínuo.
3	Há programas estruturados de requalificação e aperfeiçoamento alinhados à estratégia organizacional.
4	Os programas são acompanhados por indicadores e revisados com base em resultados e demandas de negócio.
5	Dados e analytics são utilizados para prever lacunas de competências e antecipar ações de requalificação.
6	A requalificação é dinâmica, personalizada e automatizada, com atualização contínua em tempo real e integração plena à estratégia digital da organização.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Planos de desenvolvimento de competências e relatórios de RH.
- Catálogos e trilhas de aprendizado de requalificação digital.
- Registros de capacitação em plataformas LMS ou LXP.
- Indicadores de reskilling/upskilling nos relatórios de desempenho.
- Políticas corporativas de desenvolvimento de talentos.

Métricas/KPIs

- Percentual de colaboradores requalificados em novas tecnologias.
- Taxa de participação em programas de upskilling digital.
- Percentual de lacunas de competências reduzidas.
- ROI de programas de requalificação.
- Tempo médio para requalificação de funções críticas.

Sinais por nível

- Nível 0:

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 180/389
---	---------------	---------	-------------------

- Ausência de programas de requalificação
- Nível 1:
 - Ações pontuais sem metodologia definida
- Nível 2:
 - Registros digitais sem correlação com o desempenho ou avaliação de resultados
- Nível 3:
 - Programas formais e alinhados à estratégia de negócio
- Nível 4:
 - Monitoramento de indicadores e avaliação de impacto
- Nível 5:
 - Uso de analytics e IA para antecipar necessidades
- Nível 6:
 - Requalificação contínua e automatizada com aprendizado adaptativo

Amostragem

- Entrevistas com gestores de RH, líderes técnicos e colaboradores; revisão documental de programas e políticas de requalificação; análise de dados de participação e resultados em plataformas digitais; avaliação de relatórios de impacto e ROI de aprendizado

Questão

Os líderes incentivam, acompanham e servem de modelo no processo de aprendizado contínuo de suas equipes?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Os líderes não incentivam nem acompanham o aprendizado das equipes.
1	O incentivo ao aprendizado é eventual e depende da iniciativa individual do líder.
2	Há registros de atividades de aprendizado, mas a liderança tem envolvimento limitado.

Níveis	Item de resposta
3	Os líderes são formalmente cobrados por (ex: em suas metas) participar e incentivar ativamente o aprendizado contínuo das equipes.
4	O comportamento dos líderes é avaliado e monitorado com base em indicadores de aprendizado e engajamento.
5	Dados de desempenho e aprendizado são utilizados para ajustar práticas de liderança e identificar necessidades de desenvolvimento.
6	A liderança atua como mentora e catalisadora do aprendizado contínuo, utilizando feedbacks e análises em tempo real para fortalecer a cultura de desenvolvimento.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Programas de desenvolvimento de liderança com módulos específicos sobre mentoria, coaching e cultura de aprendizado.
- Relatórios de engajamento e acompanhamento de equipes.
- Indicadores de participação dos líderes em treinamentos e mentorias.
- Feedbacks de colaboradores em pesquisas de clima e cultura.
- Políticas e frameworks de gestão de desempenho e aprendizado.

Métricas/KPIs

- Percentual de líderes participantes de programas de aprendizado contínuo.
- Nível de engajamento das equipes em capacitação sob cada liderança.
- Taxa de feedbacks realizados e acompanhamentos de desenvolvimento.
- Índice de satisfação dos colaboradores com o apoio à aprendizagem.
- Avaliação de liderança orientada por aprendizado (learning leadership score).

Sinais por nível

- Nível 0:
 - Ausência de estímulo ao aprendizado pela liderança
- Nível 1:
 - Incentivo ocasional e sem acompanhamento
- Nível 2:
 - Envolvimento passivo e registro digital básico

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 182/389
---	---------------	---------	-------------------

- Nível 3:
 - Participação ativa e sistemática dos líderes
- Nível 4:
 - Avaliação contínua da efetividade da liderança no aprendizado
- Nível 5:
 - Uso de dados e IA para fortalecer a atuação dos líderes
- Nível 6:
 - Liderança transformadora e digitalmente integrada ao ecossistema de aprendizado

Amostragem

- Amostragem Entrevistas com líderes e equipes sobre práticas de aprendizado; revisão de relatórios de engajamento e programas de capacitação; observação de sessões de feedback e acompanhamento de desenvolvimento; análise de métricas de liderança e aprendizado organizacional

Questão

Existem políticas, papéis e processos definidos para governar o aprendizado contínuo e o desenvolvimento de competências na organização?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Não existem políticas ou estruturas de governança para aprendizado.
1	Há iniciativas pontuais de aprendizado, mas sem diretrizes formais.
2	Políticas e papéis estão documentados digitalmente, mas sem integração ou revisão periódica.
3	A governança de aprendizado é formalizada e integrada à gestão de pessoas.
4	Indicadores e revisões periódicas avaliam a eficácia das políticas de aprendizado.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 183/389
---	---------------	---------	-------------------

Níveis	Item de resposta
5	Modelos analíticos são utilizados para prever demandas e ajustar a governança.
6	A governança é adaptativa, inteligente e responsiva, com processos ajustados em tempo real e baseados em dados de aprendizado e desempenho.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Políticas e diretrizes corporativas de aprendizado e desenvolvimento, incluindo orçamento definido e papéis.
- Documentos de governança (comitês, papéis, fluxos decisórios).
- Registros de reuniões e atas de revisão de políticas.
- Relatórios de auditoria interna ou externa sobre programas de capacitação.
- Sistemas de gestão de governança (GRC, RH, LMS).

Métricas/KPIs

- Frequência de revisão de políticas de aprendizado.
- Nível de conformidade com diretrizes e normas internas.
- Percentual de áreas cobertas por planos de desenvolvimento.
- Grau de envolvimento da liderança na governança de aprendizado.
- Tempo médio para atualização de políticas ou papéis.

Sinais por nível

- Nível 0:
 - Ausência total de política formal
- Nível 1:
 - Existência de ações isoladas sem controle
- Nível 2:
 - Políticas básicas e digitais, sem integração
- Nível 3:
 - Estrutura formal integrada ao RH
- Nível 4:
 - Indicadores de desempenho revisados periodicamente

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 184/389
---	---------------	---------	-------------------

- Nível 5:
 - Ajustes proativos com base em dados
- Nível 6:
 - Governança responsiva e automatizada

Amostragem

- Amostragem Entrevistas com gestores de RH, compliance e desenvolvimento; revisão documental de políticas e organogramas de governança; observação de reuniões e processos decisórios sobre aprendizado; análise de registros e relatórios de auditoria

Questão

A organização mantém parcerias com instituições de ensino, centros de pesquisa ou outras empresas para promover aprendizado colaborativo e inovação?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	A organização não possui parcerias voltadas a aprendizado ou inovação.
1	Existem contatos informais ou pontuais com instituições externas.
2	Parcerias estão registradas digitalmente, mas sem integração com o plano estratégico.
3	Há parcerias formais e estruturadas com foco em capacitação e desenvolvimento conjunto.
4	Os resultados das parcerias são acompanhados e avaliados por indicadores de impacto.
5	Dados e analytics são usados para identificar e antecipar novas oportunidades de parceria.
6	A organização lidera ou participa ativamente de ecossistemas globais de aprendizado, com colaboração digital contínua e inovação em tempo real.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Acordos de cooperação técnica com universidades e centros de pesquisa.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 185/389
---	---------------	---------	-------------------

- Participação em hubs de inovação, clusters setoriais, MOOCs corporativos e programas governamentais de capacitação.
- Registros de participação em redes, consórcios ou clusters de inovação.
- Documentação de programas conjuntos de capacitação ou P&D.
- Relatórios de resultados e métricas de impacto de parcerias.
- Plataformas de aprendizado e colaboração externas (corporate academies, MOOCs, hubs).

Métricas/KPIs

- Número e diversidade de parcerias ativas.
- Percentual de projetos de inovação realizados em parceria.
- Taxa de transferência de conhecimento entre instituições.
- ROI de programas colaborativos de aprendizado.
- Índice de engajamento digital em ecossistemas externos.

Sinais por nível

- Nível 0:
 - Isolamento institucional
 - ausência de parcerias
- Nível 1:
 - Colaborações pontuais e informais
- Nível 2:
 - Registros digitais de acordos sem integração estratégica
- Nível 3:
 - Parcerias formalizadas com impacto em capacitação
- Nível 4:
 - Avaliação contínua e mensuração de resultados
- Nível 5:
 - Uso de dados para otimizar e prever parcerias futuras
- Nível 6:
 - Atuação em ecossistema global e digital de aprendizado

Amostragem

- Amostragem Entrevistas com gestores de RH, inovação e P&D; revisão de acordos e relatórios de cooperação; análise de métricas de desempenho de programas colaborativos; avaliação de plataformas e repositórios de aprendizado compartilhado

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 186/389
---	---------------	---------	-------------------

Questão

A organização utiliza dados e inteligência artificial para identificar lacunas de competências, recomendar trilhas de aprendizado e prever necessidades futuras?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	O aprendizado não é orientado por dados ou análises sistemáticas.
1	São realizadas avaliações pontuais e qualitativas de desempenho e aprendizado.
2	Dados de aprendizado são registrados digitalmente, mas sem análise automatizada.
3	Os dados de desempenho e aprendizado são analisados para orientar decisões de capacitação.
4	Dashboards e relatórios analíticos são usados para medir lacunas e apoiar o planejamento de aprendizado.
5	IA e algoritmos analíticos são utilizados para prever necessidades futuras e recomendar trilhas personalizadas.
6	O aprendizado é autônomo e adaptativo, com IA ajustando conteúdos e planos de desenvolvimento em tempo real com base em dados comportamentais e organizacionais.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Dashboards e relatórios de analytics de aprendizado.
- Registros e relatórios de plataformas LMS, LXP e HRIS.
- Políticas e práticas de governança de dados de aprendizado.
- Sistemas de recomendação de trilhas e conteúdos baseados em IA.
- Documentação sobre modelos preditivos e algoritmos aplicados a RH.

Métricas/KPIs

- Percentual de decisões de aprendizado baseadas em dados.
- Grau de automação de recomendações de aprendizado.
- Taxa de precisão das previsões de lacunas de competência.
- Percentual de trilhas de aprendizado geradas/ajustadas autonomamente por IA.
- Tempo médio entre identificação de lacuna e ação corretiva.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 187/389
---	---------------	---------	-------------------

- Nível de satisfação dos usuários com as recomendações personalizadas.

Sinais por nível

- Nível 0:
 - Nenhum uso de dados para aprendizado
- Nível 1:
 - Avaliações manuais e subjetivas
- Nível 2:
 - Registros digitais básicos
- Nível 3:
 - Uso de relatórios analíticos descritivos
- Nível 4:
 - Monitoramento quantitativo com dashboards integrados
- Nível 5:
 - Modelagem preditiva e personalização via IA
- Nível 6:
 - Aprendizado autônomo e adaptativo em tempo real

Amostragem

- Amostragem Entrevistas com líderes de RH, TI e Analytics; revisão de sistemas e relatórios de inteligência de aprendizado; avaliação técnica dos algoritmos e mecanismos de recomendação; observação de processos de tomada de decisão baseados em dados

Glossário

[Sem glossário]

Referências

- ACATECH. Industrie 4.0 Maturity Index. Managing the Digital Transformation of Companies – UPDATE 2020 - acatech - National Academy of Science and Engineering. Disponível em: <https://en.acatech.de/publication/industrie-4-0-maturity-index-update-2020/download-pdf>. Acesso em: 3 out. 2025.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 188/389
---	---------------	---------	-------------------

- ALAGIRI GOVINDASAMY; ARIVARASI ARULARASAN. Readiness and Maturity Assessment Model to Measure the Industry 4.0 Ecosystem. Lecture notes in electrical engineering, p. 57–67, 1 jan. 2021.
- BONINI, A. et al. The relationship between leadership and adaptive performance: A systematic review and meta-analysis. PLOS ONE, v. 19, p. 1–29, out. 2024.
- DECUYPERE, A.; SCHAUFELI, W. Exploring the Leadership–Engagement Nexus: A Moderated Meta-Analysis and Review of Explaining Mechanisms. International Journal of Environmental Research and Public Health, v. 18, n. 16, p. 8592, 2021.
- EDB. THE SMART INDUSTRY READINESS INDEX - Catalysing the transformation of manufacturing. [s.l: s.n.]. Disponível em: [https://www.edb.gov.sg/content/dam/edb-en/about-edb/media-releases/news/the-smart-industry-readiness-index/the-sg-smart-industry-readiness-index-whitepaper%20\(1\).pdf](https://www.edb.gov.sg/content/dam/edb-en/about-edb/media-releases/news/the-smart-industry-readiness-index/the-sg-smart-industry-readiness-index-whitepaper%20(1).pdf).
- INCIT. The Global Smart Industry Readiness Index Initiative: Manufacturing Transformation Insights Report 2025. [s.l: s.n.]. Disponível em: https://assets.incit.org/large-documents/manual/The_global_smart_industry_readiness_index_initiative_2025-manual.pdf. Acesso em: 3 out. 2025.
- KASAPOĞLU, C. et al. Industry 4.0 maturity assessment in manufacturing enterprises: a mixed-methods approach for SMEs. Central European Management Journal, abr. 2025.
- KHASSAWNEH, O.; ELREHAIL, H. The Effect of Participative Leadership Style on Employees' Performance: The Contingent Role of Institutional Theory. Administrative Sciences, v. 12, n. 4, p. 195, 15 dez. 2022.
- LIN, W. D. et al. Application of SIRI for Industry 4.0 Maturity Assessment and Analysis. 2021 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), 1 dez. 2019.
- SEMERARO, C. et al. A maturity model for evaluating the impact of Industry 4.0 technologies and principles in SMEs. Manufacturing Letters, v. 37, p. 61–65, 1 set. 2023.
- TOUFIGHI, S. P. et al. Participative leadership, cultural factors, and speaking-up behaviour: An examination of intra-organisational knowledge sharing. Journal of Innovation & Knowledge, v. 9, n. 3, p. 100548–100548, 1 jul. 2024.
- WEF. The Global Smart Industry Readiness Index Initiative: Manufacturing Transformation Insights Report 2022 A R Y 2 0 2 2. [s.l: s.n.]. Disponível em: https://www3.weforum.org/docs/WEF_The_Global_Smart_Industry_Readiness_Index_Initiative_2022.pdf.

Capacidade Reconhecer o valor dos erros

Bloco/Pilar

- Bloco: Organização
- Pilar: Prontidão de Talentos
- Dimensão: Aprendizado e Desenvolvimento da Força de Trabalho

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 189/389
---	---------------	---------	-------------------

Resumo Descritivo

A capacidade de reconhecer o valor dos erros (Recognise the value of mistakes) reflete o grau de maturidade cultural e de aprendizado organizacional frente à inovação, experimentação e transformação digital. Uma cultura que reconhece o valor dos erros não os encara como falhas individuais, mas como fontes de aprendizado coletivo e oportunidades de inovação. Isso é especialmente relevante em contextos digitais e industriais complexos, onde a experimentação e a adaptação são constantes. À medida que a maturidade aumenta, a organização passa de uma postura punitiva e avessa ao risco para um ambiente seguro psicologicamente, transparente e orientado por dados, no qual os erros são analisados, documentados e convertidos em conhecimento útil. Nos níveis mais altos, a organização torna-se autodidata, com processos sistematizados de reflexão, análise e compartilhamento das lições aprendidas, fomentando inovação contínua e resiliência frente à mudança. Essa capacidade sustenta o princípio da disposição à mudança definido pelo modelo ACATECH, fortalecendo o alinhamento entre pessoas, processos e tecnologia — e criando as condições culturais necessárias para a transformação digital sustentável. Este formulário detalhado é um híbrido que utiliza a dimensão D13 (Workforce Learning & Development) do SIRI como âncora, mas avalia a capacidade 'Reconhecer o valor dos erros' com a profundidade da área de 'Cultura' do modelo acatech.

Questões

Questão

Em que medida os erros e falhas são analisados e utilizados como oportunidades de aprendizado dentro da organização?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Os erros são ignorados ou tratados apenas como falhas individuais.
1	Há reconhecimento informal dos erros, mas sem processos estruturados de análise ou aprendizado.
2	Alguns registros digitais de erros ou incidentes são mantidos, porém sem aplicação prática sistemática.
3	Os erros são analisados periodicamente e geram planos de ação ou revisões de processo.
4	Há mecanismos formais de coleta, análise e disseminação de lições aprendidas a partir de erros.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 190/389
---	---------------	---------	-------------------

Níveis	Item de resposta
5	Dados históricos e análises de erros são utilizados para prever falhas e antecipar melhorias.
6	O sistema de aprendizado é contínuo e automatizado, com feedback em tempo real e atualização dinâmica de processos a partir dos erros detectados.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Artefatos e onde buscar Relatórios de não conformidades, incidentes e lições aprendidas. Registros de reuniões de post-mortem, retrospectivas ou after-action reviews. Planos de melhoria contínua e indicadores de eficácia de correções. Repositórios digitais de conhecimento organizacional. Documentos de políticas internas sobre gestão de erros e aprendizado.

Métricas/KPIs

- Métricas/KPIs Percentual de erros analisados versus ocorridos. Tempo médio entre ocorrência e ação corretiva. Número de melhorias implementadas a partir de falhas. Engajamento dos colaboradores em processos de aprendizado pós-incidente. Taxa de redução de reincidência de erros. Redução do Custo da Não-Qualidade (CNQ) melhoria no OEE (Overall Equipment Effectiveness) pela redução de paradas não planejadas.

Sinais por nível

- Nível 0:
 - Erros tratados com punição, sem aprendizado
 - Inexistência de registros ou discussões estruturadas
- Nível 1:
 - Discussões informais sobre erros, sem registro
- Nível 2:
 - Registros digitais isolados, sem retorno ao processo
- Nível 3:
 - Análises pontuais de causa e impacto com ações corretivas isoladas
- Nível 4:

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 191/389
---	---------------	---------	-------------------

- Lições aprendidas documentadas e compartilhadas com indicadores de prevenção
- Nível 5:
 - Análises preditivas e integração com dados históricos
 - Aprendizado integrado à gestão de riscos
- Nível 6:
 - Sistema adaptativo e aprendizado em tempo real

Amostragem

- Amostragem Selecionar 5–10 incidentes ou falhas relevantes (operacionais, de projeto ou de produto) ocorridos nos últimos 6 a 12 meses
- Verificar existência de registros, análises de causa e planos de melhoria
- Avaliar se as lições aprendidas foram compartilhadas entre áreas e se houve monitoramento de reincidência

Questão

Até que ponto os colaboradores se sentem seguros para relatar erros, propor melhorias e compartilhar experiências sem receio de punição?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Há medo de punição e pouca abertura para diálogo sobre erros ou melhorias.
1	A liderança comunica abertura, mas na prática prevalece a aversão a erros e críticas.
2	Existem canais digitais de comunicação interna, mas pouco utilizados para feedback transparente.
3	Os colaboradores são encorajados a compartilhar experiências e aprendizados sem retaliação.
4	A organização mede o nível de segurança psicológica e adota planos de melhoria baseados em dados de clima e engajamento.
5	Análises de engajamento e clima organizacional são usadas para prever riscos de desconfiança e desmotivação.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 192/389
---	---------------	---------	-------------------

Níveis	Item de resposta
6	A cultura é autorregulada; existe feedback contínuo, confiança mútua e transparência apoiada por sistemas digitais de comunicação e análise de sentimento em tempo real.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Artefatos e onde buscar Pesquisas de clima e engajamento organizacional. Registros de feedbacks, comunicações internas e canais de denúncia. Políticas de cultura, diversidade e comportamento ético. Relatórios de gestão de pessoas e de liderança. Entrevistas e grupos focais sobre percepção de segurança psicológica.

Métricas/KPIs

- Métricas/KPIs Índice de segurança psicológica (em pesquisas internas). Taxa de engajamento e confiança em lideranças. Volume de feedbacks registrados por canal oficial. Taxa de retenção de talentos e rotatividade voluntária. Número de ideias ou melhorias propostas por colaboradores. Redução na taxa de rotatividade (turnover) Aumento no índice de inovação (nº de ideias/colaborador) Melhoria na pontuação de E-NPS (Employee Net Promoter Score).

Sinais por nível

- Nível 0:
 - Cultura punitiva e hierárquica
- Nível 1:
 - Discurso de abertura sem prática efetiva
- Nível 2:
 - Comunicação digital unidirecional
- Nível 3:
 - Feedback e escuta ativa implantados
- Nível 4:
 - Avaliação sistemática de confiança e engajamento
- Nível 5:
 - Uso de analytics para prever rupturas culturais

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 193/389
---	---------------	---------	-------------------

- Nível 6:
 - Transparência e confiança mantidas de forma autônoma e contínua

Amostragem

- Amostragem Avaliar pesquisas de clima, engajamento e feedback 360°
- Realizar entrevistas com amostras representativas de equipes sobre percepções de segurança
- Revisar planos de ação de cultura e liderança baseados em resultados dessas pesquisas

Questão

Existem processos ou ferramentas digitais que registram, organizam e disseminam lições aprendidas a partir de erros ou incidentes?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	O aprendizado ocorre de forma informal e não é registrado.
1	Existem tentativas pontuais de registrar lições aprendidas, sem padronização.
2	Algumas lições são documentadas em arquivos digitais, mas sem centralização ou controle de qualidade.
3	Há uma plataforma ou processo padronizado de registro e consulta de aprendizados.
4	O sistema de aprendizado possui métricas de uso, atualização e relevância.
5	Dados de aprendizado são analisados para identificar lacunas de conhecimento e direcionar capacitações.
6	O sistema de aprendizado é automatizado e integrado aos processos corporativos, atualizando-se continuamente com base em dados e feedbacks em tempo real.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Artefatos e onde buscar Registros de lições aprendidas , knowledge bases e portais de aprendizado. Relatórios de atualização e uso de plataformas de conhecimento. Procedimentos internos de gestão de aprendizado e melhoria contínua. Logs de sistemas corporativos (LMS, LXP, ERP, intranet). Evidências de treinamentos ou workshops derivados de lições aprendidas.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 194/389
---	---------------	---------	-------------------

Métricas/KPIs

- Métricas/KPIs Número de lições aprendidas registradas e validadas. Taxa de reutilização de aprendizados em novos projetos. Frequência de atualização da base de conhecimento. Percentual de acessos e consultas a registros de aprendizado. Correlação entre aprendizado registrado e redução de erros recorrentes. Redução do tempo de onboarding de novos funcionários Redução do tempo médio para resolução de problemas (MTTR) Padronização de melhores práticas entre turnos/plantas.

Sinais por nível

- Nível 0:
 - Conhecimento disperso e não documentado
- Nível 1:
 - Registros pontuais e desorganizados
- Nível 2:
 - Arquivos digitais isolados
- Nível 3:
 - Processo formal de registro e compartilhamento
- Nível 4:
 - Indicadores e análises sobre uso e impacto
- Nível 5:
 - Analytics orientando novas capacitações
- Nível 6:
 - Sistema dinâmico e auto atualizável

Amostragem

- Amostragem Revisão de bases de dados de aprendizado
- Entrevistas com gestores de projetos e inovação
- Observação de práticas de documentação e compartilhamento
- Verificação da integração com sistemas de gestão corporativa

Questão

Como os líderes e gestores demonstram, na prática, comportamentos que valorizam o aprendizado a partir de erros?

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 195/389
---	---------------	---------	-------------------

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	A liderança não reconhece erros nem promove aprendizado aberto nas equipes.
1	Alguns líderes valorizam o aprendizado, mas sem práticas estruturadas de estímulo.
2	Existem treinamentos sobre liderança e aprendizado, mas sem integração à rotina de gestão.
3	Os líderes promovem reuniões de aprendizado e feedback regulares nas equipes.
4	O comportamento de aprendizado da liderança é monitorado e avaliado por indicadores de engajamento e desenvolvimento.
5	Dados analíticos e avaliações de clima são usados para prever necessidades de desenvolvimento de líderes.
6	A liderança é digitalmente empoderada, utiliza ferramentas de feedback contínuo e aprendizado personalizado, e sustenta uma cultura de aprendizado autônoma e colaborativa.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Artefatos e onde buscar Programas de formação e avaliação de líderes. Relatórios de desempenho e engajamento de equipes. Resultados de pesquisas de clima e feedback 360°. Registros de reuniões de feedback e aprendizado coletivo. Políticas de liderança e cultura organizacional.

Métricas/KPIs

- Métricas/KPIs Percentual de líderes treinados em cultura de aprendizado. Índice de engajamento das equipes por líder. Frequência de feedbacks estruturados. Nível de satisfação das equipes com a comunicação e suporte de líderes. Correlação entre liderança de aprendizado e desempenho operacional. Aumento na taxa de promoção interna. Correlação entre a avaliação do líder e a produtividade da equipe Redução do tempo para atingir metas da equipe.

Sinais por nível

- Nível 0:

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 196/389
---	---------------	---------	-------------------

- Liderança autoritária, foco em controle e punição
- Nível 1:
 - Incentivo informal ao aprendizado
- Nível 2:
 - Treinamentos de liderança sem integração prática
- Nível 3:
 - Reuniões e feedbacks regulares
- Nível 4:
 - Avaliação sistemática do papel do líder no aprendizado
- Nível 5:
 - Análise preditiva do desenvolvimento de líderes
- Nível 6:
 - Liderança adaptativa, digital e auto sustentada

Amostragem

- Amostragem Entrevistas com líderes e liderados
- Revisão de relatórios de desenvolvimento de liderança
- Observação de reuniões de feedback e retrospectivas
- Análise de dados de engajamento e rotatividade por equipe

Questão

De que forma a organização incentiva a experimentação e a inovação, ao mesmo tempo em que gerencia riscos decorrentes de possíveis falhas?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	A organização evita riscos e desencoraja a experimentação.
1	Há espaço limitado para inovação, sem mecanismos de controle de risco.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 197/389
---	---------------	---------	-------------------

Níveis	Item de resposta
2	Alguns processos de inovação são documentados digitalmente, mas sem acompanhamento sistemático de riscos.
3	Existem políticas de inovação e procedimentos básicos de análise de risco.
4	O gerenciamento de riscos é parte integrante dos processos de inovação e é monitorado com métricas específicas.
5	Dados analíticos e simulações são usados para prever impactos e orientar decisões de inovação.
6	O ambiente de inovação é autorregulado, com sistemas de aprendizado e mitigação de risco em tempo real, sustentado por inteligência analítica e governança digital.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Artefatos e onde buscar Políticas de inovação e gestão de riscos. Registros de testes, protótipos e pilotos realizados. Relatórios de análise de impacto e mitigação de riscos. Ferramentas digitais de gestão de projetos e risk dashboards. Planos de continuidade de negócios e aprendizado pós-projeto.

Métricas/KPIs

- Métricas/KPIs Número de projetos experimentais concluídos com sucesso. Taxa de inovação versus incidentes de risco. Percentual de mitigação de riscos detectados precocemente. Tempo médio entre detecção e correção de falhas em experimentos. Retorno sobre investimento em projetos de inovação controlada. Melhoria na taxa de sucesso de projetos (projetos entregues no prazo/orçamento) ROI de projetos de inovação, redução de custos de mitigação de riscos (ex: multas, perdas).

Sinais por nível

- Nível 0:
 - Cultura avessa ao risco
- Nível 1:
 - Iniciativas isoladas de inovação, sem controle formal
- Nível 2:

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 198/389
---	---------------	---------	-------------------

- Documentação parcial e dispersa
- Nível 3:
 - Políticas e processos básicos de risco e inovação
- Nível 4:
 - Monitoramento estruturado com indicadores
- Nível 5:
 - Previsão de riscos via analytics e simulações
- Nível 6:
 - Mitigação adaptativa e aprendizado contínuo em tempo real

Amostragem

- Amostragem Entrevistas com equipes de inovação, P&D e gestão de riscos
- Revisão de relatórios de projetos experimentais e testes
- Avaliação de ferramentas digitais de monitoramento de risco
- Observação de práticas de aprendizado pós-projeto

Questão

O feedback sobre erros e resultados inesperados é utilizado sistematicamente para ajustar processos, produtos e práticas organizacionais?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	O feedback é esporádico e não gera ações de melhoria.
1	O feedback é aplicado informalmente e sem acompanhamento.
2	Existem registros digitais de feedback, mas sem integração com planos de ação.
3	O feedback é estruturado e utilizado para aprimorar processos e resultados.
4	O ciclo de feedback é monitorado por indicadores de desempenho e melhoria contínua.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 199/389
---	---------------	---------	-------------------

Níveis	Item de resposta
5	Análises preditivas são usadas para prever falhas e orientar ações de melhoria.
6	O feedback é contínuo, automatizado e integrado aos sistemas de gestão, permitindo ajustes em tempo real com base em dados analíticos.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Artefatos e onde buscar Registros de reuniões de feedback e planos de ação. Relatórios de auditoria interna e de melhoria contínua. Indicadores de desempenho e dashboards analíticos. Ferramentas digitais de gestão de desempenho (OKRs, KPIs, sistemas de RH). Documentação de retrospectivas , after-action reviews e post-mortem analysis.

Métricas/KPIs

- Métricas/KPIs Percentual de feedbacks convertidos em planos de ação. Tempo médio de resposta a incidentes e melhorias. Taxa de reincidência de falhas. Índice de engajamento em processos de feedback. Nível de satisfação dos colaboradores com o processo de aprendizado. Aumento da produtividade (output/input). Melhoria nos índices de satisfação do cliente (CSAT/NPS) Redução do tempo de ciclo de processos.

Sinais por nível

- Nível 0:
 - Feedback ausente ou punitivo
- Nível 1:
 - Feedback informal, não rastreável
- Nível 2:
 - Registros digitais isolados
- Nível 3:
 - Estrutura formal de ciclos de feedback
- Nível 4:
 - Monitoramento e indicadores ativos
- Nível 5:

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 200/389
---	---------------	---------	-------------------

- Análise preditiva e ajustes antecipados
- Nível 6:
 - Feedback em tempo real, com aprendizado adaptativo automatizado

Amostragem

- Amostragem Entrevistas com líderes e equipes sobre práticas de feedback
- Revisão de registros de planos de ação e auditorias
- Observação de reuniões de retrospectiva
- Análise de dados de desempenho e dashboards de melhoria

Questão

A organização utiliza ferramentas digitais e analíticas para monitorar, registrar e gerar insights sobre erros, incidentes e melhorias?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	O aprendizado e a análise de desempenho não utilizam sistemas digitais.
1	Algumas ferramentas digitais são usadas isoladamente, sem integração.
2	Os dados de aprendizado são coletados digitalmente, mas sem análise sistemática.
3	Sistemas de aprendizado e gestão do conhecimento estão conectados a ferramentas corporativas.
4	Dados digitais são usados para avaliar desempenho, identificar lacunas e propor melhorias.
5	Algoritmos e análises preditivas orientam decisões sobre capacitação e desenvolvimento de talentos.
6	O aprendizado é digitalmente integrado e automatizado, com sistemas que se ajustam em tempo real às necessidades individuais e organizacionais.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 201/389
---	---------------	---------	-------------------

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Artefatos e onde buscar Plataformas de aprendizado (LMS, LXP, HRIS) e relatórios de uso. Dashboards de aprendizado e analytics. Registros de integração entre sistemas de RH, operação e treinamento. Políticas de governança de dados e interoperabilidade. Evidências de uso de IA e personalização de conteúdo.

Métricas/KPIs

- Métricas/KPIs Percentual de integração entre sistemas de aprendizado e gestão. Grau de automação dos relatórios de desempenho e capacitação. Tempo médio de atualização das trilhas de aprendizado. Precisão dos modelos preditivos de competência. Nível de personalização do conteúdo de aprendizado. Aumento da eficiência no uso de sistemas (menos cliques/tempo por tarefa) ROI sobre investimentos em tecnologia de aprendizado (LMS/LXP). Redução de erros operacionais por falta de conhecimento.

Sinais por nível

- Nível 0:
 - Ausência de tecnologia no aprendizado
- Nível 1:
 - Ferramentas isoladas e desconectadas
- Nível 2:
 - Coleta digital sem uso analítico
- Nível 3:
 - Integração funcional entre plataformas
- Nível 4:
 - Diagnóstico e melhoria com base em dados
- Nível 5:
 - Decisões preditivas e personalização
- Nível 6:
 - Aprendizado autônomo e adaptativo em tempo real

Amostragem

- Amostragem Entrevistas com gestores de RH, TI e inovação
- Análise técnica das integrações entre plataformas digitais

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 202/389
---	---------------	---------	-------------------

- Verificação de relatórios analíticos e dashboards de aprendizado
- Revisão de políticas e práticas de governança de dados

Questão

De que forma a organização estimula os colaboradores a experimentar novas ideias, aceitando erros como parte do processo de inovação?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	A organização não incentiva a experimentação; erros são penalizados.
1	Há tolerância informal a erros, mas sem práticas de aprendizado estruturadas.
2	Algumas iniciativas de inovação e experimentação são registradas digitalmente, mas sem aprendizado sistemático.
3	A organização estimula a experimentação e reconhece o valor do erro como parte do aprendizado.
4	Existem processos formais para analisar e compartilhar aprendizados oriundos de erros e experimentos.
5	Dados e analytics são usados para prever riscos, avaliar hipóteses e ajustar experimentos com base em resultados.
6	A cultura de inovação é contínua e autodidata , com ciclos ágeis e feedback em tempo real que transformam erros em aprendizado estratégico.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Artefatos e onde buscar Políticas e valores organizacionais sobre inovação e aprendizado. Registros de programas de inovação, hackathons ou incubadoras internas. Relatórios de experimentação, prototipagem e gestão de ideias. Pesquisas de clima e engajamento sobre segurança psicológica. Planos de reconhecimento e comunicação de boas práticas.

Métricas/KPIs

- Métricas/KPIs Número de experimentos ou projetos piloto realizados anualmente. Taxa de aproveitamento de ideias propostas por colaboradores. Percentual de aprendizados documentados a partir de falhas. Nível de engajamento em programas de inovação. Indicador

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 203/389
---	---------------	---------	-------------------

de segurança psicológica e clima de aprendizado. Aumento da receita vinda de novos produtos/serviços Redução do ciclo de P&D (Time-to-Market). Aumento do portfólio de patentes ou inovações registradas.

Sinais por nível

- Nível 0:
 - Erros punidos
 - medo de propor ideias
- Nível 1:
 - Tolerância ocasional, sem processos de aprendizado
- Nível 2:
 - Iniciativas digitais isoladas de inovação
- Nível 3:
 - Incentivo ativo à experimentação e aprendizado com erros
- Nível 4:
 - Processos estruturados de análise de falhas e lições aprendidas
- Nível 5:
 - Uso de dados para prever resultados e aprimorar testes
- Nível 6:
 - Inovação contínua com aprendizado adaptativo e coletivo

Amostragem

- Amostragem Selecionar 5 iniciativas de inovação ou protótipos recentes, incluindo projetos com falhas
- Verificar se houve registro, avaliação e comunicação dos resultados (positivos e negativos)
- Avaliar reconhecimento e aprendizagem derivada dos experimentos

Questão

As lições aprendidas com erros ou experimentos são compartilhadas entre equipes, áreas e unidades da organização?

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 204/389
---	---------------	---------	-------------------

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	As lições aprendidas não são documentadas nem compartilhadas.
1	O compartilhamento de aprendizados ocorre de forma informal e pontual entre colegas ou equipes.
2	Lições aprendidas são registradas digitalmente, mas o acesso e a disseminação são limitados.
3	A organização possui processos estruturados para registro e disseminação de lições aprendidas entre áreas.
4	O compartilhamento é sistemático, acompanhado de métricas e usado para prevenir falhas recorrentes.
5	Dados de aprendizado e erros alimentam sistemas analíticos que identificam padrões e antecipam riscos.
6	A disseminação do aprendizado é automatizada e em tempo real, com sistemas inteligentes que atualizam práticas e processos de forma dinâmica.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Artefatos e onde buscar Relatórios de lições aprendidas de projetos ou experimentos. Repositórios digitais de conhecimento (intranets, bases de dados de aprendizado). Registros de reuniões de pós-projeto e feedback. Planos de comunicação e aprendizado organizacional. Plataformas de gestão do conhecimento e colaboração (KM tools, SharePoint, Confluence).

Métricas/KPIs

- Métricas/KPIs Percentual de projetos com lições aprendidas documentadas. Número de acessos e reutilizações de registros de aprendizado. Índice de prevenção de erros recorrentes. Tempo médio entre o registro e a disseminação de uma lição. Nível de engajamento em comunidades de prática. Redução da duplicação de esforços/erros entre projetos. Aumento da velocidade de implementação de melhorias Melhoria na colaboração interdepartamental (medida por pesquisas internas).

Sinais por nível

- Nível 0:

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 205/389
---	---------------	---------	-------------------

- Nenhum registro ou troca de conhecimento sobre erros
- Inexistência de canais de comunicação sobre lições aprendidas
- Nível 1:
 - Compartilhamento verbal e informal
- Nível 2:
 - Registros digitais isolados e pouco utilizados
- Nível 3:
 - Processo formal de disseminação de lições aprendidas
- Nível 4:
 - Indicadores de uso e impacto das lições aprendidas
- Nível 5:
 - Aprendizado preditivo com base em padrões analíticos
- Nível 6:
 - Disseminação automática e aprendizado organizacional em tempo real

Amostragem

- Amostragem Selecionar 5–8 projetos concluídos recentemente com erros ou ajustes documentados
- Verificar se as lições foram registradas, disseminadas e reutilizadas
- Observar repositórios, portais ou intranets para confirmar o compartilhamento e a atualização periódica

Questão

Em que medida a organização utiliza o aprendizado proveniente de erros para antecipar mudanças, ajustar estratégias e evoluir culturalmente?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	O aprendizado proveniente de erros não é analisado nem utilizado para ajustes organizacionais.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 206/389
---	---------------	---------	-------------------

Níveis	Item de resposta
1	As lições aprendidas são discutidas pontualmente, mas sem impacto em decisões ou estratégias.
2	Registros de erros e aprendizados são documentados digitalmente, porém sem retroalimentação sistêmica.
3	O aprendizado é incorporado aos processos e políticas, gerando melhorias pontuais e ajustes de rotina.
4	Os aprendizados são medidos, avaliados e usados para ajustar estratégias e prevenir recorrências.
5	Dados de aprendizado e desempenho são analisados por sistemas inteligentes para antecipar mudanças e tendências.
6	A organização aprende e se ajusta em tempo real, evoluindo continuamente sua cultura, processos e estratégias com base em dados e feedbacks automatizados.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Artefatos e onde buscar Relatórios de lições aprendidas e planos de ação decorrentes de falhas. Registros de revisões estratégicas e ajustes baseados em aprendizado. Documentos de gestão da mudança organizacional. Dashboards de indicadores de aprendizado e desempenho. Evidências de uso de sistemas de análise preditiva e IA em processos de melhoria contínua.

Métricas/KPIs

- Métricas/KPIs Percentual de ajustes estratégicos resultantes de lições aprendidas. Tempo médio de resposta a eventos de erro ou falha. Índice de maturidade da cultura de aprendizado organizacional. Número de melhorias implementadas com base em dados de aprendizado. Taxa de inovação derivada de experimentação e feedback. Velocidade de adaptação a novas demandas de mercado. Aumento da agilidade organizacional (medida por frameworks como OKRs) Crescimento da participação de mercado (market share).

Sinais por nível

- Nível 0:
 - Erros ignorados ou ocultados

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 207/389
---	---------------	---------	-------------------

- Nível 1:
 - Discussões isoladas, sem efeito prático
- Nível 2:
 - Registros digitais sem retroalimentação
- Nível 3:
 - Melhoria pontual de processos
- Nível 4:
 - Ações corretivas e ajustes estratégicos com base em indicadores
- Nível 5:
 - Uso de analytics para prever riscos e mudanças
- Nível 6:
 - Cultura evolutiva com aprendizado automatizado e contínuo

Amostragem

- Amostragem Selecionar 5 decisões ou revisões estratégicas originadas de aprendizados de erros
- Avaliar como os dados de desempenho e falhas influenciaram políticas e planos
- Verificar se há revisões periódicas de estratégia baseadas em insights de aprendizado

Glossário

[Sem glossário]

Referências

- ACATECH. Industrie 4.0 Maturity Index. Managing the Digital Transformation of Companies – UPDATE 2020 - acatech - National Academy of Science and Engineering. Disponível em: <https://en.acatech.de/publication/industrie-4-0-maturity-index-update-2020/download-pdf>. Acesso em: 3 out. 2025.
- ALAGIRI GOVINDASAMY; ARIVARASI ARULARASAN. Readiness and Maturity Assessment Model to Measure the Industry 4.0 Ecosystem. Lecture notes in electrical engineering, p. 57–67, 1 jan. 2021.
- BONINI, A. et al. The relationship between leadership and adaptive performance: A systematic review and meta-analysis. PLOS ONE, v. 19, p. 1–29, out. 2024.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 208/389
---	---------------	---------	-------------------

- DECUYPERE, A.; SCHAUFELI, W. Exploring the Leadership–Engagement Nexus: A Moderated Meta-Analysis and Review of Explaining Mechanisms. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 18, n. 16, p. 8592, 2021.
- EDB. THE SMART INDUSTRY READINESS INDEX - Catalysing the transformation of manufacturing. [s.l: s.n.]. Disponível em: [https://www.edb.gov.sg/content/dam/edb-en/about-edb/media-releases/news/the-smart-industry-readiness-index/the-sg-smart-industry-readiness-index-whitepaper%20\(1\).pdf](https://www.edb.gov.sg/content/dam/edb-en/about-edb/media-releases/news/the-smart-industry-readiness-index/the-sg-smart-industry-readiness-index-whitepaper%20(1).pdf).
- INCIT. The Global Smart Industry Readiness Index Initiative: Manufacturing Transformation Insights Report 2025. [s.l: s.n.]. Disponível em: https://assets.incit.org/large-documents/manual/The_global_smart_industry_readiness_index_initiative_2025-manual.pdf. Acesso em: 3 out. 2025.
- KASAPOĞLU, C. et al. Industry 4.0 maturity assessment in manufacturing enterprises: a mixed-methods approach for SMEs. *Central European Management Journal*, abr. 2025.
- KHASSAWNEH, O.; ELREHAIL, H. The Effect of Participative Leadership Style on Employees' Performance: The Contingent Role of Institutional Theory. *Administrative Sciences*, v. 12, n. 4, p. 195, 15 dez. 2022.
- LIN, W. D. et al. Application of SIRI for Industry 4.0 Maturity Assessment and Analysis. 2021 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), 1 dez. 2019.
- SEMERARO, C. et al. A maturity model for evaluating the impact of Industry 4.0 technologies and principles in SMEs. *Manufacturing Letters*, v. 37, p. 61–65, 1 set. 2023.
- TOUFIGHI, S. P. et al. Participative leadership, cultural factors, and speaking-up behaviour: An examination of intra-organisational knowledge sharing. *Journal of Innovation & Knowledge*, v. 9, n. 3, p. 100548–100548, 1 jul. 2024.
- WEF. The Global Smart Industry Readiness Index Initiative: Manufacturing Transformation Insights Report 2022 A R Y 2 0 2 2. [s.l: s.n.]. Disponível em: https://www3.weforum.org/docs/WEF_The_Global_Smart_Industry_Readiness_Index_Initiative_2022.pdf.

Capacidade Prover competências digitais

Bloco/Pilar

- Bloco: Organização
- Pilar: Prontidão de Talentos
- Dimensão: Aprendizado e Desenvolvimento da Força de Trabalho (D13)

Resumo Descritivo

A capacidade de prover competências digitais é um elemento essencial para o desenvolvimento da maturidade organizacional em indústrias e instituições que buscam a transformação digital. Nos modelos ACATECH e SIRI, essa capacidade faz parte da dimensão organizacional que trata do preparo da força de trabalho (Talent Readiness) e está relacionada à habilidade de planejar, desenvolver e sustentar competências técnicas e comportamentais voltadas ao uso e gestão de tecnologias digitais. O princípio de capacidade digital, na estrutura de recursos do modelo ACATECH,

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 209/389
---	---------------	---------	-------------------

ênfatiza que a transformação digital não depende apenas de infraestrutura tecnológica, mas também da qualificação contínua das pessoas e da incorporação de uma cultura de aprendizagem adaptativa. A formação em competências digitais abrange tanto habilidades técnicas (como análise de dados, automação, segurança cibernética, uso de IA e ferramentas colaborativas) quanto competências cognitivas e sociais, como resolução de problemas, pensamento crítico e inovação. À medida que a maturidade aumenta, a organização evolui de ações pontuais de capacitação para um ecossistema de aprendizagem contínua e personalizada, baseado em plataformas digitais de treinamento, análise de lacunas de competência e aprendizagem autoguiada. Nos níveis mais elevados, a força de trabalho torna-se auto aprendiz, multidisciplinar e digitalmente fluente, promovendo inovação e agilidade na adoção de novas tecnologias.

Questões

Questão

Em que medida a organização identifica, registra e monitora as competências digitais necessárias para cada função ?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	A organização não possui levantamento das competências digitais dos colaboradores.
1	Existem descrições de cargos e habilidades básicas, mas sem foco em competências digitais.
2	As competências digitais estão parcialmente registradas em sistemas de RH, sem atualização regular.
3	Há um processo formal de mapeamento de competências digitais, revisado periodicamente.
4	O diagnóstico é baseado em dados e métricas que identificam lacunas e orientam ações de capacitação.
5	Ferramentas analíticas antecipam necessidades futuras de competências e direcionam treinamentos personalizados.
6	O sistema de mapeamento é adaptativo, autônomo e se atualiza em tempo real com base em dados de desempenho e evolução tecnológica. .

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 210/389
---	---------------	---------	-------------------

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Banco de dados de competências do RH (sistemas LMS, HR Analytics, People Analytics).
- Relatórios de avaliação de desempenho digital.
- Planos de desenvolvimento individual (PDIs) e mapas de carreira.
- Registros de treinamentos e resultados de avaliações técnicas.
- Matrizes de Habilidades Digitais (Digital Skill Matrix) ou Inventário de Competências Digitais.

Métricas/KPIs

- Percentual de funções com competências digitais mapeadas.
- Frequência de atualização dos registros de competência.
- Taxa de fechamento de lacunas identificadas.
- Percentual de colaboradores com trilhas de desenvolvimento digital ativas.

Sinais por nível

- Nível 0:
 - Nenhum mapeamento formal de competências
- Nível 1:
 - Inventário de habilidades básicas sem foco digital
- Nível 2:
 - Registros digitais parciais e não estruturados
- Nível 3:
 - Processo formal e documentado de diagnóstico
- Nível 4:
 - Lacunas e indicadores de competência são mensurados e usados para decisões
- Nível 5:
 - Diagnóstico automatizado e preditivo com base em dados analíticos
- Nível 6:
 - Atualização contínua e autônoma dos perfis de competência digital

Amostragem

- Entrevistas com gestores de RH, líderes de área e colaboradores; análise de registros em sistemas de gestão de talentos; observação de práticas de avaliação de desempenho e feedback; revisão de relatórios de auditoria interna de competências

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 211/389
---	---------------	---------	-------------------

Questão

Até que ponto o planejamento de desenvolvimento da força de trabalho está alinhado às necessidades da transformação digital e às mudanças tecnológicas emergentes?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Não há planejamento estruturado de desenvolvimento de talentos digitais.
1	Existem planos de capacitação pontuais, sem alinhamento com a estratégia digital.
2	O planejamento está documentado em sistemas digitais, mas o alinhamento com as metas tecnológicas é reativo ou limitado.
3	O plano de desenvolvimento de talentos é formalmente alinhado à estratégia digital da organização.
4	O planejamento baseia-se em métricas de desempenho e learning analytics, permitindo ajustes proativos e direcionados.
5	Ferramentas analíticas antecipam lacunas de talento e recomendam ações de capacitação.
6	O planejamento é dinâmico e ajusta automaticamente as iniciativas de capacitação conforme dados em tempo real e evolução tecnológica.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Plano estratégico de transformação digital.
- Documentos de gestão de talentos e relatórios de RH.
- Registros de orçamento e investimento em capacitação digital.
- Planos de sucessão e relatórios de avaliação de competências críticas.
- Relatórios de Projeção de Necessidades de Talentos

Métricas/KPIs

- Percentual de funções críticas com plano de desenvolvimento digital definido.
- Grau de alinhamento entre metas de capacitação e estratégia corporativa.
- Taxa de cumprimento dos planos de desenvolvimento.
- Tempo médio de resposta a novas necessidades tecnológicas.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 212/389
---	---------------	---------	-------------------

Sinais por nível

- Nível 0:
 - Ausência de plano formal de talentos
- Nível 1:
 - Planos pontuais, não conectados à estratégia digital
- Nível 2:
 - Registro digital de planos, sem integração estratégica
- Nível 3:
 - Planejamento formal alinhado às metas digitais
- Nível 4:
 - Uso de dados e indicadores para ajuste de planos
- Nível 5:
 - Planejamento preditivo com base em analytics e IA
- Nível 6:
 - Sistema adaptativo de gestão de talentos em tempo real

Amostragem

- Entrevistas com RH, liderança de inovação e áreas técnicas; análise de relatórios de revisão de competências e sucessão; verificação de integração entre plano de talentos e plano digital; observação de comitês de gestão de pessoas e tecnologia

Questão

Em que grau a organização implementa programas estruturados e contínuos de capacitação digital ?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Não existem programas estruturados de capacitação digital.
1	Há treinamentos pontuais e presenciais, sem plano contínuo de capacitação.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 213/389
---	---------------	---------	-------------------

Níveis	Item de resposta
2	Existem programas de treinamento com conteúdos digitais, mas sem acompanhamento sistemático.
3	Os programas de capacitação digital são contínuos e alinhados aos objetivos estratégicos da organização.
4	O desempenho e o progresso dos participantes são monitorados e utilizados para melhoria dos programas.
5	Ferramentas analíticas personalizam o aprendizado com base em dados de desempenho e perfil de cada colaborador.
6	O sistema de capacitação é autônomo e preditivo, ajustando em tempo real conteúdos e métodos conforme as necessidades individuais e os dados operacionais de desempenho .

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Registros e relatórios de programas de capacitação (RH, Treinamento e Desenvolvimento).
- Cronogramas e conteúdos de trilhas de aprendizado digital.
- Relatórios de desempenho e avaliação dos participantes.
- Sistemas LMS/LXP com indicadores de progresso e conclusão.
- Registros de certificações e feedbacks de aprendizagem.

Métricas/KPIs

- Percentual de colaboradores com participação ativa em programas digitais.
- Taxa de conclusão de trilhas de aprendizado.
- Frequência de atualização dos conteúdos digitais.
- Índice de satisfação e aplicabilidade dos treinamentos.
- Impacto das capacitações em indicadores de desempenho organizacional.

Sinais por nível

- Nível 0:
 - Ausência de treinamentos estruturados
- Nível 1:
 - Treinamentos pontuais e reativos

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 214/389
---	---------------	---------	-------------------

- Nível 2:
 - Conteúdos digitais básicos, sem acompanhamento
- Nível 3:
 - Programas contínuos e integrados à estratégia
- Nível 4:
 - Monitoramento de desempenho e métricas de evolução
- Nível 5:
 - Aprendizado personalizado, analítico e preditivo
- Nível 6:
 - Aprendizado adaptativo e autônomo, com IA e feedback em tempo real

Amostragem

- Entrevistas com gestores de RH, inovação e TI; análise de relatórios de plataformas de aprendizado (LMS, BI); observação de trilhas de capacitação em execução; verificação de políticas e planos de capacitação digital

Questão

Em que medida a organização utiliza plataformas digitais e tecnologias educacionais (como LMS, IA, realidade virtual ou simuladores) ?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Não há uso de tecnologias digitais em programas de aprendizado.
1	Ferramentas digitais são utilizadas apenas para registro ou compartilhamento de materiais.
2	Existe uma plataforma básica de e-learning, com conteúdos disponíveis de forma estática.
3	O sistema de aprendizado digital é integrado à gestão de talentos e inclui acompanhamento de progresso.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 215/389
---	---------------	---------	-------------------

Níveis	Item de resposta
4	A plataforma gera relatórios e indicadores de desempenho, permitindo análise de eficácia das capacitações.
5	Tecnologias como IA, Realidade Aumentada (RA) / Realidade Virtual (RV) ou simulações são usadas para personalizar o aprendizado .
6	O sistema de aprendizado é autônomo e inteligente, ajustando conteúdos e métodos em tempo real conforme o perfil e desempenho do colaborador.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Relatórios e dashboards do LMS ou LXP.
- Registros de uso de tecnologias imersivas (RA, RV, simulações).
- Logs de acesso e de conclusão de cursos.
- Políticas e planos de adoção tecnológica em aprendizagem.
- Documentação técnica de ferramentas educacionais.
- Especificações técnicas de interoperabilidade entre LMS/LXP e MES/ERP

Métricas/KPIs

- Percentual de programas de capacitação suportados digitalmente.
- Taxa de engajamento e conclusão em plataformas digitais.
- Nível de automação de processos de aprendizado (inscrição, avaliação, feedback).
- Índice de personalização de conteúdos por perfil.
- Taxa de adoção de tecnologias emergentes em capacitação.

Sinais por nível

- Nível 0:
 - Ausência de tecnologias educacionais
- Nível 1:
 - Uso pontual de ferramentas digitais básicas
- Nível 2:
 - Sistema de e-learning simples, sem acompanhamento
- Nível 3:
 - Integração com RH e monitoramento de progresso

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 216/389
---	---------------	---------	-------------------

- Nível 4:
 - Relatórios e dashboards analíticos
- Nível 5:
 - Personalização preditiva via IA e tecnologias imersivas
- Nível 6:
 - Aprendizado adaptativo em tempo real, com IA autônoma

Amostragem

- Entrevistas com RH, equipe de TI e instrutores; verificação direta do uso das plataformas digitais; revisão de relatórios de analytics das plataformas; observação de práticas de aprendizado imersivo e automatizado

Questão

Até que ponto a organização promove uma cultura de aprendizado contínuo, incentivando a autonomia, a curiosidade e a experimentação digital entre os colaboradores?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	A organização não promove iniciativas voltadas à cultura digital ou aprendizado contínuo.
1	Existem treinamentos obrigatórios, mas sem incentivo à autonomia ou inovação.
2	A organização oferece cursos e conteúdos digitais, mas o aprendizado é passivo e dirigido.
3	Há estímulo à aprendizagem contínua, com oportunidades estruturadas de desenvolvimento e feedback.
4	A cultura digital é ativamente promovida e mensurada por indicadores de engajamento e aprendizado.
5	A organização utiliza dados e IA para promover recomendações personalizadas de aprendizado e monitorar o engajamento individual.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 217/389
---	---------------	---------	-------------------

Níveis	Item de resposta
6	O aprendizado é autônomo, colaborativo e sustentado por um ecossistema digital que se ajusta em tempo real às necessidades dos colaboradores e da organização.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Políticas e programas de cultura organizacional e transformação digital.
- Campanhas e materiais de comunicação interna sobre inovação e aprendizado.
- Registros de participação em comunidades de prática ou programas de mentoria.
- Dados de engajamento em plataformas digitais de aprendizado.
- Relatórios de feedback, enquetes internas e avaliações de clima organizacional.
- Programas de Reconhecimento e Recompensa por Inovação ou Aprendizado

Métricas/KPIs

- Índice de engajamento digital dos colaboradores.
- Percentual de participação voluntária em capacitações.
- Frequência de acesso a plataformas de aprendizado sob demanda.
- Nível de satisfação com a cultura de aprendizado.
- Correlação entre aprendizado autodirigido e desempenho organizacional.

Sinais por nível

- Nível 0:
 - Ausência de estímulo à aprendizagem
- Nível 1:
 - Treinamentos formais e obrigatórios, sem protagonismo do colaborador
- Nível 2:
 - Conteúdos digitais disponíveis, mas de uso passivo
- Nível 3:
 - Incentivo à aprendizagem contínua e feedback regular
- Nível 4:
 - Mensuração e acompanhamento da cultura digital
- Nível 5:

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 218/389
---	---------------	---------	-------------------

- Uso de dados e IA para recomendações personalizadas e integração do conhecimento em bases formais
- Nível 6:
 - Ecossistema autônomo de aprendizado colaborativo e adaptativo

Amostragem

- Entrevistas com colaboradores, gestores e RH; análise de relatórios de engajamento e indicadores de cultura; verificação do uso de plataformas digitais e fóruns colaborativos; observação de práticas de reconhecimento e incentivo ao aprendizado

Questão

Em que grau a organização mede o impacto dos programas de capacitação digital, relacionando o aprendizado ao desempenho, produtividade e resultados da transformação digital?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Não há avaliação formal das capacitações digitais realizadas.
1	A avaliação é baseada apenas em feedback de satisfação dos participantes.
2	Resultados são registrados digitalmente, mas sem análise sistemática de impacto.
3	Há processos formais para avaliar a eficácia das capacitações e identificar oportunidades de melhoria.
4	Indicadores e métricas de Learning Analytics são usados para correlacionar o aprendizado com o desempenho operacional e as metas organizacionais.
5	Ferramentas analíticas e preditivas identificam tendências de impacto e orientam a personalização dos programas.
6	O sistema de aprendizado fecha o ciclo de feedback e ajusta automaticamente conteúdos e estratégias de capacitação, em tempo real, com base em dados de impacto e desempenho prático. .

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 219/389
---	---------------	---------	-------------------

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Relatórios de desempenho de capacitações e dashboards de RH.
- Indicadores de ROI e produtividade relacionados a programas de aprendizado.
- Relatórios de engajamento em plataformas de aprendizagem digital.
- Pesquisas de satisfação e eficácia pós-treinamento.
- Dados de desempenho operacional antes e depois das capacitações.
- Análise de regressão/correlação entre indicadores de L&D e KPIs de Produção/Qualidade.

Métricas/KPIs

- Taxa de conclusão de programas de capacitação digital.
- Grau de correlação entre aprendizado e resultados operacionais.
- Retorno sobre investimento (ROI) das capacitações digitais.
- Percentual de programas revisados com base em análise de impacto.
- Tempo médio de melhoria de desempenho pós-treinamento.

Sinais por nível

- Nível 0:
 - Ausência de avaliação
- Nível 1:
 - Avaliação apenas de satisfação
- Nível 2:
 - Registros digitais sem análise
- Nível 3:
 - Avaliação formal e periódica com relatórios
- Nível 4:
 - Métricas relacionadas a indicadores de desempenho
- Nível 5:
 - Análises preditivas e personalização de programas
- Nível 6:
 - Aprendizado adaptativo com ajustes automáticos

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 220/389
---	---------------	---------	-------------------

Amostragem

- Entrevistas com gestores de RH e líderes de aprendizado; revisão de relatórios de indicadores de desempenho pós-capacitação; análise de dados extraídos de plataformas LMS/LXP; observação de práticas de feedback e revisão de programas

Questão

Até que ponto as competências digitais desenvolvidas são efetivamente aplicadas nas rotinas operacionais, de gestão e inovação da organização?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	As capacitações digitais não possuem relação direta com as atividades práticas dos colaboradores.
1	Algumas competências digitais são aplicadas de forma pontual e sem acompanhamento sistemático.
2	Há registros digitais de aplicação prática, mas sem integração formal com a operação.
3	O aprendizado digital é planejado e formalmente integrado para apoiar atividades e processos operacionais específicos, sendo um requisito do cargo.
4	A aplicação prática das competências é monitorada e utilizada como indicador de desempenho e melhoria.
5	Dados operacionais e analíticos são usados para ajustar e otimizar programas de capacitação de forma contínua.
6	A integração é completa; o processo de aprendizado está embutido nos sistemas de execução operacional com feedback automático e ajuste contínuo das práticas.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Relatórios de aplicação prática pós-capacitação.
- Indicadores de desempenho antes e depois da formação digital.
- Dados de integração entre sistemas de aprendizado (LMS) e sistemas operacionais (ERP, MES, IoT).

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 221/389
---	---------------	---------	-------------------

- Planos de desenvolvimento individual vinculados a metas operacionais.
- Registros de feedback de líderes e colaboradores sobre uso das competências em campo.

Métricas/KPIs

- Percentual de competências aplicadas na rotina operacional.
- Índice de melhoria de produtividade pós-capacitação.
- Tempo médio de incorporação de novas práticas digitais.
- Número de processos otimizados a partir de aprendizado digital.
- Correlação entre aprendizado e redução de erros ou retrabalho.

Sinais por nível

- Nível 0:
 - Nenhuma aplicação prática das competências digitais
- Nível 1:
 - Uso pontual e informal de novas habilidades
- Nível 2:
 - Registros digitais isolados de aplicação
- Nível 3:
 - Alinhamento formal entre aprendizado e operação
- Nível 4:
 - Monitoramento sistemático de resultados práticos
- Nível 5:
 - Otimização algorítmica ou baseada em IA de programas de treinamento conforme dados operacionais
- Nível 6:
 - Feedback em tempo real entre aprendizado e operação

Amostragem

- Entrevistas com gestores operacionais, RH e líderes técnicos; revisão de relatórios de integração de sistemas; observação em campo de práticas operacionais digitais; análise de métricas de desempenho pós-capacitação

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 222/389
---	---------------	---------	-------------------

Questão

Em que medida a organização utiliza dados e análises (learning analytics) para personalizar treinamentos, prever lacunas de competência e ajustar seus programas de capacitação?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Não há coleta ou uso de dados para avaliar o aprendizado.
1	Dados básicos de participação ou satisfação são coletados, mas não analisados sistematicamente.
2	Dados de aprendizado são armazenados em sistemas digitais, porém usados apenas para registro.
3	Há análise regular de dados de aprendizado e desempenho, utilizada para revisão de programas.
4	Métricas e dashboards analíticos são empregados para identificar lacunas e direcionar capacitações.
5	Modelos analíticos e algoritmos preveem necessidades futuras de aprendizado e desempenho, suportando decisões proativas.
6	O sistema de aprendizado utiliza IA e automação para ajustar conteúdos, métodos e recomendações em tempo real, com base em dados individuais e coletivos.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Relatórios de analytics de plataformas LMS ou LXP.
- Dashboards de desempenho e engajamento em aprendizado.
- Documentação de uso de algoritmos ou modelos preditivos.
- Registros de personalização automática de conteúdos.
- Planos de governança de dados de aprendizado e privacidade.
- Modelo de governança e ética de dados de aprendizado (Learning Data Governance)

Métricas/KPIs

- Percentual de decisões de aprendizado baseadas em dados.
- Tempo médio entre coleta de dados e ação corretiva no programa.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 223/389
---	---------------	---------	-------------------

- Precisão das previsões de lacunas de competência.
- Grau de personalização dos conteúdos de treinamento.
- Engajamento e desempenho pós-personalização.

Sinais por nível

- Nível 0:
 - Ausência de coleta de dados
- Nível 1:
 - Coleta pontual, sem análise
- Nível 2:
 - Dados digitais armazenados, sem uso prático
- Nível 3:
 - Análise periódica e ajustes pontuais
- Nível 4:
 - Dashboards e relatórios diagnósticos ativos
- Nível 5:
 - Previsões de aprendizado com base em IA
- Nível 6:
 - Personalização automática e aprendizado adaptativo

Amostragem

- Entrevistas com gestores de RH, TI e líderes de capacitação; revisão de relatórios de analytics e dashboards de aprendizado; verificação da existência de políticas de governança de dados educacionais; observação de recomendações automatizadas em plataformas de aprendizado

Questão

Até que ponto os colaboradores estão preparados para se adaptar a novas tecnologias, processos digitais e mudanças contínuas no ambiente de trabalho?

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 224/389
---	---------------	---------	-------------------

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Os colaboradores resistem às mudanças tecnológicas e não há ações formais de adaptação digital.
1	Existem treinamentos pontuais para novas ferramentas, mas sem acompanhamento sistemático.
2	A organização oferece conteúdos digitais sobre novas tecnologias, sem planos estruturados de adaptação.
3	Há programas formais e contínuos de atualização e requalificação digital (reskilling/upskilling), vinculados a planos de sucessão e mudanças tecnológicas esperadas.
4	A resiliência digital é monitorada e avaliada por indicadores de engajamento e desempenho em contextos de mudança.
5	Ferramentas analíticas e dados de desempenho são usados para prever lacunas de adaptação e preparar respostas antecipadas.
6	A organização possui uma cultura de adaptabilidade intrínseca, em que os colaboradores modelam a mudança e o aprendizado contínuo é apoiado por sistemas inteligentes e processos orgânicos.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Programas de reskilling e upskilling registrados em RH.
- Relatórios de engajamento e desempenho em adoção tecnológica.
- Indicadores de participação em capacitações emergenciais.
- Políticas de mudança organizacional e suporte à inovação.
- Pesquisas internas sobre cultura e adaptação digital.

Métricas/KPIs

- Percentual de colaboradores requalificados em novas tecnologias.
- Tempo médio de adaptação a novas ferramentas ou processos.
- Índice de engajamento digital.
- Taxa de sucesso de implementações tecnológicas (adoção efetiva).

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 225/389
---	---------------	---------	-------------------

- Nível de prontidão digital por área ou função.

Sinais por nível

- Nível 0:
 - Resistência generalizada à mudança
- Nível 1:
 - Treinamentos pontuais e reativos
- Nível 2:
 - Capacitações digitais básicas
- Nível 3:
 - Programas estruturados e regulares de atualização
- Nível 4:
 - Avaliação e métricas de adaptação
- Nível 5:
 - Ações preditivas com base em dados de engajamento
- Nível 6:
 - Cultura adaptativa e aprendizado contínuo automatizado

Amostragem

- Entrevistas com gestores de RH, inovação e líderes de equipe; revisão de relatórios de resiliência e readiness digital; análise de indicadores de adoção tecnológica; observação de práticas de aprendizado e colaboração digital

Questão

Em que grau a organização estabelece parcerias com instituições de ensino, startups e fornecedores para desenvolver competências digitais e promover inovação educacional?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Não há parcerias ou ações externas relacionadas à capacitação digital.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 226/389
---	---------------	---------	-------------------

Níveis	Item de resposta
1	Existem parcerias pontuais com instituições externas, sem integração formal.
2	As parcerias são registradas e gerenciadas digitalmente, mas com escopo limitado.
3	Há programas de capacitação desenvolvidos em colaboração com parceiros externos.
4	As parcerias são monitoradas por métricas de desempenho e resultados educacionais.
5	Dados e learning analytics são utilizados para identificar, avaliar e otimizar novas oportunidades de cooperação e a evolução do ecossistema.
6	A organização integra um ecossistema inteligente e interconectado, com aprendizado colaborativo em tempo real entre múltiplos agentes e troca fluida de dados de desempenho.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Contratos e memorandos de entendimento com universidades, startups e instituições de pesquisa.
- Registros de participação em redes de inovação e capacitação.
- Relatórios de resultados de programas desenvolvidos em parceria.
- Documentação de integração de plataformas e dados de aprendizado.
- Registros de eventos, hackathons, certificações e iniciativas conjuntas.

Métricas/KPIs

- Número de parcerias ativas voltadas à aprendizagem digital.
- Percentual de programas de capacitação desenvolvidos em parceria.
- Grau de interoperabilidade entre plataformas de parceiros.
- Taxa de inovação educacional derivada de colaborações externas.
- Índice de satisfação ou impacto de programas conjuntos.

Sinais por nível

- Nível 0:
 - Ausência de parcerias educacionais
- Nível 1:
 - Colaborações isoladas e informais

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 227/389
---	---------------	---------	-------------------

- Nível 2:
 - Registros digitais de parcerias sem integração operacional
- Nível 3:
 - Programas colaborativos estruturados
- Nível 4:
 - Monitoramento e indicadores de impacto
- Nível 5:
 - Uso de dados para otimizar e expandir o ecossistema
- Nível 6:
 - Rede adaptativa e inteligente de aprendizado colaborativo

Amostragem

- Entrevistas com gestores de RH, P&D e inovação; análise de relatórios de parcerias e acordos de cooperação; verificação de dados de plataformas compartilhadas; avaliação de projetos educacionais conjuntos e resultados obtidos

Glossário

[Sem glossário]

Referências

- ACATECH. Industrie 4.0 Maturity Index. Managing the Digital Transformation of Companies – UPDATE 2020 - acatech - National Academy of Science and Engineering. Disponível em: <https://en.acatech.de/publication/industrie-4-0-maturity-index-update-2020/download-pdf>. Acesso em: 3 out. 2025.
- ALAGIRI GOVINDASAMY; ARIVARASI ARULARASAN. Readiness and Maturity Assessment Model to Measure the Industry 4.0 Ecosystem. Lecture notes in electrical engineering, p. 57–67, 1 jan. 2021.
- BONINI, A. et al. The relationship between leadership and adaptive performance: A systematic review and meta-analysis. PLOS ONE, v. 19, p. 1–29, out. 2024.
- DECUYPERE, A.; SCHAUFELI, W. Exploring the Leadership–Engagement Nexus: A Moderated Meta-Analysis and Review of Explaining Mechanisms. International Journal of Environmental Research and Public Health, v. 18, n. 16, p. 8592, 2021.
- EDB. THE SMART INDUSTRY READINESS INDEX - Catalysing the transformation of manufacturing. [s.l.: s.n.]. Disponível em:

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 228/389
---	---------------	---------	-------------------

[https://www.edb.gov.sg/content/dam/edb-en/about-edb/media-releases/news/the-smart-industry-readiness-index/the-sg-smart-industry-readiness-index-whitepaper%20\(1\).pdf](https://www.edb.gov.sg/content/dam/edb-en/about-edb/media-releases/news/the-smart-industry-readiness-index/the-sg-smart-industry-readiness-index-whitepaper%20(1).pdf).

- INCIT. The Global Smart Industry Readiness Index Initiative: Manufacturing Transformation Insights Report 2025. [s.l.: s.n.]. Disponível em: https://assets.incit.org/large-documents/manual/The_global_smart_industry_readiness_index_initiative_2025-manual.pdf. Acesso em: 3 out. 2025.
- KASAPOĞLU, C. et al. Industry 4.0 maturity assessment in manufacturing enterprises: a mixed-methods approach for SMEs. Central European Management Journal, abr. 2025.
- KHASSAWNEH, O.; ELREHAIL, H. The Effect of Participative Leadership Style on Employees' Performance: The Contingent Role of Institutional Theory. Administrative Sciences, v. 12, n. 4, p. 195, 15 dez. 2022.
- LIN, W. D. et al. Application of SIRI for Industry 4.0 Maturity Assessment and Analysis. 2021 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), 1 dez. 2019.
- SEMERARO, C. et al. A maturity model for evaluating the impact of Industry 4.0 technologies and principles in SMEs. Manufacturing Letters, v. 37, p. 61–65, 1 set. 2023.
- TOUFIGHI, S. P. et al. Participative leadership, cultural factors, and speaking-up behaviour: An examination of intra-organisational knowledge sharing. Journal of Innovation & Knowledge, v. 9, n. 3, p. 100548–100548, 1 jul. 2024.
- WEF. The Global Smart Industry Readiness Index Initiative: Manufacturing Transformation Insights Report 2022 A R Y 2 0 2 2. [s.l.: s.n.]. Disponível em: https://www3.weforum.org/docs/WEF_The_Global_Smart_Industry_Readiness_Index_Initiative_2022.pdf.

Capacidade Foco em benefícios ao cliente

Bloco/Pilar

- Bloco: Processo
- Pilar: Ciclo de Vida do Produto
- Dimensão: Ciclo de Vida Integrado do Produto

Resumo Descritivo

Esta dimensão avalia a integração de pessoas, processos e sistemas ao longo do ciclo de vida do produto (desde design até o descarte). O objetivo é encurtar os ciclos de desenvolvimento, usando Gêmeos Digitais (Digital Twins) e sistemas PLM para criar uma Sombra Digital do produto. Isso permite agilidade e novos modelos de negócio, como o Product-as-a-Service.

Questões

Questão

Como a informação do produto é gerenciada e compartilhada entre as diferentes fases do seu ciclo de vida (design, engenharia, produção, uso e serviço)?

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 229/389
---	---------------	---------	-------------------

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Não há processos ou sistemas definidos para gerenciar informações do produto.
1	As informações são gerenciadas informalmente por departamentos isolados.
2	Existem procedimentos formais para troca de informações, mas ainda manuais.
3	As informações são digitalizadas, porém a integração entre sistemas é manual.
4	Sistemas digitais estão integrados, mas o fluxo ainda depende de controle humano.
5	fluxo de informações é automatizado com mínima intervenção humana.
6	O sistema aprende e adapta-se com base em dados reais do produto.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Mapas ou diagramas de fluxo de informação entre fases do ciclo de vida.
- Relatórios ou políticas de gestão de dados de produto (PLM/PDM).
- Capturas de tela ou documentação de integração entre sistemas (CAD–ERP–MES).
- Logs de atualização e versionamento de documentos técnicos.
- Evidências de uso de gêmeos digitais ou engenharia baseada em modelos (MBSE).
- Registros de feedback de uso e manutenção incorporados em novas versões de design.

Métricas/KPIs

- Índice de integração digital (%): proporção de sistemas conectados ao longo do ciclo de vida.
- Tempo médio de atualização de dados de produto: entre criação e sincronização em todos os sistemas.
- Taxa de retrabalho por inconsistência de informação (%).
- Percentual de produtos com feedback de uso incorporado no redesenho.

Sinais por nível

- Nível 0:
 - As informações são dispersas e dependem de pessoas específicas.
 - Inexistem registros formais e não há consciência sobre controle, rastreabilidade ou versionamento.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 230/389
---	---------------	---------	-------------------

- Nível 1:
 - Cada área mantém registros próprios em planilhas ou papel.
 - A troca de informação é manual.
 - Ocorrem erros frequentes e não há padronização nem controle de versões.
- Nível 2:
 - Processos documentados em papel.
 - Repositórios físicos separados.
 - Atualizações manuais e controle de versões limitado, com pouca rastreabilidade interdepartamental.
 - Procedimentos documentados, mas sem repositório centralizado.
- Nível 3:
 - Uso de e-mails e pastas compartilhadas.
 - Integração feita por exportação/importação,
 - Ausência de PLM centralizado e falhas na visibilidade em tempo real
- Nível 4:
 - PLM implantado, integração entre áreas garantida digitalmente.
 - Dados rastreáveis e seguros, mas exigindo validação e supervisão constante por pessoas.
 - Rastreabilidade de versões e controle de acesso.
- Nível 5:
 - Dados fluem entre CAD, ERP e MES automaticamente.
 - Há continuidade digital, sincronização entre engenharia e produção, e redução de inconsistências e retrabalhos.
- Nível 6:
 - Gêmeos digitais e MBSE otimizam processos.
 - IA gera insights automáticos.
 - Feedback de uso atualiza projetos e o ciclo de vida é totalmente interconectado.

Amostragem

- Selecionar 3–5 artefatos referentes a processos relevantes (evidências de logs de sincronização ou dashboards PLM), atualizados dos últimos 90 dias

Questão

Em que medida a empresa utiliza representações digitais (como modelos 3D, simulações ou gêmeos digitais) para o design, engenharia e otimização de produtos e processos?

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 231/389
---	---------------	---------	-------------------

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Não há uso de ferramentas digitais para modelagem ou simulação.
1	Representações digitais são inexistentes ou ocasionais.
2	CAD é utilizado apenas para desenhos ou modelos estáticos.
3	Modelos digitais são usados em etapas específicas, de forma isolada.
4	Modelos digitais abrangentes são integrados via PLM.
5	A empresa usa gêmeos digitais para simulação e otimização.
6	Gêmeos digitais totalmente integrados reagem e otimizam-se em tempo real.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Exemplos de modelos CAD/CAE e registros de versões digitais de produtos.
- Relatórios de simulações e resultados de análises virtuais (deformação, fluxo, resistência).
- Documentação do sistema PLM integrando design, engenharia e produção.
- Evidências de uso de gêmeos digitais em operação (dashboards, logs, relatórios).
- Modelos MBSE (Model-Based Systems Engineering) ou especificações digitais do produto.
- Integrações demonstradas entre ferramentas de simulação, ERP e MES.

Métricas/KPIs

- Percentual de produtos desenvolvidos com modelos digitais completos (%).
- Tempo médio de ciclo de design (comparando desenvolvimento físico vs. digital).
- Taxa de reutilização de modelos e simulações em novos projetos (%).
- Grau de integração entre gêmeos digitais e dados operacionais (%).

Sinais por nível

- Nível 0:
 - Desenvolvimento físico e experimental.
 - Ausência de CAD ou PLM.
 - Decisões baseadas apenas em testes empíricos e experiência prática.
- Nível 1:

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 232/389
---	---------------	---------	-------------------

- Modelos e desenhos feitos manualmente.
- Protótipos físicos predominam.
- Nenhuma padronização no design digital.

- Nível 2:
 - Criação de modelos 2D/3D simples sem integração com outras fases.
 - Ausência de simulações ou análises baseadas em modelos digitais.

- Nível 3:
 - Uso de CAD/CAE com simulações pontuais.
 - Dados não conectados entre departamentos.
 - Ausência de uma espinha dorsal de informação.
 - Benefícios diretos observados em tempo e custo de desenvolvimento.

- Nível 4:
 - Representações digitais conectam requisitos, componentes e testes.
 - Integração parcial com outras áreas.
 - Otimização ainda guiada manualmente.

- Nível 5:
 - Dados reais atualizam modelos digitais.
 - Sistemas automatizam melhorias.
 - Integração entre produto e processo com mínima intervenção humana.
 - Retroalimentação de dados de uso em simulações.

- Nível 6:
 - Simulações contínuas, IA para análise preditiva e auto-adaptação.
 - Modelos MBSE conectam todas as fases do ciclo de vida.
 - Adaptação dinâmica de parâmetros de produto para customização do cliente.

Amostragem

- Selecionar 3–5 artefatos referentes a processos relevantes, atualizados dos últimos 90 dias

Questão

Como a empresa integra e utiliza dados de diversas fontes (design, produção, uso do cliente, serviço) para impulsionar a tomada de decisões e a inovação em produtos e processos?

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 233/389
---	---------------	---------	-------------------

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Dados não são coletados nem usados de forma sistemática.
1	Dados são coletados pontualmente, sem integração entre áreas.
2	Dados são coletados em algumas fases, mas sem consolidação.
3	Dados digitais são coletados, porém analisados de forma isolada.
4	Dados de múltiplas fontes são conectados em sistemas integrados.
5	Integração e análise de dados são amplamente automatizadas.
6	A empresa usa IA e análise avançada para otimização contínua.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Documentação de arquitetura de dados e fluxos de integração entre sistemas.
- Dashboards de BI, relatórios de analytics e logs de coleta de dados.
- Modelos de dados ou dicionários de integração entre PLM, ERP e CRM.
- Evidências de uso de algoritmos ou IA para análise preditiva.
- Relatórios de correlação entre dados de campo e decisões de engenharia.
- Políticas internas de governança e qualidade de dados.

Métricas/KPIs

- Percentual de fontes de dados integradas ao longo do ciclo de vida.
- Tempo médio entre coleta e uso efetivo de dados para decisão.
- Taxa de decisões baseadas em dados vs. decisões empíricas (%).
- Número de insights preditivos aplicados em produtos/processos por ano.

Sinais por nível

- Nível 0:
 - Não há estrutura para registro de dados.
 - Decisões são totalmente intuitivas, sem base factual ou indicadores consistentes.
- Nível 1:

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 234/389
---	---------------	---------	-------------------

- Informações dispersas em relatórios manuais.
- Cada setor mantém registros próprios.
- Decisões guiadas por experiência empírica.

- Nível 2:
 - Processos básicos de coleta.
 - Uso de relatórios de produção ou vendas.
 - Integração limitada e dependente de pessoas.

- Nível 3:
 - Uso de planilhas e bancos de dados simples.
 - Análise manual.
 - Integração inconsistente entre dados de design, produção e cliente.

- Nível 4:
 - PLM ou ERP integrando informações.
 - Coleta estruturada.
 - Dados de uso real alimentam melhorias.
 - Análise ainda predominantemente humana.

- Nível 5:
 - Processos automatizados de coleta e correlação.
 - Dados em tempo real e históricos usados para decisão.
 - Mínima intervenção humana, mas ainda sem aprendizado adaptativo.

- Nível 6:
 - Big Data e Machine Learning integram todas as fases.
 - Insights preditivos e prescritivos.
 - Inovação contínua orientada por dados.
 - Integração preditiva e prescritiva de todas as fontes.

Amostragem

- Selecionar 3–5 artefatos referentes a processos relevantes, atualizados dos últimos 90 dias

Questão

Como a empresa lida com a colaboração e a integração de parceiros externos (fornecedores, clientes, centros de pesquisa) no design e desenvolvimento de produtos?

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 235/389
---	---------------	---------	-------------------

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	A empresa opera isoladamente, sem envolvimento de parceiros externos.
1	A interação com parceiros é pontual e sem estrutura formal.
2	A colaboração ocorre de forma reativa, sem integração digital.
3	Ferramentas digitais são usadas apenas para troca de informações.
4	Plataformas digitais suportam colaboração em fases específicas do ciclo de vida.
5	Os sistemas da empresa e dos parceiros estão conectados digitalmente.
6	A empresa integra um ecossistema digital de inovação com parceiros.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Contratos de cooperação, NDAs e acordos de co-desenvolvimento com parceiros externos.
- Documentação de plataformas digitais de colaboração (portais, PLM compartilhado).
- Registros de projetos colaborativos com clientes, fornecedores e centros de pesquisa.
- Logs ou relatórios de integração de sistemas com parceiros (API, EDI, etc.).
- Evidências de participação em ecossistemas de inovação ou clusters tecnológicos.
- Casos de co-design ou co-engenharia documentados entre parceiros e a empresa.

Métricas/KPIs

- Percentual de projetos de produto desenvolvidos com participação externa.
- Tempo médio de resposta na troca de informações com parceiros.
- Número de parceiros integrados digitalmente na cadeia de valor.
- Índice de inovação colaborativa (projetos cocriados / total de projetos).

Sinais por nível

- Nível 0:
 - Não há trocas de informação, contratos ou interação formal com fornecedores, clientes ou centros de pesquisa.
- Nível 1:

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 236/389
---	---------------	---------	-------------------

- Contato eventual por e-mails ou reuniões.
- Ausência de processos definidos de cooperação ou compartilhamento de dados.
- Nível 2:
 - Feedback pontual de clientes e fornecedores.
 - Troca manual de informações.
 - Decisões centralizadas e comunicação não sistemática.
- Nível 3:
 - Envio de arquivos por e-mail ou plataformas simples.
 - Ausência de workflows integrados.
 - Cooperação restrita a compartilhamento documental.
 - Uso de ferramentas básicas, sem controle de versão nem rastreabilidade.
- Nível 4:
 - Integração com clientes e fornecedores em projetos.
 - Uso de portais colaborativos.
 - Decisões conjuntas ainda exigem supervisão humana.
 - Mecanismos de controle de acesso e versionamento compartilhado.
- Nível 5:
 - Integração horizontal entre sistemas.
 - Troca automática de dados.
 - Personalização conjunta de produtos.
 - Colaboração contínua e estruturada.
- Nível 6:
 - Plataformas de IA otimizam co-criação.
 - Dados de uso atualizam projetos.
 - Redes colaborativas geram novos modelos de negócio (Product as a Service).
 - Gestão de propriedade intelectual e compliance digital colaborativo.

Amostragem

- Selecionar 3–5 artefatos referentes a processos relevantes, atualizados dos últimos 90 dias

Questão

Como a empresa gerencia e incorpora feedback do uso do produto e requisitos do cliente para refinar o design e otimizar o desempenho ao longo do ciclo de vida?

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 237/389
---	---------------	---------	-------------------

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	A empresa não coleta nem utiliza feedback ou dados de uso.
1	Feedback é coletado esporadicamente e usado de forma não sistemática.
2	Feedback é obtido por meios simples e usado ocasionalmente.
3	Ferramentas digitais coletam dados e feedback, mas sem integração.
4	Sistemas conectados integram dados de uso e feedback de clientes.
5	Feedback e dados de uso são analisados automaticamente.
6	Feedback e uso do produto são analisados por IA em tempo real.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Relatórios de feedback de clientes e históricos de tickets de suporte.
- Registros de integração entre CRM, PLM e sistemas de pós-venda.
- Logs de coleta automática de dados de uso (IoT, sensores, telemetria).
- Evidências de atualizações de produto baseadas em feedback de campo.
- Planos de melhoria contínua derivados de análises de feedback.
- Casos documentados de personalização ou atualização via software.

Métricas/KPIs

- Percentual de feedbacks processados e incorporados em novos produtos.
- Tempo médio entre coleta de feedback e ação corretiva ou melhoria.
- Taxa de automação da análise de feedback (%).
- Número de produtos com telemetria e coleta ativa de dados de uso.

Sinais por nível

- Nível 0:
 - Melhoria de produtos baseada em intuição.
 - Inexistência de mecanismos formais de coleta ou canais de comunicação estruturados.
- Nível 1:

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 238/389
---	---------------	---------	-------------------

- Reclamações e sugestões recebidas informalmente.
- Melhorias ad-hoc sem registro ou análise sistemática.

- Nível 2:
 - Pesquisas manuais (sem integração com engenharia) ou canais básicos.
 - Dados analisados pontualmente.
 - Inexistência de monitoramento do uso do produto.

- Nível 3:
 - Uso de CRM básico ou formulários online.
 - Análise em planilhas.
 - Integração restrita entre pós-venda e engenharia.

- Nível 4:
 - PLM/CRM integrados.
 - Dados de uso capturados por sensores.
 - Atualizações via software.
 - Análises e decisões ainda humanas.
 - Fechamento de ciclo entre cliente e desenvolvimento.

- Nível 5:
 - Sistemas identificam tendências.
 - Sugestões automáticas de otimização.
 - Integração direta com processos de design e engenharia.
 - Automatização parcial do processo de melhoria do design.

- Nível 6:
 - Machine Learning gera insights preditivos.
 - Design ajustado dinamicamente (product-as-a-service).
 - Novos modelos de negócio e serviços personalizados emergem.

Amostragem

- Selecionar 3–5 artefatos referentes a processos relevantes, atualizados dos últimos 90 dias

Glossário

[Sem glossário]

Referências

- ACATECH. Industrie 4.0 Maturity Index. Managing the Digital Transformation of Companies – UPDATE 2020 - acatech - National Academy of Science and Engineering. Disponível em:

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 239/389
---	---------------	---------	-------------------

<https://en.acatech.de/publication/industrie-4-0-maturity-index-update-2020/download-pdf>.

Acesso em: 3 out. 2025.

- ALAGIRI GOVINDASAMY; ARIVARASI ARULARASAN. Readiness and Maturity Assessment Model to Measure the Industry 4.0 Ecosystem. Lecture notes in electrical engineering, p. 57–67, 1 jan. 2021.
- BONINI, A. et al. The relationship between leadership and adaptive performance: A systematic review and meta-analysis. PLOS ONE, v. 19, p. 1–29, out. 2024.
- DECUYPERE, A.; SCHAUFELI, W. Exploring the Leadership–Engagement Nexus: A Moderated Meta-Analysis and Review of Explaining Mechanisms. International Journal of Environmental Research and Public Health, v. 18, n. 16, p. 8592, 2021.
- EDB. THE SMART INDUSTRY READINESS INDEX - Catalysing the transformation of manufacturing. [s.l.: s.n.]. Disponível em:
[https://www.edb.gov.sg/content/dam/edb-en/about-edb/media-releases/news/the-smart-industry-readiness-index/the-sg-smart-industry-readiness-index-whitepaper%20\(1\).pdf](https://www.edb.gov.sg/content/dam/edb-en/about-edb/media-releases/news/the-smart-industry-readiness-index/the-sg-smart-industry-readiness-index-whitepaper%20(1).pdf).
- INCIT. The Global Smart Industry Readiness Index Initiative: Manufacturing Transformation Insights Report 2025. [s.l.: s.n.]. Disponível em:
https://assets.incit.org/large-documents/manual/The_global_smart_industry_readiness_index_initiative_2025-manual.pdf. Acesso em: 3 out. 2025.
- KASAPOĞLU, C. et al. Industry 4.0 maturity assessment in manufacturing enterprises: a mixed-methods approach for SMEs. Central European Management Journal, abr. 2025.
- KHASSAWNEH, O.; ELREHAIL, H. The Effect of Participative Leadership Style on Employees' Performance: The Contingent Role of Institutional Theory. Administrative Sciences, v. 12, n. 4, p. 195, 15 dez. 2022.
- LIN, W. D. et al. Application of SIRI for Industry 4.0 Maturity Assessment and Analysis. 2021 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), 1 dez. 2019.
- SEMERARO, C. et al. A maturity model for evaluating the impact of Industry 4.0 technologies and principles in SMEs. Manufacturing Letters, v. 37, p. 61–65, 1 set. 2023.
- TOUFIGHI, S. P. et al. Participative leadership, cultural factors, and speaking-up behaviour: An examination of intra-organisational knowledge sharing. Journal of Innovation & Knowledge, v. 9, n. 3, p. 100548–100548, 1 jul. 2024.
- WEF. The Global Smart Industry Readiness Index Initiative: Manufacturing Transformation Insights Report 2022 A R Y 2 0 2 2. [s.l.: s.n.]. Disponível em:
https://www3.weforum.org/docs/WEF_The_Global_Smart_Industry_Readiness_Index_Initiative_2022.pdf.

Capacidade Design de interfaces orientado à tarefa

Bloco/Pilar

- Bloco: Tecnologia
- Pilar: Automação
- Dimensão: Chão de Fábrica

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 240/389
---	---------------	---------	-------------------

Resumo Descritivo

Esta dimensão avalia o grau e a flexibilidade da automação e sua integração em múltiplos sistemas no local onde a produção e gestão de bens são realizadas. O foco é otimizar os níveis gerais de automação dos processos de produção e, em estágios mais altos, permitir a reconfiguração flexível de máquinas para fabricar maior variedade de produtos com prazos curtos.

Questões

Questão

A informação digital se adapta dinamicamente (em conteúdo e formato) à necessidade específica do operador para a tarefa em questão?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	A informação para execução de tarefas é exclusivamente analógica (e.g., impressa em papel ou transmitida verbalmente).
1	A informação é digital (e.g., em PDFs ou planilhas estáticas), mas é genérica, não filtrada e não se adapta à tarefa.
2	As interfaces são digitais e conseguem filtrar dados (usando apps ou sistemas de TI/OT), mostrando informações relevantes para a área de trabalho ou a máquina, mas não se ajustam dinamicamente à progressão da tarefa.
3	O conteúdo da interface é continuamente ajustado à tarefa que está sendo realizada, assegurando que apenas a informação relevante seja entregue no momento oportuno (princípio push).
4	O conteúdo e a apresentação da interface são adaptados não só à tarefa, mas também ao nível de habilidade e competência do funcionário que está utilizando o sistema.
5	O sistema de assistência é capaz de diagnosticar e prever desvios (erros potenciais) antes que ocorram, ajustando proativamente a interface para guiar o operador à otimização da tarefa em tempo real.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 241/389
---	---------------	---------	-------------------

Níveis	Item de resposta
6	O sistema de informação é auto-aprendiz e entrega conhecimento continuamente contextualizado, permitindo que os operadores participem ativamente no desenho e aprimoramento da interface, focando em autocontrole e melhoria contínua.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Interfaces Homem-Máquina (HMI) e Dashboards.
- Documentação de Integração Vertical de Sistemas (TI/OT).
- Registros de Captura de Dados Operacionais e Sensores Inteligentes.
- Uso de Identificadores (Auto-ID) e Rastreamento (M20).
- Instruções de Trabalho Digitais ou Aplicações (Apps) de Chão de Fábrica.
- Sistemas de Software Avançados (ERP, MES, PLM).

Métricas/KPIs

- Taxa de Redução de Erros de Procedimento (TREP)
- Tempo Médio de Reação a Desvios Operacionais (TMRDO)
- Proporção de Tarefas Críticas Guiadas por Sistemas de Assistência Digital (PTCGSAD)
- Índice de Utilização de Dados Contextuais (IUDC).

Sinais por nível

- Nível 0:
 - Os processos verticais não estão definidos explicitamente e são gerenciados por métodos informais ou ad-hoc.
 - Não há uso de dispositivos eletrônicos ou digitais no local.
 - As instruções de trabalho são baseadas em papel ou comunicação verbal, sem qualquer automação de processos repetitivos.
- Nível 1:
 - A informação é definida e executada por humanos, com o suporte de ferramentas analógicas (como sistemas de rastreamento baseados em papel).
 - Sistemas de OT (Tecnologia Operacional) e TI (Tecnologia da Informação) são utilizados para executar tarefas pré-programadas baseadas em lógica estática, mas a informação gerada é estática (e.g., PDFs, planilhas).
 - Há introdução de TI no chão de fábrica e em outros lugares, mas os sistemas de TI e OT operam isoladamente (silos).
- Nível 2:

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 242/389
---	---------------	---------	-------------------

- Os processos verticais digitalizados são concluídos por humanos, com o suporte de ferramentas digitais.
- Sistemas de TI e OT gerenciam processos, mas ainda em silos.
- Os sistemas são capazes de identificar desvios dos parâmetros predefinidos, notificando os operadores.
- A empresa já trabalha com dados e documentos digitais que são amplamente acessíveis.

- Nível 3:
 - Agregação e visualização de dados em tempo quase real de diferentes sistemas de origem (MES, ERP) são alcançadas.
 - A informação é entregue aos funcionários de forma contextualizada.
 - É criado um "sombra digital" (digital shadow) da situação atual da empresa, permitindo que as decisões sejam baseadas em dados reais.
 - O sistema OT/IT consegue diagnosticar desvios e identificar causas potenciais.
 - Dispositivos móveis e wearables são utilizados para integrar os funcionários à plataforma digital.

- Nível 4:
 - O sistema não apenas identifica desvios, mas também prevê estados futuros de ativos e sistemas.
 - O conhecimento adquirido é entregue aos funcionários de forma contextualizada e adaptada para apoiar a tomada de decisões de forma complexa e rápida.
 - Os funcionários aprimoram ativamente o sistema com seu próprio conhecimento no interesse da melhoria contínua.

- Nível 5:
 - A interface fornece informações que permitem simular possíveis cenários futuros para habilitar o suporte à decisão.
 - Sistemas OT e IT integrados de ponta a ponta estão analisando ativamente e reagindo aos dados.
 - O sistema notifica o pessoal relevante de desvios potenciais e fornece informações sobre as causas prováveis.
 - Esta etapa representa o estado de "Estar preparado" e entender "O que acontecerá?"

- Nível 6:
 - O sistema atinge a capacidade de resposta autônoma.
 - O processamento da informação é auto-aprendizagem, o que significa que os sistemas de informação se adaptam continuamente às circunstâncias em mudança.
 - Os sistemas podem executar decisões de forma autônoma para otimizar o desempenho e a eficiência de recursos.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 243/389
---	---------------	---------	-------------------

- A cultura da empresa demonstra um estilo de liderança democrático e confiança nos sistemas, e os funcionários participam ativamente na moldagem das mudanças e na documentação do conhecimento adquirido.
- O loop de aprendizado de interface é centrado no operador.

Amostragem

- Selecionar 5–10 processos relevantes que envolvem a interação homem/máquina em Chão de Fábrica (gravações de tela e logs de interação HMI)

Questão

O design de HMI dos sistemas de assistência no Chão de Fábrica utiliza tecnologias de visualização e informação sensível ao contexto para orientar o operador na execução de tarefas?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	As interfaces são inexistentes ou predominantemente manuais/analógicas.
1	As interfaces HMI digitais executam tarefas pré-programadas e são genéricas.
2	Existem interfaces digitais HMI conectadas que fornecem informações básicas, mas não são totalmente orientadas à tarefa.
3	O design das interfaces é orientado à tarefa e fornece informação contexto-sensível em tempo real.
4	As interfaces integram sistemas de assistência que não só identificam desvios, mas também diagnosticam as potenciais causas.
5	As interfaces e sistemas de assistência integram análise preditiva para prever futuros estados de ativos e sistemas (manutenção preditiva, qualidade).
6	As interfaces facilitam a operação reconfigurável e autônoma, minimizando a intervenção humana.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Interfaces Homem-Máquina (HMI) e Dashboards.
- Documentação de Integração Vertical de Sistemas (TI/OT).
- Registros de Captura de Dados Operacionais e Sensores Inteligentes.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 244/389
---	---------------	---------	-------------------

- Uso de Identificadores (Auto-ID) e Rastreamento (M20).
- Instruções de Trabalho Digitais ou Aplicações (Apps) de Chão de Fábrica
- Sistemas de Software Avançados (ERP, MES, PLM).

Métricas/KPIs

- Tempo médio de resposta do operador a desvios.
- Redução de erros operacionais induzidos pelo operador.
- Adoção (%) de sistemas de assistência HMI por trabalhadores.
- Aumento da Eficácia Geral do Equipamento (OEE) por intervenção assistida.

Sinais por nível

- Nível 0:
 - O trabalho repetitivo é executado por humanos, sem automação.
 - A gestão dos processos é baseada em métodos informais ou ad-hoc.
- Nível 1:
 - As interfaces existem, mas o design não é adaptado à tarefa específica ou ao contexto do operador.
 - A intervenção humana é significativa, e a informação é fornecida primariamente através de ferramentas analógicas, como rastreamento baseado em papel.
- Nível 2:
 - As tecnologias de identificação e visualização são introduzidas, mas a informação fornecida ainda é estática ou requer intervenção humana para interpretação.
 - As máquinas e sistemas conseguem interagir ou trocar informação de forma limitada.
- Nível 3:
 - Sistemas de assistência fornecem informações contextuais usando tecnologias de Auto-ID (reconhecimento direto de objetos e seus atributos).
 - O feedback é baseado em dados reais do ambiente de processo, em vez de apenas planos ou previsões.
 - Feedback multimodal (visual, auditivo, tátil) - característica moderna de HMIs sensíveis ao contexto.
 - O sistema pode notificar os operadores sobre desvios de parâmetros pré-definidos.
- Nível 4:
 - O design das interfaces incorpora a visualização da análise de dados para ajudar o operador a "entender" o que está acontecendo.
 - Há um foco na usabilidade e em aspectos ergonômicos na integração de processos.
- Nível 5:

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 245/389
---	---------------	---------	-------------------

- As informações nas interfaces ajudam o operador a prever potenciais desvios e fornecem informações sobre as possíveis causas.
- As interfaces permitem que a tomada de decisões seja baseada em cenários futuros simulados.
- Assistência proativa (interfaces que sugerem ação).
- Nível 6:
 - Os sistemas de assistência realizam a execução autônoma de decisões para otimizar o desempenho e a eficiência.
 - O sistema também permite intervenção e customização.
 - As interfaces suportam a automação plug-and-play, permitindo que os processos de produção automatizados sejam reconfiguráveis de forma rápida e fácil.

Amostragem

- Selecionar 5–10 processos relevantes que envolvem a interação homem/máquina em Chão de Fábrica (vídeos de operação assistida e capturas de dashboards dinâmicos)

Glossário

[Sem glossário]

Referências

- ACATECH. Industrie 4.0 Maturity Index. Managing the Digital Transformation of Companies – UPDATE 2020 - acatech - National Academy of Science and Engineering. Disponível em: <https://en.acatech.de/publication/industrie-4-0-maturity-index-update-2020/download-pdf>. Acesso em: 3 out. 2025.
- ALAGIRI GOVINDASAMY; ARIVARASI ARULARASAN. Readiness and Maturity Assessment Model to Measure the Industry 4.0 Ecosystem. Lecture notes in electrical engineering, p. 57–67, 1 jan. 2021.
- BONINI, A. et al. The relationship between leadership and adaptive performance: A systematic review and meta-analysis. PLOS ONE, v. 19, p. 1–29, out. 2024.
- DECUYPERE, A.; SCHAUFELI, W. Exploring the Leadership–Engagement Nexus: A Moderated Meta-Analysis and Review of Explaining Mechanisms. International Journal of Environmental Research and Public Health, v. 18, n. 16, p. 8592, 2021.
- EDB. THE SMART INDUSTRY READINESS INDEX - Catalysing the transformation of manufacturing. [s.l.: s.n.]. Disponível em: [https://www.edb.gov.sg/content/dam/edb-en/about-edb/media-releases/news/the-smart-industry-readiness-index/the-sg-smart-industry-readiness-index-whitepaper%20\(1\).pdf](https://www.edb.gov.sg/content/dam/edb-en/about-edb/media-releases/news/the-smart-industry-readiness-index/the-sg-smart-industry-readiness-index-whitepaper%20(1).pdf).
- INCIT. The Global Smart Industry Readiness Index Initiative: Manufacturing Transformation Insights Report 2025. [s.l.: s.n.]. Disponível em: https://assets.incit.org/large-documents/manual/The_global_smart_industry_readiness_index_initiative_2025-manual.pdf. Acesso em: 3 out. 2025.
- KASAPOĞLU, C. et al. Industry 4.0 maturity assessment in manufacturing enterprises: a mixed-methods approach for SMEs. Central European Management Journal, abr. 2025.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 246/389
---	---------------	---------	-------------------

- KHASSAWNEH, O.; ELREHAIL, H. The Effect of Participative Leadership Style on Employees' Performance: The Contingent Role of Institutional Theory. *Administrative Sciences*, v. 12, n. 4, p. 195, 15 dez. 2022.
- LIN, W. D. et al. Application of SIRI for Industry 4.0 Maturity Assessment and Analysis. 2021 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), 1 dez. 2019.
- SEMERARO, C. et al. A maturity model for evaluating the impact of Industry 4.0 technologies and principles in SMEs. *Manufacturing Letters*, v. 37, p. 61–65, 1 set. 2023.
- TOUFIGHI, S. P. et al. Participative leadership, cultural factors, and speaking-up behaviour: An examination of intra-organisational knowledge sharing. *Journal of Innovation & Knowledge*, v. 9, n. 3, p. 100548–100548, 1 jul. 2024.
- WEF. The Global Smart Industry Readiness Index Initiative: Manufacturing Transformation Insights Report 2022 A R Y 2 0 2 2. [s.l.: s.n.]. Disponível em: https://www3.weforum.org/docs/WEF_The_Global_Smart_Industry_Readiness_Index_Initiative_2022.pdf.

Capacidade Interface de usuário específica

Bloco/Pilar

- Bloco: Tecnologia
- Pilar: Automação
- Dimensão: Chão de Fábrica

Resumo Descritivo

Esta dimensão avalia o grau e a flexibilidade da automação e sua integração em múltiplos sistemas no local onde a produção e gestão de bens são realizadas. O foco é otimizar os níveis gerais de automação dos processos de produção e, em estágios mais altos, permitir a reconfiguração flexível de máquinas para fabricar maior variedade de produtos com prazos curtos.

Questões

Questão

Qual o impacto do formato (e.g., AR, tabelas, voz) e tempo de entrega das interfaces no Chão de Fábrica na otimização das atividades do operador?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	As interfaces específicas de usuário são inexistentes ou não digitais, não é possível

Níveis	Item de resposta
	avaliar seu impacto em termos de otimização de atividades.
1	As interfaces HMI são genéricas e não contextuais, os níveis de otimização são mínimos.
2	Há interfaces digitais conectadas, mas o fornecimento de informação é baseado no princípio pull (o operador busca a informação); logo, os níveis de otimização dependem exclusivamente do agente humano.
3	As interfaces fornecem informação sensível ao contexto, em tempo real, e o conteúdo é ajustado à tarefa em execução, habilitando processos automáticos de otimização.
4	As interfaces integram sistemas de assistência que, além de mostrar o estado atual, diagnosticam as causas prováveis dos desvios, ajudando o operador a "entender" (understanding) por que algo está acontecendo.
5	As interfaces exibem informação preditiva, permitindo que o operador "esteja preparado" (being prepared) para cenários futuros (e.g., manutenção preditiva) e tome decisões baseadas em simulações.
6	As interfaces suportam a operação reconfigurável e autônoma (plug-and-play), reduzindo latências de reação e minimizando erros induzidos por informação.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- HMI e SCADA (visualização contexto-sensível).
- Registros de erros operacionais ou de qualidade.
- Sistemas de assistência digital (AR/VR e wearables).
- Relatórios de execução de tarefas (MES/PLM/SCM).
- Logs de dados de sensores e IoT em tempo real.
- Documentação de usabilidade (ergonomia e task-flow).

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 248/389
---	---------------	---------	-------------------

Métricas/KPIs

- Redução de erros operacionais (induzidos por informação).
- Tempo Médio de Resposta a Alertas Críticos.
- Aumento da Produtividade por Tarefa Assistida.
- Score de Usabilidade e Adaptação da Interface.
- Latência de reação.

Sinais por nível

- Nível 0:
 - Os sistemas de TI/OT não estão em uso no Chão de Fábrica.
 - Os processos são executados por humanos sem automação.
- Nível 1:
 - Os sistemas executam tarefas pré-programadas, e a informação exibida é estática ou não filtrada pelas necessidades do operador.
 - O operador precisa interpretar, buscar e classificar a informação por si próprio.
 - Baixo impacto observado na eficiência do operador.
- Nível 2:
 - As interfaces trocam informação, mas o design não é adaptado ao contexto da tarefa e não há agregação de dados em tempo real ou visualização abrangente.
- Nível 3:
 - O sistema permite que o operador "veja" (seeing) o que está acontecendo (e.g., status de produção, desvios) e tome decisões baseadas em dados reais (sombra digital)
 - Ocorre o monitoramento de indicadores de desempenho humano e de sistema.
- Nível 4:
 - A informação é entregue ativamente (princípio push), otimizada e com acesso controlado (e.g., apps para tarefas específicas).
 - O impacto é mensurado (por exemplo, aumento de OEE, redução de erros).
- Nível 5:
 - O sistema começa a fornecer instruções para prevenir desvios, não apenas reagir a eles.
 - Feedback contínuo de desempenho.
- Nível 6:

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 249/389
---	---------------	---------	-------------------

- O sistema de assistência adapta-se continuamente e executa decisões de forma autônoma, minimizando a necessidade de intervenção humana e garantindo a otimização contínua do desempenho e eficiência dos recursos.
- Otimização baseada em IA e personalização dinâmica das interfaces, conforme perfil de operador.

Amostragem

- Selecionar 5–10 decisões relevantes (investimentos, padrões, fornecedores) dos últimos 90 dias
- Selecionar 5-10 operações recentes com uso intensivo de interfaces de produção (ex : manutenção, setup, inspeção), observando logs de desempenho e reações do operador

Glossário

[Sem glossário]

Referências

- ACATECH. Industrie 4.0 Maturity Index. Managing the Digital Transformation of Companies – UPDATE 2020 - acatech - National Academy of Science and Engineering. Disponível em: <https://en.acatech.de/publication/industrie-4-0-maturity-index-update-2020/download-pdf>. Acesso em: 3 out. 2025.
- ALAGIRI GOVINDASAMY; ARIVARASI ARULARASAN. Readiness and Maturity Assessment Model to Measure the Industry 4.0 Ecosystem. Lecture notes in electrical engineering, p. 57–67, 1 jan. 2021.
- BONINI, A. et al. The relationship between leadership and adaptive performance: A systematic review and meta-analysis. PLOS ONE, v. 19, p. 1–29, out. 2024.
- DECUYPERE, A.; SCHAUFELI, W. Exploring the Leadership–Engagement Nexus: A Moderated Meta-Analysis and Review of Explaining Mechanisms. International Journal of Environmental Research and Public Health, v. 18, n. 16, p. 8592, 2021.
- EDB. THE SMART INDUSTRY READINESS INDEX - Catalysing the transformation of manufacturing. [s.l.: s.n.]. Disponível em: [https://www.edb.gov.sg/content/dam/edb-en/about-edb/media-releases/news/the-smart-industry-readiness-index/the-sg-smart-industry-readiness-index-whitepaper%20\(1\).pdf](https://www.edb.gov.sg/content/dam/edb-en/about-edb/media-releases/news/the-smart-industry-readiness-index/the-sg-smart-industry-readiness-index-whitepaper%20(1).pdf).
- INCIT. The Global Smart Industry Readiness Index Initiative: Manufacturing Transformation Insights Report 2025. [s.l.: s.n.]. Disponível em: https://assets.incit.org/large-documents/manual/The_global_smart_industry_readiness_index_initiative_2025-manual.pdf. Acesso em: 3 out. 2025.
- KASAPOĞLU, C. et al. Industry 4.0 maturity assessment in manufacturing enterprises: a mixed-methods approach for SMEs. Central European Management Journal, abr. 2025.
- KHASSAWNEH, O.; ELREHAIL, H. The Effect of Participative Leadership Style on Employees' Performance: The Contingent Role of Institutional Theory. Administrative Sciences, v. 12, n. 4, p. 195, 15 dez. 2022.
- LIN, W. D. et al. Application of SIRI for Industry 4.0 Maturity Assessment and Analysis. 2021 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), 1 dez. 2019.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 250/389
---	---------------	---------	-------------------

- SEMERARO, C. et al. A maturity model for evaluating the impact of Industry 4.0 technologies and principles in SMEs. Manufacturing Letters, v. 37, p. 61–65, 1 set. 2023.
- TOUFIGHI, S. P. et al. Participative leadership, cultural factors, and speaking-up behaviour: An examination of intra-organisational knowledge sharing. Journal of Innovation & Knowledge, v. 9, n. 3, p. 100548–100548, 1 jul. 2024.
- WEF. The Global Smart Industry Readiness Index Initiative: Manufacturing Transformation Insights Report 2022 A R Y 2 0 2 2. [s.l.: s.n.]. Disponível em: https://www3.weforum.org/docs/WEF_The_Global_Smart_Industry_Readiness_Index_Initiative_2022.pdf.

Capacidade Aquisição de dados por sensores e atuadores

Bloco/Pilar

- Bloco: Tecnologia
- Pilar: Conectividade
- Dimensão: Chão de Fábrica

Resumo Descritivo

Esta dimensão avalia a interconexão de equipamentos, máquinas e sistemas de produção de modo a permitir a comunicação e a troca de dados entre ativos. O objetivo principal é a digitalização do chão de fábrica, usando protocolos padronizados e redes IoT para alcançar interoperabilidade, segurança e comunicação em tempo real e, assim, otimizar as atividades de manufatura.

Questões

Questão

Os equipamentos e máquinas do chão de fábrica foram aprimorados com sistemas embarcados, sensores e atuadores para criar Sistemas Ciberfísicos (CPS) e estabelecem uma interface entre o mundo físico e digital?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Processos não são definidos e são executados com métodos informais ou ad-hoc.
1	Equipamentos, máquinas e sistemas baseados em computador podem interagir e trocar informações de forma básica.

Níveis	Item de resposta
2	Componentes mecatrônicos foram aprimorados para criar Sistemas Ciberfísicos (CPS).
3	Sensores inteligentes são usados para capturar dados de máquinas e equipamentos.
4	Os dados reais do chão de fábrica são capturados por diferentes redes de sensores e utilizados para tomar decisões.
5	Os dados são integrados em sistemas inteligentes para a criação de uma Sombra Digital (Digital Shadow) dos processos.
6	Os sistemas de informação são dotados de mecanismos de auto-aprendizado baseados em dados do CPS e operam de forma autônoma.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Inventário de Sistemas Ciberfísicos (CPS) no chão de fábrica.
- Especificações técnicas de sensores inteligentes.
- Diagramas de arquitetura de rede IoT no chão de fábrica.
- Listas de Ativos com sistemas embarcados atualizados.
- Documentação de retrofit de ativos legados com sensores.
- Planos de investimento em tecnologias de sensores/robótica.

Métricas/KPIs

- Porcentagem de máquinas equipadas com sensores inteligentes.
- Número de Sistemas Ciberfísicos (CPS) implementados.
- Frequência de coleta de dados brutos dos ativos.
- Conformidade da infraestrutura com padrões industriais (e.g., RAMI 4.0).
- Taxa de dados válidos versus corrompidos

Sinais por nível

- Nível 0:
 - Ativos e sistemas da fábrica não estão conectados.
 - A produção é executada por humanos sem automação.
- Nível 1:
 - Existem links formais de rede que permitem a comunicação entre ativos.
 - Ativos operam com a assistência de sistemas baseados em computador.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 252/389
---	---------------	---------	-------------------

- Nível 2:
 - Os ativos são interoperáveis.
 - Sistemas embarcados com sensores, atuadores e unidades de processamento são incorporados nos processos de interação e troca de dados.
- Nível 3:
 - Foi estabelecida uma infraestrutura de rede segura (por exemplo, baseada em Ethernet Industrial) para conectar os sistemas de controle e sensores.
 - Dados são coletados e processados rapidamente, de forma contínua.
- Nível 4:
 - Ativos são capazes de comunicação em tempo real, trocando informação no momento em que é gerada.
 - Essa informação está amplamente disponível para processos de otimização.
- Nível 5:
 - Existem processos para definição dos requisitos de dados relevantes e a seleção dos sensores recomendados.
 - As redes existentes são escaláveis para acomodar modificações na composição dos equipamentos (e.g., adição de novos sensores).
 - Os sistemas executam tarefas preditivas para diagnóstico e prevenção de falhas.
- Nível 6:
 - Os sistemas utilizam os dados dos CPS para implementar automaticamente as ações correspondentes sem necessidade de intervenção humana.

Amostragem

- Selecionar 5–10 artefatos referentes a processos relevantes (registros de calibração de sensores), atualizados nos últimos 90 dias

Questão

O pré-processamento dos dados brutos dos sensores diretamente nos sistemas embarcados e ativos do chão de fábrica é eficiente e descentralizado?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Não há pré-processamento de dados digitais ou o fluxo de dados é inexistente.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 253/389
---	---------------	---------	-------------------

Níveis	Item de resposta
1	O processamento de dados é centralizado e os ativos de produção funcionam com lógica pré-programada.
2	Os dados dos sensores são coletados, mas o pré-processamento é limitado e ainda dependente de processos centralizados.
3	O pré-processamento dos dados dos sensores é descentralizado, no ponto de geração de dados, com baixa latência.
4	O pré-processamento descentralizado é otimizado (com uso de balanceamento de carga e confiabilidade).
5	Os sistemas de informação utilizam análise de dados avançada e desempenho para prever falhas e vulnerabilidades que possam gerar interrupções no processamento de dados.
6	O processamento e a análise de dados envolvem mecanismos de auto-aprendizado e operam de forma autônoma.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Documentação de pré-processamento de dados descentralizado.
- Especificações de Edge Server para coleta e análise local.
- Diagramas de arquitetura de Edge/Cloud Computing.
- Logs de latência e tempo de propagação do sinal.
- Relatórios de validação de cálculos críticos on-site.
- Documentação sobre protocolos de comunicação utilizados (e.g., OPC-UA).

Métricas/KPIs

- Porcentagem de dados pré-processados de forma descentralizada.
- Latência média da comunicação em chão de fábrica.
- Tempo de Recuperação de Falhas na infraestrutura de edge.
- Taxa de agregação dos dados brutos.

Sinais por nível

- Nível 0:
 - Não existem processos definidos referentes ao pré-processamento dos dados.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 254/389
---	---------------	---------	-------------------

- Nível 1:
 - Processos envolvendo pré-processamento dos dados são ad-hoc e restritos.
 - O foco está nas funcionalidades básicas do sistema.
- Nível 2:
 - Embora exista uma infraestrutura de conectividade disponível para a coleta de dados, o processamento ocorre em unidades centralizadas.
 - É comum a identificação de pontos únicos de falha (do inglês, single point of failures ou SPOFs).
- Nível 3:
 - O processamento é realizado diretamente nos sistemas embarcados ligados aos recursos técnicos de chão de fábrica.
 - SPOFs são eliminados.
- Nível 4:
 - As soluções de processamento distribuído são implementadas para reduzir atrasos na propagação do sinal e entrega de pacotes de rede.
 - Os sistemas embarcados conseguem efetuar cálculos críticos em termos de tempo, otimizando a comunicação.
- Nível 5:
 - Os sistemas de informação implementam mecanismos de detecção e predição de falhas no processamento descentralizado de dados, provendo informações para tomada de decisão.
- Nível 6:
 - Os sistemas de informação executam decisões automaticamente para otimizar o desempenho do processamento sem intervenção humana.

Amostragem

- Selecionar 5–10 artefatos referentes a processos relevantes (logs de falha e registros de latência), atualizados nos últimos 90 dias

Questão

A aquisição de dados é facilitada pela conectividade dos sistemas de controle e sensores, incluindo interfaces abertas e soluções para ativos legados?

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 255/389
---	---------------	---------	-------------------

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Os ativos e sistemas são gerenciados de forma independente, sem comunicação formal.
1	Existem sistemas isolados ou proprietários em chão de fábrica, com capacidades limitadas de integração de dados.
2	Os ativos são interoperáveis com múltiplas tecnologias e protocolos de comunicação.
3	Ativos legados (e.g., máquinas antigas) são conectados através de novas tecnologias de sensores para fornecer dados de produção.
4	Os sistemas de controle e sensoriamento são integrados, e a infraestrutura utiliza interfaces abertas e comunicação em tempo real.
5	Os sistemas de controle e sensoriamento utilizam os dados integrados em modelos preditivos para otimização das interfaces.
6	A infraestrutura é capaz de reorganização dinâmica e adaptação automática à integração de novos ativos, e utiliza modelos preditivos para otimizar rotas de dados e cargas de comunicação.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Plano de integração vertical e horizontal.
- Inventário de ativos legados adaptados com sensores.
- Documentação de uso de protocolos padrões (e.g., IP).
- Registros de localização e rastreamento de materiais.
- Padrões de comunicação entre máquinas.
- Documentação de interfaces abertas.

Métricas/KPIs

- Porcentagem de ativos legados fornecendo dados digitais.
- Taxa de uso de interfaces abertas para comunicação.
- Percentual de protocolos de comunicação interoperáveis utilizados.
- Porcentagem de produtos com identificação rastreável.
- Porcentagem de dados legados integrados sem perdas.
- Número de interfaces interoperáveis ativas.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 256/389
---	---------------	---------	-------------------

Sinais por nível

- Nível 0:
 - Não existem processos definidos para integração e interoperabilidade entre os ativos.
 - Não há intenção estratégica para integrar máquinas existentes.
- Nível 1:
 - Embora existam links formais de rede para ativos de produção, poucos ativos implementam funcionalidades de integração de dados.
 - A maioria dos equipamentos não é interoperável.
- Nível 2:
 - Os ativos podem trocar informações sem restrições significativas.
 - Protocolos padronizados (como o Internet Protocol IP, por exemplo) são utilizados no chão de fábrica.
- Nível 3:
 - Existem iniciativas implementadas de integração com equipamentos e sistemas legados.
 - A conectividade suporta a Integração Vertical (troca de dados em toda a cadeia de valor).
- Nível 4:
 - Existem interfaces abertas e funcionais para troca de dados.
 - A integração de dados entre ativos ocorre em tempo real.
 - O controle de fluxo de dados está implementado para garantir a integridade da informação trocada.
- Nível 5:
 - Existem análises preditivas implementadas, que permitem avaliar cenários de integração de dados e determinar otimizações.
 - As redes existentes são escaláveis, sendo facilmente configuradas para acomodar modificações na composição de equipamentos e sistemas.
- Nível 6:
 - As interfaces são abertas e altamente flexíveis, se adaptando a novos requisitos do sistema de forma contínua.

Amostragem

- Selecionar 5–10 artefatos referentes a processos relevantes (registros de integração de ativos legados e logs de comunicação via protocolo padrão), atualizados nos últimos 90 dias

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 257/389
---	---------------	---------	-------------------

Questão

Os dados coletados por sensores e atuadores são utilizados de forma contínua para manter uma Sombra Digital (Digital Shadow) precisa do chão de fábrica e apoiar a tomada de decisão em tempo real?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Não há dados digitais capturados ou utilizados.
1	Dados básicos de produção são usados para relatórios elementares, sem integração da cadeia de valor.
2	Os dados dos sensores são processados e convertidos em informação útil para tomada de decisão.
3	Existe uma Sombra Digital criada a partir dos dados de sensores e demais ativos de chão de fábrica. O modelo digital é atualizado dinamicamente.
4	O sistema utiliza os dados da Sombra Digital para executar análises de dados, entender os efeitos e otimizar processos.
5	Os dados da Sombra Digital são usados para simular possíveis cenários futuros e permitir o suporte à decisão.
6	O sistema utiliza os dados da Sombra Digital para tomar decisões de forma autônoma.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Modelo de Sombra Digital (Digital Shadow) de chão de fábrica.
- Relatórios de diagnóstico de causas potenciais de desvios.
- Algoritmos de análise preditiva de falhas.
- Dashboards de monitoramento de processos em tempo real.
- Documentação de integração de dados com ERP/MES.
- Registros de localização e rastreamento de materiais.

Métricas/KPIs

- Acurácia (%) da previsão de falhas de máquina.
- Tempo para diagnóstico de desvios críticos.
- Porcentagem de decisões operacionais baseadas em dados reais.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 258/389
---	---------------	---------	-------------------

- Produtividade do chão de fábrica (OEE).
- Tempo de atualização da sombra digital.
- Grau de acurácia (%) entre modelo e estado físico.

Sinais por nível

- Nível 0:
 - Não há processos definidos para utilização de dados de chão de fábrica com objetivos estratégicos.
 - A tomada de decisão é baseada em métodos informais ou ad-hoc.
 - A transformação digital não é foco estratégico.
- Nível 1:
 - Relatórios existentes baseiam-se em dados dos ativos digitais obtidos por funcionalidades pré-programadas.
 - Não há análises baseadas em cruzamento de dados de diferentes ativos.
- Nível 2:
 - Relatórios apresentam informações obtidas a partir de dados de múltiplas fontes.
 - Existem requisitos de negócio determinando quais dados devem ser coletados e analisados.
 - Sistemas de informação podem ser usados para identificar desvios dos parâmetros predefinidos.
- Nível 3:
 - A indústria empreende iniciativas para coletar dados e implementar um modelo digital atualizado dos ativos de chão de fábrica.
 - As decisões gerenciais são baseadas em dados reais.
- Nível 4:
 - A informação obtida a partir de sensores e ativos de chão de fábrica é usada para detectar ineficiências e sugerir áreas de melhoria, como por exemplo na redução de resíduos.
- Nível 5:
 - Os sistemas empregam cada vez mais mecanismos de detecção e predição.
 - São capazes de prever desvios e executar decisões de forma independente para otimizar o desempenho.
- Nível 6:

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 259/389
---	---------------	---------	-------------------

- Decisões referentes à correção de desvios e otimização da produção são implementadas de forma autônoma pelo sistema.
- O sistema é dotado de mecanismos de auto-aprendizado e auto-otimização.

Amostragem

- Selecionar 5–10 artefatos referentes a processos relevantes (sincronização entre Digital Shadow e processos físicos), atualizados nos últimos 90 dias

Glossário

[Sem glossário]

Referências

- ACATECH. Industrie 4.0 Maturity Index. Managing the Digital Transformation of Companies – UPDATE 2020 - acatech - National Academy of Science and Engineering. Disponível em: <https://en.acatech.de/publication/industrie-4-0-maturity-index-update-2020/download-pdf>. Acesso em: 3 out. 2025.
- ALAGIRI GOVINDASAMY; ARIVARASI ARULARASAN. Readiness and Maturity Assessment Model to Measure the Industry 4.0 Ecosystem. Lecture notes in electrical engineering, p. 57–67, 1 jan. 2021.
- BONINI, A. et al. The relationship between leadership and adaptive performance: A systematic review and meta-analysis. PLOS ONE, v. 19, p. 1–29, out. 2024.
- DECUYPERE, A.; SCHAUFELI, W. Exploring the Leadership–Engagement Nexus: A Moderated Meta-Analysis and Review of Explaining Mechanisms. International Journal of Environmental Research and Public Health, v. 18, n. 16, p. 8592, 2021.
- EDB. THE SMART INDUSTRY READINESS INDEX - Catalysing the transformation of manufacturing. [s.l.: s.n.]. Disponível em: [https://www.edb.gov.sg/content/dam/edb-en/about-edb/media-releases/news/the-smart-industry-readiness-index/the-sg-smart-industry-readiness-index-whitepaper%20\(1\).pdf](https://www.edb.gov.sg/content/dam/edb-en/about-edb/media-releases/news/the-smart-industry-readiness-index/the-sg-smart-industry-readiness-index-whitepaper%20(1).pdf).
- INCIT. The Global Smart Industry Readiness Index Initiative: Manufacturing Transformation Insights Report 2025. [s.l.: s.n.]. Disponível em: https://assets.incit.org/large-documents/manual/The_global_smart_industry_readiness_index_initiative_2025-manual.pdf. Acesso em: 3 out. 2025.
- KASAPOĞLU, C. et al. Industry 4.0 maturity assessment in manufacturing enterprises: a mixed-methods approach for SMEs. Central European Management Journal, abr. 2025.
- KHASSAWNEH, O.; ELREHAIL, H. The Effect of Participative Leadership Style on Employees' Performance: The Contingent Role of Institutional Theory. Administrative Sciences, v. 12, n. 4, p. 195, 15 dez. 2022.
- LIN, W. D. et al. Application of SIRI for Industry 4.0 Maturity Assessment and Analysis. 2021 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), 1 dez. 2019.
- SEMERARO, C. et al. A maturity model for evaluating the impact of Industry 4.0 technologies and principles in SMEs. Manufacturing Letters, v. 37, p. 61–65, 1 set. 2023.
- TOUFIGHI, S. P. et al. Participative leadership, cultural factors, and speaking-up behaviour: An examination of intra-organisational knowledge sharing. Journal of Innovation & Knowledge, v. 9, n. 3, p. 100548–100548, 1 jul. 2024.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 260/389
---	---------------	---------	-------------------

- WEF. The Global Smart Industry Readiness Index Initiative: Manufacturing Transformation Insights Report 2022 A R Y 2 0 2 2. [s.l: s.n.]. Disponível em: https://www3.weforum.org/docs/WEF_The_Global_Smart_Industry_Readiness_Index_Initiative_2022.pdf.

Capacidade Interface de dados padronizada

Bloco/Pilar

- Bloco: Tecnologia
- Pilar: Conectividade
- Dimensão: Empresa

Resumo Descritivo

Esta dimensão avalia a interconexão dos sistemas de TI onde o trabalho administrativo é realizado. O principal objetivo é permitir a comunicação e a troca contínua de dados entre sistemas, visando a interoperabilidade, segurança, velocidade e agilidade da rede para que os sistemas interajam sem restrições significativas.

Questões

Questão

Os principais sistemas de TI da Empresa (como ERP, PLM e MES) estão formalmente conectados e são interoperáveis em múltiplos protocolos e tecnologias de comunicação?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Os sistemas de TI administrativos não estão conectados.
1	Existem links formais de rede que permitem que os sistemas interajam e troquem informações.
2	Os sistemas de TI da empresa são interoperáveis em múltiplos protocolos e tecnologias de comunicação.
3	A Integração Vertical (ligação produção-gestão) e Horizontal (ligação processos/stakeholders) é formalizada.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 261/389
---	---------------	---------	-------------------

Níveis	Item de resposta
4	Os sistemas de TI interoperáveis são capazes de comunicação em tempo real.
5	A arquitetura de sistemas suporta uma plataforma central que conecta e fornece informações.
6	A infraestrutura digital e as interfaces suportam mecanismos de auto-aprendizado.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Diagramas de arquitetura de sistemas corporativos (ERP, MES, PLM).
- Mapa integrado de software.
- Documentação de protocolos de comunicação bidirecional.
- Plano de integração horizontal com parceiros/clientes.
- Registro de rastreabilidade de materiais/produtos.
- Relatório de avaliação da Qualidade dos Dados.

Métricas/KPIs

- Porcentagem de sistemas de TI empresariais interconectados.
- Taxa de uso de metadados estruturados no sistema.
- Porcentagem de processos com Integração Horizontal na cadeia de valor.
- Porcentagem de decisões operacionais baseadas em dados em tempo real.
- Percentual de integrações realizadas por APIs padronizadas.

Sinais por nível

- Nível 0:
 - Sistemas baseados em computador não conseguem interagir ou trocar informações.
 - Os processos são executados em silos, baseados em métodos informais.
- Nível 1:
 - Os sistemas operam com o suporte de ferramentas analógicas.
- Nível 2:
 - A troca parcial de informações ocorre sem restrições significativas.
- Nível 3:
 - Sistemas críticos como ERP, PLM e MES estão integrados.
- Nível 4:

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 262/389
---	---------------	---------	-------------------

- A informação é trocada no momento em que é gerada, sem atraso.
- Nível 5:
 - Os sistemas de TI podem simular possíveis cenários futuros para suporte à decisão.
 - A arquitetura digital corporativa integra dados operacionais e administrativos de uma camada única de informação, permitindo análise preditiva.
- Nível 6:
 - As informações são utilizadas para implementar automaticamente as medidas correspondentes sem necessidade de intervenção humana, através do uso de IA ou orquestradores para decisão automática.

Amostragem

- Selecionar 3-5 artefatos relevantes para evidência dos sinais (logs de integração e relatórios de interoperabilidade ERP-MES), atualizados nos últimos 90 dias

Questão

A empresa utiliza interfaces de dados padronizadas e formatos de troca de dados universais para interconectar seus sistemas de TI?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	A infraestrutura de rede não é definida.
1	Existe uma infraestrutura de rede, mas as interfaces disponíveis são proprietárias, com baixo grau de customização e interoperabilidade.
2	Há um esforço para padronizar ou usar tecnologias e protocolos de comunicação complementares.
3	As interfaces de dados são padronizadas e os formatos de troca de dados são implementados para conectar os sistemas de TI.
4	A arquitetura de TI é planejada para evitar que diferentes departamentos utilizem sistemas de TI que não sejam interoperáveis.
5	As interfaces existentes podem ser configuradas de forma rápida e fácil para acomodar quaisquer modificações na composição dos sistemas.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 263/389
---	---------------	---------	-------------------

Níveis	Item de resposta
6	O sistema executa reorganização dinâmica e se adapta automaticamente à integração de novos ativos e sistemas.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Plano de Capacidade de TI (DTC).
- Documentação de uso de interfaces abertas (e.g., APIs).
- Inventário de sistemas de TI não supervisionados (shadow IT).
- Diretrizes de uso de protocolos padronizados na rede corporativa.
- Plano de implementação de Cloud Computing.
- Relatórios de auditoria de aderência a formatos de troca de dados.

Métricas/KPIs

- Tempo médio de reconfiguração de interfaces.
- Número de sistemas de TI paralelos (shadow IT) detectados.
- Disponibilidade (%) da infraestrutura digital da empresa.
- Porcentagem de sistemas operando em tempo real.
- Percentual de interfaces documentadas e auditadas.
- Tempo médio de integração de um novo sistema (indicador de agilidade).

Sinais por nível

- Nível 0:
 - Não existem processos definidos envolvendo padronização de interfaces.
 - Não há planos estratégicos para a transformação digital da indústria.
- Nível 1:
 - Há links formais de rede instalados.
 - O uso generalizado de protocolos de rede padronizados (como o IP, por exemplo) no chão de fábrica é um requisito chave.
- Nível 2:
 - Existem evidências e artefatos documentando a padronização de interfaces e definição de templates de dados.
 - Os sistemas de informação começam a ser usados para identificar desvios.
- Nível 3:
 - Todos os sistemas implementados são especificados para atenderem padrões específicos de interface e troca de dados.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 264/389
---	---------------	---------	-------------------

- A aquisição de novos ativos inclui requisitos de interoperabilidade que garantem a manutenção desses padrões.
- Nível 4:
 - Existem padrões estabelecidos de interface e troca de dados documentados e auditáveis que estão vigentes para todos os departamentos que necessitam de integração com os ativos industriais.
- Nível 5:
 - A infraestrutura de rede e interfaces é escalável.
 - A Capacidade Técnica Digital (DTC) inclui planejamento de necessidades e capacidade da infraestrutura de TI em planos de médio a longo prazo.
 - Os sistemas utilizam dados padronizados para simular possíveis cenários futuros.
- Nível 6:
 - A infraestrutura é capaz de reorganização dinâmica e adaptação automática contínua à integração de novos ativos e sistemas.
 - O sistema executa decisões de auto-otimização (por exemplo, em desempenho).

Amostragem

- Selecionar 3-5 artefatos relevantes (inventário de APIs e integrações com sistemas legados) para evidência dos sinais, atualizados nos últimos 90 dias

Questão

A infraestrutura de TI da empresa utiliza metadados estruturados e unificados e políticas de governança de dados formalizadas?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Não há metadados estruturados ou unificados. Não existem políticas de governança de dados nem foco em segurança.
1	A empresa reconhece a necessidade de formalizar sua política de governança de dados, mas possui ainda poucas iniciativas.
2	A empresa tem iniciativas para coletar e aproveitar os fluxos de dados estruturados e não estruturados.
3	Políticas de governança de dados são sistematicamente desenvolvidas e mantidas.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 265/389
---	---------------	---------	-------------------

Níveis	Item de resposta
4	A empresa utiliza metadados estruturados e unificados.
5	Dados de alta qualidade são armazenados centralmente e analisados automaticamente.
6	A governança de dados inclui mecanismos de auto-aprendizado que ajustam os formatos de dados de forma autônoma para otimizar os sistemas.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Políticas de Governança de Dados formalizadas.
- Framework de Segurança Cibernética.
- Inventário de metadados estruturados e unificados.
- Plano de proteção de dados de stakeholders.
- Relatórios de auditoria de conformidade (e.g., ISO27001).
- Relatório de avaliação de riscos de segurança.

Métricas/KPIs

- Taxa de incidentes de segurança cibernética.
- Índice de Qualidade dos Dados (acurácia, coerência).
- Tempo de Recuperação de Desastres (TDR).
- Porcentagem de sistemas operando sob governança de dados.
- Taxa de atualização de metadados.

Sinais por nível

- Nível 0:
 - Os sistemas de TI administrativos não estão conectados.
 - A governança de dados é tratada de forma inexistente ou totalmente ad-hoc.
- Nível 1:
 - Existem links formais de rede para interconexão dos sistemas, entretanto não existem especificações estruturadas para a troca de dados.
- Nível 2:
 - Os sistemas são interoperáveis, podendo interagir e trocar informações sem restrições significativas.
 - Há esforços básicos para gerenciar o risco de ameaças cibernéticas.
 - Catálogo de dados estruturados e não estruturados em consolidação.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 266/389
---	---------------	---------	-------------------

- Nível 3:
 - Um framework com políticas de segurança está em vigor para proteger a rede interoperável contra acesso indesejado e/ou interrupção.
 - Políticas de governança de dados são sistematicamente desenvolvidas e mantidas para orientar o processamento, armazenamento e gerenciamento de dados.
- Nível 4:
 - Há iniciativas para melhorar a qualidade dos dados e oferecer suporte à comunicação em tempo real.
 - Os dados são analisados para produzir conhecimento por meio de análise de causa raiz.
- Nível 5:
 - A governança de dados é priorizada em todos os níveis e a empresa busca conformidade com padrões internacionais para proteção de dados.
 - Monitoramento contínuo de integridade e conformidade com base em normas (e.g., ISO 27001, LGPD)
- Nível 6:
 - O processamento e análise de dados incluem mecanismos de auto-aprendizado, adaptando-se continuamente às circunstâncias.
 - Os sistemas de TI são capazes de executar decisões de forma autônoma para otimizar o desempenho e adaptar-se a mudanças.

Amostragem

- Selecionar 3-5 artefatos relevantes para evidência dos sinais (relatórios de qualidade de dados, logs de auditoria de conformidade, políticas de metadados e fluxos ETL), atualizados nos últimos 90 dias

Glossário

[Sem glossário]

Referências

- ACATECH. Industrie 4.0 Maturity Index. Managing the Digital Transformation of Companies – UPDATE 2020 - acatech - National Academy of Science and Engineering. Disponível em: <https://en.acatech.de/publication/industrie-4-0-maturity-index-update-2020/download-pdf>. Acesso em: 3 out. 2025.
- ALAGIRI GOVINDASAMY; ARIVARASI ARULARASAN. Readiness and Maturity Assessment Model to Measure the Industry 4.0 Ecosystem. Lecture notes in electrical engineering, p. 57–67, 1 jan. 2021.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 267/389
---	---------------	---------	-------------------

- BONINI, A. et al. The relationship between leadership and adaptive performance: A systematic review and meta-analysis. PLOS ONE, v. 19, p. 1–29, out. 2024.
- DECUYPERE, A.; SCHAUFELI, W. Exploring the Leadership–Engagement Nexus: A Moderated Meta-Analysis and Review of Explaining Mechanisms. International Journal of Environmental Research and Public Health, v. 18, n. 16, p. 8592, 2021.
- EDB. THE SMART INDUSTRY READINESS INDEX - Catalysing the transformation of manufacturing. [s.l.: s.n.]. Disponível em: [https://www.edb.gov.sg/content/dam/edb-en/about-edb/media-releases/news/the-smart-industry-readiness-index/the-sg-smart-industry-readiness-index-whitepaper%20\(1\).pdf](https://www.edb.gov.sg/content/dam/edb-en/about-edb/media-releases/news/the-smart-industry-readiness-index/the-sg-smart-industry-readiness-index-whitepaper%20(1).pdf).
- INCIT. The Global Smart Industry Readiness Index Initiative: Manufacturing Transformation Insights Report 2025. [s.l.: s.n.]. Disponível em: https://assets.incit.org/large-documents/manual/The_global_smart_industry_readiness_index_initiative_2025-manual.pdf. Acesso em: 3 out. 2025.
- KASAPOĞLU, C. et al. Industry 4.0 maturity assessment in manufacturing enterprises: a mixed-methods approach for SMEs. Central European Management Journal, abr. 2025.
- KHASSAWNEH, O.; ELREHAIL, H. The Effect of Participative Leadership Style on Employees' Performance: The Contingent Role of Institutional Theory. Administrative Sciences, v. 12, n. 4, p. 195, 15 dez. 2022.
- LIN, W. D. et al. Application of SIRI for Industry 4.0 Maturity Assessment and Analysis. 2021 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), 1 dez. 2019.
- SEMERARO, C. et al. A maturity model for evaluating the impact of Industry 4.0 technologies and principles in SMEs. Manufacturing Letters, v. 37, p. 61–65, 1 set. 2023.
- TOUFIGHI, S. P. et al. Participative leadership, cultural factors, and speaking-up behaviour: An examination of intra-organisational knowledge sharing. Journal of Innovation & Knowledge, v. 9, n. 3, p. 100548–100548, 1 jul. 2024.
- WEF. The Global Smart Industry Readiness Index Initiative: Manufacturing Transformation Insights Report 2022 A R Y 2 0 2 2. [s.l.: s.n.]. Disponível em: https://www3.weforum.org/docs/WEF_The_Global_Smart_Industry_Readiness_Index_Initiative_2022.pdf.

Capacidade Infraestrutura de TI resiliente

Bloco/Pilar

- Bloco: Tecnologia
- Pilar: Conectividade
- Dimensão: Instalações

Resumo Descritivo

Esta dimensão avalia a interconexão de equipamentos e sistemas dentro do ambiente industrial, incluindo cibersegurança de instalações críticas e controle de condições ambientais (do inglês Heating, Ventilation, and Air Conditioning, ou HVAC). Visa medir a interoperabilidade e segurança da rede para

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 268/389
---	---------------	---------	-------------------

permitir a troca contínua de dados e a automação eficiente da instalação, gerando redução de custos e maior eficiência.

Questões

Questão

Quão eficiente é a infraestrutura de rede (cabeadada e sem fio) que interliga os sistemas da instalação de fábrica (inclusive HVAC) para garantir a conectividade?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	A infraestrutura de rede digital é inexistente ou não está em uso.
1	A infraestrutura digital básica foi introduzida mas é limitada.
2	Os sistemas e ativos da instalação conectados são interoperáveis e conseguem interagir e trocar informações sem restrições significativas.
3	Os links de rede são capazes de trocar informações assim que geradas.
4	A infraestrutura suporta a coleta de dados abrangentes em tempo real para criar uma representação digital (sombra digital) do estado da instalação.
5	A infraestrutura de rede é escalável, permitindo que as redes existentes sejam configuradas de forma rápida e fácil para acomodar modificações na composição dos sistemas da instalação
6	A infraestrutura suporta a convergência completa das redes e plataformas de automação da instalação com o chão de fábrica e a gerência.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Diagrama de arquitetura de rede (TI/OT) da instalação.
- Relatórios de auditoria ou certificações como ISO 27001.
- Logs de latência e desempenho de rede em tempo real.
- Documentação de arquitetura de Edge/Cloud Computing.
- Dados de sensores (HVAC/chiller) em sistemas de controle.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 269/389
---	---------------	---------	-------------------

- Registros de falhas e tempo de recuperação (MTTR).

Métricas/KPIs

- Disponibilidade (%) de sistemas críticos da instalação.
- Latência média de dados de sensores da instalação.
- Consumo de energia por unidade produzida.
- Número de incidentes relacionados a falhas na rede.
- Tempo médio de recuperação (MTTR - Mean Time to Repair) de falhas na rede.

Sinais por nível

- Nível 0:
 - Os ativos e sistemas da instalação (como HVAC e iluminação) não estão conectados e não são capazes de interagir ou trocar informação.
 - Os processos são gerenciados por métodos informais ou ad-hoc.
- Nível 1:
 - Existem links de rede formais (cabeados e/ou sem fio) que permitem a interação ou troca de informação entre os ativos da instalação.
 - Múltiplas tecnologias e protocolos de comunicação podem estar em uso sem a devida integração.
- Nível 2:
 - O Internet Protocol (IP) está se tornando amplamente utilizado (e.g., IPv6), o que é um requisito chave para a Internet of Things (IoT).
- Nível 3:
 - A conectividade provê suporte à análise de dados locais para identificar e diagnosticar as causas potenciais de desvios.
- Nível 4:
 - A troca de dados disponíveis corporativamente em tempo real entre ativos e sistemas da instalação ocorre de forma permanente.
 - Os dados estão disponíveis imediatamente após sua leitura/aquisição.
- Nível 5:
 - A rede suporta a aplicação de análise preditiva e modelos avançados para prever futuros estados de ativos e sistemas (e, falhas no HVAC).
- Nível 6:

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 270/389
---	---------------	---------	-------------------

- A rede permite interações dinâmicas e reconfiguráveis entre domínios, suportando a execução autônoma de decisões para otimizar o desempenho da instalação.

Amostragem

- Selecionar 3-5 artefatos relevantes para evidência dos sinais (incidentes de rede, logs de latência), atualizados nos últimos 90 dias

Questão

Qual é o grau de integração entre equipamentos da infraestrutura de conectividade com elementos críticos da instalação e controle do ambiente (e.g., HVAC, iluminação) de fábrica?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Os ativos e sistemas críticos da instalação não estão conectados à infraestrutura de rede, ou a automação é inexistente.
1	Os sistemas críticos da instalação são introduzidos ou parcialmente automatizados, mas gerenciados por intervenção humana.
2	A infraestrutura de rede interliga os ativos da instalação, permitindo que os sistemas críticos da instalação sejam interoperáveis.
3	A infraestrutura permite a comunicação em tempo real para controle dos ativos.
4	A integração suporta a coleta de dados abrangente em tempo real dos sistemas de controle (e.g., sensores de HVAC), criando uma Sombra Digital precisa do estado da instalação.
5	A infraestrutura em tempo real é escalável, podendo ser reconfigurada de forma rápida e fácil para acomodar novos ativos de controle.
6	Os sistemas de controle e a infraestrutura de conectividade estão convergentes com as plataformas de automação do Chão de Fábrica e da Empresa (Enterprise) para formar redes altamente autônomas.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 271/389
---	---------------	---------	-------------------

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Diagramas de arquitetura de rede TI/OT da instalação, Sistemas de Gerenciamento de Edifícios (BMS) ou automação.
- Relatórios de auditoria ou certificações como ISO 27001.
- Logs de latência e desempenho de rede em tempo real.
- Documentação de arquitetura de Edge/Cloud Computing.
- Registros de dados de sensores de HVAC em sistemas MES/ERP.

Métricas/KPIs

- Consumo energético total da instalação.
- Latência de dados entre sistemas de controle ambiental e o sistema central.
- Disponibilidade (%) dos sistemas.
- Tempo médio de sincronização entre dados OT e TI.

Sinais por nível

- Nível 0:
 - O gerenciamento é feito por métodos informais, usualmente de forma manual.
- Nível 1:
 - Existem links de rede formais que permitem a interação ou troca de informação, geralmente através de múltiplas tecnologias e protocolos.
 - A dependência da participação humana é evidente.
- Nível 2:
 - Os ativos conseguem interagir e trocar informação sem restrições significativas.
 - A integração completa entre TI/TO ainda não ocorreu.
- Nível 3:
 - Envio e recebimento de dados e comandos de controle em tempo real.
 - TI/TO estão integrados.
 - Capacidade de sincronização entre TI e OT.
- Nível 4:
 - TI/OT identificam desvios e diagnosticam as causas potenciais (e.g., por que o HVAC está consumindo mais energia).
 - A integração vertical e horizontal dos processos e sistemas é estabelecida, resultando em diagnóstico automático de desvios de performance dos sistemas críticos.
- Nível 5:

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 272/389
---	---------------	---------	-------------------

- A integração suporta modelos preditivos e análise avançada para prever futuros estados dos sistemas de controle (e.g., manutenção preditiva do chiller ou HVAC).
- Nível 6:
 - O sistema é capaz de executar decisões automaticamente para otimizar o desempenho e a eficiência dos recursos da instalação, sem intervenção humana.

Amostragem

- Selecionar 3-5 artefatos relevantes para evidência dos sinais (logs de segurança de rede, auditorias e relatórios de incidentes), atualizados nos últimos 90 dias

Questão

A infraestrutura de rede (cabeada e sem fio) que interliga os sistemas da instalação (incluindo controles HVAC, iluminação, etc) permite que as redes existentes sejam facilmente adaptadas para acomodar novas composições de equipamentos, máquinas e sistemas de computador?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	A expansão da infraestrutura é impossível digitalmente.
1	A adaptação ou adição de novos ativos requer intervenção humana significativa e configuração manual extensa.
2	Os sistemas conectados são interoperáveis, facilitando a adaptação/adição de novos equipamentos críticos da instalação.
3	A infraestrutura é totalmente interoperável, e existe um framework definido para inclusão de novos ativos e sistemas de controle.
4	A infraestrutura é capaz de se adaptar de forma contínua aos requisitos vigentes de configuração e escalabilidade.
5	A infraestrutura de rede é altamente escalável.
6	A escalabilidade atinge a autonomia.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Documentação de soluções Edge ou Cloud Computing.
- Diagramas de arquitetura de rede TI/OT da instalação.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 273/389
---	---------------	---------	-------------------

- Protocolos para reconfiguração rápida (Plug-and-play).
- Logs de capacidade e desempenho da infraestrutura.
- Mapa de integração de protocolos (interoperabilidade Facility).
- Planos de integração de novos equipamentos.

Métricas/KPIs

- Tempo médio de integração de novo ativo.
- Disponibilidade (%) de sistemas críticos.
- Latência média de dados de rede da instalação.
- Número de incidentes críticos de falhas de disponibilidade.
- Tempo médio de onboarding de novos dispositivos.

Sinais por nível

- Nível 0:
 - Os sistemas (e.g., HVAC) não estão conectados e quaisquer modificações ou adições de equipamentos são tratadas de forma isolada, manual ou ad-hoc.
- Nível 1:
 - A infraestrutura de rede básica possui baixo grau de interoperabilidade.
 - A integração de novos sistemas de controle ambiental é complexa e lenta devido à incompatibilidade.
- Nível 2:
 - A infraestrutura permite adaptações e novas aquisições de equipamentos sem restrições significativas de protocolo; contudo, a adaptação da rede a grandes mudanças na composição de ativos é lenta e depende de planejamento específico.
- Nível 3:
 - Existem processos definidos e sequenciais para reconfiguração da rede; entretanto, tais processos não são automatizados e ainda dependem de ações específicas.
 - A expansão da coleta de dados em tempo real para novos ativos é uma funcionalidade disponível.
- Nível 4:
 - A rede suporta a adição de novos ativos de controle e a comunicação em tempo real.
 - O sistema ajusta automaticamente a capacidade de rede em função da carga de dados.
 - Os sistemas de assistência diagnosticam o impacto de novos equipamentos na operação.
 - A escalabilidade existe, mas a adaptação não é totalmente autônoma.
- Nível 5:

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 274/389
---	---------------	---------	-------------------

- As redes existentes (cabeadas e sem fio) podem ser configuradas de forma rápida e fácil para acomodar quaisquer modificações na composição de equipamentos e sistemas da instalação (provisionamento automatizado).
- A adição de novos ativos suporta a análise preditiva em toda a instalação.
- Nível 6:
 - A rede da instalação está convergente com as plataformas do Chão de Fábrica e Corporativa, permitindo reconfigurações dinâmicas e contínuas (plug-and-play).
 - Novos ativos são integrados automaticamente em redes altamente autônomas que otimizam o desempenho da instalação sem intervenção humana (utilizando o aprendizado adaptativo e o balanceamento dinâmico de carga).

Amostragem

- Selecionar 3-5 artefatos relevantes para evidência dos sinais, atualizados nos últimos 90 dias

Questão

O framework de segurança de TI e as políticas de governança cobrem a administração de ativos, incluindo equipamentos e sistemas de controle da Instalação?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Não existe um framework de segurança de TI, e a administração de ativos é feita com base em métodos ad-hoc ou manuais.
1	A segurança de TI está focada em funcionalidades básicas dos sistemas, sem um foco explícito na administração de ativos digitais ou identificação formal.
2	A segurança de TI é tratada de forma reativa ou ad-hoc; não há um framework de segurança vigilante e resiliente estabelecido.
3	Existe um framework de segurança vigilante e resiliente.
4	A segurança é proativa e adaptada continuamente.
5	A infraestrutura é altamente escalável e redundante, e o framework de segurança suporta o crescimento contínuo de ativos.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 275/389
---	---------------	---------	-------------------

Níveis	Item de resposta
6	A administração de ativos está integrada em uma arquitetura de segurança ciberfísica segura e resiliente.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Certificação de segurança de rede (e.g., IEC 62443).
- Política de segurança cibernética.
- Documentação de identificação e autenticação de ativos.
- Registros de rastreabilidade e localização de ativos.
- Relatórios de auditoria de políticas de segurança dos sistemas da instalação.
- Documentação de políticas de proteção e privacidade de dados.

Métricas/KPIs

- Taxa de Incidentes Críticos de Cibersegurança.
- Tempo de Recuperação de Falhas de Ativos.
- Porcentagem de ativos com identificação única, contemplados pelas políticas de segurança.
- Número de Não Conformidades em auditorias da Política de Proteção de Dados.

Sinais por nível

- Nível 0:
 - Não há processos definidos de segurança de TI.
 - Em muitos casos, os ativos sequer estão conectados, de modo que a segurança de TI é irrelevante para este domínio.
- Nível 1:
 - Os ativos da instalação (como os controladores do HVAC e iluminação, por exemplo) possuem sistemas de controle próprios e isolados, que executam tarefas pré-programadas.
- Nível 2:
 - A administração de ativos não inclui controle de fluxo de dados formal ou validação contínua.
 - Embora os sistemas estejam conectados e sejam interoperáveis, a segurança de TI é tratada de forma tempestiva, por solicitação de demanda.
- Nível 3:
 - Medidas de segurança de TI são formalmente estabelecidas e cobrem questões de administração de ativos, incluindo a proteção de dados da instalação e o controle de acesso de usuários.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 276/389
---	---------------	---------	-------------------

- Existem políticas claras para proteger a rede de ativos interoperáveis da instalação contra acesso ou interrupção indesejada.
- Nível 4:
 - A administração de ativos é suportada por sistemas de informação capazes de realizar o controle do fluxo de dados em tempo real.
 - Os sistemas conseguem identificar desvios relacionados a ativos (e.g., falhas de autenticação de dispositivos) e diagnosticar causas potenciais.
- Nível 5:
 - Os sistemas utilizam análise preditiva e IA/ML para prever vulnerabilidades futuras ou falhas de segurança relacionadas à administração de ativos, como o risco de comprometimento da identidade digital do ativo.
- Nível 6:
 - Os sistemas de informação e segurança são auto-aprendizes e executam decisões automaticamente para otimizar a segurança e a funcionalidade dos ativos, adaptando-se continuamente às circunstâncias, sem intervenção humana.

Amostragem

- Selecionar 3-5 artefatos relevantes para evidência dos sinais, atualizados nos últimos 90 dias

Glossário

[Sem glossário]

Referências

- ACATECH. Industrie 4.0 Maturity Index. Managing the Digital Transformation of Companies – UPDATE 2020 - acatech - National Academy of Science and Engineering. Disponível em: <https://en.acatech.de/publication/industrie-4-0-maturity-index-update-2020/download-pdf>. Acesso em: 3 out. 2025.
- ALAGIRI GOVINDASAMY; ARIVARASI ARULARASAN. Readiness and Maturity Assessment Model to Measure the Industry 4.0 Ecosystem. Lecture notes in electrical engineering, p. 57–67, 1 jan. 2021.
- BONINI, A. et al. The relationship between leadership and adaptive performance: A systematic review and meta-analysis. PLOS ONE, v. 19, p. 1–29, out. 2024.
- DECUYPERE, A.; SCHAUFELI, W. Exploring the Leadership–Engagement Nexus: A Moderated Meta-Analysis and Review of Explaining Mechanisms. International Journal of Environmental Research and Public Health, v. 18, n. 16, p. 8592, 2021.
- EDB. THE SMART INDUSTRY READINESS INDEX - Catalysing the transformation of manufacturing. [s.l.: s.n.]. Disponível em: [https://www.edb.gov.sg/content/dam/edb-en/about-edb/media-releases/news/the-smart-industry-readiness-index/the-sg-smart-industry-readiness-index-whitepaper%20\(1\).pdf](https://www.edb.gov.sg/content/dam/edb-en/about-edb/media-releases/news/the-smart-industry-readiness-index/the-sg-smart-industry-readiness-index-whitepaper%20(1).pdf).

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 277/389
---	---------------	---------	-------------------

- INCIT. The Global Smart Industry Readiness Index Initiative: Manufacturing Transformation Insights Report 2025. [s.l.: s.n.]. Disponível em: https://assets.incit.org/large-documents/manual/The_global_smart_industry_readiness_index_initiative_2025-manual.pdf. Acesso em: 3 out. 2025.
- KASAPOĞLU, C. et al. Industry 4.0 maturity assessment in manufacturing enterprises: a mixed-methods approach for SMEs. Central European Management Journal, abr. 2025.
- KHASSAWNEH, O.; ELREHAIL, H. The Effect of Participative Leadership Style on Employees' Performance: The Contingent Role of Institutional Theory. Administrative Sciences, v. 12, n. 4, p. 195, 15 dez. 2022.
- LIN, W. D. et al. Application of SIRI for Industry 4.0 Maturity Assessment and Analysis. 2021 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), 1 dez. 2019.
- SEMERARO, C. et al. A maturity model for evaluating the impact of Industry 4.0 technologies and principles in SMEs. Manufacturing Letters, v. 37, p. 61–65, 1 set. 2023.
- TOUFIGHI, S. P. et al. Participative leadership, cultural factors, and speaking-up behaviour: An examination of intra-organisational knowledge sharing. Journal of Innovation & Knowledge, v. 9, n. 3, p. 100548–100548, 1 jul. 2024.
- WEF. The Global Smart Industry Readiness Index Initiative: Manufacturing Transformation Insights Report 2022 A R Y 2 0 2 2. [s.l.: s.n.]. Disponível em: https://www3.weforum.org/docs/WEF_The_Global_Smart_Industry_Readiness_Index_Initiative_2022.pdf.

Capacidade Segurança de TI

Bloco/Pilar

- Bloco: Tecnologia
- Pilar: Conectividade
- Dimensão: Instalações

Resumo Descritivo

Esta dimensão avalia a interconexão de equipamentos e sistemas dentro do ambiente industrial, incluindo cibersegurança de instalações críticas e controle de condições ambientais (do inglês Heating, Ventilation, and Air Conditioning, ou HVAC). Visa medir a interoperabilidade e segurança da rede para permitir a troca contínua de dados e a automação eficiente da instalação, gerando redução de custos e maior eficiência.

Questões

Questão

A infraestrutura de Segurança de TI garante a identificação e autenticação de usuários (incluindo funcionários e colaboradores externos) de forma a controlar o acesso a equipamentos e sistemas críticos da instalação?

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 278/389
---	---------------	---------	-------------------

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	O acesso aos equipamentos e sistemas críticos da instalação é manual ou físico, sem requisitos de identificação ou autenticação de usuários digitais.
1	O acesso é isolado por sistema, com base em mecanismos simples de identificação e autenticação, sem rastreabilidade centralizada.
2	Os sistemas estão conectados, e existe alguma forma de identificação/autenticação de usuários. No entanto, a gestão desses mecanismos é frágil ou executada em modo ad-hoc.
3	Existe um framework de segurança para proteger a rede contra acesso ou interrupção indesejados.
4	A identificação/autenticação de usuários é realizada em tempo real e de maneira contextualizada para o acesso aos ativos da instalação.
5	A infraestrutura é escalável e o framework de segurança suporta o crescimento contínuo de usuários.
6	Os sistemas de controle de acesso são autônomos, adaptativos, e totalmente automatizados.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Certificação de segurança de rede (e.g., IEC 62443).
- Política de segurança cibernética.
- Documentação de identificação e autenticação de usuários.
- Perfis de função e controle de credenciais.
- Registro de uso de assinaturas digitais/aprovações.
- Relatórios de auditoria de políticas de segurança dos sistemas da instalação.
- Documentação de políticas de proteção e privacidade de dados.

Métricas/KPIs

- Taxa de Incidentes Críticos de Cibersegurança.
- Tempo médio para restauração de acessos críticos.
- Número (%) de ativos com controle de acesso baseado em função.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 279/389
---	---------------	---------	-------------------

- Grau de segurança dos mecanismos de controle de acesso implementados (e.g., senha simples é baixo, autenticação de 2 fatores é médio, assinatura digital é alto).
- Número de alertas de acesso indevido tratados automaticamente.

Sinais por nível

- Nível 0:
 - Não há processos definidos de identificação/autenticação.
 - Os sistemas de controle não estão conectados ou quando estão, o controle de acesso é inexistente.
- Nível 1:
 - Os ativos da instalação estão conectados, mas a identificação e autenticação de usuários são básicas (e.g., senhas simples, muitas vezes compartilhadas entre vários usuários) e geralmente executam tarefas pré-programadas.
- Nível 2:
 - A identificação/autenticação não é baseada em perfis de função (privilégios), e se baseia em mecanismos muito simples (e.g., senhas).
 - A rede é vulnerável a acessos indesejados.
- Nível 3:
 - A infraestrutura implementa a identificação e autenticação de usuários de maneira formal.
 - Os mecanismos utilizados baseiam-se em perfis de função e credenciais únicas (RBAC).
 - O controle de acesso também permite que os funcionários sejam incluídos em processos de comunicação de forma contextualizada.
 - O log é centralizado.
- Nível 4:
 - O sistema de controle de acesso se integra aos demais sistemas da instalação, podendo identificar e diagnosticar desvios ou tentativas de acesso não autorizado, rastreando imediatamente a fonte humana ou digital.
- Nível 5:
 - O sistema de controle de acesso usa análise preditiva para prever vulnerabilidades relacionadas ao acesso de usuários ou identificar proativamente riscos de comprometimento de credenciais, com base na análise comportamental do usuário.
- Nível 6:

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 280/389
---	---------------	---------	-------------------

- O sistema de controle de acesso adapta as credenciais e privilégios dos usuários às circunstâncias operacionais de forma automática
- O sistema também se integra com outros domínios para executar decisões de segurança de forma autônoma (e.g., revogação automática de acesso em caso de risco).
- Existem mecanismos de detecção de intrusão adaptativos e capazes de aprender a partir de padrões comportamentais dos usuários.
- Há integração com SIEM/SOC para resposta automática.

Amostragem

- Selecionar 3-5 artefatos relevantes para evidência dos sinais, atualizados nos últimos 90 dias

Questão

Como a infraestrutura de Segurança de TI implementa a validação de saúde do sistema (do inglês, system health validation) para os ativos e sistemas de controle da instalação, permitindo a identificação e registro de desvios, falhas de segurança ou mau funcionamento?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	A validação da saúde do sistema não é realizada.
1	Os sistemas OT e IT da instalação executam tarefas e processos baseados em lógica pré-programada.
2	Os sistemas OT e IT são capazes de identificar desvios dos parâmetros predefinidos.
3	Os sistemas OT e IT são capazes de identificar desvios e diagnosticar as causas potenciais.
4	Os sistemas OT e IT utilizam dados em tempo real para identificar desvios e diagnosticar as causas potenciais.
5	Os sistemas OT e IT são capazes de prever desvios e executar decisões independentemente, para otimizar o desempenho
6	A validação da saúde do sistema inclui processos de auto-aprendizagem e o sistema de informação continuamente se adapta às circunstâncias.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 281/389
---	---------------	---------	-------------------

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Certificação de segurança de rede (e.g., IEC 62443).
- Relatórios de validação da saúde do sistema.
- Logs de detecção e diagnóstico de desvios.
- Dados de sensores em sistemas de informação.
- Documentação de análise preditiva de falhas de ativos.
- Relatórios de auditoria de políticas de segurança dos sistemas da instalação.

Métricas/KPIs

- Taxa de Incidentes Críticos de Cibersegurança.
- Tempo médio para diagnóstico de desvios na saúde do sistema.
- Disponibilidade (%) dos sistemas críticos da instalação.
- Acurácia (%) da previsão de falhas de ativos da instalação.

Sinais por nível

- Nível 0:
 - Sistemas de TI e OT não estão presentes, ou não há dispositivos eletrônicos ou digitais sendo usados.
- Nível 1:
 - A validação de saúde dos sistemas se limita a funcionalidades estáticas de auto diagnóstico, providas isoladamente pelos próprios equipamentos.
 - Não há capacidade de identificar desvios ou avaliar de forma ativa a saúde do sistema.
- Nível 2:
 - Os sistemas podem notificar o pessoal relevante sobre esses desvios.
 - A validação de saúde do sistema utiliza recursos básicos, focada apenas na detecção.
- Nível 3:
 - O framework de segurança contempla a proteção da rede e dos ativos, cobrindo formalmente a validação da saúde do sistema por meio de medidas claras de segurança de TI.
- Nível 4:
 - Os ativos e sistemas da instalação são capazes de comunicação em tempo real.
 - Há medidas proativas para manter a validação de saúde do sistema e adaptá-la em resposta às circunstâncias.
- Nível 5:

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 282/389
---	---------------	---------	-------------------

- A validação da saúde do sistema é avançada, utilizando algoritmos e modelos avançados para prever falhas potenciais com antecedência.
- Nível 6:
 - Os sistemas de validação da saúde do sistema funcionam de forma autônoma e podem tomar decisões.
 - Eles são dotados de mecanismos de aprendizado para otimizar o desempenho e a eficiência de recursos.

Amostragem

- Selecionar 3-5 artefatos relevantes para evidência dos sinais, atualizados nos últimos 90 dias

Questão

A infraestrutura de Segurança de TI implementa o controle de fluxo de dados para os ativos e sistemas de controle da instalação?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	O fluxo de dados digital é inexistente.
1	O controle do fluxo de dados é manual e ad-hoc.
2	Os sistemas e ativos da instalação são capazes de interagir e trocar informação sem restrições significativas, mas não existem políticas de segurança definidas para esses processos.
3	As políticas de segurança de TI cobrem formalmente o controle de fluxo de dados.
4	Os sistemas e ativos da instalação são capazes de estabelecer fluxos de dados em tempo real, de forma segura.
5	O controle do fluxo de dados é suportado por análise avançada e sistemas redundantes.
6	O controle do fluxo de dados implementa mecanismos de auto-aprendizado e adapta-se continuamente às circunstâncias.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Certificação de segurança de rede (e.g., IEC 62443).
- Diagramas de arquitetura de rede TI/OT da instalação.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 283/389
---	---------------	---------	-------------------

- Políticas formais de Controle de Fluxo de Dados.
- Logs de detecção e diagnóstico de desvios.
- Documentação de protocolos de comunicação.
- Relatórios de auditoria de políticas de segurança dos sistemas da instalação.

Métricas/KPIs

- Taxa de Incidentes Críticos de Cibersegurança.
- Latência média do fluxo de dados da instalação.
- Disponibilidade (%) dos sistemas críticos da instalação.
- Tempo médio de recuperação de falhas no fluxo de dados.
- Percentual de pacotes retransmitidos (perda de dados).

Sinais por nível

- Nível 0:
 - Os ativos e sistemas da instalação não estão conectados e não há uso de sistemas de TI/OT.
- Nível 1:
 - Ainda que existam links formais de rede para ativos da instalação, a troca de dados entre os sistemas de controle e os sistemas de TI é predominantemente gerenciada por intervenção humana.
- Nível 2:
 - A segurança na troca de dados entre os ativos é gerida de forma reativa.
 - Não existe um framework de segurança voltado ao controle de fluxo de dados.
- Nível 3:
 - Existe um framework de segurança para proteger a rede e os ativos da instalação contra interrupção.
 - A informação é trocada continuamente entre os sistemas da cadeia de valor (integração vertical).
 - Implementação de firewalls industriais e segmentação lógica.
- Nível 4:
 - O fluxo de dados da instalação é processado sem atraso e está disponível quase imediatamente.
 - O fluxo de dados permite que os sistemas de assistência façam diagnósticos de desvios ou falhas de segurança no fluxo de dados.
- Nível 5:

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 284/389
---	---------------	---------	-------------------

- Os sistemas utilizam modelos preditivos para prever e prevenir vulnerabilidades ou interrupções no fluxo de dados da instalação antes que ocorram.
- Nível 6:
 - Os sistemas de segurança fazem uso intensivo de dados do próprio fluxo sob controle, estabelecendo padrões seguros de operação.
 - Eles também executam decisões automaticamente para otimizar o fluxo de dados e as funcionalidades do sistema, sem intervenção humana.

Amostragem

- Selecionar 3-5 artefatos relevantes para evidência dos sinais, atualizados nos últimos 90 dias

Glossário

[Sem glossário]

Referências

- ACATECH. Industrie 4.0 Maturity Index. Managing the Digital Transformation of Companies – UPDATE 2020 - acatech - National Academy of Science and Engineering. Disponível em: <https://en.acatech.de/publication/industrie-4-0-maturity-index-update-2020/download-pdf>. Acesso em: 3 out. 2025.
- ALAGIRI GOVINDASAMY; ARIVARASI ARULARASAN. Readiness and Maturity Assessment Model to Measure the Industry 4.0 Ecosystem. Lecture notes in electrical engineering, p. 57–67, 1 jan. 2021.
- BONINI, A. et al. The relationship between leadership and adaptive performance: A systematic review and meta-analysis. PLOS ONE, v. 19, p. 1–29, out. 2024.
- DECUYPERE, A.; SCHAUFELI, W. Exploring the Leadership–Engagement Nexus: A Moderated Meta-Analysis and Review of Explaining Mechanisms. International Journal of Environmental Research and Public Health, v. 18, n. 16, p. 8592, 2021.
- EDB. THE SMART INDUSTRY READINESS INDEX - Catalysing the transformation of manufacturing. [s.l.: s.n.]. Disponível em: [https://www.edb.gov.sg/content/dam/edb-en/about-edb/media-releases/news/the-smart-industry-readiness-index/the-sg-smart-industry-readiness-index-whitepaper%20\(1\).pdf](https://www.edb.gov.sg/content/dam/edb-en/about-edb/media-releases/news/the-smart-industry-readiness-index/the-sg-smart-industry-readiness-index-whitepaper%20(1).pdf).
- INCIT. The Global Smart Industry Readiness Index Initiative: Manufacturing Transformation Insights Report 2025. [s.l.: s.n.]. Disponível em: https://assets.incit.org/large-documents/manual/The_global_smart_industry_readiness_index_initiative_2025-manual.pdf. Acesso em: 3 out. 2025.
- KASAPOĞLU, C. et al. Industry 4.0 maturity assessment in manufacturing enterprises: a mixed-methods approach for SMEs. Central European Management Journal, abr. 2025.
- KHASSAWNEH, O.; ELREHAIL, H. The Effect of Participative Leadership Style on Employees' Performance: The Contingent Role of Institutional Theory. Administrative Sciences, v. 12, n. 4, p. 195, 15 dez. 2022.
- LIN, W. D. et al. Application of SIRI for Industry 4.0 Maturity Assessment and Analysis. 2021 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), 1 dez. 2019.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 285/389
---	---------------	---------	-------------------

- SEMERARO, C. et al. A maturity model for evaluating the impact of Industry 4.0 technologies and principles in SMEs. Manufacturing Letters, v. 37, p. 61–65, 1 set. 2023.
- TOUFIGHI, S. P. et al. Participative leadership, cultural factors, and speaking-up behaviour: An examination of intra-organisational knowledge sharing. Journal of Innovation & Knowledge, v. 9, n. 3, p. 100548–100548, 1 jul. 2024.
- WEF. The Global Smart Industry Readiness Index Initiative: Manufacturing Transformation Insights Report 2022 A R Y 2 0 2 2. [s.l.: s.n.]. Disponível em: https://www3.weforum.org/docs/WEF_The_Global_Smart_Industry_Readiness_Index_Initiative_2022.pdf.

Capacidade Pré-processamento descentralizado de dados de sensores

Bloco/Pilar

- Bloco: Tecnologia
- Pilar: Inteligência
- Dimensão: Chão de Fábrica

Resumo Descritivo

A dimensão Shop Floor Intelligence (D10) avalia o processamento e a análise de dados no ambiente de produção com o objetivo de otimizar processos existentes e, em estágios avançados, criar novas aplicações, produtos e serviços.

Questões

Questão

Em que medida a sua organização utiliza sistemas embarcados ou dispositivos de borda (Edge Computing) para realizar o pré-processamento e a análise dos dados de sensores, viabilizando cálculos críticos e ações em tempo real?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Sistemas de Tecnologia da Operação (OT) e de Tecnologia da Informação (TI) não são utilizados para monitorar ou processar os dados dos sensores.
1	O processamento de dados de sensores é feito manualmente ou totalmente em sistemas

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 286/389
---	---------------	---------	-------------------

Níveis	Item de resposta
	centrais, resultando em significativa latência para a tomada de decisão.
2	Os sistemas de controle e sensores capturam dados, mas o processamento é isolado, sem o uso de sistemas embarcados avançados para pré-processamento, e a latência de dados é alta.
3	Sistemas embarcados são utilizados para monitoramento local e loops de controle fechado de processos técnicos, mas esses dados pré-processados não são rotineiramente integrados ou acessíveis à rede corporativa para otimizações amplas.
4	O pré-processamento descentralizado de dados ocorre em dispositivos de borda, o que garante a redução da latência e permite a entrega de informações contextuais em tempo quase real para apoiar a tomada de decisão humana imediata.
5	Os sistemas de processamento descentralizado são robustos o suficiente para executar análises complexas (ex. manutenção preditiva, detecção de anomalias) localmente, e as previsões resultantes são integradas ao planejamento para antecipar desvios.
6	Os sistemas embarcados executam o processamento complexo em tempo real e são capazes de tomar decisões de forma autônoma no nível do recurso (máquina/equipamento) para otimizar o desempenho e adaptar-se às mudanças.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Especificações de Sistemas Embarcados
- Diagramas de Arquitetura de TI
- Configurações de Sistemas de Processamento de Dados

Métricas/KPIs

- Latência de Análise: O tempo necessário para que a análise dos dados do evento seja concluída.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 287/389
---	---------------	---------	-------------------

- Latência de Decisão: O tempo necessário para que a contramedida ou decisão correspondente seja aprovada
- Latência de Ação: O tempo para que a contramedida entre em vigor.
- Flexibilidade. A capacidade de adaptação às mudanças, frequentemente medida pela capacidade de customização.

Sinais por nível

- Nível 0:
 - Ausência de Dispositivos Digitais: Nenhum dispositivo eletrônico ou digital é utilizado
 - Ausência de Conectividade
- Nível 1:
 - Uso de Arquivos Manuais/Planilha
 - Feedback Manual
 - Sistemas de TI e OT Isolados
 - Falta de Informações em Tempo Real no Chão de Fábrica
- Nível 2:
 - Dependência de Transferência Manual para Análise
 - Dados em Silos Descentralizados
 - Atraso na Decisão e Ação
- Nível 3:
 - Ação Manual Necessária
 - Falta de Fonte Única de Verdade
- Nível 4:
 - Pré-processamento ocorre em dispositivos de borda
 - Redução de latência
 - Entrega de informação contextual em tempo quase real
- Nível 5:
 - Alertas de Manutenção Preditiva
 - Detecção de Anomalias em Tempo Real
 - Integração com Sistemas de Planejamento
- Nível 6:
 - Ajuste Autônomo de Parâmetros de Processo
 - Autocorreção de Qualidade em Malha Fechada (Closed-Loop)
 - Manutenção Autônoma Preditiva

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 288/389
---	---------------	---------	-------------------

Amostragem

- Amostragem Seleção Estratificada de Processos Críticos
- Processos de Alto Valor Agregado Identifique os equipamentos considerados "cérebros" da operação
- Análise de Lotes Específicos Amostra de Pessoas (Entrevistas): Entreviste o Engenheiro de Automação Converse com o Operador Sênior Entreviste o Analista de Dados ou Cientista de Dados

Questão

Em que medida a sua organização utiliza o pré-processamento descentralizado (Edge Computing) para filtrar, agregar e tratar "ruído" dos dados de sensores diretamente no equipamento, reduzindo o volume de dados transmitidos para sistemas centrais?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Sistemas de Tecnologia da Operação (OT) e de Tecnologia da Informação (TI) não são utilizados para monitorar ou processar os dados dos sensores.
1	Todo o fluxo de dados brutos dos sensores é enviado para processamento em sistemas centrais (sem pré-processamento local), resultando em alta latência e alto tráfego de rede.
2	Os sensores capturam dados, mas o processamento é isolado no equipamento e não há uma estratégia para filtrar ou enviar dados relevantes para outros sistemas; a latência de dados é alta.
3	Sistemas embarcados são usados para monitoramento local, mas apenas dados de controle de processo (loops fechados) são usados localmente, sem envio de dados pré-processados para a rede corporativa.
4	O pré-processamento descentralizado (ex em dispositivos de borda) é usado para filtrar e agregar dados brutos, garantindo a redução da latência e enviando apenas informações contextuais em tempo quase real para sistemas centrais (ex: dashboards).

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 289/389
---	---------------	---------	-------------------

Níveis	Item de resposta
5	Os sistemas descentralizados executam análises complexas (ex detecção de anomalias, manutenção preditiva) localmente, enviando apenas os insights e previsões para integração com o planejamento, não o fluxo de dados brutos.
6	Os sistemas embarcados executam o processamento complexo em tempo real, tomando decisões autônomas e enviando aos sistemas centrais apenas os registros das ações tomadas e os resultados de desempenho, otimizando o tráfego de rede.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- • Configurações de Software de Borda (Edge Software Configuration):
 - ◦ Onde buscar: Departamentos de Automação, Engenharia de TI/OT.
 - ◦ O que verificar: A lógica de programação nos gateways de IoT ou PCs industriais. Procurar especificamente por funções de agregação (ex: Average(1min)), filtragem (ex: bandas mortas, filtros de média móvel) ou lógica condicional de envio (ex: "enviar dados apenas se a variação for > 5%").
- • Logs de Tráfego de Rede e Consumo de Dados:
 - ◦ Onde buscar: Departamento de TI (Administradores de rede, Painéis de Provedor de Nuvem).
 - ◦ O que verificar: O volume de dados (em MB/GB) transmitido pela rede do chão de fábrica. Comparar o volume de dados brutos que poderia ser gerado (ex: um sensor de vibração de alta frequência gerando 1GB/hora) com o volume realmente transmitido. Uma grande diferença é a evidência do pré-processamento.
- • Diagramas de Arquitetura de Fluxo de Dados:
 - ◦ Onde buscar: Departamentos de TI, Automação ou Engenharia.
 - ◦ O que verificar: Se o diagrama mostra os dados dos sensores sendo enviados primeiro para um dispositivo de borda (ex: IPC, Edge Gateway) e depois para o sistema central (MES, Scada, Nuvem). Verificar se há anotações como "dados agregados" ou "dados filtrados" nesse fluxo.
- • Especificações Técnicas dos Dispositivos de Borda:
 - ◦ Onde buscar: Departamentos de Automação ou Engenharia.
 - O que verificar: Se os dispositivos no chão de fábrica (além dos CLPs básicos) possuem capacidade de processamento (CPU, RAM) suficiente para executar essa filtragem e agregação localmente.

Métricas/KPIs

- • Taxa de Redução de Dados (Data Reduction Ratio):
 - ◦ Descrição: (Volume de dados brutos gerados pelos sensores) / (Volume de dados transmitidos para sistemas centrais).

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 290/389
---	---------------	---------	-------------------

- ◦ Sinal: Uma taxa alta (ex: 100:1) indica que apenas dados relevantes ou agregados estão sendo enviados.
- • Utilização da Largura de Banda da Rede (Network Bandwidth Utilization):
- ◦ Descrição: O percentual da rede OT/TI consumido pelo envio de dados de sensores.
- ◦ Sinal: Baixa utilização apesar da existência de milhares de pontos de dados, indicando processamento eficiente na borda.
- • Custo de Transmissão e Armazenamento em Nuvem:
- ◦ Descrição: O custo monetário (ex: R\$ por mês) pago a provedores de nuvem para ingestão e armazenamento de dados de IoT.
- ◦ Sinal: Custos controlados ou reduzidos, mesmo com o aumento do número de sensores, devido ao envio apenas de dados valiosos.
- • Qualidade dos Dados no Sistema Central (Data Quality):
- ◦ Descrição: Mede a proporção de dados úteis versus "ruído" (dados redundantes, espúrios ou irrelevantes) no banco de dados central.
- • Sinal: Alta qualidade, pois a filtragem de ruído é feita na origem (no equipamento).

Sinais por nível

- Nível 0:
 - Ausência de Dispositivos Digitais: Nenhum dado de sensor é coletado digitalmente
- Nível 1:
 - Uso de Arquivos Manuais/Planilha: Os dados são coletados, mas armazenados localmente e movidos manualmente
 - Não há transmissão de dados em tempo real
- Nível 2:
 - Dados em Silos Descentralizados: Os dados são registrados em silos locais (ex: cartão SD de um CLP), mas não são enviados para sistemas centrais, ou são enviados com alta latência
- Nível 3:
 - Streaming de Dados Brutos (Sem Filtro): Todo o fluxo de dados brutos de alta frequência dos sensores é enviado diretamente para um sistema central ou nuvem ("data lake")
 - O sinal é o alto tráfego de rede e a necessidade de processamento pesado no sistema central para "limpar" os dados
- Nível 4:
 - Pré-Processamento por Agregação/Filtragem: O dispositivo de borda executa filtragem de ruído e agregação (ex: calcula médias, máximos, mínimos) e envia apenas esses dados agregados em intervalos regulares (ex: a cada 1 minuto) para sistemas centrais
 - O sinal é um tráfego de rede baixo e previsível

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 291/389
---	---------------	---------	-------------------

- Nível 5:
 - Processamento por Exceção (Envio de Insights): Os dispositivos de borda monitoram os dados brutos, mas só enviam dados para o sistema central quando uma anomalia ou evento de interesse é detectado
 - O sinal é um tráfego de rede muito baixo, quase nulo, com picos apenas durante eventos
- Nível 6:
 - Processamento Autônomo (Envio de Logs): O dispositivo de borda detecta anomalias, toma decisões autônomas e envia aos sistemas centrais apenas um log da ação tomada (ex: "Parâmetro X ajustado às 10:32")
 - É o nível máximo de redução de dados

Amostragem

- Recomenda-se uma Amostragem Intencional (Propositiva) focada nos sensores que geram maior volume de dados
- • Seleção de Processos (Estratificação): Identificar 1-2 processos que utilizam sensores de alta frequência (ex: análise de vibração, acústica, termografia, sistemas de visão de alta velocidade), pois são os maiores geradores de dados e onde o pré-processamento é mais necessário
- • Seleção de Sensores: Dentro desses processos, focar a análise em 1-3 sensores específicos de alta frequência
- • Seleção de Evidências (Triangulação):
 - Artefatos: Solicitar os diagramas de arquitetura de rede e as especificações do dispositivo (gateway/CLP) conectado a esses sensores específicos
 - Dados (Amostra Comparativa): Solicitar dois conjuntos de dados para o mesmo sensor durante um período de 5 minutos:
 - Um dump dos dados brutos (logados localmente no dispositivo de borda)
 - Um export dos dados que chegaram ao banco de dados central (nuvem/MES)
- A diferença de volume e formato entre os dois é a prova concreta do pré-processamento
- • Entrevistas: Conversar com o Engenheiro de Automação sobre a lógica de filtragem implementada e com o Administrador de Rede sobre o impacto no tráfego de dados

Questão

Em que medida a sua organização utiliza o processamento descentralizado (Edge/embarcado) para executar cálculos e lógicas de controle em tempo real (ex: loops de controle, intertravamentos de segurança) que não podem depender da latência da rede central?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Sistemas de Tecnologia da Operação (OT) e de Tecnologia da Informação (TI) não são utilizados

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 292/389
---	---------------	---------	-------------------

Níveis	Item de resposta
	para monitorar ou processar os dados dos sensores.
1	O processamento de dados de sensores é feito manualmente ou totalmente em sistemas centrais, resultando em latência significativa que impede o controle em tempo real.
2	Os sistemas de controle (CLPs) executam lógicas simples, mas qualquer cálculo complexo ou análise é feito em sistemas centrais, com alta latência, inviabilizando o controle em tempo real.
3	Sistemas embarcados são utilizados para monitoramento local e loops de controle fechado de processos técnicos (ex controle PID básico em um CLP), mas esses dados não são integrados à rede corporativa.
4	O pré-processamento descentralizado em dispositivos de borda é usado para executar cálculos mais complexos (ex fusão de múltiplos sensores) para otimizar um processo localmente, garantindo a redução da latência de decisão.
5	O processamento descentralizado executa cálculos complexos e modelos de otimização (ex Controle de Processo Avançado - APC) em tempo real no dispositivo de borda, ajustando ativamente o processo sem depender da rede central.
6	Os sistemas embarcados executam processamento complexo em tempo real (ex: modelos de IA, fusão de sensores) para tomar decisões de controle e segurança de forma autônoma (ex: parada de emergência preditiva, otimização de trajetória), garantindo a operação mesmo com falha na rede central.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Lógica de Programação de Controladores (CLP, PAC, IPC):
- Onde buscar: Departamentos de Automação ou Engenharia de Manutenção.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 293/389
---	---------------	---------	-------------------

- O que verificar: O código-fonte ou os blocos de função nos controladores locais (embarcados na máquina). Procurar por evidências de cálculos complexos (ex: algoritmos de controle preditivo, fusão de sensores, modelos de otimização) que rodam dentro do controlador da máquina, em vez de em um servidor central.
- Diagramas de Arquitetura de Controle e Topologia de Rede:
- Onde buscar: Departamentos de TI, Automação ou Engenharia.
- O que verificar: Se o "loop de controle" (Sensor -> Processador -> Atuador) está fechado localmente no equipamento. O artefato deve mostrar que as ações críticas de controle não dependem de um "round-trip" (ida e volta) de dados para um sistema SCADA, MES ou nuvem.
- Documentação de Análise de Risco e Intertravamentos de Segurança:
- Onde buscar: Departamentos de Segurança do Trabalho ou Engenharia.
- O que verificar: A matriz de segurança e os diagramas de intertravamento. Comprovar que as lógicas de segurança críticas (ex: parada de emergência, cortinas de luz, controle de robôs) são executadas em processadores de segurança dedicados e locais, garantindo resposta em tempo real independente da rede.
- Especificações Técnicas de Processo (ETs):
- Onde buscar: Departamento de Engenharia de Processo.
- O que verificar: Requisitos formais que exigem processamento em tempo real. Procurar por especificações como "tempo de resposta do loop de controle < 10ms" ou "taxa de atualização de dados de segurança".

Métricas/KPIs

- Latência de Ação (Action Latency): O tempo medido (em milissegundos) entre a detecção de um evento crítico pelo sensor e a resposta física do atuador. Em sistemas descentralizados, esse valor deve ser extremamente baixo e determinístico.
- Tempo de Ciclo do Loop de Controle (Control Loop Cycle Time): O tempo de "scan" do processador local que executa a lógica. Mede a velocidade com que o sistema pode reavaliar e corrigir o processo.
- Disponibilidade da Função de Controle em "Ilhamento": Percentual de tempo que o equipamento continua executando sua lógica de controle complexa e segura após a desconexão da rede central. A meta deve ser 100%.
- Jitter (Variação da Latência): A variação no tempo de resposta. Para controle em tempo real, o jitter (variação) baixo é tão importante quanto a latência baixa. O processamento local elimina o jitter causado pela rede.
- Índice de Capabilidade do Processo (Cp/Cpk): Embora seja uma métrica de qualidade, um Cpk alto e estável é um forte indicador de que o controle em tempo real está efetivamente minimizando desvios do processo.

Sinais por nível

- Nível 0:
 - O controle é totalmente manual, baseado na experiência do operador
- Nível 1:
 - Uso de Arquivos Manuais/Planilha: O operador lê um sensor analógico, consulta uma planilha e faz um ajuste manual

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 294/389
---	---------------	---------	-------------------

- Latência de horas ou minutos
- Nível 2:
 - O sensor envia dados para um sistema SCADA/MES central
 - Um operador (ou o sistema central) analisa e envia um comando de volta para a máquina
 - A latência da rede é alta e impede o controle em tempo real
- Nível 3:
 - O CLP local executa lógicas de intertravamento simples e controle PID básico (loops fechados)
 - Isso é o padrão, mas não inclui cálculos complexos ou preditivos
- Nível 4:
 - O dispositivo de borda (ex: IPC, CLP avançado) executa cálculos complexos (ex: fusão de múltiplos sensores, fórmulas matemáticas) localmente para otimizar um processo em tempo real, garantindo baixa latência
- Nível 5:
 - O dispositivo de borda executa modelos de otimização complexos (ex: Controle de Processo Avançado - APC) em tempo real, ajustando múltiplos parâmetros interdependentes para maximizar a eficiência, sem depender da rede central
- Nível 6:
 - Os sistemas embarcados executam processamento complexo (ex: IA, modelos de segurança) em tempo real para tomar decisões autônomas críticas, garantindo a operação segura e otimizada mesmo durante uma falha completa da rede central

Amostragem

- Recomenda-se uma Amostragem Intencional (Propositiva), focada em processos onde a latência de controle é intrinsecamente crítica
- Seleção de Processos (Estratificação): Identificar 1-3 processos que sejam: Críticos para Segurança: Onde um atraso de milissegundos pode causar um acidente (ex: prensas, robôs colaborativos, reatores químicos)
- Críticos para a Qualidade (Alta Precisão): Onde um atraso de milissegundos degrada o produto (ex: usinagem CNC de 5 eixos, soldagem a laser, sistemas de visão em alta velocidade)
- Críticos para a Velocidade (Alta Cadência): Onde o controle precisa ser local para acompanhar a velocidade física da linha (ex: sistemas "pick-and-place" de eletrônicos, linhas de envase)
- Seleção de Evidências (Triangulação): Artefatos: Solicitar os diagramas de malha de controle avançado (para processos de precisão) ou os diagrama de intertravamento de segurança (para processos de segurança)
- Teste de "Ilhamento" (Se possível): O método de amostragem mais eficaz é um teste prático

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 295/389
---	---------------	---------	-------------------

- Desconectar (ou simular a falha) da rede central do equipamento selecionado e observar se a lógica de controle complexa e a segurança continuam operando perfeitamente
- Entrevistas: Conversar com o Engenheiro de Segurança de Máquinas, Engenheiro de Automação ou Engenheiro de Processo Sênior responsável pela operação do equipamento selecionado

Glossário

[Sem glossário]

Referências

- ACATECH. Industrie 4.0 Maturity Index. Managing the Digital Transformation of Companies – UPDATE 2020 - acatech - National Academy of Science and Engineering. Disponível em: <https://en.acatech.de/publication/industrie-4-0-maturity-index-update-2020/download-pdf>. Acesso em: 3 out. 2025.
- ALAGIRI GOVINDASAMY; ARIVARASI ARULARASAN. Readiness and Maturity Assessment Model to Measure the Industry 4.0 Ecosystem. Lecture notes in electrical engineering, p. 57–67, 1 jan. 2021.
- BONINI, A. et al. The relationship between leadership and adaptive performance: A systematic review and meta-analysis. PLOS ONE, v. 19, p. 1–29, out. 2024.
- DECUYPERE, A.; SCHAUFELI, W. Exploring the Leadership–Engagement Nexus: A Moderated Meta-Analysis and Review of Explaining Mechanisms. International Journal of Environmental Research and Public Health, v. 18, n. 16, p. 8592, 2021.
- EDB. THE SMART INDUSTRY READINESS INDEX - Catalysing the transformation of manufacturing. [s.l.: s.n.]. Disponível em: [https://www.edb.gov.sg/content/dam/edb-en/about-edb/media-releases/news/the-smart-industry-readiness-index/the-sg-smart-industry-readiness-index-whitepaper%20\(1\).pdf](https://www.edb.gov.sg/content/dam/edb-en/about-edb/media-releases/news/the-smart-industry-readiness-index/the-sg-smart-industry-readiness-index-whitepaper%20(1).pdf).
- INCIT. The Global Smart Industry Readiness Index Initiative: Manufacturing Transformation Insights Report 2025. [s.l.: s.n.]. Disponível em: https://assets.incit.org/large-documents/manual/The_global_smart_industry_readiness_index_initiative_2025-manual.pdf. Acesso em: 3 out. 2025.
- KASAPOĞLU, C. et al. Industry 4.0 maturity assessment in manufacturing enterprises: a mixed-methods approach for SMEs. Central European Management Journal, abr. 2025.
- KHASSAWNEH, O.; ELREHAIL, H. The Effect of Participative Leadership Style on Employees' Performance: The Contingent Role of Institutional Theory. Administrative Sciences, v. 12, n. 4, p. 195, 15 dez. 2022.
- LIN, W. D. et al. Application of SIRI for Industry 4.0 Maturity Assessment and Analysis. 2021 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), 1 dez. 2019.
- SEMERARO, C. et al. A maturity model for evaluating the impact of Industry 4.0 technologies and principles in SMEs. Manufacturing Letters, v. 37, p. 61–65, 1 set. 2023.
- TOUFIGHI, S. P. et al. Participative leadership, cultural factors, and speaking-up behaviour: An examination of intra-organisational knowledge sharing. Journal of Innovation & Knowledge, v. 9, n. 3, p. 100548–100548, 1 jul. 2024.
- WEF. The Global Smart Industry Readiness Index Initiative: Manufacturing Transformation Insights Report 2022 A R Y 2 0 2 2. [s.l.: s.n.]. Disponível em:

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 296/389
---	---------------	---------	-------------------

https://www3.weforum.org/docs/WEF_The_Global_Smart_Industry_Readiness_Index_Initiative_2022.pdf.

Capacidade Aprendizagem e tomada de decisão baseadas em dados

Bloco/Pilar

- Bloco: Tecnologia
- Pilar: Inteligência
- Dimensão: Corporativo

Resumo Descritivo

A cultura organizacional constitui a base humana e comportamental da transformação digital. No contexto dos modelos ACATECH e SIRI, a disposição à mudança representa a capacidade da organização de adaptar-se continuamente a novas tecnologias, processos e formas de trabalho. Essa abertura cultural é essencial para que a empresa evolua de práticas tradicionais para um modelo orientado por dados e inteligência digital. A aprendizagem e a tomada de decisão baseada em dados traduzem o amadurecimento dessa cultura: as decisões deixam de depender apenas da experiência individual e passam a se fundamentar em evidências extraídas de análises inteligentes. Isso exige tanto o desenvolvimento de competências digitais quanto a criação de um ambiente que valorize a experimentação, o aprendizado contínuo e a confiança nos dados. No bloco Tecnologia, pilar Inteligência, e na dimensão Enterprise (D11) do modelo SIRI, essa capacidade reflete o ponto em que as pessoas e os sistemas aprendem juntas — promovendo uma cultura organizacional que utiliza informações analíticas para guiar decisões estratégicas e operacionais. À medida que a maturidade cresce, a organização passa a incorporar inteligência coletiva e adaptativa, transformando dados em conhecimento e conhecimento em ação.

Questões

Questão

Em que medida a organização promove uma cultura de aprendizagem em que decisões e melhorias são fundamentadas em dados e evidências, e não apenas em experiência ou hierarquia?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Decisões são tomadas com base em intuição ou autoridade; inexistem práticas formais de uso de dados para aprendizado.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 297/389
---	---------------	---------	-------------------

Níveis	Item de resposta
1	Há reconhecimento da importância dos dados, mas a aprendizagem e as decisões ainda dependem de percepções individuais.
2	Dados são utilizados para registrar resultados, porém sem análise estruturada ou aprendizado coletivo.
3	As equipes utilizam dados de forma integrada para refletir sobre desempenho e propor melhorias.
4	A organização adota práticas sistemáticas de análise de dados e aprendizagem, compartilhando lições entre áreas.
5	O aprendizado é suportado por análises preditivas, permitindo decisões proativas baseadas em padrões de dados.
6	A organização aprende continuamente com dados em tempo real, ajustando comportamentos e decisões de forma autônoma e colaborativa.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Políticas de gestão do conhecimento e aprendizado.
- Registros de reuniões de análise de desempenho.
- Relatórios e dashboards de indicadores de aprendizado.
- Documentação de planos de ação baseados em dados.

Métricas/KPIs

- Percentual de decisões sustentadas por evidências de dados.
- Número de lições aprendidas incorporadas em processos.
- Frequência de análises de desempenho baseadas em dados.
- Índice de maturidade da cultura de dados.

Sinais por nível

- Nível 0:
 - Ausência de registro sistemático de dados ou aprendizado estruturado
- Nível 1:

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 298/389
---	---------------	---------	-------------------

- Iniciativas pontuais de aprendizado baseadas em resultados individuais
- Nível 2:
 - Coleta digital de dados sem uso analítico
- Nível 3:
 - Reflexões locais e revisões de desempenho baseadas em dados
- Nível 4:
 - Troca estruturada de lições aprendidas entre áreas
- Nível 5:
 - Decisões proativas fundamentadas em análises preditivas
- Nível 6:
 - Aprendizado organizacional contínuo, com sistemas e pessoas evoluindo conjuntamente

Amostragem

- Entrevistas com gestores e analistas sobre processos de aprendizado; análise documental de planos de ação e relatórios de lições aprendidas; observação de reuniões de revisão de desempenho; avaliação de plataformas de gestão do conhecimento e BI

Questão

Até que ponto os colaboradores possuem habilidades e conhecimentos para interpretar, analisar e aplicar informações provenientes de dados em suas rotinas de trabalho?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Os colaboradores não possuem habilidades para interpretar dados; as decisões são tomadas de forma empírica.
1	A organização reconhece a importância das competências analíticas, mas o aprendizado ainda é informal e individual.
2	Ferramentas digitais estão disponíveis, mas poucos colaboradores sabem utilizá-las de forma analítica.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 299/389
---	---------------	---------	-------------------

Níveis	Item de resposta
3	Parte das equipes utiliza dados e ferramentas de BI para apoiar suas decisões locais.
4	A competência analítica é desenvolvida de forma estruturada e transversal; dados são interpretados e discutidos coletivamente.
5	As equipes aplicam modelos analíticos e algoritmos preditivos em suas decisões, com suporte de especialistas em dados.
6	A alfabetização analítica é disseminada em toda a organização; as equipes utilizam e aprimoram modelos de decisão baseados em aprendizado contínuo.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Registros de treinamentos e certificações em análise de dados.
- Relatórios de uso de dashboards e ferramentas de BI.
- Políticas de desenvolvimento de competências digitais.
- Entrevistas com equipes sobre processos de decisão e uso de dados.

Métricas/KPIs

- Percentual de colaboradores treinados em análise de dados.
- Número de decisões apoiadas por ferramentas analíticas.
- Frequência de uso de dashboards e relatórios.
- Índice de maturidade de competência analítica (por setor).

Sinais por nível

- Nível 0:
 - Decisões baseadas apenas em experiência
- Nível 1:
 - Iniciativas isoladas de capacitação
- Nível 2:
 - Uso esporádico de ferramentas digitais sem análise estruturada
- Nível 3:
 - Utilização regular de indicadores locais

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 300/389
---	---------------	---------	-------------------

- Nível 4:
 - Discussões transversais baseadas em dados
- Nível 5:
 - Aplicação de análises preditivas por equipes técnicas
- Nível 6:
 - Cultura analítica disseminada, com aprendizado contínuo

Amostragem

- Entrevistas com gestores e analistas; revisão de relatórios e dashboards utilizados nas áreas; observação de reuniões de decisão baseadas em dados; avaliação de materiais de capacitação digital

Questão

Em que grau a organização possui mecanismos estruturados para aprender com seus próprios dados e experiências (feedbacks, lições aprendidas, análises pós-ação)?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	A organização não possui práticas formais de feedback; aprendizado são informal e não documentado.
1	Há iniciativas pontuais de coleta de feedback, mas sem estrutura de registro ou análise sistemática.
2	Feedbacks são registrados digitalmente, porém não são utilizados para aprendizado organizacional.
3	As equipes realizam revisões estruturadas e compartilham feedbacks para ajustes locais de processos.
4	A organização analisa dados de desempenho e dissemina lições aprendidas entre áreas e níveis.
5	Os ciclos de feedback são baseados em análises preditivas, permitindo antecipar falhas e oportunidades.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 301/389
---	---------------	---------	-------------------

Níveis	Item de resposta
6	A organização aprende continuamente com feedbacks automatizados e análises em tempo real, promovendo melhoria autônoma e colaborativa.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Relatórios de lições aprendidas e planos de ação.
- Registros de reuniões de análise crítica e auditorias internas.
- Sistemas digitais de feedback e gestão do conhecimento.
- Indicadores de performance vinculados a melhorias contínuas.

Métricas/KPIs

- Percentual de planos de ação derivados de feedbacks concluídos.
- Frequência de revisões de desempenho baseadas em dados.
- Taxa de reincidência de falhas após aplicação de feedback.
- Tempo médio entre ocorrência e ação corretiva.

Sinais por nível

- Nível 0:
 - Ausência de documentação e análise formal
- Nível 1:
 - Feedback informal e não estruturado
- Nível 2:
 - Registro digital de feedback sem uso analítico
- Nível 3:
 - Revisões locais com base em dados operacionais
- Nível 4:
 - Disseminação transversal de lições aprendidas
- Nível 5:
 - Análises preditivas orientando planos de ação
- Nível 6:

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 302/389
---	---------------	---------	-------------------

- Aprendizado organizacional em tempo real e automatizado

Amostragem

- Entrevistas com gestores e equipes sobre práticas de feedback; análise de relatórios de auditoria e de melhoria contínua; observação de reuniões de análise crítica; avaliação de sistemas de gestão do conhecimento

Questão

Como a organização assegura a transparência, a ética e a confiança no uso de dados para apoiar decisões e orientar comportamentos?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Não há práticas formais de gestão ética de dados; inexistem políticas de privacidade ou transparência.
1	Existem políticas básicas de confidencialidade, mas sem mecanismos efetivos de auditoria ou monitoramento.
2	As políticas de ética e privacidade são documentadas e registradas em sistemas digitais, mas pouco aplicadas.
3	A conformidade ética e de segurança de dados é integrada aos processos e sistemas organizacionais.
4	Auditorias regulares e indicadores de conformidade garantem rastreabilidade e confiança no uso dos dados.
5	Mecanismos de monitoramento automatizado identificam riscos éticos e de privacidade antes que causem impacto.
6	Sistemas e equipes atuam de forma colaborativa e autônoma para manter a integridade, transparência e confiança contínua no uso de dados.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Políticas de ética e governança de dados.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 303/389
---	---------------	---------	-------------------

- Relatórios de auditoria e compliance digital.
- Registros de consentimento e controle de acesso.
- Logs de rastreabilidade de sistemas e decisões automatizadas.

Métricas/KPIs

- Taxa de conformidade com políticas de privacidade (LGPD/GDPR).
- Número de incidentes de uso indevido de dados.
- Índice de confiança organizacional em sistemas de decisão.
- Percentual de decisões auditáveis e explicáveis.

Sinais por nível

- Nível 0:
 - Ausência de políticas de ética e privacidade
- Nível 1:
 - Políticas formais, mas sem aplicação prática
- Nível 2:
 - Documentação digital, sem acompanhamento efetivo
- Nível 3:
 - Integração da ética e segurança nos fluxos de trabalho
- Nível 4:
 - Auditorias e indicadores estruturados de conformidade
- Nível 5:
 - Monitoramento automatizado de riscos
- Nível 6:
 - Sistemas e pessoas atuam de forma proativa e autônoma para garantir ética e confiança

Amostragem

- Entrevistas com equipes de compliance, TI e gestão de dados; análise de relatórios de auditoria e conformidade; verificação de logs e registros de acesso a dados; observação de processos de tomada de decisão automatizada

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 304/389
---	---------------	---------	-------------------

Questão

Em que medida a organização é capaz de adaptar processos, estratégias e decisões com base em aprendizados gerados por análises e insights de dados?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	A organização reage de forma lenta às mudanças e não utiliza dados para adaptar seus processos.
1	Existem iniciativas isoladas de análise de dados, mas sem mecanismos estruturados de adaptação.
2	Sistemas digitais registram dados operacionais, porém a resposta organizacional é predominantemente reativa.
3	Dados e análises são usados para ajustar processos locais e otimizar a execução de atividades.
4	A organização utiliza análises e feedbacks para revisar estratégias e implementar melhorias contínuas.
5	Processos são ajustados de forma proativa com base em previsões e simulações apoiadas por IA.
6	A empresa opera com inteligência adaptativa, ajustando-se automaticamente a variações internas e externas em tempo real.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Relatórios de revisão e melhoria de processos baseados em dados.
- Registros de uso de sistemas de monitoramento em tempo real.
- Planos de ação e indicadores derivados de análises preditivas.
- Documentação de projetos de inovação orientados por dados.

Métricas/KPIs

- Tempo médio de resposta a mudanças críticas.
- Percentual de processos revisados com base em análises de dados.
- Taxa de sucesso em decisões adaptativas (ajustes proativos).
- Nível de integração entre sistemas de monitoramento e decisão.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 305/389
---	---------------	---------	-------------------

Sinais por nível

- Nível 0:
 - Processos estáticos e reativos, sem uso de dados
- Nível 1:
 - Adoção incipiente de análise para ajustes pontuais
- Nível 2:
 - Uso de registros digitais sem ação sistemática
- Nível 3:
 - Ajustes locais sustentados por dashboards e relatórios
- Nível 4:
 - Revisão periódica de estratégias com base em feedbacks e diagnósticos
- Nível 5:
 - Ajustes automáticos preditivos orientados por IA
- Nível 6:
 - Adaptação contínua em tempo real com aprendizado digital integrado

Amostragem

- Entrevistas com gestores e equipes sobre reações a mudanças; observação de ciclos de decisão baseados em dados; avaliação de logs e relatórios de automação adaptativa; revisão de planos estratégicos e indicadores de inovação

Glossário

[Sem glossário]

Referências

- ACATECH. Industrie 4.0 Maturity Index. Managing the Digital Transformation of Companies – UPDATE 2020 - acatech - National Academy of Science and Engineering. Disponível em: <https://en.acatech.de/publication/industrie-4-0-maturity-index-update-2020/download-pdf>. Acesso em: 3 out. 2025.
- ALAGIRI GOVINDASAMY; ARIVARASI ARULARASAN. Readiness and Maturity Assessment Model to Measure the Industry 4.0 Ecosystem. Lecture notes in electrical engineering, p. 57–67, 1 jan. 2021.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 306/389
---	---------------	---------	-------------------

- BONINI, A. et al. The relationship between leadership and adaptive performance: A systematic review and meta-analysis. PLOS ONE, v. 19, p. 1–29, out. 2024.
- DECUYPERE, A.; SCHAUFELI, W. Exploring the Leadership–Engagement Nexus: A Moderated Meta-Analysis and Review of Explaining Mechanisms. International Journal of Environmental Research and Public Health, v. 18, n. 16, p. 8592, 2021.
- EDB. THE SMART INDUSTRY READINESS INDEX - Catalysing the transformation of manufacturing. [s.l.: s.n.]. Disponível em: [https://www.edb.gov.sg/content/dam/edb-en/about-edb/media-releases/news/the-smart-industry-readiness-index/the-sg-smart-industry-readiness-index-whitepaper%20\(1\).pdf](https://www.edb.gov.sg/content/dam/edb-en/about-edb/media-releases/news/the-smart-industry-readiness-index/the-sg-smart-industry-readiness-index-whitepaper%20(1).pdf).
- INCIT. The Global Smart Industry Readiness Index Initiative: Manufacturing Transformation Insights Report 2025. [s.l.: s.n.]. Disponível em: https://assets.incit.org/large-documents/manual/The_global_smart_industry_readiness_index_initiative_2025-manual.pdf. Acesso em: 3 out. 2025.
- KASAPOĞLU, C. et al. Industry 4.0 maturity assessment in manufacturing enterprises: a mixed-methods approach for SMEs. Central European Management Journal, abr. 2025.
- KHASSAWNEH, O.; ELREHAIL, H. The Effect of Participative Leadership Style on Employees' Performance: The Contingent Role of Institutional Theory. Administrative Sciences, v. 12, n. 4, p. 195, 15 dez. 2022.
- LIN, W. D. et al. Application of SIRI for Industry 4.0 Maturity Assessment and Analysis. 2021 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), 1 dez. 2019.
- SEMERARO, C. et al. A maturity model for evaluating the impact of Industry 4.0 technologies and principles in SMEs. Manufacturing Letters, v. 37, p. 61–65, 1 set. 2023.
- TOUFIGHI, S. P. et al. Participative leadership, cultural factors, and speaking-up behaviour: An examination of intra-organisational knowledge sharing. Journal of Innovation & Knowledge, v. 9, n. 3, p. 100548–100548, 1 jul. 2024.
- WEF. The Global Smart Industry Readiness Index Initiative: Manufacturing Transformation Insights Report 2022 A R Y 2 0 2 2. [s.l.: s.n.]. Disponível em: https://www3.weforum.org/docs/WEF_The_Global_Smart_Industry_Readiness_Index_Initiative_2022.pdf.

Capacidade Análise de dados automatizada

Bloco/Pilar

- Bloco: Tecnologia
- Pilar: Inteligência
- Dimensão: Empresa

Resumo Descritivo

Refere-se à capacidade dos sistemas de informação de agregar dados continuamente para gerar informações, extrair conhecimento e fornecer suporte às decisões dos usuários. Isso requer a habilidade de identificar automaticamente relações de causa e efeito a partir de diversas fontes de dados e prever eventos futuros por meio de simulações e outros métodos. A análise não se limita a

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 307/389
---	---------------	---------	-------------------

correlações conhecidas, mas também busca identificar novos padrões nos dados para promover um aprendizado contínuo. Em estágios avançados, algoritmos de otimização integram os impactos de eventos previstos (como uma falha) para gerar recomendações e ações de forma autônoma.

Questões

Questão

Como a empresa utiliza a análise automatizada de dados para gerar insights e dar suporte à tomada de decisão?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	As decisões são baseadas puramente na experiência e intuição dos colaboradores, sem qualquer uso de dados de processo ou operacionais para análise.
1	Os dados são coletados e armazenados em sistemas isolados, sendo utilizados para a criação de relatórios simples e pré-programados, sem capacidade de análise aprofundada.
2	Os dados de diferentes sistemas de TI e TO são consolidados, mas a análise ainda é realizada manualmente pelos colaboradores para identificar desvios e tendências.
3	A empresa utiliza painéis e dashboards que monitoram os processos em tempo real, permitindo a visualização do status atual (o que está acontecendo) e a identificação de desvios em relação a parâmetros predefinidos.
4	São utilizadas ferramentas de análise de dados para realizar diagnósticos e análises de causa raiz, permitindo à empresa compreender por que os eventos ocorrem (por que está acontecendo) e identificar correlações entre diferentes variáveis.
5	A empresa emprega modelos e algoritmos (ex machine learning) para analisar dados históricos e em tempo real, prevendo eventos futuros como falhas de equipamentos, problemas de qualidade ou variações na demanda (o que vai acontecer).

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 308/389
---	---------------	---------	-------------------

Níveis	Item de resposta
6	Os sistemas de TI são capazes não apenas de prever eventos futuros, mas também de executar decisões de forma autônoma ou fornecer recomendações otimizadas para adaptar os processos em tempo real, visando a auto-otimização.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Relatórios e Dashboards de BI: Verificar sistemas como ERP, MES, SCADA ou plataformas de Business Intelligence para painéis de monitoramento de KPIs em tempo real.
- Documentação de Ferramentas de Análise: Acessar a documentação de plataformas de data analytics, modelos de machine learning e algoritmos de simulação utilizados.
- Registros de Análise de Causa Raiz (RCA): Solicitar relatórios de análises de falhas ou problemas de qualidade para verificar se a causa foi identificada com base em dados.
- Sistema de Alertas Preditivos: Analisar logs e registros do sistema de manutenção preditiva para confirmar a emissão de alertas antes da ocorrência de falhas.
- Configuração de Regras de Decisão Autônoma: Inspeccionar as configurações em sistemas (MES, sistemas de planejamento) que demonstrem a execução de ações automáticas baseadas em análises de dados

Métricas/KPIs

- Eficiência Global dos Equipamentos (OEE): Melhorias no OEE podem indicar uma análise de dados mais eficaz para reduzir perdas.
- Tempo Médio Entre Falhas (MTBF): Um aumento no MTBF pode ser um indicador do sucesso da manutenção preditiva.
- Índice de Rendimento na Primeira Passagem (FPY): Aumento nos índices de qualidade pode ser resultado da predição e prevenção de defeitos.
- Redução de Paradas Não Planejadas: Quantificar a diminuição de paradas de máquinas como resultado de análises preditivas.
- Acuracidade das Previsões: Medir a precisão dos modelos preditivos (ex: previsão de demanda, previsão de falhas).

Sinais por nível

- Nível 0:
 - A equipe reage aos problemas (ex: quebra de máquina) apenas depois que eles ocorrem
 - A discussão sobre as causas é baseada em "achismos"
- Nível 1:
 - A equipe reage aos problemas (ex: quebra de máquina) apenas depois que eles ocorrem

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 309/389
---	---------------	---------	-------------------

- A discussão sobre as causas é baseada em "achismos"
- Nível 2:
 - Existem planilhas ou relatórios básicos que mostram dados de produção passados, mas a equipe leva tempo para cruzar informações e entender o que aconteceu
- Nível 3:
 - Telas e painéis na fábrica mostram em tempo real o status da produção e alertam visualmente quando um indicador (ex: velocidade da linha) sai do padrão
- Nível 4:
 - Diante de um problema de qualidade, a equipe utiliza ferramentas que analisam dados de processo de diversas fontes para apontar as prováveis causas, como a variação de um parâmetro específico
- Nível 5:
 - O sistema de manutenção envia uma ordem de serviço para inspecionar um motor, informando que há 85% de chance de ele falhar nas próximas 48 horas com base na análise de dados de vibração e temperatura
- Nível 6:
 - O sistema de planejamento, ao prever um possível atraso na entrega de um pedido devido a uma redução na eficiência de uma máquina, automaticamente reajusta a sequência de produção para minimizar o impacto, sem intervenção humana

Amostragem

- Amostragem Entrevistas: Conversar com gestores de produção, manutenção, qualidade e engenheiros de processo
- Perguntar como eles identificam a causa de um problema recorrente
- Demonstração Prática: Pedir a um analista ou engenheiro que demonstre, usando as ferramentas da empresa, como um conjunto de dados brutos é transformado em uma informação acionável (ex: um insight para melhoria de processo)
- Análise de Caso: Selecionar uma parada de máquina ou um desvio de qualidade ocorrido recentemente e rastrear como o evento foi detectado, analisado, solucionado e se foram tomadas ações para prevenir sua recorrência com base em dados
- Observação: Acompanhar uma reunião de gerenciamento da produção (Shop Floor Management) para observar se as discussões e decisões são guiadas por dados apresentados em tempo real

Questão

Qual é a abrangência da análise automatizada de dados?

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 310/389
---	---------------	---------	-------------------

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Nenhuma análise de dados automatizada é realizada na empresa.
1	A análise automatizada é usada de forma isolada, focada em um único ativo, parâmetro ou processo (ex monitorar a vibração de um motor específico ou a contagem de peças de uma máquina).
2	A análise é usada para otimizar múltiplos processos ou áreas de forma independente (em silos), sem integração entre eles
3	A análise integra dados de múltiplos processos e sistemas dentro de um mesmo domínio funcional (ex integração de dados de todas as máquinas do shop floor para otimizar o fluxo de produção e identificar gargalos).
4	A análise integra dados de forma vertical, conectando o shop floor (TI/TO) com sistemas de gestão corporativa (Enterprise), como ERP ou SCM (ex: analisar como o OEE da produção impacta o custo financeiro do produto no ERP).
5	A análise integra dados verticalmente (fábrica + gestão) e horizontalmente, incluindo dados de parceiros externos (ex: fornecedores ou clientes) para otimizar processos (ex: prever como um atraso de matéria-prima impactará o OEE).
6	A análise de dados é holística e dinâmica, abrangendo todo o ecossistema (fornecedores, logística, produção, clientes, dados de mercado) para permitir a otimização e adaptação autônoma da cadeia de valor em tempo real.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Mapas de Fluxo de Dados (Data Flow Diagrams): Verificar na documentação de TI como os dados fluem entre sistemas (ex: MES -> ERP -> SCM).
- Dashboards Gerenciais (BI): Analisar os dashboards de nível estratégico. Verificar se eles cruzam dados de produção (ex: OEE, sucata) com dados financeiros (ex: Custo por Unidade, margem) ou dados de vendas (ex: On-Time Delivery).

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 311/389
---	---------------	---------	-------------------

- Documentação de APIs e Integrações: Solicitar à equipe de TI os artefatos que comprovem a integração de dados entre sistemas internos (MES, ERP) e externos (portais de fornecedores, sistemas de logística).
- Relatórios de Custo do Produto: Verificar se os relatórios de custo utilizam dados de eficiência e consumo reais vindos automaticamente do chão de fábrica.

Métricas/KPIs

- Custo Total da Qualidade (Total Cost of Quality): Analisar se a métrica é calculada automaticamente integrando dados de sucata/retrabalho (MES) com custos de garantia (CRM) e custos de material (ERP).
- Giro de Estoque (Inventory Turnover): Um giro de estoque otimizado pode indicar uma boa integração entre a previsão de demanda (CRM/SCM) e o ritmo de produção (MES).
- Acuracidade da Previsão de Demanda (Demand Forecast Accuracy): Verificar se a previsão de vendas é ajustada automaticamente com base na capacidade de produção real.
- On-Time In-Full (OTIF): Medir o OTIF como um indicador da integração entre planejamento, produção e logística.

Sinais por nível

- Nível 0:
 - Não há sistemas de análise de dados integrados
 - Gerentes não conseguem visualizar dados consolidados de diferentes áreas
 - Decisões são tomadas sem visibilidade integrada do negócio
- Nível 1:
 - O supervisor de uma máquina só consegue ver os dados daquela máquina
- Nível 2:
 - O gerente de produção vê o OEE de todas as linhas em um painel, mas não sabe o custo financeiro de uma parada
- Nível 3:
 - O gerente da fábrica consegue ver em um dashboard qual linha está sendo o gargalo e como isso afeta o plano de produção geral do dia
- Nível 4:
 - O gerente financeiro (Controller) recebe um relatório que mostra como a queda de eficiência de 5% na Linha 3 aumentou o custo real do "Pedido X" em 2%
- Nível 5:

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 312/389
---	---------------	---------	-------------------

- O sistema de compras dispara um alerta de risco, informando que a produção está 10% acima do planejado e que, se o fornecedor "Y" não adiantar a entrega, a linha irá parar em 48 horas
- Nível 6:
 - O sistema analisa a previsão de vendas, a capacidade real da fábrica e o custo de energia (variável), e sugere automaticamente um novo mix de produção para o próximo turno para maximizar a margem de lucro

Amostragem

- Amostragem Entrevistas (Funções Cruzadas): Conversar com o Gerente de TI, Gerente de Produção e o Controller (Gerente Financeiro)
- Perguntas-chave: Para o Controller: "Como você sabe o custo real de um produto que acabou de ser fabricado? Você usa dados automáticos da fábrica para isso?" Para o Gerente de TI: "Me mostre o mapa de integração de dados"
- O MES fala com o ERP? E com o SCM?" Para o Gerente de Produção: "Quando um cliente liga para Vendas perguntando do pedido dele, o vendedor consegue saber em que pé está a produção em tempo real?"

Questão

Qual é a natureza dos sistemas de análise de dados?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Nenhuma análise é realizada; os processos são executados com base na intuição e experiência.
1	A análise é 100% manual. Os dados são exportados (ex: CSV) e analisados manualmente em ferramentas de planilha (ex: Excel).
2	A análise é automatizada, mas limitada a regras fixas e pré-programadas (ex: scripts SQL, relatórios de BI) para exibir dados históricos ou em tempo real (ex: "mostrar todas as paradas > 5 min").
3	Os sistemas aplicam regras de diagnóstico complexas (árvores de decisão, expert systems) que foram definidas manualmente por especialistas para identificar causas conhecidas (ex: "Se Temp > 80 E Vibração > 5, ENTÃO Causa Provável = Falha no Rolamento").

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 313/389
---	---------------	---------	-------------------

Níveis	Item de resposta
4	A empresa utiliza modelos preditivos (ex: regressão, forecasting) que são treinados por especialistas (ex: Cientistas de Dados) e depois implantados no sistema. O modelo é estático até ser manualmente retreinado.
5	A empresa utiliza ativamente técnicas de Machine Learning (ex: clustering, redes neurais) para descobrir novas correlações, anomalias e padrões nos dados que não eram previamente conhecidos pelos especialistas.
6	Os sistemas são adaptativos e utilizam autoaprendizado (ex: online learning, reinforcement learning), ajustando seus próprios modelos e algoritmos continuamente à medida que novos dados chegam, sem a necessidade de intervenção humana.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Repositórios de Código/Scripts: Verificar a existência de scripts SQL (Nível 2) vs. scripts de Python/R com bibliotecas de ML (ex: Scikit-learn, TensorFlow) (Nível 4/5).
- Documentação de Sistemas (MES/SCADA): Procurar por módulos de "Sistemas Especialistas" (Expert Systems) ou "Motores de Regras" (BRMS) (Nível 3).
- Documentação de Projetos de Ciência de Dados: Acessar notebooks (ex: Jupyter) ou relatórios de projetos de Data Science que detalhem o processo de "descoberta" (EDA) e modelagem (Nível 5).
- Plataformas de MLOps/Auto-ML: Verificar o uso de ferramentas que gerenciam o ciclo de vida de modelos, especialmente o retreinamento automático e monitoramento de model drift (Nível 6).

Métricas/KPIs

- Taxa de Descoberta de Insights: Número de novas correlações de processo (causadoras de falhas ou melhorias) identificadas pelo sistema vs. por humanos.
- Acuracidade do Modelo (Model Accuracy/Precision/Recall): Verificar se essa métrica é monitorada e se há um processo de retreinamento.
- Velocidade de Adaptação do Modelo (Model Drift): Medir quanto tempo um modelo leva para se tornar obsoleto e com que frequência ele é atualizado (manual vs. automático).
- Número de Regras de Negócio Manuais vs. Modelos de ML em produção.

Sinais por nível

- Nível 0:
 - "Se a máquina quebra, eu chamo o operador mais antigo, ele sabe o que fazer"

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 314/389
---	---------------	---------	-------------------

- Não existem ferramentas de análise ou BI
- Todas as decisões baseadas em experiência pessoal sem suporte de dados
- Nível 1:
 - "Se a máquina quebra, eu chamo o operador mais antigo, ele sabe o que fazer"
- Nível 2:
 - "Eu tenho um dashboard que me mostra as paradas de ontem, aí eu investigo"
- Nível 3:
 - "Nós programamos o sistema para alertar sempre que a pressão X e a temperatura Y saem da faixa que o engenheiro definiu"
- Nível 4:
 - "Nossa equipe de dados criou um modelo que prevê o risco de parada"
 - Ele é atualizado a cada 3 meses, quando eles rodam o treinamento de novo
- Nível 5:
 - "O sistema de IA analisou 6 meses de dados e descobriu que a maioria das nossas falhas de qualidade acontece 3 horas após a troca de turno, mas apenas quando usamos o material do Fornecedor B"
 - Não sabíamos disso"⁶
- Nível 6:
 - "O algoritmo que otimiza o consumo de energia do forno se ajusta sozinho"
 - Ele percebe a variação na umidade da matéria-prima e recalcula os parâmetros de queima em tempo real, sem ninguém pedir

Amostragem

- Amostragem Entrevistas: Conversar com Engenheiros de Processo, Cientistas de Dados (se existirem), Gerentes de TI e Analistas de BI
- Perguntas-chave: "Quando vocês encontram um problema novo, quem define a 'regra' para o sistema detectar esse problema no futuro? O sistema aprende sozinho ou um especialista precisa programá-lo?" "Me mostre um exemplo de um insight ou correlação que o sistema descobriu sozinho, que a equipe de engenharia não conhecia"
- "Com que frequência os modelos preditivos são atualizados (retreinados)? Quem faz isso?"

Questão

Com que frequência e velocidade a análise de dados é executada e os resultados são disponibilizados para a tomada de decisão?

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 315/389
---	---------------	---------	-------------------

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	A análise de dados não é realizada; as decisões são tomadas com base na percepção imediata do evento.
1	A análise é puramente manual e ad-hoc (sob demanda). A geração de um relatório ou insight pode levar dias ou semanas após a coleta dos dados.
2	A análise é automatizada, mas executada em lotes (batch) com baixa frequência (ex: diária, semanal ou mensal). As decisões são sempre baseadas em dados históricos (ex: D-1 ou S-1).
3	A análise é executada em intervalos frequentes (ex: a cada hora), permitindo uma visão "quase em tempo real" (near real-time) e a tomada de decisões táticas dentro de um mesmo turno ou dia de trabalho.
4	A análise é executada em tempo real (real-time). Os dados são processados e os insights (diagnósticos, alertas) são gerados em segundos após o evento, permitindo uma resposta humana imediata.
5	A análise em tempo real é usada para simular cenários futuros imediatos ou fornecer recomendações preditivas, permitindo que a equipe tome decisões proativas antes que um problema se agrave.
6	A análise em tempo real aciona diretamente ações corretivas ou adaptativas de forma autônoma (ciclo fechado ou closed-loop), muitas vezes sem necessidade de intervenção humana, eliminando a latência de decisão.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Arquitetura de Dados: Verificar se a arquitetura é baseada em data warehouse (geralmente batch, Nível 2) ou em plataformas de streaming de dados (ex: Kafka, Spark Streaming) (Nível 4+).

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 316/389
---	---------------	---------	-------------------

- Agendadores de Tarefas (Schedulers): Verificar a frequência de execução de jobs de ETL (Extração, Transformação e Carga) ou de análise (ex: "rodar todo dia às 02:00" vs. "a cada 5 minutos").
- Logs de Atualização de Dashboards: Verificar o timestamp da última atualização de dados nos painéis de BI e MES.
- Documentação de Arquitetura de Software: Procurar por termos como "processamento de eventos complexos" (CEP) ou "arquitetura orientada a eventos" (EDA), que indicam Nível 4+.

Métricas/KPIs

- Latência de Insight (Insight Latency): Tempo entre a ocorrência de um evento e a disponibilização da informação sobre ele.
- Latência de Análise (Analysis Latency): Tempo necessário para analisar os dados e entender a causa raiz do evento.
- Latência de Decisão (Decision Latency): Tempo para aprovar uma (contra)medida com base na análise.
- Tempo de Ciclo (Cycle Time) da Análise: O tempo total desde a captura do dado até a geração do insight.

Sinais por nível

- Nível 0:
 - "Quando a máquina para, eu vejo o problema e decido na hora o que fazer"
 - Não há relatórios ou dashboards disponíveis
 - Pode levar semanas para saber o que aconteceu em um evento passado
- Nível 1:
 - "Ao final do mês, rodamos o relatório e vemos o que aconteceu"
- Nível 2:
 - "Toda manhã, na reunião das 8h, olhamos o relatório da produção do dia anterior para definir as ações de hoje"
- Nível 3:
 - "Eu atualizo o painel a cada hora para ver se estamos dentro da meta do turno"
- Nível 4:
 - "O painel ficou vermelho 3 segundos depois que a máquina parou, e o operador já recebeu o alarme no tablet dele"
- Nível 5:

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 317/389
---	---------------	---------	-------------------

- "O sistema detectou uma vibração anômala e imediatamente simulou o impacto disso na ordem de produção, recomendando ao planejador uma troca de ferramenta na próxima parada programada
- Nível 6:
 - "O sistema detectou a variação na viscosidade do material e ajustou automaticamente a velocidade da linha para manter a qualidade do produto, sem que ninguém precisasse intervir

Amostragem

- Amostragem Observação Direta: Ficar ao lado de um operador ou supervisor e perguntar qual a data/hora dos dados que ele está vendo em seu painel de controle
- Teste Prático: Forçar uma condição de parada (simulada ou real, se seguro) em um equipamento e cronometrar quanto tempo leva para o sistema de gerenciamento (MES/SCADA) refletir essa mudança
- Entrevistas (TI + Operações): Para TI: "Qual é a frequência de atualização dos nossos principais bancos de dados de produção? Os dados são processados em lote ou via streaming?" Para Operações: "Se uma meta de produção é perdida, quando você descobre? Agora, no final do turno, ou só amanhã?"

Glossário

[Sem glossário]

Referências

- ACATECH. Industrie 4.0 Maturity Index. Managing the Digital Transformation of Companies – UPDATE 2020 - acatech - National Academy of Science and Engineering. Disponível em: <https://en.acatech.de/publication/industrie-4-0-maturity-index-update-2020/download-pdf>. Acesso em: 3 out. 2025.
- ALAGIRI GOVINDASAMY; ARIVARASI ARULARASAN. Readiness and Maturity Assessment Model to Measure the Industry 4.0 Ecosystem. Lecture notes in electrical engineering, p. 57–67, 1 jan. 2021.
- BONINI, A. et al. The relationship between leadership and adaptive performance: A systematic review and meta-analysis. PLOS ONE, v. 19, p. 1–29, out. 2024.
- DECUYPERE, A.; SCHAUFELI, W. Exploring the Leadership–Engagement Nexus: A Moderated Meta-Analysis and Review of Explaining Mechanisms. International Journal of Environmental Research and Public Health, v. 18, n. 16, p. 8592, 2021.
- EDB. THE SMART INDUSTRY READINESS INDEX - Catalysing the transformation of manufacturing. [s.l.: s.n.]. Disponível em: [https://www.edb.gov.sg/content/dam/edb-en/about-edb/media-releases/news/the-smart-industry-readiness-index/the-sg-smart-industry-readiness-index-whitepaper%20\(1\).pdf](https://www.edb.gov.sg/content/dam/edb-en/about-edb/media-releases/news/the-smart-industry-readiness-index/the-sg-smart-industry-readiness-index-whitepaper%20(1).pdf).
- INCIT. The Global Smart Industry Readiness Index Initiative: Manufacturing Transformation Insights Report 2025. [s.l.: s.n.]. Disponível em: https://assets.incit.org/large-documents/manual/The_global_smart_industry_readiness_index_initiative_2025-manual.pdf. Acesso em: 3 out. 2025.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 318/389
---	---------------	---------	-------------------

- KASAPOĞLU, C. et al. Industry 4.0 maturity assessment in manufacturing enterprises: a mixed-methods approach for SMEs. Central European Management Journal, abr. 2025.
- KHASSAWNEH, O.; ELREHAIL, H. The Effect of Participative Leadership Style on Employees' Performance: The Contingent Role of Institutional Theory. Administrative Sciences, v. 12, n. 4, p. 195, 15 dez. 2022.
- LIN, W. D. et al. Application of SIRI for Industry 4.0 Maturity Assessment and Analysis. 2021 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), 1 dez. 2019.
- SEMERARO, C. et al. A maturity model for evaluating the impact of Industry 4.0 technologies and principles in SMEs. Manufacturing Letters, v. 37, p. 61–65, 1 set. 2023.
- TOUFIGHI, S. P. et al. Participative leadership, cultural factors, and speaking-up behaviour: An examination of intra-organisational knowledge sharing. Journal of Innovation & Knowledge, v. 9, n. 3, p. 100548–100548, 1 jul. 2024.
- WEF. The Global Smart Industry Readiness Index Initiative: Manufacturing Transformation Insights Report 2022 A R Y 2 0 2 2. [s.l.: s.n.]. Disponível em: https://www3.weforum.org/docs/WEF_The_Global_Smart_Industry_Readiness_Index_Initiative_2022.pdf.

Capacidade Entrega de informação contextualizada

Bloco/Pilar

- Bloco: Tecnologia
- Pilar: Inteligência
- Dimensão: Empresa

Resumo Descritivo

A integração entre sistemas corporativos (Enterprise) e operacionais (Facility) é um elemento essencial para alcançar inteligência organizacional distribuída. No contexto dos modelos catech e SIRI, essa integração permite que dados fluam de forma contínua e contextualizada entre níveis estratégicos e operacionais, viabilizando decisões mais rápidas e alinhadas. Sistemas interoperáveis garantem coerência entre processos, eliminam redundâncias e possibilitam aprendizado organizacional. À medida que a maturidade evolui, a comunicação entre plataformas deixa de ser manual e passa a ocorrer de forma automatizada, inteligente, transformando dados isolados em conhecimento compartilhado em tempo quase real.

Questões

Questão

Os sistemas de informação da organização conseguem disponibilizar automaticamente informações relevantes e contextualizadas para apoiar decisões em diferentes níveis (operacional e corporativo)?

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 319/389
---	---------------	---------	-------------------

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Não existe processo formal para entrega de informação; dados permanecem fragmentados, reativos e implícitos.
1	Há processos estruturados e formalizados para coleta e registro de dados, mas a contextualização ainda depende de esforço manual.
2	Dados são registrados em sistemas digitais; relatórios e dashboards fornecem visibilidade básica e transparência operacional.
3	Sistemas permitem integração local entre áreas; equipes autônomas utilizam métricas contextualizadas para análise e decisão em tempo quasi-real.
4	Informações são consolidadas e comparadas de forma transversal entre unidades (enterprise e facility), permitindo diagnósticos quantificáveis.
5	Algoritmos analisam dados e entregam insights preditivos de forma semiautomática, suportando decisões estratégicas.
6	O sistema opera de forma autodidata, fornecendo informações contextualizadas em tempo real, ajustando recomendações e ações de maneira autônoma.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Relatórios de BI e dashboards corporativos.
- Logs e registros de sistemas ERP/MES.
- Documentação de integração de dados (APIs, Data Lakes, ETL).
- Relatórios de auditoria sobre governança de dados.

Métricas/KPIs

- Tempo médio para disponibilização de informações relevantes.
- Nível de integração entre sistemas (número de interfaces automatizadas vs. manuais).
- Percentual de decisões suportadas por insights de dados.
- Taxa de acurácia dos modelos de previsão.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 320/389
---	---------------	---------	-------------------

Sinais por nível

- Nível 0:
 - Relatórios isolados em planilhas, dependentes de conhecimento tácito
- Nível 1:
 - Procedimentos definidos para coleta de dados, mas sem automação
- Nível 2:
 - Relatórios digitais periódicos (mensais/semanal)
- Nível 3:
 - Dashboards locais em tempo quase real
 - uso de KPIs departamentais
- Nível 4:
 - Consolidação interdepartamental
 - comparações entre unidades
- Nível 5:
 - Modelos preditivos implementados e usados por gestores
- Nível 6:
 - Recomendação adaptativa em tempo real, decisões automatizadas ou semi automatizadas

Amostragem

- Entrevistas com gestores de TI, analistas de dados e líderes de operação; amostra de relatórios históricos e dashboards recentes; demonstração prática de ferramentas de analytics utilizadas

Questão

Em que medida os sistemas de informação corporativos (Enterprise) e operacionais (Facility) estão integrados, permitindo o fluxo contínuo e contextualizado de dados entre diferentes níveis da organização?

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 321/389
---	---------------	---------	-------------------

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Os sistemas corporativos e operacionais são isolados, sem integração formal; trocas de dados são manuais e pontuais.
1	Existem interfaces básicas entre alguns sistemas, porém com dependência de processos manuais e falta de padronização.
2	Fluxos de dados digitalizados, com integração parcial entre alguns sistemas e visibilidade limitada.
3	Integração local e automatizada entre sistemas operacionais e corporativos; dados consolidados para análise departamental.
4	Integração transversal entre unidades; dados corporativos e de produção consolidados em bases unificadas e analisáveis.
5	Integração com inteligência analítica, permitindo previsões baseadas em dados combinados de diferentes níveis.
6	Interoperabilidade total entre sistemas Enterprise e Facility, com fluxo de dados em tempo real e adaptação automática às mudanças operacionais.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Diagramas de arquitetura de sistemas e fluxos de dados.
- Registros de integração (APIs, middleware, gateways IoT).
- Documentação de interoperabilidade (protocolos, padrões de dados).
- Relatórios de sincronização entre ERP, MES e sistemas de automação.

Métricas/KPIs

- Percentual de processos automatizados entre Enterprise e Facility.
- Tempo médio de atualização de dados entre sistemas.
- Número de integrações automáticas versus manuais.
- Taxa de consistência de dados entre níveis.

Sinais por nível

- Nível 0:

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 322/389
---	---------------	---------	-------------------

- Sistemas isolados, sem comunicação direta
- Nível 1:
 - Integração ocasional via planilhas ou exportações manuais
- Nível 2:
 - Integração parcial e digitalizada em processos-chave
- Nível 3:
 - Sincronização automática entre alguns sistemas locais
- Nível 4:
 - Base de dados unificada e visibilidade interdepartamental
- Nível 5:
 - Modelos analíticos e preditivos baseados em dados integrados
- Nível 6:
 - Sistema autodidata, capaz de ajustar fluxos de integração em tempo real

Amostragem

- Entrevistas com equipes de TI, automação e gestores de operação; análise documental de diagramas de sistemas; demonstração de painéis de integração em uso

Questão

Até que ponto a organização assegura a qualidade, a rastreabilidade e a confiabilidade das informações geradas e distribuídas por seus sistemas inteligentes?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Não há controle formal da qualidade e rastreabilidade das informações; dados são inconsistentes e não verificados.
1	Existem procedimentos básicos de verificação manual de dados, mas sem padronização organizacional.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 323/389
---	---------------	---------	-------------------

Níveis	Item de resposta
2	Ferramentas digitais registram dados e logs, porém a validação ainda é parcial e reativa.
3	Sistemas corporativos e operacionais integram verificações automáticas e alertas locais de inconsistência.
4	Indicadores de qualidade e rastreabilidade são monitorados transversalmente, permitindo diagnóstico proativo de falhas.
5	Mecanismos analíticos e preditivos identificam anomalias e antecipam inconsistências de dados.
6	O sistema corrige automaticamente falhas de qualidade e rastreabilidade em tempo real, assegurando integridade contínua.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Registros de logs e trilhas de auditoria.
- Políticas de governança de dados e documentação de metadados.
- Relatórios de controle de qualidade da informação.
- Dashboards de monitoramento de integridade e consistência de dados.

Métricas/KPIs

- Percentual de inconsistências detectadas e corrigidas automaticamente.
- Taxa de integridade de dados entre sistemas.
- Tempo médio de detecção e correção de erros.
- Frequência de falhas de rastreabilidade em auditorias internas.

Sinais por nível

- Nível 0:
 - Dados inconsistentes, sem registros ou trilhas de auditoria.
- Nível 1:
 - Verificação manual de amostras de dados.
- Nível 2:
 - Logs digitais e relatórios de controle parcial.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 324/389
---	---------------	---------	-------------------

- Nível 3:
 - Validação automatizada e alertas de inconsistência.
- Nível 4:
 - Monitoramento contínuo e relatórios transversais de qualidade.
- Nível 5:
 - Previsão de anomalias e falhas de integridade.
- Nível 6:
 - Correção autônoma e aprendizado contínuo do sistema para prevenir reincidência.

Amostragem

- Entrevistas com gestores de TI e responsáveis por governança de dados; análise de registros de qualidade e relatórios de auditoria; avaliação prática de sistemas de monitoramento e alertas

Questão

Os sistemas de informação da organização utilizam análises avançadas (analytics, machine learning, IA) para gerar insights preditivos e apoiar decisões antecipadas?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	Não há uso estruturado de análises; decisões baseiam-se em experiência ou relatórios manuais.
1	Existem iniciativas pontuais de análise de dados, realizadas manualmente e sem padronização.
2	Ferramentas digitais produzem relatórios descritivos e visibilidade básica de indicadores.
3	Sistemas consolidados realizam análises automáticas e relatórios integrados em tempo quasi-real.
4	Modelos analíticos correlacionam variáveis e fornecem diagnósticos de desempenho organizacional.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 325/389
---	---------------	---------	-------------------

Níveis	Item de resposta
5	Aplicação de técnicas de machine learning e IA para prever eventos, tendências e comportamentos.
6	Sistemas autodidatas ajustam parâmetros e decisões automaticamente em tempo real, baseados em análise contínua de dados.

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Relatórios e dashboards analíticos.
- Documentação de uso de algoritmos e modelos de IA.
- Registros de scripts e pipelines de dados (ETL, Data Lake).
- Logs de previsão e análises automatizadas.

Métricas/KPIs

- Percentual de decisões suportadas por análises de dados.
- Precisão e acurácia dos modelos preditivos.
- Tempo de resposta entre coleta de dados e geração de insights.
- Redução de falhas ou custos baseada em análises preditivas.

Sinais por nível

- Nível 0:
 - Decisões empíricas, sem suporte analítico.
- Nível 1:
 - Relatórios manuais e planilhas simples.
- Nível 2:
 - Ferramentas digitais com relatórios descritivos.
- Nível 3:
 - Dashboards automatizados com métricas integradas.
- Nível 4:
 - Modelos correlacionais e diagnósticos de causa e efeito.
- Nível 5:

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 326/389
---	---------------	---------	-------------------

- Uso de algoritmos preditivos com resultados medidos.
- Nível 6:
 - Sistema autodata, com previsões e ajustes em tempo real.

Amostragem

- Entrevistas com analistas de dados, gestores de TI e operação; observação de uso de painéis analíticos; verificação de logs de execução de modelos preditivos; revisão de relatórios de melhoria baseados em previsões

Questão

Em que medida as equipes, em diferentes níveis, têm autonomia para acessar, interpretar e aplicar informações contextualizadas fornecidas pelos sistemas inteligentes?

Respostas

Níveis	Item de resposta
0	O acesso à informação é restrito e centralizado; decisões são tomadas sem base em dados ou suporte digital.
1	Existem regras formais de acesso à informação, mas o uso permanece limitado e dependente de níveis hierárquicos superiores.
2	Equipes possuem acesso digital a informações, porém o uso é majoritariamente reativo e individual.
3	Equipes locais utilizam dados em tempo quasi-real e aplicam análises contextuais em suas decisões cotidianas.
4	Há compartilhamento transversal de informações; equipes colaboram na análise de causas e soluções baseadas em dados.
5	Sistemas inteligentes recomendam ações, e equipes atuam proativamente com base em previsões e simulações.
6	As equipes e os sistemas aprendem mutuamente, operando de forma autônoma, colaborativa e em tempo real.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 327/389
---	---------------	---------	-------------------

Possíveis fontes de evidências

Artefatos e onde buscar

- Políticas de acesso à informação e perfis de usuário.
- Relatórios de auditoria de uso de dashboards e sistemas analíticos.
- Evidências de treinamentos e programas de capacitação digital.
- Registros de decisões operacionais descentralizadas.

Métricas/KPIs

- Percentual de decisões tomadas com base em informações digitais.
- Tempo médio de resposta entre evento e decisão local.
- Autonomia percebida pelos colaboradores.
- Número de usuários ativos em plataformas analíticas.

Sinais por nível

- Nível 0:
 - Acesso restrito; decisões baseadas em hierarquia.
- Nível 1:
 - Acesso formalizado, porém centralizado.
- Nível 2:
 - Equipes acessam dados, mas sem contextualização ou iniciativa autônoma.
- Nível 3:
 - Uso regular de dados para decisões locais.
- Nível 4:
 - Colaboração transversal e compartilhamento de insights.
- Nível 5:
 - Ações preditivas e autonomia sustentada por IA.
- Nível 6:
 - Aprendizado contínuo entre sistemas e equipes, decisões adaptativas em tempo real.

Amostragem

- Entrevistas com líderes e operadores de diferentes áreas; observação de reuniões de decisão com base em dados; avaliação de logs de acesso e relatórios de uso de dashboards; análise de programas de capacitação digital

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 328/389
---	---------------	---------	-------------------

Glossário

[Sem glossário]

Referências

- ACATECH. Industrie 4.0 Maturity Index. Managing the Digital Transformation of Companies – UPDATE 2020 - acatech - National Academy of Science and Engineering. Disponível em: <https://en.acatech.de/publication/industrie-4-0-maturity-index-update-2020/download-pdf>. Acesso em: 3 out. 2025.
- ALAGIRI GOVINDASAMY; ARIVARASI ARULARASAN. Readiness and Maturity Assessment Model to Measure the Industry 4.0 Ecosystem. Lecture notes in electrical engineering, p. 57–67, 1 jan. 2021.
- BONINI, A. et al. The relationship between leadership and adaptive performance: A systematic review and meta-analysis. PLOS ONE, v. 19, p. 1–29, out. 2024.
- DECUYPERE, A.; SCHAUFELI, W. Exploring the Leadership–Engagement Nexus: A Moderated Meta-Analysis and Review of Explaining Mechanisms. International Journal of Environmental Research and Public Health, v. 18, n. 16, p. 8592, 2021.
- EDB. THE SMART INDUSTRY READINESS INDEX - Catalysing the transformation of manufacturing. [s.l.: s.n.]. Disponível em: [https://www.edb.gov.sg/content/dam/edb-en/about-edb/media-releases/news/the-smart-industry-readiness-index/the-sg-smart-industry-readiness-index-whitepaper%20\(1\).pdf](https://www.edb.gov.sg/content/dam/edb-en/about-edb/media-releases/news/the-smart-industry-readiness-index/the-sg-smart-industry-readiness-index-whitepaper%20(1).pdf).
- INCIT. The Global Smart Industry Readiness Index Initiative: Manufacturing Transformation Insights Report 2025. [s.l.: s.n.]. Disponível em: https://assets.incit.org/large-documents/manual/The_global_smart_industry_readiness_index_initiative_2025-manual.pdf. Acesso em: 3 out. 2025.
- KASAPOĞLU, C. et al. Industry 4.0 maturity assessment in manufacturing enterprises: a mixed-methods approach for SMEs. Central European Management Journal, abr. 2025.
- KHASSAWNEH, O.; ELREHAIL, H. The Effect of Participative Leadership Style on Employees' Performance: The Contingent Role of Institutional Theory. Administrative Sciences, v. 12, n. 4, p. 195, 15 dez. 2022.
- LIN, W. D. et al. Application of SIRI for Industry 4.0 Maturity Assessment and Analysis. 2021 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), 1 dez. 2019.
- SEMERARO, C. et al. A maturity model for evaluating the impact of Industry 4.0 technologies and principles in SMEs. Manufacturing Letters, v. 37, p. 61–65, 1 set. 2023.
- TOUFIGHI, S. P. et al. Participative leadership, cultural factors, and speaking-up behaviour: An examination of intra-organisational knowledge sharing. Journal of Innovation & Knowledge, v. 9, n. 3, p. 100548–100548, 1 jul. 2024.
- WEF. The Global Smart Industry Readiness Index Initiative: Manufacturing Transformation Insights Report 2022 A R Y 2 0 2 2. [s.l.: s.n.]. Disponível em: https://www3.weforum.org/docs/WEF_The_Global_Smart_Industry_Readiness_Index_Initiative_2022.pdf.

 INMETRO	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 329/389
---	----------------------	----------------	---------------------------

ANEXO II - GUIA DE AVALIAÇÃO DE MATURIDADE DA INDÚSTRIA 4.0

Processo e Modelo de Avaliação

Versão 1.0 - Fevereiro de 2026

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 330/389
---	---------------	---------	-------------------

Sumário Executivo

Este guia apresenta um modelo de medição e processo completo e estruturado para a avaliação da maturidade de organizações industriais em relação à Indústria 4.0 . O guia inspira-se na Portaria Inmetro nº XXX, de 2026, ou substituta, para aplicar a avaliação de maturidade em indústrias através de **três blocos, oito pilares e 16 dimensões**, utilizando um índice e uma escala de maturidade de **6 níveis (1 a 6)**.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 331/389
---	---------------	---------	-------------------

1. Visão Geral

O Processo de avaliação proposto visa medir a maturidade de uma organização industrial em relação sob a perspectiva dos conceitos inerentes à indústria 4.0. Sobre os benefícios e a aplicabilidade das avaliações, podemos destacar:

1.1 Benefícios da Avaliação

- **Diagnóstico Objetivo:** Aferir o nível de maturidade da organização em uma escala padronizada de 0 a 6.
- **Visão Holística:** Avaliar 16 dimensões distribuídas em 3 blocos sócio-técnicos (Processo, Tecnologia e Organização).
- **Identificação de Lacunas:** Detectar áreas críticas (dimensões) que necessitam de maior atenção e investimentos.
- **Priorização de Investimentos:** Orientar decisões sobre onde alocar recursos para maximizar resultados.
- **Benchmarking:** Permitir comparações entre diferentes unidades organizacionais ou ao longo do tempo.
- **Roadmap de Transformação:** Apoiar a definição de um plano estruturado de evolução.
- **Engajamento de Stakeholders:** Criar uma linguagem comum para discussão sobre Indústria 4.0.

1.2 Aplicabilidade

As avaliações são aplicáveis a qualquer indústria engajada em iniciativas de transformação digital. Elas permitem a avaliação e comparações sob diferentes perspectivas. Dentre elas podemos destacar:

- **Setores industriais:** Por exemplo, eletroeletrônicos, farmacêutico, automotivo, e outros setores de manufatura de bens;
- **Portes de organização:** Desde pequenas e médias empresas até grandes corporações multinacionais;
- **Níveis de maturidade:** Organizações em qualquer estágio de transformação digital, desde iniciantes até avançadas;
- **Escopo de avaliação:** Pode ser aplicado a uma planta industrial específica, a uma unidade de negócio ou organização como um todo.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 332/389
---	---------------	---------	-------------------

2. Objetivo e Escopo

2.1 Objetivo

Este documento descreve o **Modelo de Medição e o Processo de Avaliação de Maturidade da Indústria 4.0**, definidos de forma a:

- Permitirem a avaliação objetiva e sistemática das capacidades da organização;
- Permitirem a atribuição de um **Índice de Maturidade** com base no resultado da avaliação;
- Serem aplicáveis a indústrias de bens, por exemplo, eletroeletrônicos, farmacêutica e automotivo, etc.;
- Fornecer um método replicável e auditável de avaliação;
- Gerar evidências documentadas que suportem os resultados da avaliação.

2.2 Escopo

O escopo deste guia é cobrir e explicitar o seguinte escopo:

- O processo completo de avaliação, desde o planejamento até a documentação dos resultados;
- A estrutura do modelo de medição com seus três blocos, 8 pilares e 16 dimensões;
- Os critérios detalhados para atribuição de níveis de maturidade (0 a 6) para cada dimensão;
- O método de cálculo do índice final de maturidade através de uma ponderação das dimensões;
- Modelos de documentos, questionários e relatórios.
- Exemplos práticos e casos de uso

Este guia **não** cobre:

- A implementação de tecnologias ou processos de Indústria 4.0;
- Consultoria específica sobre soluções tecnológicas, e;
- Certificação formal de maturidade I4.0.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 333/389
---	---------------	---------	-------------------

3. Termos e Definições

Para os propósitos deste guia, aplicam-se os seguintes termos e definições:

3.1 Termos Gerais

Indústria 4.0: Paradigma de manufatura que integra tecnologias digitais avançadas, sistemas ciber-físicos, Internet das Coisas e análise de dados para criar fábricas inteligentes e cadeias de valor conectadas.

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

Avaliação: Processo repetível e sistemático de examinar e julgar o nível de maturidade de uma organização em relação a critérios estabelecidos.

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

3.2 Termos do Modelo de Medição da Maturidade da Indústria 4.0

Bloco: Agrupamento de mais alto nível que representa uma área fundamental da transformação digital do ponto de vista sócio-técnico. O Modelo de Medição da Maturidade da Indústria 4.0 (**MA-I4.0**) possui 3 blocos: Processo, Tecnologia e Organização.

Pilar: Uma segmentação conceitual de nível intermediário dentro de um bloco, representando subdivisões facilmente observáveis, nas quais as empresas devem focar para se tornarem organizações preparadas para a Indústria 4.0. O **MA-I4.0** possui 8 pilares.

Dimensão: Área de avaliação específica dentro de um pilar, representando o constructo ou uma variável mensurável de alto nível de abstração. O **MA-I4.0** possui 16 dimensões.

Capacidade: São medidas que visam qualitativamente caracterizar e operacionalizar as dimensões. O **MA-I4.0** possui 27 capacidades. Uma capacidade é avaliada por uma ou mais questões em uma escala ordinal de 0 a 6.

Nível de Maturidade: Grau de evolução de uma dimensão, medido em uma escala de 0 (inexistente) a 6 (adaptativo).

Índice de Maturidade: Valor numérico final que representa o nível geral de maturidade 4.0 da organização, calculado através de média ponderada das dimensões.

3.3 Termos do Processo de Avaliação

Avaliador Líder: Profissional responsável por planejar, conduzir e documentar a avaliação de maturidade.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 334/389
---	---------------	---------	-------------------

Equipe de Avaliação: Grupo de profissionais que conduz a avaliação, liderado pelo Avaliador Líder.

Patrocinador: Executivo da organização avaliada que autoriza e apoia a realização da avaliação.

Participante: Profissional da organização avaliada que fornece informações durante a avaliação.

Escopo da Avaliação: Definição clara dos limites organizacionais, geográficos e funcionais da avaliação.

Plano de Avaliação: Documento que descreve como a avaliação será conduzida, incluindo cronograma, recursos e métodos.

Relatório de Auditoria: Documento que apresenta os resultados da avaliação, incluindo o índice de maturidade, pontuações por dimensão e recomendações.

4. Visão Geral do Processo de Avaliação

O Processo de avaliação para o **MA-I4.0** é estruturado em **quatro subprocessos principais**, inspirados na norma ISO/IEC 33020:

4.1 Diagrama do Processo



Figura 1. Processo de Avaliação para o MA-I4.0

4.2 Descrição de Alto Nível dos Subprocessos

Subprocesso 1: Preparar a Avaliação

Objetivo: Planejar e organizar todos os aspectos da avaliação.

Atividades principais:

- Definir o escopo da avaliação
- Identificar os participantes
- Elaborar o plano de avaliação
- Preparar os instrumentos de coleta de dados
- Comunicar o processo aos *stakeholders*

Produtos gerados:

- Plano de Avaliação
- Cronograma de atividades
- Lista de participantes
- Questionários e *checklists*

Subprocesso 2: Realizar Avaliação Inicial

Objetivo: Coletar informações preliminares e realizar uma primeira análise.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 336/389
---	---------------	---------	-------------------

Atividades principais:

- Conduzir entrevistas iniciais
- Aplicar questionários
- Revisar documentação existente
- Realizar observações *in loco*
- Consolidar informações coletadas

Produtos gerados:

- Registros de entrevistas
- Questionários preenchidos
- Lista de evidências coletadas
- Relatório preliminar de achados

Subprocesso 3: Realizar Avaliação Final

Objetivo: Validar as informações coletadas e atribuir os níveis de maturidade.

Atividades principais:

- Validar evidências com participantes
- Atribuir níveis de maturidade às 16 dimensões
- Calcular o índice de maturidade
- Identificar pontos fortes e oportunidades de melhoria
- Elaborar recomendações

Produtos gerados:

- Matriz de avaliação preenchida
- Índice de maturidade calculado
- Lista de pontos fortes
- Lista de oportunidades de melhoria

Subprocesso 4: Documentar Resultados

Objetivo: Formalizar e comunicar os resultados da avaliação.

Atividades principais:

- Elaborar o relatório final de avaliação
- Preparar apresentação executiva
- Revisar e aprovar o relatório
- Apresentar resultados aos *stakeholders*
- Arquivar documentação da avaliação

Produtos gerados:

- Relatório Final de Avaliação

 INMETRO	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 337/389
---	----------------------	----------------	---------------------------------

- Apresentação executiva
- Relatório de Recomendações
- Armazenamento da Documentação
- Divulgação de Resultados

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 338/389
---	---------------	---------	-------------------

5. Descrição Detalhada do Processo de Avaliação

5.1 Subprocesso 1: Preparar a Realização da Avaliação

5.1.1 Atividade 1.1: Estabelecer o Compromisso para a Avaliação

Objetivo: Obter o comprometimento formal da organização para a realização da avaliação.

Tarefas:

Tarefa 1.1.1: Identificar o Patrocinador da Avaliação

- Identificar o executivo que autorizará e apoiará a avaliação
- Garantir que o patrocinador tenha autoridade e influência adequadas
- Documentar o comprometimento formal

Critérios de Entrada:

- Interesse da organização em avaliar sua maturidade I4.0

Critérios de Saída:

- Patrocinador identificado e comprometido
- Carta de compromisso assinada

Tarefa 1.1.2: Definir o Propósito e Escopo da Avaliação

- Definir claramente por que a avaliação está sendo realizada
- Estabelecer os limites organizacionais (unidades, departamentos)
- Estabelecer os limites geográficos (plantas, localizações)
- Estabelecer os limites funcionais (processos, sistemas)
- Definir se a avaliação será completa (16 dimensões) ou parcial

Critérios de Entrada:

- Patrocinador comprometido

Critérios de Saída:

- Documento de escopo aprovado
- Limites da avaliação claramente definidos

Tarefa 1.1.3: Definir Restrições da Avaliação

- Identificar restrições de tempo (prazo para conclusão)
- Identificar restrições de orçamento
- Identificar restrições de acesso (áreas restritas, informações confidenciais)

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 339/389
---	---------------	---------	-------------------

- Identificar restrições de recursos (disponibilidade de pessoas)

Critérios de Entrada:

- Escopo definido

Critérios de Saída:

- Lista de restrições documentada
- Plano de mitigação de restrições elaborado

6.1.2 Atividade 1.2: Selecionar e Preparar a Equipe de Avaliação

Objetivo: Formar uma equipe competente para conduzir a avaliação.

Tarefas:

Tarefa 1.2.1: Selecionar o Avaliador Líder

- Identificar profissional com conhecimento em Indústria 4.0
- Verificar experiência em avaliações de maturidade
- Verificar habilidades de liderança e comunicação
- Formalizar a designação

Critérios de Entrada:

- Necessidade de avaliação estabelecida

Critérios de Saída:

- Avaliador Líder designado

Tarefa 1.2.2: Selecionar Avaliadores Adicionais

- Determinar o tamanho necessário da equipe com base no escopo
- Identificar profissionais com conhecimentos complementares
- Garantir cobertura de conhecimento nos blocos áreas de Processo, Tecnologia e Organizacional
- Formalizar as designações

Critérios de Entrada:

- Avaliador Líder designado
- Escopo da avaliação definido

Critérios de Saída:

- Equipe de avaliação completa

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 340/389
---	---------------	---------	-------------------

- Papéis e responsabilidades definidos

Tarefa 1.2.3: Preparar a Equipe de Avaliação

- Realizar reunião de alinhamento da equipe
- Revisar o MA-I4.0 e os critérios de avaliação
- Revisar o Processo de avaliação
- Distribuir materiais de referência
- Esclarecer dúvidas

Critérios de Entrada:

- Equipe de avaliação selecionada

Critérios de Saída:

- Equipe alinhada e preparada
- Materiais de referência distribuídos

5.1.3 Atividade 1.3: Elaborar o Plano de Avaliação

Objetivo: Documentar como a avaliação será conduzida.

Tarefas:

Tarefa 1.3.1: Identificar os Participantes da Avaliação

- Identificar gestores e profissionais-chave em cada área
- Garantir representação de todas as áreas relevantes ao escopo
- Verificar disponibilidade dos participantes
- Obter compromisso de participação

Critérios de Entrada:

- Escopo da avaliação definido

Critérios de Saída:

- Lista de participantes elaborada
- Compromisso de participação obtido

Tarefa 1.3.2: Definir Métodos de Coleta de Dados

- Selecionar métodos apropriados (entrevistas, questionários, observação, análise documental)
- Definir quando cada método será utilizado
- Preparar instrumentos de coleta (roteiros de entrevista, questionários)

Critérios de Entrada:

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 341/389
---	---------------	---------	-------------------

- Escopo e participantes definidos

Critérios de Saída:

- Métodos de coleta definidos
- Instrumentos preparados

Tarefa 1.3.3: Elaborar o Cronograma da Avaliação

- Definir datas para cada atividade do Processo
- Alocar tempo adequado para cada entrevista/atividade
- Considerar disponibilidade dos participantes
- Incluir marcos e entregas
- Obter aprovação do patrocinador

Critérios de Entrada:

- Participantes e métodos definidos

Critérios de Saída:

- Cronograma elaborado e aprovado

Tarefa 1.3.4: Consolidar o Plano de Avaliação

- Documentar todos os elementos do planejamento
- Incluir: escopo, objetivos, equipe, participantes, métodos, cronograma, restrições
- Revisar o plano com a equipe de avaliação
- Obter aprovação do patrocinador

Critérios de Entrada:

- Todos os elementos do planejamento definidos

Critérios de Saída:

- Plano de Avaliação completo e aprovado

5.1.4 Atividade 1.4: Comunicar a Avaliação

Objetivo: Informar os *stakeholders* sobre a avaliação e obter seu engajamento.

Tarefas:

Tarefa 1.4.1: Preparar Material de Comunicação

- Elaborar apresentação sobre a avaliação

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 342/389
---	---------------	---------	-------------------

- Preparar FAQ (perguntas frequentes)
- Preparar comunicados para diferentes públicos

Critérios de Entrada:

- Plano de Avaliação aprovado

Critérios de Saída:

- Material de comunicação preparado

Tarefa 1.4.2: Realizar Reunião de Abertura

- Convocar reunião com patrocinador e principais *stakeholders*
- Apresentar o propósito, escopo e Processo da avaliação
- Esclarecer expectativas
- Responder perguntas
- Obter comprometimento

Critérios de Entrada:

- Material de comunicação preparado

Critérios de Saída:

- Reunião de abertura realizada
- Stakeholders informados e engajados

Tarefa 1.4.3: Comunicar aos Participantes

- Enviar convites formais aos participantes
- Fornecer informações sobre o Processo
- Informar datas e horários das atividades
- Esclarecer o que será esperado deles

Critérios de Entrada:

- Reunião de abertura realizada

Critérios de Saída:

- Participantes informados e preparados
-

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 343/389
---	---------------	---------	-------------------

5.2 Subprocesso 2: Realizar a Avaliação Inicial

5.2.1 Atividade 2.1: Coletar Informações Documentais

Objetivo: Obter informações preliminares através de documentos existentes.

Tarefas:

Tarefa 2.1.1: Solicitar Documentação Relevante

- Elaborar lista de documentos necessários
- Solicitar formalmente à organização
- Estabelecer prazo para fornecimento

Documentos típicos solicitados:

- Organogramas
- Descrições de Processos
- Diagramas de arquitetura de TI/OT
- Políticas e procedimentos
- Planos estratégicos
- Relatórios de desempenho
- Inventários de tecnologias

Critérios de Entrada:

- Plano de Avaliação aprovado

Critérios de Saída:

- Documentação solicitada e recebida

Tarefa 2.1.2: Analisar a Documentação

- Revisar cada documento recebido
- Extrair informações relevantes para cada dimensão do MA-I4.0
- Identificar evidências de práticas implementadas
- Identificar lacunas de informação
- Preparar perguntas para entrevistas

Critérios de Entrada:

- Documentação recebida

Critérios de Saída:

- Análise documental concluída
- Perguntas para entrevistas preparadas

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 344/389
---	---------------	---------	-------------------

5.2.2 Atividade 2.2: Conduzir Entrevistas e Observações

Objetivo: Coletar informações através de interação direta com os participantes.

Tarefas:

Tarefa 2.2.1: Realizar Entrevistas Estruturadas

- Conduzir entrevistas conforme cronograma
- Utilizar roteiros preparados
- Fazer perguntas sobre cada dimensão relevante ao entrevistado
- Registrar respostas de forma estruturada
- Solicitar evidências adicionais quando necessário

Critérios de Entrada:

- Cronograma de entrevistas estabelecido
- Roteiros preparados

Critérios de Saída:

- Entrevistas realizadas
- Registros de entrevistas documentados

Tarefa 2.2.2: Aplicar Questionários

- Distribuir questionários aos participantes
- Fornecer instruções claras de preenchimento
- Estabelecer prazo para devolução
- Acompanhar o preenchimento
- Coletar questionários preenchidos

Critérios de Entrada:

- Questionários preparados
- Participantes identificados

Critérios de Saída:

- Questionários preenchidos e coletados

Tarefa 2.2.3: Realizar Observações *In Loco*

- Visitar áreas operacionais (chão de fábrica, escritórios)
- Observar processos em execução
- Verificar tecnologias implementadas
- Observar práticas de trabalho
- Registrar observações com fotos (quando permitido)

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 345/389
---	---------------	---------	-------------------

Critérios de Entrada:

- Autorização para visitas obtida
- Cronograma de visitas estabelecido

Critérios de Saída:

- Observações realizadas
- Registros de observações documentados

5.2.3 Atividade 2.3: Consolidar Informações Coletadas

Objetivo: Organizar e estruturar todas as informações coletadas.

Tarefas:

Tarefa 2.3.1: Organizar Evidências por Dimensão

- Criar uma matriz de evidências
- Classificar cada evidência coletada por dimensão do MA-I4.0
- Identificar múltiplas evidências para a mesma dimensão
- Identificar dimensões com evidências insuficientes

Critérios de Entrada:

- Todas as atividades de coleta concluídas

Critérios de Saída:

- Matriz de evidências elaborada

Tarefa 2.3.2: Realizar Análise Preliminar

- Revisar evidências para cada dimensão
- Fazer uma avaliação preliminar do nível de maturidade
- Identificar inconsistências ou lacunas
- Preparar lista de questões a esclarecer

Critérios de Entrada:

- Matriz de evidências elaborada

Critérios de Saída:

- Análise preliminar concluída
- Lista de questões a esclarecer preparada

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 346/389
---	---------------	---------	-------------------

Tarefa 2.3.3: Elaborar Relatório Preliminar

- Documentar achados preliminares
- Incluir avaliações preliminares por dimensão
- Incluir lista de questões a esclarecer
- Incluir lista de evidências adicionais necessárias

Critérios de Entrada:

- Análise preliminar concluída

Critérios de Saída:

- Relatório preliminar elaborado

5.3 Subprocesso 3: Realizar a Avaliação Final

5.3.1 Atividade 3.1: Validar Informações Coletadas

Objetivo: Garantir a precisão e completude das informações.

Tarefas:

Tarefa 3.1.1: Esclarecer Questões Pendentes

- Agendar reuniões de esclarecimento
- Apresentar questões identificadas
- Obter respostas e evidências adicionais
- Registrar esclarecimentos

Critérios de Entrada:

- Relatório preliminar elaborado
- Lista de questões a esclarecer

Critérios de Saída:

- Questões esclarecidas
- Evidências adicionais coletadas

Tarefa 3.1.2: Validar Achados com Participantes

- Apresentar achados preliminares aos participantes

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 347/389
---	---------------	---------	-------------------

- Solicitar confirmação ou correção
- Resolver discrepâncias
- Obter concordância sobre os fatos

Critérios de Entrada:

- Questões esclarecidas

Critérios de Saída:

- Achados validados pelos participantes

5.3.2 Atividade 3.2: Atribuir Níveis de Maturidade

Objetivo: Determinar o nível de maturidade de cada dimensão.

Tarefas:

Tarefa 3.2.1: Avaliar Cada Dimensão Individualmente

- Para cada uma das 16 dimensões:
 - Revisar todas as evidências coletadas
 - Comparar com os critérios de cada nível (0 a 6)
 - Determinar o nível que melhor descreve a situação atual
 - Documentar a justificativa da avaliação
 - Identificar evidências-chave que suportam a avaliação

Critérios de Entrada:

- Achados validados
- Critérios de níveis de maturidade disponíveis

Critérios de Saída:

- Nível de maturidade atribuído a cada dimensão
- Justificativas documentadas

Tarefa 3.2.2: Revisar Consistência das Avaliações

- Revisar todas as 16 avaliações em conjunto
- Verificar consistência entre dimensões relacionadas
- Identificar e resolver inconsistências
- Obter consenso da equipe de avaliação

Critérios de Entrada:

- Todas as dimensões avaliadas

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 348/389
---	---------------	---------	-------------------

Critérios de Saída:

- Avaliações consistentes e consensuadas

5.3.3 Atividade 3.3: Calcular o índice de maturidade

Objetivo: Calcular o índice geral de maturidade da organização.

Tarefas:

Tarefa 3.3.1: Calcular Médias dos Pilares

- Para cada um dos 8 pilares:
 - Somar as notas das dimensões do pilar
 - Dividir pelo número de dimensões
 - Registrar a média do pilar

Critérios de Entrada:

- Níveis de todas as dimensões atribuídos

Critérios de Saída:

- Médias dos 8 pilares calculadas

Tarefa 3.3.2: Calcular Médias dos Blocos

- Para cada um dos 3 blocos:
 - Somar as médias dos pilares do bloco
 - Dividir pelo número de pilares
 - Registrar a média do bloco

Critérios de Entrada:

- Médias dos pilares calculadas

Critérios de Saída:

- Médias dos 3 blocos calculadas

Tarefa 3.3.3: Calcular o índice de maturidade Final

- Calcular a média aritmética das dimensões
- Registrar o índice de maturidade final (0 a 6)
- Classificar o nível geral de maturidade

Critérios de Entrada:

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 349/389
---	---------------	---------	-------------------

- Médias dos dimensões calculadas

Critérios de Saída:

- Índice de maturidade final calculado
- Nível geral de maturidade determinado

5.3.4 Atividade 3.4: Identificar Pontos Fortes e Oportunidades

Objetivo: Analisar os resultados e gerar insights.

Tarefas:

Tarefa 3.4.1: Identificar Pontos Fortes

- Identificar dimensões com níveis mais altos
- Identificar práticas exemplares observadas
- Documentar fatores que contribuem para o sucesso
- Identificar capacidades e dimensões que podem ser alavancadas

Critérios de Entrada:

- Índice de maturidade calculado

Critérios de Saída:

- Lista de pontos fortes documentada

Tarefa 3.4.2: Identificar Oportunidades de Melhoria

- Identificar dimensões com níveis mais baixos
- Identificar lacunas críticas
- Priorizar oportunidades por impacto e viabilidade
- Identificar dependências entre melhorias

Critérios de Entrada:

- Índice de maturidade calculado

Critérios de Saída:

- Lista de oportunidades de melhoria documentada

Tarefa 3.4.3: Elaborar Recomendações

- Desenvolver recomendações específicas e acionáveis
- Priorizar recomendações (curto, médio, longo prazo)
- Estimar esforço e recursos necessários

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 350/389
---	---------------	---------	-------------------

- Identificar ganhos rápidos

Critérios de Entrada:

- Pontos fortes e oportunidades identificados

Critérios de Saída:

- Recomendações elaboradas e priorizadas

5.4 Subprocesso 4: Documentar os Resultados da Avaliação

5.4.1 Atividade 4.1: Elaborar o Relatório Final

Objetivo: Documentar formalmente os resultados da avaliação.

Tarefas:

Tarefa 4.1.1: Estruturar o Relatório

- Utilizar o modelo de relatório padrão (APÊNDICE B)
- Incluir todas as seções obrigatórias
- Organizar informações de forma lógica e clara

Critérios de Entrada:

- Todos os resultados da avaliação disponíveis

Critérios de Saída:

- Estrutura do relatório definida

Tarefa 4.1.2: Redigir o Relatório

- Redigir sumário executivo
- Documentar metodologia utilizada
- Apresentar resultados por dimensão
- Apresentar índice de maturidade e interpretação
- Documentar pontos fortes e oportunidades
- Apresentar recomendações
- Incluir gráficos e visualizações

Critérios de Entrada:

- Estrutura do relatório definida

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 351/389
---	---------------	---------	-------------------

Critérios de Saída:

- Relatório redigido

Tarefa 4.1.3: Revisar e Aprovar o Relatório

- Revisar o relatório pela equipe de avaliação
- Corrigir erros e inconsistências
- Obter aprovação do Avaliador Líder
- Finalizar o documento

Critérios de Entrada:

- Relatório redigido

Critérios de Saída:

- Relatório final aprovado

5.4.2 Atividade 4.2: Apresentar os Resultados

Objetivo: Comunicar os resultados aos *stakeholders*.

Tarefas:

Tarefa 4.2.1: Preparar Apresentação Executiva

- Criar apresentação resumida dos resultados
- Focar em *insights* e recomendações
- Preparar visualizações impactantes
- Antecipar perguntas

Critérios de Entrada:

- Relatório final aprovado

Critérios de Saída:

- Apresentação executiva preparada

Tarefa 4.2.2: Realizar Reunião de Apresentação

- Agendar reunião com patrocinador e *stakeholders*-chave
- Apresentar os resultados
- Responder perguntas
- Discutir próximos passos
- Obter *feedback*

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 352/389
---	---------------	---------	-------------------

CrITÉrios de Entrada:

- Apresentação executiva preparada

CrITÉrios de Saída:

- Resultados apresentados
- *Feedback* coletado

Tarefa 4.2.3: Entregar o Relatório Final

- Entregar formalmente o relatório ao patrocinador
- Distribuir cópias conforme acordado
- Disponibilizar versão digital

CrITÉrios de Entrada:

- Reunião de apresentação realizada

CrITÉrios de Saída:

- Relatório final entregue

5.4.3 Atividade 4.3: Arquivar a Documentação

Objetivo: Preservar a documentação da avaliação para referência futura.

Tarefas:

Tarefa 4.3.1: Organizar a Documentação

- Compilar todos os artefatos da avaliação
- Organizar em estrutura lógica
- Incluir: plano, evidências, registros, relatórios
- Gerar um pacote de artefatos da avaliação
- Obter hash criptográfico do pacote de artefatos
- Disponibilizar informações públicas da avaliação

CrITÉrios de Entrada:

- Avaliação concluída

CrITÉrios de Saída:

- Documentação organizada

Tarefa 4.3.2: Arquivar a Documentação

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 353/389
---	---------------	---------	-------------------

- Armazenar em local seguro e acessível
- Garantir backup adequado
- Aplicar/Definir período de retenção (não inferior a 5 anos)
- Documentar localização do arquivo

Critérios de Entrada:

- Documentação organizada

Critérios de Saída:

- Documentação arquivada

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 354/389
---	---------------	---------	-------------------

6. Papéis e Responsabilidades

6.1 Avaliador Líder

Descrição: Profissional responsável por planejar, conduzir e documentar a avaliação de maturidade I4.0.

Responsabilidades:

- Elaborar o plano de avaliação
- Liderar a equipe de avaliação
- Coordenar todas as atividades do processo
- Garantir a qualidade e objetividade da avaliação
- Tomar decisões finais sobre níveis de maturidade
- Elaborar e aprovar o relatório final
- Apresentar resultados aos *stakeholders*

Competências requeridas:

- Conhecimento profundo do **MA-I4.0**
- Conhecimento de tecnologias e processos de Indústria 4.0
- Experiência em avaliações de maturidade ou auditorias
- Habilidades de liderança e gestão de equipes
- Excelentes habilidades de comunicação oral e escrita
- Capacidade analítica e pensamento crítico
- Imparcialidade e objetividade

6.2 Avaliador

Descrição: Membro da equipe de avaliação que apoia o Avaliador-Líder na condução da avaliação.

Responsabilidades:

- Participar do planejamento da avaliação
- Coletar informações e evidências
- Conduzir entrevistas e observações
- Analisar documentação
- Contribuir para a atribuição de níveis de maturidade
- Apoiar na elaboração do relatório

Competências requeridas:

- Conhecimento do **MA-I4.0**
- Conhecimento em uma ou mais áreas (Processo, Tecnologia, Organização)
- Experiência em avaliações ou auditorias (desejável)
- Boas habilidades de comunicação
- Capacidade analítica

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 355/389
---	---------------	---------	-------------------

- Imparcialidade e objetividade

6.3 Patrocinador

Descrição: Executivo da organização avaliada que autoriza e apoia a realização da avaliação.

Responsabilidades:

- Autorizar a realização da avaliação
- Definir o escopo e objetivos
- Alocar recursos necessários
- Garantir acesso da equipe de avaliação
- Apoiar o engajamento dos participantes
- Receber e revisar os resultados
- Decidir sobre ações de melhoria

Competências requeridas:

- Autoridade organizacional adequada
- Compreensão da importância da Indústria 4.0
- Compromisso com a transformação digital

6.4 Participante

Descrição: Profissional da organização avaliada que fornece informações durante a avaliação.

Responsabilidades:

- Participar de entrevistas conforme agendado
- Responder questionários
- Fornecer documentação e evidências
- Esclarecer dúvidas da equipe de avaliação
- Validar achados preliminares

Competências requeridas:

- Conhecimento da área/Processo que representa
- Disponibilidade para participar
- Honestidade e transparência

6.5 Responsável Técnico

Descrição: Profissional da organização avaliada que facilita a logística da avaliação.

Responsabilidades:

- Servir como ponto de contato principal
- Facilitar o acesso da equipe de avaliação
- Agendar entrevistas e reuniões

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 356/389
---	---------------	---------	-------------------

- Providenciar documentação solicitada
- Resolver questões logísticas
- Comunicar internamente sobre a avaliação

Competências requeridas:

- Conhecimento da organização
- Boas habilidades de comunicação e coordenação
- Capacidade de mobilizar recursos

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 357/389
---	---------------	---------	-------------------

7. Estrutura do Modelo de Maturidade da Indústria 4.0 (MA-I4.0): Estrutura Completa

7.1 Visão Geral

O **MA-I4.0** foi desenvolvido para ajudar empresas de manufatura a avaliar sua atual prontidão para a Indústria 4.0 e ajudar a desenvolver um *roadmap* de transformação digital. O método identifica 3 blocos (ou áreas) de construção fundamentais que qualquer fábrica ou planta deve considerar para se transformar em uma organização preparada para a Indústria 4.0.

7.2 Blocos do MA-I4.0

7.2.1 Processo

Definição: O bloco de 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.

Importância: Para maximizar valor, a tecnologia deve sempre ser aplicada em conjunto com processos efetivos e bem desenhados. Usar tecnologia para digitalizar um processo mal desenhado resultará apenas em um processo digital mal desenhado. Por outro lado, aplicar tecnologia a um processo bem desenvolvido aumentará sua eficiência e permitirá a criação de valor.

Foco: A Indústria 4.0 expandiu o conceito de melhoria de processos para focar na integração de processos dentro das operações da empresa (*Operação*), cadeia de suprimentos (*Cadeia de Suprimentos*) e ciclo de vida do produto (*Ciclo de Vida de Produto*). À medida que os processos se tornam integrados, eles convergem em um sistema unificado onde dados são compartilhados, processados e integrados através das camadas de gestão de produto, produção e empresa da organização.

7.2.2 Tecnologia

Definição: O bloco de Tecnologia abrange as tecnologias digitais que habilitam a Indústria 4.0, incluindo automação, conectividade e inteligência.

Importância: O avanço tecnológico tem sido a pedra angular das últimas três grandes revoluções industriais. A descoberta da energia a vapor possibilitou a primeira revolução industrial, enquanto inovações em energia elétrica catalisaram a segunda. De forma similar, a Indústria 3.0 foi impulsionada pelo advento da eletrônica e Tecnologia da Informação (TI), que permitiram às empresas alcançar um grau inigualável de precisão e eficiência através da automação.

Foco: A tecnologia permanece crítica na Indústria 4.0. Novas tecnologias digitais, como computação em nuvem, *machine learning* e Internet das Coisas (IoT), estão criando um cenário industrial hiper-conectado, onde ativos físicos e equipamentos são integrados com sistemas empresariais para permitir a constante e dinâmica troca e análise de dados. Para realizar suas ambições de Indústria 4.0, um alto grau de automação, conectividade ubíqua e sistemas inteligentes são necessários. Para

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 358/389
---	---------------	---------	-------------------

refletir isso, o bloco de Tecnologia foi segmentado nos 3 pilares de Automação, Conectividade e Inteligência.

7.2.3 Organização

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

Importância: A organização é o terceiro bloco da Indústria 4.0. Frequentemente subestimada, a Organização desempenha um papel igualmente importante ao lado de Tecnologia e Processos. Para permanecer relevante diante da crescente competição na Indústria 4.0, as empresas devem adaptar suas estruturas organizacionais e Processos para permitir que sua força de trabalho acompanhe o ritmo.

Foco: A Indústria 4.0 demanda um foco maior em dois componentes-chave que podem afetar a efetividade de uma organização. O primeiro componente são as pessoas que compõem a organização — toda a força de trabalho desde a alta gestão até às equipes operacionais. O segundo componente são os sistemas institucionais que governam como a empresa funciona. Ambos os componentes devem ser levados em conta para colher plenamente os benefícios da Indústria 4.0. O bloco de Organização foi segmentado nos pilares de Prontidão de Talento, Estrutura e Gestão.

7.3 Os 8 Pilares

Na Tabela 1, há uma breve descrição dos oito pilares, indicando como estão distribuídos pelos 3 blocos do **MA-I4.0**.

Tabela 1. Os pilares distribuídos pelos 3 blocos do **MA-I4.0**

Bloco	Pilar	Descrição
Processo	1. Operação	Planejamento e execução de Processos que levam à produção de bens e serviços
	2. Cadeia de Suprimentos	Planejamento e gestão de materiais brutos e inventário ao longo da cadeia de valor
	3. Ciclo de Vida de Produto	Sequência de estágios pelos quais um produto passa desde sua concepção até sua remoção do mercado
Tecnologia	4. Automação	Aplicação de tecnologia para monitorar, controlar e executar a produção e entrega de produtos e serviços
	5. Conectividade	Interconexão de equipamentos, máquinas e sistemas baseados em computador para permitir comunicação e troca de dados
	6. Inteligência	Processamento e análise de dados para otimizar Processos existentes e criar novas aplicações, produtos e serviços

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 359/389
---	---------------	---------	-------------------

Organização	7. Prontidão de Talentos	Capacidade da força de trabalho de conduzir e entregar iniciativas de Indústria 4.0
	8. Estrutura & Gestão	Sistema de regras e políticas explícitas e implícitas que determinam como papéis e responsabilidades são atribuídos, controlados e coordenados

7.4 As 16 Dimensões de Avaliação

Na Tabela 2, são brevemente descritas as dimensões, bem como são indicadas as duas distribuições dentro dos pilares e blocos do **MA-I4.0**.

Tabela 2. 16 dimensões do MA-I4.0.

#	Dimensão	Pilar	Bloco	Descrição Resumida
1	Integração Vertical	Operação	Processo	Integração de Processos e sistemas através de todos os níveis hierárquicos da pirâmide de automação
2	Integração Horizontal	Cadeia de Suprimentos	Processo	Integração de Processos empresariais através da organização e com <i>stakeholders</i> ao longo da cadeia de valor
3	Ciclo de Vida de Produto Integrado	Ciclo de Vida de Produto	Processo	Integração de pessoas, Processos e sistemas ao longo de todo o ciclo de vida do produto
4	Automação do Chão de Fábrica	Automação	Tecnologia	Aplicação de tecnologia para monitorar, controlar e executar Processos no chão de fábrica
5	Automação Corporativa	Automação	Tecnologia	Aplicação de tecnologia para monitorar, controlar e executar Processos administrativos

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 360/389
---	---------------	---------	-------------------

#	Dimensão	Pilar	Bloco	Descrição Resumida
6	Automação de Instalações (Facility)	Automação	Tecnologia	Aplicação de tecnologia para monitorar, controlar e executar Processos de gestão de instalações
7	Conectividade de Chão de Fábrica	Conectividade	Tecnologia	Interconexão de equipamentos, máquinas e sistemas no chão de fábrica
8	Conectividade Corporativa	Conectividade	Tecnologia	Interconexão de sistemas de TI empresariais
9	Conectividade de Instalações (Facility)	Conectividade	Tecnologia	Interconexão de equipamentos e sistemas de gestão de instalações
10	Inteligência de Chão de Fábrica	Inteligência	Tecnologia	Processamento e análise de dados do chão de fábrica para otimização e tomada de decisão
11	Inteligência Corporativa	Inteligência	Tecnologia	Processamento e análise de dados empresariais para otimização e tomada de decisão
12	Inteligência de Instalações (Facility)	Inteligência	Tecnologia	Processamento e análise de dados de instalações para otimização e tomada de decisão
13	Desenvolvimento e Aprendizado de Força de Trabalho	Prontidão de Talentos	Organização	Programas e práticas para desenvolver competências da força de trabalho em I4.0
14	Competência de Liderança	Prontidão de Talentos	Organização	Capacidade da liderança de conduzir a transformação I4.0
15	Colaboração inter e intra-organização	Estrutura & Gestão	Organização	Estruturas e práticas que facilitam a colaboração interna e externa
16	Estratégia & Governança	Estrutura & Gestão	Organização	Estratégia formal e estrutura de governança para I4.0

 INMETRO	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 361/389
--	---------------	---------	-------------------

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 362/389
---	---------------	---------	-------------------

8. Método de Cálculo do Índice de Maturidade

8.1 Visão Geral do Método

O cálculo do índice de maturidade ($idx_{4,0}$) é realizado através da média aritmética das dimensões.

8.2 Passo 1: Avaliar Cada Capacidade (0 a 6)

Neste passo, cada capacidade é avaliada por um conjunto de questões em que os itens de respostas são valorados em uma escala ordinal que varia de **0 a 6**. Os valores do nível em cada uma das respostas são utilizados como valores para se obter uma média aritmética dessas respostas, resultando na **Nota da Capacidade (NC)**.

A **Escala de Níveis** é indicada a seguir, bem como a taxonomia de conceitos que podem definir um determinado nível.

- **Nível 0:** Inexistente / Indefinido / Nenhum
- **Nível 1:** Inicial / Definido / Básico / Conectado / Computadorizado
- **Nível 2:** Gerenciado / Digital / Avançado / Interoperável / Visível
- **Nível 3:** Definido / Integrado / Interoperável e Seguro / Medido
- **Nível 4:** Diagnosticável / Automatizado / Flexível / Escalável
- **Nível 5:** Inteligente / *Real-Time* / Preditivo
- **Nível 6:** Otimizado / Adaptativo

Nota: A nomenclatura específica dos níveis varia conforme a dimensão. Consulte o APÊNDICE A para os critérios detalhados de cada nível para cada dimensão.

8.3 Passo 2: Calcular a Média de Cada Dimensão

Cada uma das 16 dimensões é avaliada individualmente por um conjunto de questões relacionadas. A **Média da Dimensão (MD)** é calculada como a média aritmética das notas dessas questões.

Fórmula:

$$MD_j = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{n}$$

Onde:

- MD_j = Média da j-ésima dimensão
- $Q_{i,j}$ = Nota da i-ésima questão da j-ésima dimensão
- n_j = Número de questões da dimensão j-ésima dimensão

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

8.4 Passo 4: Calcular o Índice MA-I4.0

O **Índice MA-I4.0** ($idx_{4.0}$) é calculado como a média aritmética das médias das dimensões. Nesse caso, cada dimensão tem contribuição de 1/16 (6.25%) no índice final e os pesos atribuídos a cada bloco podem ser calculados, multiplicando o número de dimensões contidas em cada bloco por essa contribuição. Assim, os pesos de cada bloco na construção do índice final são apresentados na tabela a seguir:

Tabela 3. Pesos atribuídos a cada bloco devido as suas dimensões.

Bloco	Peso	Justificativa
Processo	18,75% (0,1875)	Processos bem desenhados são fundamentais para o sucesso
Tecnologia	56,25% (0,5625)	Tecnologia é o principal habilitador da I4.0
Organização	25% (0,25)	Pessoas e estruturas são críticas para sustentabilidade
Total	100% (1,00)	

Nota: Em avaliações *ad-hoc*, os pesos podem ser ajustados conforme o contexto específico da organização ou indústria, desde que a soma seja sempre 1,00 (100%). Entretanto, para efeitos de avaliações e *benchmarks* oficiais, deve-se sempre adotar os pesos apresentados na Tabela 3.

Fórmula:

$$idx_{4.0} = \frac{\sum_{j=1}^{16} MD_j}{16}$$

Onde:

- MD_j = Média da j-ésima Dimensão

Atenção: O índice $idx_{4.0}$ deve ser calculado obedecendo as regras de arredondamentos para **duas (2) casas decimais**.

Exemplo:

Tabela 4. Exemplo de médias das dimensões.

#	Dimensão	Nota
1	Integração Vertical	3,00
2	Integração Horizontal	2,00
3	Ciclo de Vida de Produto Integrado	3,00
4	Automação do Chão de Fábrica	3,00
5	Automação Corporativa	2,00
6	Automação de Instalações (Facility)	2,00
7	Conectividade de Chão de Fábrica	3,00
8	Conectividade Corporativa	3,00
9	Conectividade de Instalações (Facility)	3,00
10	Inteligência de Chão de Fábrica	3,00
11	Inteligência Corporativa	2,00
12	Inteligência de Instalações (Facility)	3,00
13	Desenvolvimento e Aprendizado de Força de Trabalho	2,00
14	Competência de Liderança	3,00
15	Colaboração inter e intra-organização	2,00
16	Estratégia & Governança	2,00

•

Desta forma:

$$idx_{4,0} = (3,00 + 2,00 + 3,00 + 3,00 + 2,00 + 2,00 + 3,00 + 3,00 + 3,00 + 3,00 + 2,00 + 3,00 + 2,00 + 3,00 + 2,00 + 2,00) / 16 = \mathbf{2,56}$$

$$idx_{4.0} = \mathbf{2,56}$$

9.6 Interpretação do Índice Final

O índice $idx_{4,0}$ final varia de 0,00 a 6,00 e deve ser interpretado conforme os níveis de maturidade descritos na Tabela 5, a seguir:

Tabela 5. Relação entre as faixas do índice $idx_{4,0}$ e o nível de maturidade.

Faixa do Índice ($idx_{4,0}$)	Nível de Maturidade	Descrição
0,00 - 1,00	Nível 1: Incipiente	A organização está nos estágios iniciais da jornada I4.0. Processos são majoritariamente manuais ou <i>ad-hoc</i> , tecnologias digitais são limitadas, e não há estratégia formal de I4.0.

Faixa do Índice (<i>idx_{4.0}</i>)	Nível de Maturidade	Descrição
1,01 - 2,00	Nível 2: Em Desenvolvimento	A organização iniciou sua jornada I4.0. Alguns processos estão definidos e digitalizados, tecnologias básicas estão implementadas, e há consciência sobre I4.0 na liderança.
2,01 - 3,00	Nível 3: Padronizado	A organização tem processos bem definidos e sistemas digitais implementados. Há integração inicial entre sistemas, e a organização possui uma estratégia de I4.0 em desenvolvimento.
3,01 - 4,00	Nível 4: Integrado	A organização possui processos integrados e sistemas automatizados. Há conectividade entre sistemas e dados fluem através da organização. A estratégia de I4.0 está sendo executada ativamente.
4,01 - 5,00	Nível 5: Otimizado	A organização possui processos e sistemas altamente integrados e automatizados. Utiliza análise de dados avançada para otimização contínua. A cultura de I4.0 está estabelecida.
5,01 - 6,00	Nível 6: Adaptativo	A organização é líder em I4.0. Possui sistemas autônomos e adaptativos, utiliza, por exemplo, IA e <i>machine learning</i> extensivamente, e inova continuamente em produtos e Processos.

Interpretação Final: A organização está no **Nível 3: Padronizado**, com um **índice *idx_{4.0}*** de 2,56. Possui processos bem definidos e sistemas digitais implementados, com integração inicial entre sistemas.

8.7 Visualização dos Resultados

Além dos cálculos usados para se chegar ao índice *idx_{4.0}*, os resultados da avaliação devem ser apresentados através de múltiplas visualizações para facilitar sua compreensão. Dessa forma, as seções a seguir trazem algumas orientações.

8.7.1 Gráfico Radar

Embora não sejam diretamente utilizados para o cálculo do índice *idx_{4.0}* de uma organização, a utilização de gráficos radar com as médias para os três blocos ou os 8 pilares permite visualizar rapidamente os pontos fortes e fracos da organização.

Desse modo, em avaliações oficiais é requerido que o avaliador apresente a visualização desses resultados à organização avaliada.

Exemplos:

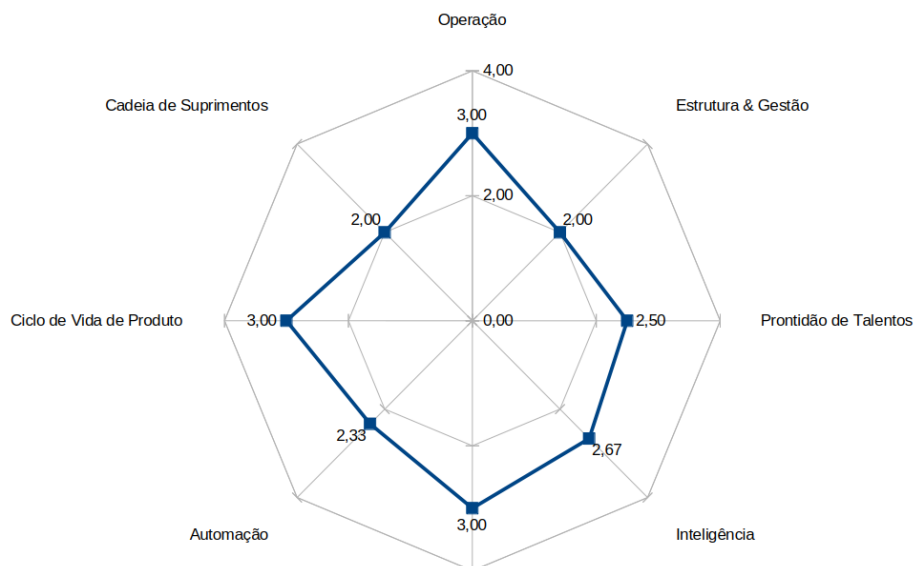


Figura 2. Gráficos radar para os pilares do exemplo da Tabela 4.

Da ilustração acima, podemos concluir, por exemplo, que as principais deficiências da organização avaliada são nas dimensões “Cadeia de Suprimentos” e “Estrutura e Gestão”. Já em termos dos blocos sócio-técnicos, podemos dizer que o bloco “Organização” é o mais atrasado.

8.7.2 Gráfico de Barras por Dimensão

Por outro lado, mostrar as MDs das 16 dimensões, diretamente relacionadas ao índice $idx_{4,0}$, em um gráfico de barras permite identificar rapidamente as dimensões mais e menos maduras.

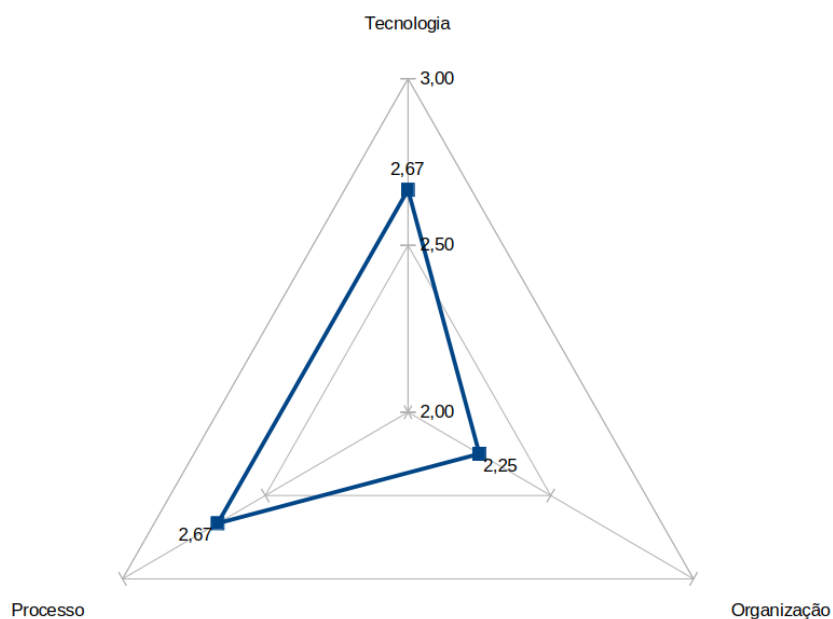


Figura 3. Gráfico radar para os blocos do exemplo da Tabela 4.

Em avaliações e benchmarkings oficiais, também é requerido que o avaliador apresente tal resultado.

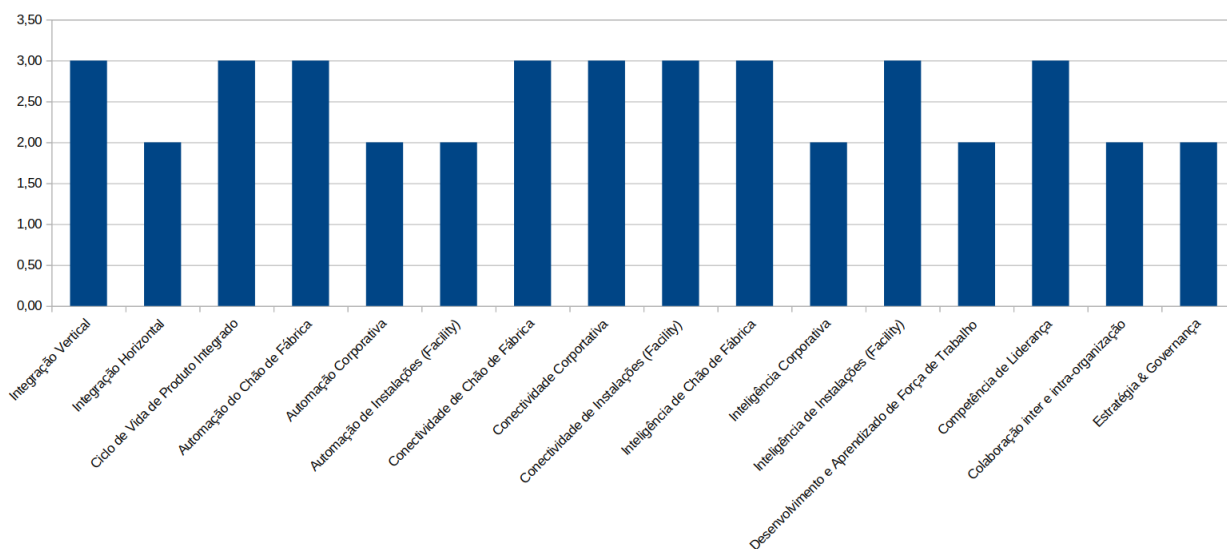


Figura 4. Gráfico das dimensões.

8.8 Dados de Suporte Usados nos Gráficos

Os dados utilizados na construção do gráficos também devem ser formatados e apresentados em tabelas, como nos exemplos a seguir, para conferência da organização avaliada. Considerando os dados da Tabela 4 e os gráficos das Figuras 2, 3 e 4, temos os exemplos das Tabelas 6 e 7.

Tabela 6. Dados de Suporte a Gráficos: Médias dos Pilares

Pilar	Dimensões	Cálculo	Média
Operação	1	$3,00 / 1$	3,00
Cadeia de Suprimentos	2	$2,00 / 1$	2,00
Ciclo de Vida de Produto	3	$3,00 / 1$	3,00
Automação	4, 5, 6	$(3,00+2,00+2,00) / 3$	2,33
Conectividade	7, 8, 9	$(3,00+3,00+3,00) / 3$	3,00
Inteligência	10, 11, 12	$(3,00+2,00+3,00) / 3$	2,67
Prontidão de Talentos	13, 14	$(2,00+3,00) / 2$	2,50
Estrutura & Gestão	15, 16	$(2,00+2,00) / 2$	2,00

Tabela 7. Dados de Suporte a Gráficos: Médias dos blocos

bloco	Pilares	Cálculo	Média
Processo	Operação, Cadeia de Suprimentos, Ciclo de Vida de Produto	$(3,00+2,00+3,00) / 3$	2,67
Tecnologia	Automação, Conectividade, Inteligência	$(2,33+3,00+2,67) / 3$	2,67
Organização	Prontidão de Talentos, Estrutura & Gestão	$(2,50+2,00) / 2$	2,25

Atenção: Todos os **dados** e **cálculos** efetuados e apresentados na visualização de resultados devem obedecer **as regras de arredondamento com duas (2) casas decimais**.

APÊNDICE A - Detalhamento das 16 Dimensões

Este APÊNDICE apresenta as 16 dimensões do modelo de maturidade em Indústria 4.0, com sua definição, objetivo e níveis de maturidade. A escala utilizada vai de 0 a 6, onde o nível 0 é equivalente ao nível 0 do modelo SIRI (processos essencialmente analógicos/não digitalizados) e os níveis 1 a 6

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 369/389
---	---------------	---------	-------------------

resultam da combinação dos estágios do modelo acatech (Informatização, Conectividade, Visibilidade, Transparência, Capacidade preditiva e Adaptabilidade) com os conceitos de prontidão do SIRI.

Dimensão 1: Integração Vertical

Definição: Integração Vertical é uma das três características-chave de uma instalação digitalizada definida pela Indústria 4.0 segundo a acatech. Pode ser entendida como a integração de processos e sistemas através de todos os níveis hierárquicos da pirâmide de automação dentro de uma instalação para estabelecer um fluxo de dados conectado de ponta a ponta. Esta dimensão busca avaliar a extensão de conexões formais e vínculos entre e através de Processos e sistemas, e também leva em conta como os dados são trocados e analisados.

Objetivo: Em sua forma ideal, a dimensão Integração Vertical define um estado onde todos os sistemas OT (Tecnologia Operacional) e IT (Tecnologia da Informação) através dos níveis de produção e empresa são integrados em redes automatizadas, interoperáveis e flexíveis que permitirão troca de dados, análise e tomada de decisão sem emendas. Isso por sua vez permitirá melhor comunicação, flexibilidade e eficiência operacional, e também possibilitará respostas mais rápidas e concertadas a quaisquer mudanças na disponibilidade de recursos, demandas operacionais ou tipos de produtos.

Nível	Estágio	Definição do estágio	Descrição na dimensão
0	Inexistente / Analógico	Processos nesta dimensão são predominantemente manuais ou baseados em tecnologias convencionais não digitais. Não há uso relevante de soluções digitais ou sistemas de suporte, correspondendo ao nível 0 do modelo SIRI.	Não há integração vertical estruturada; as atividades do chão de fábrica, supervisão e gestão operam de forma isolada, com decisões e trocas de informação majoritariamente manuais.
1	Informatização	Processos e recursos passam a utilizar soluções digitais e sistemas computadorizados localmente, substituindo controles e registros puramente manuais.	Processos de operação passam a ser suportados por CLPs, CNCs e sistemas computadorizados locais, mas os dados permanecem em ilhas, sem integração consistente com níveis superiores de gestão.
2	Conectividade	Sistemas, máquinas, produtos e pessoas tornam-se conectados em rede, permitindo a troca estruturada de dados entre diferentes pontos do processo e da organização.	Começam a surgir conexões ponto a ponto entre máquinas, sistemas de supervisão e sistemas corporativos (por exemplo, ERP ou MES), de forma parcial e pouco padronizada.
3	Visibilidade	Dados integrados fornecem uma visão em tempo quase real do estado dos processos, produtos e recursos, por meio de indicadores e painéis consolidados.	Dados de diferentes níveis (máquina, célula, linha, planta, negócio) são integrados para gerar visibilidade sobre o desempenho dos processos, com indicadores consolidados ao longo da cadeia vertical.
4	Transparência	Relações de causa e efeito são compreendidas e modeladas; os	As relações de causa e efeito entre parâmetros de processo,

		dados permitem explicar por que determinados eventos ocorrem e simular alternativas de decisão.	paradas, qualidade e resultados de negócio tornam-se transparentes; a organização entende como decisões em um nível impactam os demais níveis da hierarquia.
5	Capacidade preditiva	Modelos analíticos e algoritmos são utilizados para prever estados futuros, eventos e riscos relevantes, antecipando problemas e oportunidades.	Modelos analíticos utilizam dados integrados verticalmente para prever gargalos, falhas, impactos de variações de mix de produtos, disponibilidade de recursos e seus efeitos em custos, prazos e qualidade.
6	Adaptabilidade	Sistemas e processos ajustam-se de forma autônoma com base em previsões, objetivos e regras, tornando a organização mais ágil e resiliente.	A programação da produção, alocação de ordens e ajuste de parâmetros de processo se adaptam dinamicamente ao longo dos níveis, com base em previsões e objetivos de negócio, reduzindo intervenções manuais.

Dimensão 2: Integração Horizontal

Definição: Integração Horizontal, a segunda característica-chave da Indústria 4.0, refere-se à integração de processos empresariais através da organização e com outros *stakeholders* ao longo da cadeia de valor. Os processos empresariais incluem planejamento de demanda, aquisição, logística e serviços de pós-venda, enquanto os *stakeholders* incluem fornecedores, parceiros de negócios e clientes.

Objetivo: Assim como Integração Vertical, Integração Horizontal avalia a presença de canais formais que permitem o compartilhamento de informações, bem como como por meio dos quais os dados são trocados e analisados. À medida que processos e sistemas se tornam cada vez mais definidos e digitais, a dimensão Integração Horizontal descreve um estado final onde os processos internos de uma empresa convergem com aqueles de seus fornecedores e parceiros. Isso cria uma rede interoperável e transparente dentro da qual todos os *stakeholders* são capazes de coordenar e otimizar seus processos, tarefas e decisões através de toda a cadeia de valor.

Nível	Estágio	Definição do estágio	Descrição na dimensão
0	Inexistente / Analógico	Processos nesta dimensão são predominantemente manuais ou baseados em tecnologias convencionais não digitais. Não há uso relevante de soluções digitais ou sistemas de suporte, correspondendo ao nível 0 do modelo SIRI.	Não há integração estruturada entre funções internas ou com parceiros externos; a cadeia de valor é coordenada de forma manual, com uso intensivo de e-mails, telefonemas e planilhas isoladas.
1	Informatização	Processos e recursos passam a utilizar soluções digitais e sistemas computadorizados localmente,	Processos ao longo da cadeia de suprimentos são em grande parte digitais dentro de cada empresa,

		substituindo controles e registros puramente manuais.	mas informações entre áreas internas, unidades e parceiros ainda circulam de forma pouco estruturada.
2	Conectividade	Sistemas, máquinas, produtos e pessoas tornam-se conectados em rede, permitindo a troca estruturada de dados entre diferentes pontos do processo e da organização.	Surgem conexões entre sistemas de diferentes elos da cadeia (fornecedores, transportadores, clientes), por meio de EDI, portais ou integrações básicas, permitindo troca de dados sobre pedidos, entregas e estoques.
3	Visibilidade	Dados integrados fornecem uma visão em tempo quase real do estado dos processos, produtos e recursos, por meio de indicadores e painéis consolidados.	Dados integrados ao longo da cadeia produzem visibilidade sobre pedidos em aberto, níveis de estoque, status logístico e atendimento ao cliente, com painéis que cobrem múltiplas empresas ou unidades.
4	Transparência	Relações de causa e efeito são compreendidas e modeladas; os dados permitem explicar por que determinados eventos ocorrem e simular alternativas de decisão.	A organização consegue entender, de forma transparente, como variações em demanda, lead times e desempenho logístico em um elo da cadeia afetam os demais, apoiando decisões colaborativas de replanejamento.
5	Capacidade preditiva	Modelos analíticos e algoritmos são utilizados para prever estados futuros, eventos e riscos relevantes, antecipando problemas e oportunidades.	Modelos preditivos são utilizados para antecipar demandas, riscos de ruptura, atrasos logísticos e impactos em níveis de serviço, alimentando planos conjuntos com fornecedores e clientes.
6	Adaptabilidade	Sistemas e processos ajustam-se de forma autônoma com base em previsões, objetivos e regras, tornando a organização mais ágil e resiliente.	A cadeia de valor torna-se adaptativa: planos de produção, reposição e distribuição são ajustados de forma colaborativa e quase automática entre os elos, com realocação dinâmica de volumes e capacidades.

Dimensão 3: Ciclo de Vida de Produto Integrado

Definição: Ciclo de Vida de Produto Integrado integra pessoas, processos e sistemas ao longo de todo o ciclo de vida do produto, e também examina como os dados são coletados, gerenciados e analisados através dos diferentes estágios do ciclo de vida do produto. Estes estágios incluem design e desenvolvimento, engenharia, produção, uso pelo cliente, serviço e descarte.

Objetivo: Avanços em ferramentas digitais tornaram mais fácil do que nunca reunir dados, Processos, sistemas de negócios e pessoas para criar uma espinha dorsal de informações unificada que pode ser

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 372/389
---	---------------	---------	-------------------

gerenciada digitalmente. A Indústria 4.0 também introduziu o conceito de "gêmeo digital" (*digital twin*), que é uma representação virtual dos ativos físicos, processos e sistemas envolvidos ao longo do ciclo de vida de um produto. Um gêmeo digital oferece dois benefícios-chave. Primeiro, as informações geradas em cada estágio podem ser compartilhadas perfeitamente, facilitando melhor tomada de decisão e permitindo que Processos sejam dinamicamente otimizados em outros estágios. Segundo, um gêmeo digital remove as limitações de trabalhar com protótipos físicos. Trabalhando com o gêmeo digital, múltiplos protótipos podem ser criados e testados virtualmente em velocidade, escala e a um custo muito menor.

Nível	Estágio	Definição do estágio	Descrição na dimensão
0	Inexistente / Analógico	Processos nesta dimensão são predominantemente manuais ou baseados em tecnologias convencionais não digitais. Não há uso relevante de soluções digitais ou sistemas de suporte, correspondendo ao nível 0 do modelo SIRI.	Informações de projeto, produção, uso e serviço de produtos são dispersas, majoritariamente em documentos físicos ou arquivos locais, sem integração entre as fases do ciclo de vida.
1	Informatização	Processos e recursos passam a utilizar soluções digitais e sistemas computadorizados localmente, substituindo controles e registros puramente manuais.	Atividades de desenvolvimento, produção, serviço e descarte utilizam ferramentas digitais locais (CAD, planilhas, sistemas específicos), com baixa integração entre fases do ciclo de vida.
2	Conectividade	Sistemas, máquinas, produtos e pessoas tornam-se conectados em rede, permitindo a troca estruturada de dados entre diferentes pontos do processo e da organização.	Existem conexões básicas entre sistemas de engenharia, produção, vendas e assistência técnica (por exemplo, troca de arquivos e integrações pontuais), permitindo algum reaproveitamento de dados.
3	Visibilidade	Dados integrados fornecem uma visão em tempo quase real do estado dos processos, produtos e recursos, por meio de indicadores e painéis consolidados.	Dados de produto são consolidados em estruturas de gestão do ciclo de vida (por exemplo, PLM ou repositórios integrados), garantindo visibilidade de versões, estruturas, alterações e histórico de uso/manutenção.
4	Transparência	Relações de causa e efeito são compreendidas e modeladas; os dados permitem explicar por que determinados eventos ocorrem e simular alternativas de decisão.	Torna-se transparente como decisões de projeto afetam custos de produção, manutenção, confiabilidade e descarte; análises de causa e efeito suportam melhorias de produto ao longo de seu ciclo de vida.
5	Capacidade preditiva	Modelos analíticos e algoritmos são utilizados para prever estados futuros, eventos e riscos relevantes,	Modelos preditivos utilizam dados de campo, simulações e histórico de falhas para antecipar problemas, orientar melhorias de

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 373/389
---	---------------	---------	-------------------

		antecipando problemas e oportunidades.	projeto, definir campanhas de manutenção e otimizar o desempenho ao longo do ciclo de vida.
6	Adaptabilidade	Sistemas e processos ajustam-se de forma autônoma com base em previsões, objetivos e regras, tornando a organização mais ágil e resiliente.	Produtos e serviços são continuamente ajustados com base em dados de uso, feedback de clientes e previsões, permitindo atualizações de projeto, serviços remotos e modelos de negócio adaptativos (como servitização).

Dimensão 4: Automação do Chão de Fábrica

Definição: Automação do Chão de Fábrica é a aplicação de tecnologia para monitorar, controlar e executar a produção e entrega de produtos e serviços, dentro do local onde a produção e gestão de bens é realizada.

Objetivo: Avaliar o grau de automação dos processos produtivos e de suporte no chão de fábrica, desde processos totalmente manuais até sistemas flexíveis e convergentes com automação empresarial e de instalações.

Nível	Estágio	Definição do estágio	Descrição na dimensão
0	Inexistente / Analógico	Processos nesta dimensão são predominantemente manuais ou baseados em tecnologias convencionais não digitais. Não há uso relevante de soluções digitais ou sistemas de suporte, correspondendo ao nível 0 do modelo SIRI.	As operações de chão de fábrica são predominantemente manuais ou suportadas por equipamentos convencionais, sem automação eletrônica relevante.
1	Informatização	Processos e recursos passam a utilizar soluções digitais e sistemas computadorizados localmente, substituindo controles e registros puramente manuais.	Máquinas e linhas possuem controles eletrônicos e sistemas computadorizados locais (CLPs, CNCs), substituindo controles manuais, porém a automação é isolada.
2	Conectividade	Sistemas, máquinas, produtos e pessoas tornam-se conectados em rede, permitindo a troca estruturada de dados entre diferentes pontos do processo e da organização.	Surgem células e linhas com automação integrada, conectando máquinas, sensores e atuadores em sistemas de controle coordenados, ainda com pouca integração com outros sistemas.
3	Visibilidade	Dados integrados fornecem uma visão em tempo quase real do estado dos processos, produtos e	A automação de chão de fábrica é monitorada em sistemas SCADA/MES, que fornecem

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 374/389
---	---------------	---------	-------------------

		recursos, por meio de indicadores e painéis consolidados.	visibilidade dos estados de máquinas, alarmes, produção e paradas em tempo quase real.
4	Transparência	Relações de causa e efeito são compreendidas e modeladas; os dados permitem explicar por que determinados eventos ocorrem e simular alternativas de decisão.	A organização compreende como configurações de automação, lógicas de controle e sequências de operação influenciam desempenho, qualidade e consumo de recursos, permitindo ajustes mais precisos.
5	Capacidade preditiva	Modelos analíticos e algoritmos são utilizados para prever estados futuros, eventos e riscos relevantes, antecipando problemas e oportunidades.	Modelos analíticos e simulações apoiam a otimização da automação (por exemplo, sequenciamento, lógica de intertravamento, tempos de ciclo), antecipando gargalos e efeitos de mudanças na operação.
6	Adaptabilidade	Sistemas e processos ajustam-se de forma autônoma com base em previsões, objetivos e regras, tornando a organização mais ágil e resiliente.	Sistemas de automação tornam-se adaptativos, ajustando automaticamente parâmetros, lógicas e sequências de operação em função de variações de demanda, mix de produtos e condições de processo.

Dimensão 5: Automação Corporativa

Definição: Automação Corporativa é a aplicação de tecnologia para monitorar, controlar e executar processos, dentro do local onde o trabalho administrativo é realizado. Esses processos incluem, mas não estão limitados a, vendas e *marketing*, planejamento de demanda, aquisição e gestão e planejamento de recursos humanos.

Objetivo: Avaliar o grau de automação dos Processos administrativos e de gestão empresarial.

Nível	Estágio	Definição do estágio	Descrição na dimensão
0	Inexistente / Analógico	Processos nesta dimensão são predominantemente manuais ou baseados em tecnologias convencionais não digitais. Não há uso relevante de soluções digitais ou sistemas de suporte, correspondendo ao nível 0 do modelo SIRI.	Processos administrativos e de gestão são majoritariamente manuais ou baseados em documentos físicos, com uso limitado de sistemas informatizados.
1	Informatização	Processos e recursos passam a utilizar soluções digitais e sistemas computadorizados localmente, substituindo controles e registros puramente manuais.	Processos administrativos e de gestão utilizam sistemas computadorizados básicos (ERP, sistemas financeiros, de RH), substituindo registros em papel,

			mas com grande uso de planilhas paralelas.
2	Conectividade	Sistemas, máquinas, produtos e pessoas tornam-se conectados em rede, permitindo a troca estruturada de dados entre diferentes pontos do processo e da organização.	Integrações entre sistemas corporativos (ERP, CRM, SCM, RH) passam a ser estabelecidas, permitindo troca de dados entre áreas e redução de retrabalho na alimentação de informações.
3	Visibilidade	Dados integrados fornecem uma visão em tempo quase real do estado dos processos, produtos e recursos, por meio de indicadores e painéis consolidados.	Fluxos corporativos (compras, vendas, financeiro, RH, planejamento) são suportados por workflows e painéis que dão visibilidade ao andamento de processos, prazos e responsabilidades.
4	Transparência	Relações de causa e efeito são compreendidas e modeladas; os dados permitem explicar por que determinados eventos ocorrem e simular alternativas de decisão.	Torna-se transparente como processos administrativos e de gestão impactam custos, níveis de serviço, prazos e desempenho operacional, permitindo revisão de políticas e regras de negócio.
5	Capacidade preditiva	Modelos analíticos e algoritmos são utilizados para prever estados futuros, eventos e riscos relevantes, antecipando problemas e oportunidades.	Modelos analíticos são utilizados para prever demandas internas, carga de trabalho, riscos financeiros e impactos de decisões administrativas, apoiando o planejamento de recursos e políticas.
6	Adaptabilidade	Sistemas e processos ajustam-se de forma autônoma com base em previsões, objetivos e regras, tornando a organização mais ágil e resiliente.	A automação corporativa suporta processos adaptativos, ajustando automaticamente fluxos, alçadas, prioridades e alocação de recursos administrativos em função de eventos e previsões de negócio.

Dimensão 6: Automação de Instalações

Definição: Automação de Instalações (Facility) é a aplicação de tecnologia para monitorar, controlar e executar Processos dentro do edifício físico e/ou instalações onde a área de produção está localizada. Esses Processos incluem, mas não estão limitados à gestão de HVAC (aquecimento, ventilação e ar condicionado), resfriamento, segurança e sistemas de iluminação.

Objetivo: Avaliar o grau de automação dos sistemas prediais e de infraestrutura.

Nível	Estágio	Definição do estágio	Descrição na dimensão
0	Inexistente / Analógico	Processos nesta dimensão são predominantemente manuais ou baseados em tecnologias	Sistemas de instalações (energia, HVAC, ar comprimido, segurança, iluminação) são

		convencionais não digitais. Não há uso relevante de soluções digitais ou sistemas de suporte, correspondendo ao nível 0 do modelo SIRI.	operados predominantemente de forma manual ou por dispositivos simples não integrados.
1	Informatização	Processos e recursos passam a utilizar soluções digitais e sistemas computadorizados localmente, substituindo controles e registros puramente manuais.	Sistemas de instalações utilizam controladores locais e dispositivos eletrônicos básicos, substituindo controles puramente manuais, mas com pouca coordenação entre subsistemas.
2	Conectividade	Sistemas, máquinas, produtos e pessoas tornam-se conectados em rede, permitindo a troca estruturada de dados entre diferentes pontos do processo e da organização.	Controle de instalações passa a ser centralizado em sistemas BMS ou supervisórios simples, conectando diferentes subsistemas em um mesmo ambiente de operação.
3	Visibilidade	Dados integrados fornecem uma visão em tempo quase real do estado dos processos, produtos e recursos, por meio de indicadores e painéis consolidados.	Operadores têm visibilidade em tempo quase real do status de equipamentos, consumos de energia e alarmes de infraestrutura, com painéis que consolidam informações por área ou planta.
4	Transparência	Relações de causa e efeito são compreendidas e modeladas; os dados permitem explicar por que determinados eventos ocorrem e simular alternativas de decisão.	As relações entre condições de operação das instalações, consumo de recursos, conforto e impacto na produção tornam-se transparentes, permitindo ajustes de políticas e parâmetros.
5	Capacidade preditiva	Modelos analíticos e algoritmos são utilizados para prever estados futuros, eventos e riscos relevantes, antecipando problemas e oportunidades.	Modelos preditivos são usados para antecipar falhas em equipamentos de utilidades, identificar oportunidades de economia de energia e apoiar decisões de investimento em infraestrutura.
6	Adaptabilidade	Sistemas e processos ajustam-se de forma autônoma com base em previsões, objetivos e regras, tornando a organização mais ágil e resiliente.	Sistemas de instalações ajustam automaticamente setpoints, modos de operação e prioridades com base em previsões de demanda, clima, produção e tarifação, otimizando custo, conforto e disponibilidade.

Dimensão 7: Conectividade de Chão de Fábrica

Definição: Conectividade de Chão de Fábrica é o grau em que máquinas, dispositivos de automação, sensores, atuadores e sistemas de controle em nível de operação estão conectados entre si e com os

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 377/389
---	---------------	---------	-------------------

sistemas de níveis superiores ao longo da pirâmide de automação. Essa dimensão observa não apenas a existência de redes industriais, mas também a padronização de protocolos, a capacidade de troca bidirecional de dados entre equipamentos de diferentes fabricantes e a qualidade desse fluxo de dados.

Objetivo: Avaliar em que medida o chão de fábrica dispõe de uma infraestrutura de comunicação confiável, interoperável, segura, em tempo quase real e escalável, capaz de suportar monitoramento contínuo, controle avançado de processos, análise de dados e, nos níveis superiores, funcionalidades inteligentes e autônomas típicas da Indústria 4.0.

Nível	Estágio	Definição do estágio	Descrição na dimensão
0	Inexistente / Analógico	Processos nesta dimensão são predominantemente manuais ou baseados em tecnologias convencionais não digitais. Não há uso relevante de soluções digitais ou sistemas de suporte, correspondendo ao nível 0 do modelo SIRI.	Não há conectividade estruturada entre dispositivos de chão de fábrica; dados permanecem em equipamentos ou registros manuais.
1	Informatização	Processos e recursos passam a utilizar soluções digitais e sistemas computadorizados localmente, substituindo controles e registros puramente manuais.	Máquinas, sensores e atuadores utilizam recursos digitais, mas com conectividade limitada ou inexistente a outros sistemas.
2	Conectividade	Sistemas, máquinas, produtos e pessoas tornam-se conectados em rede, permitindo a troca estruturada de dados entre diferentes pontos do processo e da organização.	Dispositivos de chão de fábrica são conectados em redes industriais ou IIoT, permitindo troca básica de dados entre máquinas, células e sistemas de supervisão.
3	Visibilidade	Dados integrados fornecem uma visão em tempo quase real do estado dos processos, produtos e recursos, por meio de indicadores e painéis consolidados.	A conectividade fornece visibilidade consolidada do status de equipamentos, produção e condições de processo, com monitoramento em tempo quase real a partir de diferentes pontos da fábrica.
4	Transparência	Relações de causa e efeito são compreendidas e modeladas; os dados permitem explicar por que determinados eventos ocorrem e simular alternativas de decisão.	Relações entre falhas de comunicação, qualidade de rede e desempenho do processo tornam-se transparentes; a organização entende o impacto da conectividade nas operações.
5	Capacidade preditiva	Modelos analíticos e algoritmos são utilizados para prever estados futuros, eventos e riscos relevantes, antecipando problemas e oportunidades.	Modelos e ferramentas monitoram continuamente a rede de chão de fábrica, antecipando congestionamentos, pontos de falha e riscos à disponibilidade da comunicação.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 378/389
---	---------------	---------	-------------------

6	Adaptabilidade	Sistemas e processos ajustam-se de forma autônoma com base em previsões, objetivos e regras, tornando a organização mais ágil e resiliente.	Arquitetura de conectividade de chão de fábrica adapta-se dinamicamente à carga e às necessidades de processo, priorizando tráfego crítico, redirecionando fluxos e reconfigurando segmentos de rede.
---	----------------	---	---

Dimensão 8: Conectividade Corporativa

Definição: Conectividade Corporativa é o grau em que sistemas de gestão e de apoio ao negócio (ERP, CRM, sistemas financeiros, de RH, de planejamento e de cadeia de suprimentos) estão integrados entre si e com outros sistemas internos e externos à organização, por meio de padrões de integração e fluxos de dados consistentes.

Objetivo: Avaliar em que medida a organização dispõe de um tecido informacional integrado que suporta processos ponta a ponta, colaboração interfuncional e visão unificada de informações-chave, permitindo decisões táticas e estratégicas mais rápidas e fundamentadas.

Nível	Estágio	Definição do estágio	Descrição na dimensão
0	Inexistente / Analógico	Processos nesta dimensão são predominantemente manuais ou baseados em tecnologias convencionais não digitais. Não há uso relevante de soluções digitais ou sistemas de suporte, correspondendo ao nível 0 do modelo SIRI.	Sistemas corporativos operam isolados, com pouca ou nenhuma troca eletrônica de dados entre áreas; integrações são feitas manualmente.
1	Informatização	Processos e recursos passam a utilizar soluções digitais e sistemas computadorizados localmente, substituindo controles e registros puramente manuais.	Principais sistemas corporativos (ERP, CRM, financeiro, RH) são informatizados, porém com muitas ilhas de informação e baixa comunicação entre áreas.
2	Conectividade	Sistemas, máquinas, produtos e pessoas tornam-se conectados em rede, permitindo a troca estruturada de dados entre diferentes pontos do processo e da organização.	Integrações entre sistemas corporativos passam a ser estabelecidas por meio de APIs, serviços ou troca estruturada de arquivos, permitindo fluxo básico de dados entre áreas.
3	Visibilidade	Dados integrados fornecem uma visão em tempo quase real do estado dos processos, produtos e recursos, por meio de indicadores e painéis consolidados.	A conectividade corporativa gera visibilidade integrada de pedidos, estoques, resultados financeiros, indicadores de clientes e outros dados de negócio, apoiando o acompanhamento em tempo quase real.
4	Transparência	Relações de causa e efeito são compreendidas e modeladas; os	Os impactos de integrações corporativas sobre desempenho,

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 379/389
---	---------------	---------	-------------------

		dados permitem explicar por que determinados eventos ocorrem e simular alternativas de decisão.	riscos e conformidade tornam-se transparentes, permitindo gestão estruturada da arquitetura de sistemas e das interfaces.
5	Capacidade preditiva	Modelos analíticos e algoritmos são utilizados para prever estados futuros, eventos e riscos relevantes, antecipando problemas e oportunidades.	Modelos e ferramentas monitoram integrações e fluxos de dados corporativos, prevendo gargalos, falhas de integração e riscos de inconsistência de dados.
6	Adaptabilidade	Sistemas e processos ajustam-se de forma autônoma com base em previsões, objetivos e regras, tornando a organização mais ágil e resiliente.	A arquitetura de conectividade corporativa adapta-se com rapidez à inclusão de novos sistemas, unidades e parceiros, reconfigurando integrações e roteando dados de forma dinâmica conforme as necessidades do negócio.

Dimensão 9: Conectividade de Instalações

Definição: Conectividade de Instalações (Facility) é o grau em que sistemas de infraestrutura física da planta (energia, água, ar comprimido, HVAC, refrigeração, iluminação, segurança, monitoramento ambiental e outros sistemas prediais) estão conectados entre si e com os sistemas de produção e corporativos.

Objetivo: Avaliar em que medida a organização consegue monitorar, controlar e otimizar sua infraestrutura física por meio de redes integradas, suportando eficiência energética, confiabilidade operacional, conforto ocupacional e metas de sustentabilidade.

Nível	Estágio	Definição do estágio	Descrição na dimensão
0	Inexistente / Analógico	Processos nesta dimensão são predominantemente manuais ou baseados em tecnologias convencionais não digitais. Não há uso relevante de soluções digitais ou sistemas de suporte, correspondendo ao nível 0 do modelo SIRI.	Sistemas de instalações operam de forma isolada, sem rede estruturada ou comunicação entre equipamentos e sistemas prediais.
1	Informatização	Processos e recursos passam a utilizar soluções digitais e sistemas computadorizados localmente, substituindo controles e registros puramente manuais.	Sistemas de instalações utilizam equipamentos informatizados localmente (controladores eletrônicos, medidores digitais), porém com baixa integração entre subsistemas.
2	Conectividade	Sistemas, máquinas, produtos e pessoas tornam-se conectados em rede, permitindo a troca estruturada	Sistemas de instalações (energia, HVAC, segurança etc.) passam a ser conectados em redes prediais, permitindo troca básica de dados

		de dados entre diferentes pontos do processo e da organização.	entre controladores e um ponto central.
3	Visibilidade	Dados integrados fornecem uma visão em tempo quase real do estado dos processos, produtos e recursos, por meio de indicadores e painéis consolidados.	A conectividade de instalações oferece visibilidade consolidada de consumos, alarmes e estados de equipamentos, com monitoramento em tempo quase real.
4	Transparência	Relações de causa e efeito são compreendidas e modeladas; os dados permitem explicar por que determinados eventos ocorrem e simular alternativas de decisão.	Torna-se transparente como falhas de conectividade, qualidade da rede e configurações de comunicação impactam segurança, conforto e eficiência energética.
5	Capacidade preditiva	Modelos analíticos e algoritmos são utilizados para prever estados futuros, eventos e riscos relevantes, antecipando problemas e oportunidades.	Ferramentas monitoram a rede de instalações e utilizam modelos para prever degradação, sobrecargas e riscos de indisponibilidade de comunicação entre sistemas prediais.
6	Adaptabilidade	Sistemas e processos ajustam-se de forma autônoma com base em previsões, objetivos e regras, tornando a organização mais ágil e resiliente.	A conectividade de instalações adapta-se automaticamente a mudanças de carga, topologia e condições externas, mantendo desempenho e disponibilidade por meio de reconfiguração dinâmica da rede.

Dimensão 10: Inteligência de Chão de Fábrica

Definição: Inteligência de Chão de Fábrica é a capacidade de transformar dados gerados no ambiente produtivo (sensores, máquinas, sistemas MES/SCADA, registros de qualidade, manutenção, logística interna) em informação, conhecimento e ações concretas de melhoria, por meio de visualização, análise e modelos avançados.

Objetivo: Avaliar até que ponto o chão de fábrica evoluiu de um ambiente meramente automatizado para um ambiente orientado a dados, com uso consistente de *analytics* e, gradualmente, de inteligência artificial para otimização contínua de processos, confiabilidade, qualidade e produtividade.

Nível	Estágio	Definição do estágio	Descrição na dimensão
0	Inexistente / Analógico	Processos nesta dimensão são predominantemente manuais ou baseados em tecnologias convencionais não digitais. Não há uso relevante de soluções digitais ou sistemas de suporte, correspondendo ao nível 0 do modelo SIRI.	Decisões operacionais no chão de fábrica são tomadas com base em observações informais e experiência, sem uso sistemático de dados registrados.

1	Informatização	Processos e recursos passam a utilizar soluções digitais e sistemas computadorizados localmente, substituindo controles e registros puramente manuais.	Dados de produção passam a ser registrados digitalmente em sistemas locais ou planilhas, reduzindo a dependência de registros em papel.
2	Conectividade	Sistemas, máquinas, produtos e pessoas tornam-se conectados em rede, permitindo a troca estruturada de dados entre diferentes pontos do processo e da organização.	Dados de diferentes máquinas e processos são conectados em bases ou sistemas comuns, permitindo análises simples sobre volumes produzidos, paradas e rejeitos.
3	Visibilidade	Dados integrados fornecem uma visão em tempo quase real do estado dos processos, produtos e recursos, por meio de indicadores e painéis consolidados.	Indicadores e painéis de desempenho fornecem visibilidade em tempo quase real sobre OEE, produtividade, qualidade e outras métricas de chão de fábrica.
4	Transparência	Relações de causa e efeito são compreendidas e modeladas; os dados permitem explicar por que determinados eventos ocorrem e simular alternativas de decisão.	Análises permitem compreender causas de paradas, perdas de eficiência e problemas de qualidade, tornando claras as relações entre parâmetros de processo e resultados.
5	Capacidade preditiva	Modelos analíticos e algoritmos são utilizados para prever estados futuros, eventos e riscos relevantes, antecipando problemas e oportunidades.	Modelos preditivos identificam com antecedência riscos de falha, deriva de processo, desvios de qualidade e gargalos de capacidade, apoiando decisões de manutenção e ajustes de operação.
6	Adaptabilidade	Sistemas e processos ajustam-se de forma autônoma com base em previsões, objetivos e regras, tornando a organização mais ágil e resiliente.	Algoritmos ajustam automaticamente parâmetros de processo, sequenciamento de ordens e estratégias de operação com base em previsões, metas e restrições, tornando o chão de fábrica adaptativo.

Dimensão 11: Inteligência Corporativa

Definição: Inteligência Corporativa é a capacidade de coletar, integrar, analisar e disseminar dados de negócio provenientes de diversas fontes (vendas, finanças, cadeia de suprimentos, marketing, risco, RH, atendimento ao cliente) para sustentar decisões táticas e estratégicas.

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 382/389
---	---------------	---------	-------------------

Objetivo: Avaliar o grau em que a organização atua como empresa orientada a dados, utilizando informações confiáveis, tempestivas e analiticamente tratadas para otimizar processos, reduzir riscos, identificar oportunidades e suportar a execução da estratégia.

Nível	Estágio	Definição do estágio	Descrição na dimensão
0	Inexistente / Analógico	Processos nesta dimensão são predominantemente manuais ou baseados em tecnologias convencionais não digitais. Não há uso relevante de soluções digitais ou sistemas de suporte, correspondendo ao nível 0 do modelo SIRI.	Decisões de negócio são predominantemente qualitativas, com pouco uso de dados estruturados e sem sistemas analíticos relevantes.
1	Informatização	Processos e recursos passam a utilizar soluções digitais e sistemas computadorizados localmente, substituindo controles e registros puramente manuais.	Dados de negócio (vendas, finanças, RH, logística) são registrados em sistemas informatizados básicos, reduzindo o uso de planilhas e registros manuais isolados.
2	Conectividade	Sistemas, máquinas, produtos e pessoas tornam-se conectados em rede, permitindo a troca estruturada de dados entre diferentes pontos do processo e da organização.	Bases de dados corporativas passam a ser conectadas e consolidadas em repositórios comuns (por exemplo, data marts ou data warehouse), permitindo consultas mais abrangentes.
3	Visibilidade	Dados integrados fornecem uma visão em tempo quase real do estado dos processos, produtos e recursos, por meio de indicadores e painéis consolidados.	Painéis de BI e relatórios gerenciais oferecem visibilidade integrada de indicadores financeiros, comerciais, operacionais e de pessoas para diferentes níveis de gestão.
4	Transparência	Relações de causa e efeito são compreendidas e modeladas; os dados permitem explicar por que determinados eventos ocorrem e simular alternativas de decisão.	Análises multidimensionais e estudos de causa e efeito permitem compreender o impacto de decisões de negócio em resultados e riscos, aumentando a transparência da gestão.
5	Capacidade preditiva	Modelos analíticos e algoritmos são utilizados para prever estados futuros, eventos e riscos relevantes, antecipando problemas e oportunidades.	Modelos preditivos são utilizados para previsão de demanda, receita, churn de clientes, riscos financeiros e operacionais, apoiando o planejamento e a definição de estratégias.
6	Adaptabilidade	Sistemas e processos ajustam-se de forma autônoma com base em previsões, objetivos e regras, tornando a organização mais ágil e resiliente.	Sistemas corporativos recomendam ou executam automaticamente ações (por exemplo, ajustes de preços, campanhas, alocação de recursos) com base em previsões

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 383/389
---	---------------	---------	-------------------

			e objetivos, tornando a organização mais adaptativa.
--	--	--	--

Dimensão 12: Inteligência de Instalações (Facility)

Definição: Inteligência de Instalações (Facility) é a capacidade de utilizar dados gerados pelos sistemas prediais e de utilidades para compreender, prever e otimizar o desempenho da infraestrutura física da planta.

Objetivo: Avaliar em que grau a infraestrutura física da organização é gerida com base em dados e *analytics*, permitindo redução de custos, aumento de disponibilidade, melhoria do ambiente de trabalho e suporte a metas de sustentabilidade e certificações ambientais.

Nível	Estágio	Definição do estágio	Descrição na dimensão
0	Inexistente / Analógico	Processos nesta dimensão são predominantemente manuais ou baseados em tecnologias convencionais não digitais. Não há uso relevante de soluções digitais ou sistemas de suporte, correspondendo ao nível 0 do modelo SIRI.	Uso de dados para gestão de instalações é praticamente inexistente; decisões são reativas, baseadas em quebras e reclamações.
1	Informatização	Processos e recursos passam a utilizar soluções digitais e sistemas computadorizados localmente, substituindo controles e registros puramente manuais.	Medições de consumo de energia, água, ar comprimido e outros recursos passam a ser registradas digitalmente, ainda de forma simples e pouco integrada.
2	Conectividade	Sistemas, máquinas, produtos e pessoas tornam-se conectados em rede, permitindo a troca estruturada de dados entre diferentes pontos do processo e da organização.	Dados de instalações de diferentes subsistemas são conectados em uma base ou sistema comum, permitindo análises consolidadas por área, turno ou equipamento.
3	Visibilidade	Dados integrados fornecem uma visão em tempo quase real do estado dos processos, produtos e recursos, por meio de indicadores e painéis consolidados.	Painéis de monitoramento oferecem visibilidade de consumos, demandas de pico, alarmes e disponibilidade de equipamentos de infraestrutura em tempo quase real.
4	Transparência	Relações de causa e efeito são compreendidas e modeladas; os dados permitem explicar por que determinados eventos ocorrem e simular alternativas de decisão.	Análises permitem compreender causas de desperdícios, vazamentos, falhas recorrentes e ineficiências energéticas, tornando transparentes os impactos das instalações no desempenho global.
5	Capacidade preditiva	Modelos analíticos e algoritmos são utilizados para prever estados futuros, eventos e riscos relevantes,	Modelos preditivos antecipam falhas em equipamentos críticos de instalações e apontam oportunidades de economia,

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 384/389
---	---------------	---------	-------------------

		antecipando problemas e oportunidades.	considerando padrões de uso, clima e produção.
6	Adaptabilidade	Sistemas e processos ajustam-se de forma autônoma com base em previsões, objetivos e regras, tornando a organização mais ágil e resiliente.	Sistemas de gerenciamento de instalações adotam estratégias adaptativas, ajustando automaticamente setpoints, horários de operação e modos de controle com base em previsões de demanda e condições externas.

Dimensão 13: Desenvolvimento e Aprendizado de Força de Trabalho

Definição: Desenvolvimento e Aprendizado de Força de Trabalho é a forma como a organização planeja, estrutura e implementa estratégias para desenvolver as competências necessárias à Indústria 4.0, abrangendo aspectos técnicos, de processo e comportamentais.

Objetivo: Verificar o alinhamento entre a estratégia de desenvolvimento de pessoas e a jornada de transformação digital, desde iniciativas pontuais até programas contínuos, estruturados e integrados à gestão de desempenho, carreiras e sucessão.

Nível	Estágio	Definição do estágio	Descrição na dimensão
0	Inexistente / Analógico	Processos nesta dimensão são predominantemente manuais ou baseados em tecnologias convencionais não digitais. Não há uso relevante de soluções digitais ou sistemas de suporte, correspondendo ao nível 0 do modelo SIRI.	Não há ações estruturadas de desenvolvimento relacionadas à Indústria 4.0; aprendizagem ocorre de modo informal e não sistematizado.
1	Informatização	Processos e recursos passam a utilizar soluções digitais e sistemas computadorizados localmente, substituindo controles e registros puramente manuais.	Iniciativas de desenvolvimento ligadas à Indústria 4.0 são pontuais, focadas em treinamentos básicos sobre tecnologias e conceitos, com registros informatizados simples.
2	Conectividade	Sistemas, máquinas, produtos e pessoas tornam-se conectados em rede, permitindo a troca estruturada de dados entre diferentes pontos do processo e da organização.	Programas de treinamento passam a ser estruturados em trilhas por função, com registro centralizado de cursos, competências e planos de desenvolvimento.
3	Visibilidade	Dados integrados fornecem uma visão em tempo quase real do estado dos processos, produtos e recursos, por meio de indicadores e painéis consolidados.	A organização tem visibilidade das competências existentes e das lacunas relacionadas à Indústria 4.0, utilizando painéis e relatórios para acompanhar evolução de capacitações.

4	Transparência	Relações de causa e efeito são compreendidas e modeladas; os dados permitem explicar por que determinados eventos ocorrem e simular alternativas de decisão.	Torna-se transparente como lacunas de competências impactam projetos e resultados; informações sobre habilidades são usadas para planejar ações de desenvolvimento alinhadas à estratégia.
5	Capacidade preditiva	Modelos analíticos e algoritmos são utilizados para prever estados futuros, eventos e riscos relevantes, antecipando problemas e oportunidades.	Modelos e análises são usados para prever necessidades de competências futuras, riscos de obsolescência e impactos de mudanças tecnológicas na força de trabalho.
6	Adaptabilidade	Sistemas e processos ajustam-se de forma autônoma com base em previsões, objetivos e regras, tornando a organização mais ágil e resiliente.	O sistema de desenvolvimento é adaptativo, ajustando continuamente trilhas, conteúdos e formatos de aprendizagem com base em dados de desempenho, engajamento e evolução do negócio.

Dimensão 14: Competência de Liderança

Definição: Competência de Liderança é o grau em que os líderes da organização compreendem a relevância da Indústria 4.0, possuem competências para atuar nesse contexto e exercem o papel de patrocinadores e condutores da transformação digital.

Objetivo: Verificar se a liderança atua apenas como observadora ou se se torna agente central da transformação, passando de consciência básica para uma atuação estruturante e visionária, coerente com os níveis mais altos de maturidade 4.0.

Nível	Estágio	Definição do estágio	Descrição na dimensão
0	Inexistente / Analógico	Processos nesta dimensão são predominantemente manuais ou baseados em tecnologias convencionais não digitais. Não há uso relevante de soluções digitais ou sistemas de suporte, correspondendo ao nível 0 do modelo SIRI.	Lideranças não consideram de forma estruturada a Indústria 4.0; decisões e prioridades não refletem uma visão de transformação digital.
1	Informatização	Processos e recursos passam a utilizar soluções digitais e sistemas computadorizados localmente, substituindo controles e registros puramente manuais.	Lideranças começam a ter acesso e registro digitalizado de informações e iniciativas de Indústria 4.0, construindo entendimento inicial sobre o tema.
2	Conectividade	Sistemas, máquinas, produtos e pessoas tornam-se conectados em rede, permitindo a troca estruturada	Líderes participam de fóruns estruturados, programas de capacitação e comunidades internas sobre transformação

		de dados entre diferentes pontos do processo e da organização.	digital, reforçando conexões entre áreas.
3	Visibilidade	Dados integrados fornecem uma visão em tempo quase real do estado dos processos, produtos e recursos, por meio de indicadores e painéis consolidados.	Há visibilidade clara sobre o patrocínio, envolvimento e atuação das lideranças em iniciativas de Indústria 4.0, com indicadores de engajamento e suporte.
4	Transparência	Relações de causa e efeito são compreendidas e modeladas; os dados permitem explicar por que determinados eventos ocorrem e simular alternativas de decisão.	Fica transparente o impacto das decisões de liderança sobre o avanço da maturidade 4.0; práticas exemplares e lacunas são identificadas e tratadas.
5	Capacidade preditiva	Modelos analíticos e algoritmos são utilizados para prever estados futuros, eventos e riscos relevantes, antecipando problemas e oportunidades.	Ferramentas e modelos ajudam a antecipar riscos de liderança (por exemplo, resistência, falta de patrocínio) e necessidades de desenvolvimento para sustentar a transformação.
6	Adaptabilidade	Sistemas e processos ajustam-se de forma autônoma com base em previsões, objetivos e regras, tornando a organização mais ágil e resiliente.	O estilo e as práticas de liderança evoluem de forma adaptativa, ajustando-se às exigências da transformação digital, promovendo continuamente inovação, aprendizado e colaboração.

Dimensão 15: Colaboração inter e intra-organização

Definição: Colaboração inter e intra-organização é o grau em que áreas internas, unidades de negócio, plantas e parceiros externos trabalham de forma integrada na concepção, implementação e operação de soluções de Indústria 4.0.

Objetivo: Medir a evolução desde um ambiente fragmentado, de silos funcionais, até um ecossistema colaborativo em que inovação e melhoria contínua são construídas de forma conjunta, integrando fornecedores, clientes, instituições de pesquisa e outros atores relevantes.

Nível	Estágio	Definição do estágio	Descrição na dimensão
0	Inexistente / Analógico	Processos nesta dimensão são predominantemente manuais ou baseados em tecnologias convencionais não digitais. Não há uso relevante de soluções digitais ou sistemas de suporte, correspondendo ao nível 0 do modelo SIRI.	A colaboração entre áreas internas e com parceiros externos é mínima, ocorrendo apenas de forma informal e não registrada.
1	Informatização	Processos e recursos passam a utilizar soluções digitais e sistemas computadorizados localmente,	Práticas de colaboração são registradas de forma básica (reuniões, grupos de trabalho),

		substituindo controles e registros puramente manuais.	com uso limitado de ferramentas digitais para suporte a equipes e projetos 4.0.
2	Conectividade	Sistemas, máquinas, produtos e pessoas tornam-se conectados em rede, permitindo a troca estruturada de dados entre diferentes pontos do processo e da organização.	Ferramentas colaborativas passam a conectar áreas, plantas e alguns parceiros externos, permitindo trocas estruturadas de informações sobre projetos e operações.
3	Visibilidade	Dados integrados fornecem uma visão em tempo quase real do estado dos processos, produtos e recursos, por meio de indicadores e painéis consolidados.	Há visibilidade das redes de colaboração internas e externas, com painéis que mostram projetos conjuntos, participação das áreas e resultados alcançados.
4	Transparência	Relações de causa e efeito são compreendidas e modeladas; os dados permitem explicar por que determinados eventos ocorrem e simular alternativas de decisão.	Torna-se transparente como a colaboração (ou a falta dela) impacta prazos, custos, inovação e qualidade; gargalos e boas práticas são identificados de forma sistemática.
5	Capacidade preditiva	Modelos analíticos e algoritmos são utilizados para prever estados futuros, eventos e riscos relevantes, antecipando problemas e oportunidades.	Análises são utilizadas para prever riscos de falhas na colaboração (por exemplo, silos, dependência de indivíduos-chave) e para planejar ações de fortalecimento de redes e parcerias.
6	Adaptabilidade	Sistemas e processos ajustam-se de forma autônoma com base em previsões, objetivos e regras, tornando a organização mais ágil e resiliente.	Arranjos colaborativos adaptam-se dinamicamente, reorganizando equipes, parcerias e fluxos de informação em função de desafios e oportunidades da transformação 4.0.

Dimensão 16: Estratégia & Governança

Definição: Estratégia & Governança é o grau em que a organização possui uma estratégia explícita para Indústria 4.0, alinhada à estratégia de negócio e suportada por estrutura de governança clara, com papéis, responsabilidades e mecanismos de priorização e acompanhamento.

Objetivo: Verificar se a transformação digital está desconectada do planejamento estratégico ou se é tratada como vetor central de competitividade, respaldada por mecanismos de governança consistentes com o nível de ambição da organização, permitindo ajustes ágeis de rumo e alocação eficiente de recursos.

Nível	Estágio	Definição do estágio	Descrição na dimensão
-------	---------	----------------------	-----------------------

	DOQ-DIMCI-0XX	REV. 01	PÁGINA 388/389
---	---------------	---------	-------------------

0	Inexistente / Analógico	Processos nesta dimensão são predominantemente manuais ou baseados em tecnologias convencionais não digitais. Não há uso relevante de soluções digitais ou sistemas de suporte, correspondendo ao nível 0 do modelo SIRI.	Não há estratégia ou governança específica para Indústria 4.0; iniciativas digitais são isoladas e desconectadas do planejamento formal.
1	Informatização	Processos e recursos passam a utilizar soluções digitais e sistemas computadorizados localmente, substituindo controles e registros puramente manuais.	Elementos de estratégia e governança para Indústria 4.0 começam a ser documentados de forma digital, com diretrizes iniciais e alguns projetos mapeados.
2	Conectividade	Sistemas, máquinas, produtos e pessoas tornam-se conectados em rede, permitindo a troca estruturada de dados entre diferentes pontos do processo e da organização.	Estratégia e governança são conectadas a planos, portfólios de projetos e estruturas de responsabilidade, permitindo coordenação básica das iniciativas 4.0.
3	Visibilidade	Dados integrados fornecem uma visão em tempo quase real do estado dos processos, produtos e recursos, por meio de indicadores e painéis consolidados.	Há visibilidade consolidada do portfólio de projetos, dos investimentos, dos resultados e dos riscos associados à jornada de maturidade 4.0.
4	Transparência	Relações de causa e efeito são compreendidas e modeladas; os dados permitem explicar por que determinados eventos ocorrem e simular alternativas de decisão.	Fica transparente como decisões estratégicas e de governança impactam diretamente a evolução da maturidade 4.0, permitindo correções de rumo baseadas em evidências.
5	Capacidade preditiva	Modelos analíticos e algoritmos são utilizados para prever estados futuros, eventos e riscos relevantes, antecipando problemas e oportunidades.	Modelos são utilizados para simular cenários de investimento, risco e retorno relacionados à transformação digital, apoiando decisões de priorização e alocação de recursos.
6	Adaptabilidade	Sistemas e processos ajustam-se de forma autônoma com base em previsões, objetivos e regras, tornando a organização mais ágil e resiliente.	Estratégia e governança tornam-se adaptativas, ajustando continuamente metas, portfólio e mecanismos de decisão em função de mudanças tecnológicas, de mercado e regulatórias.

APÊNDICE B - Modelo de Relatório de Avaliação

(Este APÊNDICE conteria um template completo de relatório)

APÊNDICE C - Planilha de Cálculo do Índice $idx_{4.0}$

(Este APÊNDICE conteria o link para o download de uma planilha em formato .xlsx para cálculo automatizado)

Controle de Versões

Versão	Data	Descrição	Autor
1.0	28/10/2025	Versão inicial do guia	Wladmir A. Chapetta
