

MAPA DE COMPETÊNCIAS – AUTOMAÇÃO NA MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

Abaixo está uma lista abrangente e estruturada de competências para compor um Mapa de Competências de Automação aplicado à Manutenção Industrial. O conteúdo está organizado por dimensões, com exemplos de indicadores comportamentais e técnicos por nível, formas de avaliação e como transformar gaps em um plano de capacitação efetivo.

Escala de Proficiência (para todas as competências)

- N1 – Básico: Conhece conceitos fundamentais e executa tarefas com supervisão.
- N2 – Intermediário: Executa de forma autônoma em cenários padrão e documenta adequadamente.
- N3 – Avançado: Opera em cenários complexos, padroniza, treina outros e previne recorrências.
- N4 – Expert: Referência técnica; define padrões, integra soluções multi-plataforma e lidera melhorias.

Evidências típicas: prova teórica, prova prática com bancada/simulador, logs e históricos de OS, registros de calibração, commits de versionamento, relatórios de RCA/FMEA, pareceres técnicos, auditorias de normas e avaliações em campo.

1) CONHECIMENTO TÉCNICO EM AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

1.1 Controladores Lógicos Programáveis (CLP/PLC)

- Escopo: Arquitetura, endereçamento, I/O, variação de ciclos, temporização, contadores, blocos de função.
- Plataformas: Siemens (S7/TIA Portal), Rockwell (ControlLogix/Studio 5000), Schneider (Modicon/Control Expert), ABB, Omron.
- Indicadores:
 - N1: Interpreta ladder simples, força I/O com segurança, faz upload/download.
 - N2: Altera lógica com testes, comenta código, usa watch tables e diagnósticos.

- N3: Modulariza código, aplica UDTs/FBs, gerencia instâncias, faz simulação e testes de regressão.
- N4: Define padrões de programação, bibliotecas reutilizáveis, integra multi-CLP e conduz MOC.

1.2 Sistemas de Controle Distribuído (DCS)

- Plataformas: DeltaV, Centum, Experion, 800xA (exemplos).
- Indicadores:
 - N1: Navega na engenharia e operação.
 - N2: Altera malhas, limites e estratégias de controle sob procedimento.
 - N3: Cria estratégias compostas, snapshots de configuração, versiona e valida.
 - N4: Desenha arquitetura, redundância e recuperação de desastres.

1.3 SCADA, IHM e Historians

- SCADA/IHM: WinCC, FactoryTalk View, Ignition, AVEVA/Wonderware.
- Historians: OSIsoft PI, AVEVA Historian.
- Indicadores:
 - N1: Navega telas, confirma alarmes, gera tendências.
 - N2: Edita telas, cria alarmes, vincula tags e datasources.
 - N3: Otimiza alarmística (rationalization), KPIs e intertravamentos de tela.
 - N4: Padrões de UI/UX industrial, hierarquias ISA-95, integra historian/MES/APM.

1.4 Instrumentação e Laços de Controle

- Sensores/transmissores (pressão, temperatura, nível, vazão), válvulas de controle, posicionadores, laços 4-20 mA/HART/FF.
- Indicadores:
 - N1: Lê P&ID e faz checagens de malha.
 - N2: Calibra com comunicadores (HART/FF), faz trims e compensações.

- N3: Otimiza sintonia de PID, reduz variabilidade, corrige ruído e saturação.
- N4: Projeta estratégias feedforward/cascata/constrangida e mapeia criticidade por ISO 14224.

1.5 Acionamentos, Drives e Motion

- Inversores de frequência, soft-starters, servos, feedbacks.
- Indicadores:
 - N1: Parametriza VFDs padrão e realiza start/stop seguro.
 - N2: Diagnostica falhas comuns (sobrecorrente, sobretemperatura, EMC).
 - N3: Integra com rede (PROFINET/EtherNet/IP), safety STO, rampas e perfis.
 - N4: Otimiza eficiência energética, harmônicos e confiabilidade de sistemas multi-acionamento.

1.6 Elétrica aplicada à automação

- Painéis, aterramento, EMC, proteção, IEC 60204-1.
- Indicadores:
 - N1: Interpreta diagramas e identifica dispositivos.
 - N2: Executa medições seguras, identifica falhas de aterramento/EMC.
 - N3: Audita painéis/arranjos, propõe melhorias de proteção e segregação.
 - N4: Especifica painéis e roteamento considerando disponibilidade e manutenibilidade.

2) HABILIDADES DE MANUTENÇÃO E REPARO DE SISTEMAS AUTOMATIZADOS

2.1 Estratégias de manutenção (PM, PdM, CBM, RCM)

- Indicadores:
 - N1: Cumpre rotinas e checklists.
 - N2: Usa dados para antecipar falhas (temperatura, vibração, alarmes).

- N3: Implementa CBM e defende periodicidades ótimas.
- N4: Conduz RCM, reequilibra plano e comprova ROI.

2.2 Calibração e Metrologia

- Rastreabilidade, incerteza, padrões, bancos de calibração.
- Indicadores:
 - N1: Executa calibrações simples com procedimento.
 - N2: Ajusta instrumentos inteligentes e registra “as found/as left”.
 - N3: Define intervalos por criticidade e histórico, reduz desvio.
 - N4: Estrutura laboratório/metodologia e integra ao CMMS.

2.3 Comissionamento e Start-up

- FAT/SAT, checklists por loop, laudos de aceitação.
- Indicadores:
 - N1: Executa testes sob supervisão.
 - N2: Conduz SAT e evidencia rastreável.
 - N3: Planeja comissionamento por risco e janela de parada.
 - N4: Padroniza pacotes de comissionamento e KPIs de readiness.

2.4 Gestão de sobressalentes e obsolescência

- Indicadores:
 - N1: Cumpre controle de estoque e conservação.
 - N2: Define níveis mínimos e críticas A/B/C.
 - N3: Planeja migrações de plataforma e last time buy.
 - N4: Acordos com OEMs, kits de contingência e estratégia multicritério.

2.5 Documentação e engenharia de manutenção

- P&IDs, laudos, redlines, As-Built, EPLAN/AutoCAD.
- Indicadores:
 - N1: Atualiza registros após intervenções.
 - N2: Controla revisões e difunde instruções de trabalho.

- N3: Garante As-Built em D+1 e integra repositórios.
 - N4: Define governança de engenharia e auditorias periódicas.
-

3) PROTOCOLOS E REDES DE COMUNICAÇÃO INDUSTRIAL

3.1 Protocolos clássicos e modernos

- Modbus (RTU/TCP), Profibus DP/PA, PROFINET, EtherNet/IP, HART, Foundation Fieldbus, OPC UA/DA, MQTT (Sparkplug B).
- Indicadores:
 - N1: Reconhece topologias, endereços e terminadores.
 - N2: Configura nós/dispositivos, tags e diagnósticos básicos.
 - N3: Soluciona latência/perdas, QoS, jitter, grounding/EMC em fieldbus.
 - N4: Arquiteturas mistas redundantes, time-sensitive networking (quando aplicável).

3.2 Diagnóstico de redes

- Ferramentas: analisadores de rede, protocol sniffers, TDR, testers.
- Indicadores:
 - N1: Usa ferramentas de teste básico (ping, cabos).
 - N2: Sniffers para identificar timeouts e colisões.
 - N3: KPIs de rede, documentação viva, mapas de ativos.
 - N4: Melhoria contínua de determinismo, segmentação e disponibilidade.

3.3 Segurança de redes industriais (OT)

- Segmentação, firewalls, acesso remoto, gestão de patches, backups.
- Norma: ISA/IEC 62443.
- Indicadores:
 - N1: Cumpre práticas de credenciais e uso de mídias.
 - N2: Aplica backups/versionamento e acessos por papel.
 - N3: Implementa DMZ, ACLs, VPNs e whitelisting de serviços.

- N4: Plano de resposta a incidentes OT, hardening por padrão e auditoria periódica.

4) PROGRAMAÇÃO E CONFIGURAÇÃO DE SISTEMAS DE AUTOMAÇÃO

4.1 Linguagens IEC 61131-3

- Ladder (LD), Structured Text (ST), Function Block Diagram (FBD), SFC.
- Indicadores:
 - N1: Altera blocos simples e compila sem erros.
 - N2: Cria blocos parametrizados, trata falhas e estados.
 - N3: Programação orientada a objetos (quando disponível), testes unitários, simulação HIL.
 - N4: Arquitetura modular, templates enterprise e revisão por pares sistemática.

4.2 Boas práticas de engenharia de software

- Versionamento (Git/SVN), convenções, code reviews, testes.
- Indicadores:
 - N1: Salva versões e comenta mudanças.
 - N2: Usa branches e solicita PR/CR.
 - N3: Integra pipelines de testes/simulações e tagging de releases.
 - N4: Padrões corporativos, auditoria e trilha de evidência integrada ao CMMS.

4.3 Configuração de IHM/SCADA

- Telas, alarmes, scripts, drivers, usuários.
- Indicadores:
 - N1: Altera etiquetas e propriedades simples.
 - N2: Cria telas consistentes com navegação segura.
 - N3: Scripting, cálculos on-line, sinóticos e permissões por função.
 - N4: Biblioteca corporativa, guidelines de usabilidade e gestão de alarmes por ISA-18.2.

4.4 Integração de sistemas

- OPC UA, MQTT, historians, MES, APM/analytics, CMMS (SAP PM/Maximo).
 - Indicadores:
 - N1: Exporta/importa tags e históricos.
 - N2: Integra dados para dashboards de manutenção.
 - N3: Conecta eventos/ordens e ativa workflows automáticos.
 - N4: Arquitetura de dados corporativa e indicadores de confiabilidade fim-a-fim.
-

5) NORMAS E REGULAMENTAÇÕES DE SEGURANÇA

- Elétrica e máquinas: NR-10, NR-12, IEC 60204-1, ISO 13849-1 (PL), IEC 62061.
 - Segurança funcional de processo: IEC 61508/61511 (SIL, SIF, SIS).
 - Cybersegurança OT: ISA/IEC 62443.
 - Gestão de ativos e confiabilidade: ISO 55000, ISO 14224.
 - Indicadores:
 - N1: Conhece requisitos e EPI/EPC aplicáveis.
 - N2: Aplica LOTO e testes de ausência de tensão; participa de análises de risco.
 - N3: Implementa validações SIL/PL e prova periódica; orienta equipe.
 - N4: Lidera HAZOP/LOPA/MOC, garante conformidade e auditoria recorrente.
-

6) DIAGNÓSTICO E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS

6.1 Metodologias

- RCA (5 Porquês, Ishikawa), FMEA/FMECA, Pareto, AMDEC.
- Indicadores:
 - N1: Aplica checklists e isola variáveis.
 - N2: Conduz RCA simples com ações corretivas verificáveis.
 - N3: Lidera FMEA de sistemas críticos e atualiza planos.

- N4: Padroniza metodologia de resolução e monitora eficácia (closure e verificação).

6.2 Ferramentas de diagnóstico

- Multímetro, loop calibrator, comunicadores (HART/FF), osciloscópio, analisadores de rede, registradores, termovisor.
- Indicadores:
 - N1: Utiliza com segurança e registra leituras.
 - N2: Correlaciona sintomas com causas prováveis.
 - N3: Cria procedimentos padrão de diagnóstico e kits.
 - N4: Seleciona tecnologia de monitoramento on-line 24/7 conforme criticidade.

6.3 Análise de dados e predição

- Tendências, estatística básica, detecção de anomalias, alarmes.
- Indicadores:
 - N1: Gera e interpreta tendências simples.
 - N2: Estabelece limites de controle e detecta deriva.
 - N3: Usa análises multivariadas e relaciona a falhas conhecidas.
 - N4: Define modelos e indicadores preditivos conectados a ações no CMMS.

7) TRABALHO EM EQUIPE E COMUNICAÇÃO

7.1 Comunicação técnica

- Indicadores:
 - N1: Registra intervenções com clareza nas OS.
 - N2: Conduz passagens de turno e atualiza Lições Aprendidas.
 - N3: Facilita reuniões de falhas crônicas e ensina boas práticas.
 - N4: Padroniza relatórios e treina multiplicadores.

7.2 Colaboração interfuncional

- Operação, Engenharia, Qualidade, TI/OT, fornecedores.

- Indicadores:
 - N1: Aciona suporte no momento certo.
 - N2: Trabalha com Operação para janelas de intervenção e testes.
 - N3: Alinha MOC com Engenharia e TI/OT para mudanças seguras.
 - N4: Lidera fóruns de confiabilidade e governance de mudanças.

7.3 Planejamento e priorização baseada em risco

- Criticidade de ativos, RPN, impacto em segurança/produção/custo.
- Indicadores:
 - N1: Segue prioridades definidas.
 - N2: Classifica solicitações por risco e define recursos.
 - N3: Mantém backlog saudável e reduz intervenção emergencial.
 - N4: Estrutura gestão de OS por risco ponta a ponta e reporta ganhos em disponibilidade.

7.4 Liderança e desenvolvimento

- Mentoria, capacitação, cultura de melhoria contínua.
- Indicadores:
 - N1: Compartilha dicas e padrões.
 - N2: Treina novatos em rotinas essenciais.
 - N3: Conduz treinamentos práticos e avaliações.
 - N4: Define trilhas de carreira e matriz de multifuncionalidade.

COMPETÊNCIAS TRANSVERSAIS COMPLEMENTARES

- CMMS/EAM: SAP PM, IBM Maximo (abertura/fechamento de OS, planos, listas técnicas, medição de KPIs).
- Leitura e elaboração de P&ID, diagramas elétricos, ISA S5.1 (instrumentação).
- Inglês técnico para manuais, telas, logs e suporte de fornecedores.
- Ferramentas de engenharia: EPLAN/AutoCAD; gestão de documentos e padrões.

- Segurança de processos e MOC (Management of Change) aplicados a automação.
 - Data literacy: SQL básico, consultas em historians, noções de OPC UA/MQTT.
-

Avaliação: métodos e pesos sugeridos

- Teoria (prova, 20–30%): normas, conceitos de controle, protocolos.
- Prática (bancada/simulador, 40–50%): PLC/HMI, rede, instrumentação e diagnóstico.
- Estudo de caso (10–20%): RCA/FMEA, priorização por risco, MOC.
- Evidências documentais (10–20%): OS, relatórios, commits, calibrações, backups.

Exemplos de provas práticas:

- PLC: alterar bloco ST com tratamento de falha de sensor, simular e documentar testes.
 - Rede: diagnosticar intermitência PROFINET, propor correção com evidência de melhoria de jitter.
 - Instrumentação: calibrar transmissor com HART, registrar as found/as left e incerteza.
 - SCADA: criar tela com alarme racionalizado, permissões por usuário e tendência.
-

Rubricas exemplificadas (indicadores por nível)

A) PLC – Programação IEC 61131-3

- N1: Faz upload/download e altera temporizadores simples com checklist.
- N2: Implementa FB com parâmetros e simula cenários normais/anormais.
- N3: Adota OOP (quando disponível), testes de regressão e code review.
- N4: Define padrões corporativos, bibliotecas e pipelines de validação.

B) Redes Industriais – Diagnóstico

- N1: Identifica topologia e executa ping/diagnósticos básicos.
- N2: Usa sniffer para localizar perdas e repara cabos/conectores.

- N3: Otimiza QoS, prioridades e segmentação; documenta KPIs de rede.
- N4: Arquitetura resiliente com redundância, DMZ OT e gestão de ativos on-line.

C) Segurança Funcional – SIL/PL

- N1: Reconhece conceitos SIL/PL e intertravamentos básicos.
- N2: Executa provas periódicas e registra bypasses sob controle.
- N3: Analisa LOPA, SIFs e validações; fecha gaps de prova.
- N4: Lidera programa de segurança funcional e auditorias de conformidade.

Identificação de gaps

1. Defina a exigência por função/ativo:
 - Ex.: Técnico Sr. em área crítica deve ter N3 em PLC/Redes/SCADA, N2 em Segurança Funcional, N3 em Diagnóstico.
2. Avalie o nível atual com a rubrica e evidências.
3. Calcule o gap (Exigido – Atual) por competência.
4. Priorize por risco:
 - $\text{Peso} = \text{Críticidade do ativo} \times \text{Probabilidade de falha} \times \text{Impacto (EHS/produção/custo)}$.
 - Produza um heatmap de gaps para orientar capacitação e alocação de recursos.

Plano de capacitação e desenvolvimento

Estratégia 70-20-10:

- 70% prática em campo/lab: rotações assistidas, job shadowing, desafios em bancadas (PLCs, redes, IHMs), comissionamentos supervisionados.
- 20% mentoria e comunidades de prática: dojos de código IEC 61131-3, revisões de RCA, sessões OT-cyber.
- 10% cursos e certificações: módulos curtos, provas práticas e reciclagem anual.

Trilhas por perfil:

- Técnico de Automação: PLC (N1→N3), redes (N1→N3), SCADA/HMI (N1→N2), instrumentação (N2→N3), diagnóstico (N2→N3).
- Eletricista de Manutenção com foco em automação: segurança (NR-10/NR-12), painéis/EMC, drives, instrumentação básica e redes (N1→N2).
- Engenheiro/Especialista: integração (OPC UA/MQTT, historian), segurança funcional (IEC 61511), cyber OT (ISA/IEC 62443), RCM/RCFA avançado.

Exemplo de roteiro 90–180 dias (para áreas críticas):

- 0–30 dias: Diagnóstico de gaps, nivelamento de segurança, backups, versionamento e padrões de documentação.
- 30–90 dias: PLC/Redes/SCADA em lab com simuladores, estudos de caso de falhas crônicas, calibração avançada, alarm rationalization.
- 90–180 dias: Projetos aplicados (reduzir MTTR em X%, eliminar Y alarmes de chattering, aumentar disponibilidade do sistema Z), auditoria de segurança funcional e de rede OT.

Recertificação e manutenção de competência:

- Reavaliação semestral em competências críticas.
- Provas práticas anuais e simulações de incidentes.
- Métricas de eficácia de treinamento (ver abaixo).

KPIs para medir impacto da capacitação

- Confiabilidade e disponibilidade: MTBF, disponibilidade de área/sistema, OEE (componente disponibilidade).
- Manutenção: MTTR, % OS preventivas no prazo, backlog saudável (semanas), taxa de manutenção corretiva emergencial.
- Qualidade dos ativos de automação: falhas repetitivas (recorrência), tempo de restauração de rede, número de alarmes ruins (chattering, stale), integridade de backups e As-Built.
- Segurança e conformidade: número de bypasses fora do padrão, conformidade SIL/PL, auditorias NR-10/NR-12 sem desvios.
- ROI: redução de perdas por paradas, redução de retrabalhos, economia de sobressalentes por gestão de obsolescência, ganhos de eficiência energética em drives.

Ferramentas e ambientes recomendados

- Bancadas/simuladores: PLCs (Siemens/Rockwell/Schneider), IHM/SCADA de teste, painéis com I/O reais e redes PROFINET/EtherNet/IP/Modbus.
- Diagnóstico: multímetro classe industrial, comunicadores HART/FF, loop calibrator, osciloscópio, analisadores de rede, Wireshark com dissectors industriais.
- Software: TIA Portal, Studio 5000, Control Expert, Ignition/WinCC/FactoryTalk View, OSIsoft PI/AVEVA Historian, Git/SVN, EPLAN/AutoCAD.
- Gestão: CMMS/EAM (SAP PM/Maximo), repositório central de padrões, base de Lições Aprendidas, templates de RCA/FMEA/MOC.

Exemplos de checklists de avaliação prática (resumo)

- PLC: “Backup verificado”, “Comentário e padrões aplicados”, “Tratamento de falha de sensor”, “Testes com simulação HIL”, “Registro de testes”.
- Redes: “Mapa de ativos e topologia”, “Verificação de cabos/terminação”, “QoS/prioridade configurada”, “Segmentação/ACLs”, “Backup de switches/CLPs”.
- Instrumentação: “Calibração com incerteza e rastreabilidade”, “As found/As left”, “Ajuste de linearização”, “Validação em malha”.
- SCADA/IHM: “Telas consistentes”, “Alarmes com prioridade/RTN”, “Permissões por perfil”, “Tendências e logs”, “Documentação de mudanças (MOC)”.

Como usar este Mapa de Competências

1. Defina exigência por função e por área (conforme criticidade e tecnologia instalada).
2. Avalie cada técnico com rubricas N1–N4 e colete evidências.
3. Consolide gaps e priorize pelo risco (impacto em segurança, produção e custo).
4. Construa o plano 70-20-10 com metas e entregáveis práticos.

5. Meça os KPIs de eficácia 30/90/180 dias e ajuste a trilha.
-

Resumo

- A lista acima cobre: conhecimento técnico (PLC/DCS/SCADA/instrumentação/drives), manutenção e reparo, protocolos e redes, programação e configuração, normas de segurança, diagnóstico e solução de problemas, e competências comportamentais.
- Inclui indicadores por nível, métodos de avaliação, priorização por risco e um caminho claro para transformar gaps em resultados (redução de MTTR, aumento de disponibilidade, conformidade e ROI).
- Com isso, você consegue avaliar com precisão, identificar lacunas específicas e montar um plano de capacitação sob medida para cada técnico e área.