

## MAPA DE COMPETÊNCIAS – ELÉTRICA NA MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

Segue lista abrangente e estruturada para compor o Mapa de Competências da disciplina de Elétrica na Manutenção Industrial. Está organizada por dimensões com descrições e indicadores de proficiência N0–N4 para permitir avaliação precisa, identificação de gaps e montagem do plano de desenvolvimento.

### Escala de Proficiência (para todas as competências)

- N0 – Não exposto: nunca executou ou treinou.
  - N1 – Básico: conhece fundamentos, executa tarefas simples sob supervisão.
  - N2 – Intermediário: executa tarefas de média complexidade com mínima supervisão.
  - N3 – Avançado: executa tarefas complexas de forma autônoma e orienta outros.
  - N4 – Especialista: referência técnica; padroniza, otimiza, treina e lidera estudos/projetos.
- 

## 1) CONHECIMENTO TÉCNICO EM ELÉTRICA INDUSTRIAL (BT, MT, AT)

### 1.1 Sistemas de Baixa Tensão (BT)

- N1: Identifica componentes (QGBT, CCM, MCCB, contadores), lê diagramas simples.
- N2: Interpreta esquemas multifilares, executa instalações/manutenções típicas (circuitos, motores) com segurança.
- N3: Dimensiona condutores e proteções, corrige problemas de queda de tensão/aquecimento; domina CCMs inteligentes.
- N4: Define padrões BT conforme NBR 5410; projeta melhorias, revisa seletividade e coordenação.

### 1.2 Sistemas de Média Tensão (MT)

- N1: Reconhece equipamentos (células, disjuntores, seccionadoras, TC/TP, transformadores MT/BT).
- N2: Auxilia em comissionamentos e manutenções, conhece NBR 14039, executa inspeções e testes básicos.

- N3: Executa manutenções preventivas/corretivas em MT, entende ajustes de proteção e intertravamentos.
- N4: Coordena intervenções em MT, participa de estudos de curto-circuito e seletividade; define padrões operacionais.

### **1.3 Sistemas de Alta Tensão (AT) e Subestações**

- N1: Entende conceitos e riscos de AT; conhece principais equipamentos (trafos de potência, disjuntores, barramentos).
- N2: Apoia inspeções e rotinas sob procedimentos; conhece documentação de subestação.
- N3: Executa testes/ensaios planejados com equipe habilitada; interpreta oscilografias e eventos.
- N4: Define estratégias de manutenção de subestações, critérios de vida útil e planos de ensaios.

### **1.4 Motores e Acionamentos Elétricos**

- N1: Tipos de motores, placa de dados, ligações (estrela/triângulo).
- N2: Diagnostica problemas comuns (sobrecorrente, partida), troca e alinha motor/acionamento básico.
- N3: Integra motores com inversores/soft-starters, parametriza e otimiza performance/THD.
- N4: Especifica soluções de acionamento e eficiência; define padrões de aplicação.

### **1.5 Painéis Elétricos, CCM/CCM Inteligente**

- N1: Reconhece arquitetura e dispositivos; noções de segregação/ventilação.
- N2: Monta, identifica e organiza painéis; interpreta fiação e numeração.
- N3: Executa retrofit/repadronização e comissiona CCMs inteligentes.
- N4: Padroniza layouts, barramentos, IP, ventilação e digitalização.

### **1.6 Cabos, Barramentos, Terminações e Emendas**

- N1: Tipos de cabos, tabelas de corrente, curvas de instalação.
- N2: Executa terminações/emendas BT e inspeções; mede resistência de isolamento.

- N3: Realiza terminações MT, testes (IR/PI/VLF conforme procedimento), identifica descargas parciais indiciárias.
- N4: Define critérios de seleção/instalação, gestão de vida útil e mitigação de falhas.

### **1.7 Aterramento, SPDA e Equalização**

- N1: Conceitos de aterramento funcional/de proteção; identifica barramentos de terra.
- N2: Mede resistência de aterramento e continuidade; inspeciona SPDA (visual).
- N3: Interpreta laudos SPDA (NBR 5419) e conduz melhorias; resolve loops de terra.
- N4: Define malhas de terra e equalização para BT/MT e instrumentação; integra SPDA/aterramento à seletividade.

### **1.8 Qualidade de Energia e Harmônicos**

- N1: Conceitos de tensão, corrente, FP, THD.
- N2: Opera analisador de redes; identifica problemas simples (desequilíbrio, afundamentos).
- N3: Conduz campanhas de medição, recomenda filtros, banco de capacitores/reatores, correções de FP.
- N4: Define política de PQ, especifica mitigação para cargas não lineares e coordenações com a concessionária.

---

## **2) HABILIDADES DE MANUTENÇÃO E REPARO DE SISTEMAS ELÉTRICOS**

### **2.1 Manutenção de Motores Elétricos**

- N1: Checklists básicos, troca de terminais e limpeza.
- N2: Ensaios IR/PI; troca de rolamentos; alinhamento básico com relógio comparador.
- N3: MCSA (análise de corrente), termografia, balanceamento em campo integrado ao acionamento; root cause de queima.
- N4: Estratégia de manutenção por criticidade, padrões de reparo/rebobinamento e monitoração on-line.

## **2.2 Transformadores (BT/MT)**

- N1: Inspeções visuais, níveis de óleo, temperatura.
- N2: Ensaio IR/rel. transformação (TTR) em BT; reaperto de conexões.
- N3: Ensaio dielétricos/óleo (quando aplicável via terceiros); análise de buchas/ventilação.
- N4: Estratégia de testes e critérios de intervenção; especifica proteção/monitoramento.

## **2.3 Disjuntores, Fusíveis e Contatores**

- N1: Identificação e substituição segura em BT.
- N2: Inspeção, limpeza, ajustes simples; testes funcionais.
- N3: Ensaio primários/ secundários; calibração e curvas TCC.
- N4: Padronização de ajustes e coordenação com relés; planos de ciclo de vida.

## **2.4 Relés de Proteção e Medição**

- N1: Conhece funções básicas e navegação.
- N2: Executa testes simples e leitura de registros.
- N3: Ajusta parâmetros com base em estudos; valida seletividade.
- N4: Define filosofia de proteção, atualiza firmware e comissiona integrações.

## **2.5 UPS, Retificadores, Bancos de Baterias**

- N1: Operação básica e rotinas.
- N2: Teste de baterias, substituição e equalização.
- N3: Diagnóstico de falhas, paralelismo e redundância; análise de eventos.
- N4: Estratégia de autonomia, especificação e testes periódicos.

## **2.6 Inversores e Soft-Starters**

- N1: Operação básica e telas.
- N2: Parametrização básica, start-up e testes.
- N3: Diagnóstico avançado (falhas de gate, sobrecargas, EMC); integração com rede/proteção.

- N4: Padrões de aplicação, filtros (dV/dt, seno), regimes severos.

## **2.7 Iluminação Industrial e Tomadas de Serviço**

- N1: Tipos de luminárias e grau de proteção.
  - N2: Manutenção, medições de iluminância.
  - N3: Projetos de retrofit LED e correção de ofuscamento.
  - N4: Padrões de iluminação por áreas críticas e economia de energia.
- 

## **3) SISTEMAS DE PROTEÇÃO E SELETIVIDADE**

### **3.1 Dispositivos de Proteção**

- N1: Tipos e funções (fusível, MCCB, relé, religador).
- N2: Instalação e testes básicos; leitura de placas/tabelas.
- N3: Ajuste de pickups/tempo, coordenação entre estágios (BT–MT).
- N4: Elabora estudos de curto-circuito e seletividade; define filosofia e manutenção preditiva.

### **3.2 Coordenação e Seletividade**

- N1: Entende conceito de seletividade e zona de proteção.
- N2: Usa curvas padrão do fabricante para cenários simples.
- N3: Constrói TCCs, valida seletividade temporal/corrente, cheque de energia incidente.
- N4: Mantém banco de dados de ajustes, governança de mudanças e auditorias.

### **3.3 Transformadores de Medida (TC/TP) e Malha de Proteção**

- N1: Função de TC/TP e polaridade.
  - N2: Instala/verifica conexões e relação.
  - N3: Diagnostica saturação/erro, adequação à proteção.
  - N4: Especifica classes/níveis, critérios de proteção diferencial e supervisão.
-

## **4) CAPACIDADE DE REALIZAÇÃO DE MANOBRAS ELÉTRICAS**

### **4.1 Procedimentos de Manobra em BT**

- N1: Segue roteiros simples com supervisão.
- N2: Executa manobras rotineiras com checklist e consignação.
- N3: Conduz manobras complexas com comunicação por rádio e bloqueios interdependentes.
- N4: Elabora/valida POPs, treina equipe e audita manobras.

### **4.2 Procedimentos de Manobra em MT/AT**

- N1: Entende sequência geral e riscos.
- N2: Apoia manobras com testes de ausência de tensão e aterramento temporário.
- N3: Opera células, disjuntores, religadores conforme permissões; gerencia intertravamentos.
- N4: Planeja janelas, contingências e planos de recomposição; interface com concessionária.

### **4.3 Consignação, Bloqueio e Etiquetagem (LOTO)**

- N1: Aplica LOTO básico.
- N2: Conduz LOTO multicadeado.
- N3: Integra LOTO com permissões e PTs especiais (altura, espaço confinado).
- N4: Mantém sistema LOTO e indicadores de conformidade.

---

## **5) NORMAS E REGULAMENTAÇÕES DE SEGURANÇA**

### **5.1 NR 10 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade**

- N1: Curso básico, noções de prontuário.
- N2: Aplica procedimentos e documentação de PT.
- N3: Participa de auditorias e atualização do prontuário/elaborando análises de risco.
- N4: Zela pela conformidade sistêmica, planos de capacitação e reciclagem.

### **5.2 ABNT NBR 5410 – Instalações Elétricas de BT**

- N1: Princípios gerais.
- N2: Aplicação em circuitos e proteção.
- N3: Verificação de conformidade em projetos/obras.
- N4: Padroniza diretrizes internas e auditorias.

### 5.3 ABNT NBR 14039 – Instalações Elétricas de MT

- N1: Conceitos.
- N2: Aplicação em células, cabos e proteção.
- N3: Verificação de conformidade e prontuário MT.
- N4: Diretrizes internas e interface com concessionária.

### 5.4 ABNT NBR 5419 – SPDA

- N1: Conceito de zonas de proteção.
- N2: Inspeções visuais e medições básicas.
- N3: Interpretação de laudos, planos de adequação.
- N4: Estratégia de SPDA e integração com aterramento/aterramento funcional.

### 5.5 Práticas de Trabalho Seguro e Energia Incidente

- N1: EPI/EPC e distâncias mínimas.
- N2: Leitura de etiquetas de risco e campos delimitados.
- N3: Planejamento por energia incidente e barreiras administrativas.
- N4: Política de mitigação e gestão de mudanças.

---

## 6) HABILIDADES DE DIAGNÓSTICO E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS

### 6.1 Leitura de Diagramas e Documentação

- N1: Unifilar básico e legendas.
- N2: Multifilar, intertravamentos, listas de cabos.
- N3: Diagnóstico a partir de diagramas e histórico de falhas.
- N4: Atualiza “as built”, padroniza documentação.

### 6.2 Medição e Testes Elétricos

- N1: Multímetro e alicate amperímetro.
- N2: Megômetro, terrômetro, sequência de fases.
- N3: Injeção de corrente/tensão para relés, ensaios primários e secundários.
- N4: Planeja campanhas de testes e critérios de aceitação.

### 6.3 Termografia e Inspeções Elétricas

- N1: Entende mapa térmico básico.
- N2: Executa termografia BT/MT com checklist.
- N3: Interpreta anomalias, correlaciona com carga/ambiente.
- N4: Política de termografia, criticidade e ações preventivas.

### 6.4 Qualidade de Energia e Análise de Perturbações

- N1: Afundamentos, elevações, harmônicos – conceitos.
- N2: Configura analisador de redes e coleta dados.
- N3: Interpreta relatórios, propõe correções (filtros, bancos, ajustes).
- N4: Estratégia de PQ, alarmes e KPIs.

### 6.5 Análise de Causa Raiz (RCA) em Elétrica

- N1: 5 Porquês básico.
- N2: Ishikawa para falhas recorrentes.
- N3: RCA estruturada com dados (oscilografias, TCC, logs).
- N4: Programa de eliminação de falhas e lições aprendidas.

### 6.6 Preditiva e Monitoramento Contínuo

- N1: Entende conceito e rotas.
- N2: Rondas, checklists e sensores portáteis (temperatura, ultrassom elétrico).
- N3: Integração com IEDs/relés, alarmes; decisões baseadas em condição.
- N4: Estratégia de PdM e priorização por risco/criticidade.

---

## 7) TRABALHO EM EQUIPE E COMUNICAÇÃO EFICAZ

### 7.1 Passagem de Turno e Comunicação Técnica



- N1: Registra informações essenciais.
- N2: Comunica riscos e pendências de forma clara.
- N3: Documenta causa/ação/resultado com evidências.
- N4: Padrões de relato, auditoria de qualidade da informação.

## 7.2 Integração com Operação, Segurança e Engenharia

- N1: Responde a solicitações pontuais.
- N2: Planeja janelas e autorizações com operação/SSMA.
- N3: Co-desenha soluções com engenharia e suprimentos.
- N4: Lidera fóruns de confiabilidade e comitês de energia.

## 7.3 Priorização por Risco e Tomada de Decisão

- N1: Segue prioridades definidas.
- N2: Classifica OS por severidade e probabilidade.
- N3: Balanceia risco x produção x segurança.
- N4: Define critérios de priorização e governança.

---

## CATÁLOGO DE COMPETÊNCIAS (EXEMPLO COM CÓDIGOS PARA PLANILHA)

### A. Conhecimento Técnico

- E101 BT – Arquitetura e dispositivos
- E102 MT – Equipamentos e normas
- E103 AT/Subestação – Conceitos e operação segura
- E104 Motores e acionamentos
- E105 Painéis/CCM
- E106 Cabos/barramentos/terminações
- E107 Aterramento/SPDA
- E108 Qualidade de energia

### B. Manutenção e Reparo

- E201 Motores – manutenção
- E202 Transformadores – manutenção

- E203 Disjuntores/contatores/fusíveis
- E204 Relés – testes/ajustes
- E205 UPS/baterias/retificadores
- E206 Inversores/soft-starters
- E207 Iluminação e tomadas

## C. Proteção e Seletividade

- E301 Dispositivos de proteção
- E302 Coordenação e seletividade (TCC)
- E303 TC/TP e malha de proteção

## D. Manobras

- E401 Manobras BT
- E402 Manobras MT/AT
- E403 LOTO e permissões

## E. Normas e Segurança

- E501 NR10
- E502 NBR 5410 (BT)
- E503 NBR 14039 (MT)
- E504 NBR 5419 (SPDA)
- E505 Energia incidente e práticas de trabalho

## F. Diagnóstico e Solução de Problemas

- E601 Diagramas e documentação
- E602 Medições/testes
- E603 Termografia
- E604 PQ e perturbações
- E605 RCA elétrica
- E606 Preditiva e monitoramento

## G. Comportamentais

- E701 Comunicação/registro

- E702 Integração interáreas
- E703 Priorização por risco
- E704 Liderança/mentoria

Cada item acima deve ser avaliado N0–N4, com evidências objetivas (checklist de provas de competência prática, certificados, laudos/relatórios assinados, registros de OS com solução técnica, prints de analisadores/relés, etc.).

---

### **Evidências e métodos de avaliação recomendados**

- Provas práticas observadas (POP, segurança, ferramental).
- Estudos de caso (interpretação de TCC, oscilografia, relatórios PQ).
- Simulações de manobra e LOTO.
- Auditoria de documentação “as built” e prontuário NR10.
- Laudos de testes (IR/PI, termografia, ensaios de relés/TC/TP).
- Entrevista técnica estruturada (checklist por competência).
- KPI de resultado por competência alvo (ex.: redução de MTTR em falhas elétricas após E602/E605; queda de hotspots após E603; eliminação de desarmes intempestivos após E302/E304).

---

### **Sugerido: metas por função (exemplo)**

- Eletricista I: E101–E105/E201–E203/E401–E403 em N2; E501–E504 em N2.
- Eletricista II: Itens anteriores em N3; E206/E204/E302 em N2–N3.
- Técnico de Proteção: E302–E304/E602 em N3–N4; E101–E103 em N3.
- Técnico de Subestação: E103/E402/E303/E602 em N3–N4; E501–E504 em N3.
- Eng./Especialista: Lidera E301–E606 e G701–G704 em N4; define padrões e estudos.

---

### **Como transformar gaps em plano de capacitação**

- Diagnóstico: aplique a escala N0–N4 por competência/cargo; calcule  $GAP = \text{Nível Alvo} - \text{Nível Atual}$ .

- Priorização: Risco x Impacto x Frequência (peso maior para E302, E402, E501–E505 em plantas de alta criticidade).
  - Ações: trilhas por competência (ex.: E302 → curso seletividade + prática de TCC + mentoria em estudos).
  - Validação: prova prática e resultado em campo (ex.: índice de desarmes, hotspots, incidentes evitados).
  - Sustentação: reciclagem anual para normas e manobras, revisão semestral de ajustes/filosofia de proteção.
- 

Quer que eu converta esta lista em uma planilha .xlsx com:

- catálogo de competências (códigos), níveis alvo por função,
- campos para Nível Atual/Alvo por técnico,
- cálculo automático de GAP e prioridade por risco,
- validações e formatação condicional,
- e um dashboard de progresso?

Se quiser, já entrego o .xlsx pronto via VBA no mesmo padrão que montamos para Instrumentação.