

MÉTODO DE AS-BUILT ELÉTRICO: LEVANTAMENTO, DOCUMENTAÇÃO, VALIDAÇÃO E ACEITE

SUMÁRIO

1. SUMÁRIO EXECUTIVO	8
2. AS-BUILT ELÉTRICO EM UMA PÁGINA	9
3. QUATRO ESTADOS QUE NÃO PODEM SER CONFUNDIDOS	9
4. O PROBLEMA DE ENGENHARIA QUE O MÉTODO RESOLVE	10
5. MAPA NORMATIVO DO AS-BUILT ELÉTRICO	10
5.1. ABNT NBR 5410 – BAIXA TENSÃO	10
5.2. ABNT NBR 14039:2021 – MÉDIA TENSÃO	11
5.3. SÉRIE ABNT NBR IEC 61439 – CONJUNTOS DE BAIXA TENSÃO	11
5.4. ABNT NBR 5419:2026 – SPDA, EQUIPOTENCIALIZAÇÃO E DPS	11
5.5. ABNT NBR IEC 62337:2020 – COMPLETAÇÃO E COMISSIONAMENTO	11
5.6. SÉRIE ABNT NBR ISO 19650 – INFORMAÇÃO	12
6. PRINCÍPIO 1 – DOCUMENTAÇÃO CORRETA NÃO É SINÔNIMO DE INSTALAÇÃO ADEQUADA	12
7. PRINCÍPIO 2 – A FONTE DA VERDADE MUDA CONFORME O ATRIBUTO	13
8. PRINCÍPIO 3 – O UNIFILAR É A ESPINHA DORSAL, NÃO O AS-BUILT INTEIRO	13
9. DEFINIÇÃO DE FRONTEIRAS E SYSTEMIZATION ELÉTRICA	13
10. SEGURANÇA ANTES DO LEVANTAMENTO	14
11. MÉTODO EXECUTIVO EM 15 ETAPAS	14
12. ETAPA 1 – FINALIDADE, ESCOPO E CRITÉRIOS DE ACEITE	14
13. ETAPA 2 – DUE DILIGENCE DOCUMENTAL	15
14. ETAPA 3 – MDR ELÉTRICO	15
15. ETAPA 4 – INVENTÁRIO E TAGGING	15
16. ETAPA 5 – WALKDOWN ELÉTRICO	15
17. ENTRADA DE ENERGIA E PONTO DE ENTREGA	16
18. SUBESTAÇÃO DE MÉDIA TENSÃO	16
19. TRANSFORMADORES DE POTÊNCIA	16
20. CABOS DE MÉDIA TENSÃO	16
21. ATERRAMENTO DE BLINDAGENS E CROSS-BONDING	17
22. RELÉS DE PROTEÇÃO	17
23. TESTES DE PROTEÇÃO EM MT	17
24. DISTRIBUIÇÃO DE BAIXA TENSÃO	17
25. QGBT E PAINÉIS DE BAIXA TENSÃO	18
26. IEC 61439: O QUE O AS-BUILT PODE E NÃO PODE AFIRMAR	18
27. DISJUNTORES DE BAIXA TENSÃO	18

28. QUADRO DE CARGAS E CIRCUITOS FINAIS	18
29. RASTREAMENTO DE CIRCUITOS	19
30. CABOS E CONDUTORES EM BT	19
31. IDENTIFICAÇÃO E CORES	19
32. ESQUEMA DE ATERRAMENTO: TN, TT E IT	19
33. CONDUTOR DE PROTEÇÃO E EQUIPOTENCIALIZAÇÃO	19
34. MALHA DE ATERRAMENTO	20
35. SPDA EXTERNO	20
36. DPS E MEDIDAS DE PROTEÇÃO CONTRA SURTOS	20
37. ROTEAMENTO, BLINDAGEM E COMPATIBILIDADE ELETROMAGNÉTICA	20
38. GRUPOS GERADORES	21
39. ATS E TRANSFERÊNCIA DE FONTES	21
40. UPS E ENERGIA CRÍTICA	21
41. BANCOS DE CAPACITORES E CORREÇÃO DE FATOR DE POTÊNCIA	21
42. SISTEMAS FOTOVOLTAICOS E FONTES DISTRIBUÍDAS	21
43. MOTORES, CCM E INVERSORES	22
44. AUTOMAÇÃO, BMS, SCADA E SUPERVISÃO	22
45. ARQUIVOS DE CONFIGURAÇÃO E BACKUPS	22
46. VERIFICAÇÃO FINAL EM BAIXA TENSÃO	22
46.1. INSPEÇÃO VISUAL	22
46.2. CONTINUIDADE	22
46.3. RESISTÊNCIA DE ISOLAMENTO	23
46.4. PROTEÇÃO POR SECCIONAMENTO AUTOMÁTICO	23
46.5. ENSAIOS FUNCIONAIS	23
47. VERIFICAÇÃO FINAL EM MÉDIA TENSÃO	23
47.1. ENSAIOS DE FABRICANTE E ESPECIAIS	23
47.2. INTERTRAVAMENTOS E FILOSOFIA OPERATIVA	23
48. TERMOGRAFIA: EVIDÊNCIA COMPLEMENTAR, NÃO SUBSTITUTO	24
49. QUALIDADE DE ENERGIA	24
50. ESTUDO DE CURTO-CIRCUITO COMO VERIFICAÇÃO DE COERÊNCIA	24
51. SELETIVIDADE E COORDENAÇÃO DE PROTEÇÕES	24
52. CAPACIDADE DOS CABOS E MÉTODOS DE INSTALAÇÃO	24
53. QUEDA DE TENSÃO E COMPRIMENTO REAL	25
54. BALANCEAMENTO DE FASES	25
55. DOCUMENTAÇÃO DE PARÂMETROS DE PROJETO	25

56. BROWNFIELD ELÉTRICO	25
57. INSTALAÇÕES ENERGIZADAS E LIMITAÇÕES DE EVIDÊNCIA	25
58. CABOS E REDES ENTERRADAS	26
59. AS-BUILT E NR-10	26
60. PRONTUÁRIO, DIAGRAMAS E MANUTENÇÃO	26
61. AS-BUILT DIGITAL E BIM ELÉTRICO	26
61.1. PIM PARA AIM	26
61.2. CORRESPONDÊNCIA ENTRE MODELO, PDF E BANCO DE ATIVOS	26
62. QA/QC ESPECÍFICO PARA AS-BUILT ELÉTRICO	27
62.1. MATRIZ DE AUDITORIA CRUZADA	27
63. GATE 1 – BASELINE DOCUMENTAL ELÉTRICA	27
64. GATE 2 – CONFIGURAÇÃO DE CAMPO CAPTURADA	27
65. GATE 3 – CONFIGURAÇÃO TECNICAMENTE VERIFICADA	27
66. GATE 4 – PACOTE RECONCILIADO	27
67. GATE 5 – BASELINE ACEITA E TRANSFERIDA	28
68. ACCEPTANCE MATRIX ELÉTRICA	28
69. CRITÉRIOS DE REJEIÇÃO	28
70. GESTÃO DE ISSUES: DOCUMENTAL × TÉCNICO	28
71. COMISSIONAMENTO E FECHAMENTO DA CONFIGURAÇÃO	29
72. DATA BOOK ELÉTRICO	29
73. HANDOVER E OPERAÇÃO	29
74. INTEGRAÇÃO COM CMMS/EAM	29
75. CONTRATAÇÃO DO AS-BUILT ELÉTRICO	29
75.1. ESCOPO CONTRATUAL MÍNIMO	29
76. MEDIÇÃO POR GATES	30
77. ENTREGÁVEIS DE REFERÊNCIA	30
78. EXEMPLO INTEGRADO – SISTEMA MT/BT COM UPS	30
78.1. BASELINE DOCUMENTAL	31
78.2. CAMPO	31
78.3. VERIFICAÇÃO	31
78.4. ENGENHARIA	31
78.5. BASELINE FINAL	31
79. EXEMPLO BROWNFIELD – QUADRO SEM DOCUMENTAÇÃO CONFIÁVEL	31
80. MODELO DE MATURIDADE DO AS-BUILT ELÉTRICO	32
81. KPIS DE GOVERNANÇA	32

82. ROADMAP DE IMPLANTAÇÃO EM 90 DIAS	32
82.1. DIAS 0–30	32
82.2. DIAS 31–60	32
82.3. DIAS 61–90	32
83. SELF-ASSESSMENT	33
84. ERROS QUE O MÉTODO DEVE IMPEDIR	33
85. CHECKLIST TÉCNICO FINAL	33
85.1. FONTES E TOPOLOGIA	33
85.2. MT	34
85.3. BT	34
85.4. PROTEÇÃO E SEGURANÇA	34
85.5. INFORMAÇÃO	34
86. HIERARQUIA DE EVIDÊNCIAS E NÍVEL DE CONFIANÇA	34
87. PLANO DE LEVANTAMENTO ORIENTADO POR RISCO	35
88. RECONSTRUÇÃO DA TOPOLOGIA ELÉTRICA	35
88.1. FEEDER SCHEDULE COMO INSTRUMENTO DE RECONCILIAÇÃO	36
89. NEUTRO, PE E DISPOSITIVOS DIFERENCIAIS	36
90. FUSÍVEIS, CONTADORES E DISPOSITIVOS DE MANOBRA	36
91. GESTÃO DE AJUSTES DE PROTEÇÃO	36
92. ARCO ELÉTRICO COMO INTERFACE DE ENGENHARIA	37
93. QGBT E CONJUNTOS – RASTREABILIDADE DO FABRICANTE AO CAMPO	37
94. SUBESTAÇÕES – CAMADA PRIMÁRIA E CAMADA SECUNDÁRIA	37
94.1. TCS E TPS	37
94.2. RELÉS E IEDS	38
95. FAT INSPEÇÃO DE RECEBIMENTO SAT COMISSIONAMENTO	38
96. VENDOR DATA E DOCUMENTAÇÃO DE FABRICANTE	38
97. GERADORES, ATS E PARALELISMO	38
98. UPS, BYPASS E DISTRIBUIÇÃO A/B	39
99. FOTOVOLTAICO, ARMAZENAMENTO E GERAÇÃO DISTRIBUÍDA	39
100. ROTEAMENTO, SEGREGAÇÃO E CAPACIDADE FÍSICA	39
101. OBRAS OCULTAS E REGISTROS ANTES DO FECHAMENTO	39
102. CHANGE MANAGEMENT E REDLINES	40
103. CRITÉRIOS DE ACEITE POR FAMÍLIA DE SISTEMAS	40
104. TESTES DIFERIDOS E CONDIÇÕES SAZONAIS	40
105. AMOSTRAGEM E ASSURANCE POR CRITICIDADE	41

106. AUDITORIA INDEPENDENTE DA BASELINE	41
107. SEGURANÇA DA INFORMAÇÃO E ARQUIVOS DE CONFIGURAÇÃO	41
108. QUALIDADE DE DADOS E INTEROPERABILIDADE	41
109. BASELINE VIVA APÓS O HANDOVER	42
110. RESPONSABILIDADES DE OWNER'S ENGINEERING	42
111. CONTRATAÇÃO POR PACOTES DE RESULTADO	42
112. MATRIZ DE RESPONSABILIDADES MÍNIMA	42
113. CRITÉRIOS PARA ENCERRAMENTO DO SERVIÇO	43
114. PROTOCOLO DE CAPTURA DE EVIDÊNCIAS EM CAMPO	43
115. RASTREABILIDADE METROLÓGICA	43
116. PLANO DE ENSAIOS VINCULADO AO AS-BUILT	44
117. INSPECTION AND TEST PLAN – ITP PARA RECUPERAÇÃO DE BASELINE	44
118. HOLD POINTS DOCUMENTAIS	44
119. AS-BUILT ELÉTRICO POR FASE DO EMPREENDIMENTO	45
120. AS-BUILT PROGRESSIVO	45
121. MATRIZ SISTEMA × DOCUMENTO × EVIDÊNCIA	45
122. MODELO DE DADOS MÍNIMO DO ATIVO ELÉTRICO	45
123. IDENTIFICADORES PERSISTENTES	46
124. REGRAS DE RECONCILIAÇÃO DE DOCUMENTOS	46
125. TRIGGERS PARA RECÁLCULO DE ENGENHARIA	46
126. ESTUDOS ELÉTRICOS COMO PARTE DA BASELINE	47
127. SHORT-CIRCUIT MODEL E DADOS DE IMPEDÂNCIA	47
128. PROTECTION COORDINATION MODEL	47
129. POWER QUALITY BASELINE	47
130. TERMOGRAFIA NA TRANSIÇÃO PARA OPERAÇÃO	47
131. MALHA DE TERRA E GEOMETRIA OCULTA	48
132. SPDA E INTEGRAÇÃO COM INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	48
133. AUTOMAÇÃO E PROTEÇÃO COMO CONFIGURAÇÃO VERSIONADA	48
134. TESTE DE RESTAURAÇÃO DE BACKUP	48
135. CYBERSECURITY HANDOVER DO SISTEMA ELÉTRICO DIGITAL	48
136. USO DO AS-BUILT EM MANUTENÇÃO	49
137. USO DO AS-BUILT EM EXPANSÃO E RETROFIT	49
138. USO DO AS-BUILT EM INCIDENTES	49
139. AS-BUILT EM AMBIENTES DE MISSÃO CRÍTICA	49
140. AS-BUILT DE SEGURANÇA E EMERGÊNCIA	49

141. QUALIDADE DA EVIDÊNCIA VERSUS QUANTIDADE DE EVIDÊNCIAS	50
142. EVIDENCE REGISTER	50
143. NONCONFORMITY REGISTER	50
144. QUALITY GATE FINAL	50
145. CONCLUSÃO METODOLÓGICA DO MÉTODO ELÉTRICO	51
146. REFERÊNCIAS TÉCNICAS	51
147. CONCLUSÃO TÉCNICA	52

1. SUMÁRIO EXECUTIVO

O **As-Built elétrico** é a baseline técnica da configuração elétrica efetivamente executada, verificada e aceita dentro do escopo definido. Ele não se resume à atualização de plantas e diagramas: precisa reconciliar topologia, fontes, níveis de tensão, quadros, circuitos, cabos, métodos de instalação, dispositivos de proteção, ajustes, aterramento, equipotencialização, SPDA, DPS, comandos, intertravamentos, interfaces de automação, dados de equipamentos, resultados de ensaios e documentação final.

A característica que distingue o As-Built elétrico de outras disciplinas é que parte relevante da configuração não pode ser validada apenas por observação visual. Um circuito pode estar corretamente desenhado e ainda possuir continuidade, isolação, polaridade, proteção ou ajuste incompatível com o documento. Da mesma forma, um quadro pode coincidir geometricamente com a planta e ainda apresentar disjuntor, lcc, barramento, conexão ou configuração diferente daquela necessária ao sistema. Por isso, a baseline elétrica precisa combinar **documentação, inspeção, rastreamento, ensaios e registros de configuração**.

A ABNT NBR 5410 estabelece, para instalações de baixa tensão, que a documentação seja revisada após a conclusão para corresponder fielmente ao executado e relaciona a documentação “como construída” à verificação final da instalação. A ABNT NBR 14039:2021 aplica lógica equivalente à média tensão: projeto específico, documentação revisada conforme executado e verificação final por inspeção e ensaios antes da entrada em serviço. Essa relação normativa sustenta a tese central deste whitepaper: **um As-Built elétrico tecnicamente defensável é uma representação do executado apoiada por evidências de verificação**.

O método proposto também incorpora a série ABNT NBR IEC 61439 para separar claramente a verificação de conjuntos de baixa tensão da simples inspeção de campo; a ABNT NBR 5419:2026 para interfaces entre instalação elétrica, SPDA, equipotencialização e DPS; a ABNT NBR IEC 62337:2020 para a relação entre configuração, testes e modificações durante comissionamento em seu escopo industrial; e a série ABNT NBR ISO 19650 para governança da informação, revisão, aceitação e continuidade para operação.

O objetivo final não é “desenhar o que existe” a qualquer custo. Uma condição de campo pode ser observada e documentada corretamente e, ainda assim, ser tecnicamente inadequada. O método separa quatro decisões: **condição observada** **condição verificada** **avaliação de adequação** **aceite da baseline**. O As-Built não deve transformar uma não conformidade em condição aceitável apenas porque foi registrada graficamente.

2. AS-BUILT ELÉTRICO EM UMA PÁGINA

Questão	Resposta de referência
O que representa?	A configuração elétrica executada e aceita dentro das fronteiras definidas.
Qual documento é central?	O diagrama unifilar é um eixo de navegação importante, mas não substitui plantas, listas, ajustes, dados de equipamentos e evidências.
Como verificar?	Inspeção visual, rastreamento, medições, ensaios e comparação com registros de projeto/fornecedor/comissionamento.
O que precisa ser preservado?	Topologia, fontes, circuitos, proteções, parâmetros, cabos, métodos de instalação, aterramento, equipamentos e interfaces.
As-Built comprova conformidade?	Não automaticamente. Documentação correta e conformidade técnica são decisões distintas.
Quando começa?	Na definição de requisitos e da baseline, antes das mudanças de campo e dos testes finais.
Quando termina?	Quando a configuração testada foi reconciliada com os documentos, aceita e transferida para operação.

3. QUATRO ESTADOS QUE NÃO PODEM SER CONFUNDIDOS

Um dos maiores riscos de documentação elétrica é usar a palavra “final” para estados diferentes. O método separa explicitamente quatro condições.

Estado	Significado
As-designed	configuração definida pela engenharia de projeto.
As-installed	configuração fisicamente montada, ainda sujeita a correções e testes.
As-tested	configuração que efetivamente passou pelos ensaios e ajustes aplicáveis.
As-Built aceito	baseline documental reconciliada com o executado e com a configuração validada nos marcos definidos.

Uma instalação pode estar montada e ainda não ser “as-tested”. Pode estar testada e ainda não possuir documentação coerente. Pode possuir documentação coerente e, dependendo do contrato, ainda aguardar aceite. Essa separação evita congelar o As-Built antes do comissionamento ou considerar um documento emitido como automaticamente aprovado.

4. O PROBLEMA DE ENGENHARIA QUE O MÉTODO RESOLVE

Instalações elétricas são sistemas hierárquicos. Uma alteração aparentemente local pode repercutir em curto-circuito, seletividade, queda de tensão, capacidade de condução, balanceamento de fases, coordenação de DPS, autonomia, proteção de pessoas e disponibilidade. Por isso, a atualização precisa compreender relações, e não apenas símbolos.

Considere a substituição de um disjuntor. O As-Built pode precisar refletir fabricante, modelo, corrente nominal, unidade de disparo, Icu/Ics, ajuste térmico, ajuste magnético ou eletrônico, circuito protegido, seção do cabo, seletividade com dispositivos a montante e a jusante e capacidade de suportabilidade do quadro. Se o documento altera apenas a referência gráfica, a configuração permanece parcialmente invisível.

Outro exemplo é uma mudança de rota de cabo de média tensão. A rota afeta comprimento, método de instalação, agrupamento, condições térmicas, identificação, aterramento de blindagem e manutenção futura. A planta revisada é necessária, mas não suficiente para demonstrar que os critérios de projeto continuam válidos.

5. MAPA NORMATIVO DO AS-BUILT ELÉTRICO

Não existe uma única norma que cubra todo o processo de As-Built elétrico. O método precisa combinar requisitos do sistema, do nível de tensão, dos equipamentos e da governança da informação.

5.1. ABNT NBR 5410 – BAIXA TENSÃO

A ABNT NBR 5410 exige documentação mínima de projeto e determina sua atualização após a instalação para que corresponda fielmente ao executado. A norma também estrutura a verificação final: inspeção visual, continuidade de condutores de proteção e equipotenciais, resistência de isolamento, verificação da proteção por seccionamento automático, ensaios funcionais e outros testes aplicáveis.

Para o As-Built, o ponto decisivo é a ligação entre documentação e verificação. A equipe encarregada da verificação deve receber a documentação na condição “como construída”. Isso significa que a baseline não deve ser produzida isoladamente do processo de inspeção e ensaio.

5.2. ABNT NBR 14039:2021 – MÉDIA TENSÃO

A ABNT NBR 14039 estabelece documentação para instalações de 1,0 kV a 36,2 kV e determina sua revisão conforme o executado. A verificação final inclui inspeção visual, continuidade de condutores de proteção/equipotenciais, isolamento, tensão aplicada, aterramento, ensaios recomendados pelos fabricantes e ensaios de funcionamento de quadros, controles, intertravamentos e proteções.

O método de As-Built em MT precisa, portanto, capturar não apenas equipamentos e cabos, mas também ajustes, intertravamentos, esquemas de seccionamento, TCs/TPs, relés, filosofia operativa, malha de terra, subestação e documentação necessária à operação segura.

5.3. SÉRIE ABNT NBR IEC 61439 – CONJUNTOS DE BAIXA TENSÃO

A série ABNT NBR IEC 61439 organiza requisitos e verificações de conjuntos de manobra e controle de baixa tensão. Ela distingue **verificação de projeto** e **verificação de rotina**, cobrindo aspectos como invólucro, distâncias de isolação, circuito de proteção, incorporação de componentes, circuitos internos, terminais, dielétrico, elevação de temperatura, suportabilidade a curto-circuito, operação mecânica e função.

O As-Built de campo não substitui essas verificações. O método deve preservar a separação entre evidência de conformidade do conjunto, documentação do fabricante/montador e configuração efetivamente instalada no site. Um walkdown não “recertifica” um QGBT conforme a IEC 61439.

5.4. ABNT NBR 5419:2026 – SPDA, EQUIPOTENCIALIZAÇÃO E DPS

A série ABNT NBR 5419:2026 é relevante porque a instalação elétrica interage com captação, descidas, aterramento, equipotencialização, zonas de proteção e medidas de proteção contra surtos. A Parte 4 enfatiza redes equipotenciais, roteamento, blindagem e sistemas coordenados de DPS. Para instalações existentes, a documentação da posição dos DPS é importante para preservar a eficácia da proteção durante futuras intervenções.

5.5. ABNT NBR IEC 62337:2020 – COMPLETAÇÃO E COMISSIONAMENTO

No escopo industrial de sistemas elétricos, instrumentação e controle, a norma organiza registros, testes e modificações entre completação e comissionamento. Para As-Built, seu valor está em reforçar que alterações ocorridas durante testes precisam permanecer rastreáveis e ser incorporadas à configuração final.

5.6. SÉRIE ABNT NBR ISO 19650 – INFORMAÇÃO

A ISO 19650 fornece a camada de gestão da informação: requisitos, CDE, contêineres, estados, revisão, autorização, aceitação e transição do PIM para o AIM. Em As-Built elétrico digital, essa estrutura ajuda a manter correspondência entre documentos publicados, modelos, listas, arquivos de configuração e dados de ativos.

6. PRINCÍPIO 1 – DOCUMENTAÇÃO CORRETA NÃO É SINÔNIMO DE INSTALAÇÃO ADEQUADA

O As-Built deve representar a realidade dentro do escopo verificado. Se uma proteção está ajustada em um valor diferente do projeto, registrar esse valor é necessário. Porém, a atualização documental não responde, por si só, se o novo ajuste é tecnicamente aceitável. Essa avaliação pode exigir estudo de curto-circuito, seletividade, capacidade de condução, proteção contra choque ou outro cálculo.

O método separa três classes de resultado:

- **configuração confirmada e tecnicamente suportada** — pode seguir para baseline, sujeito ao fluxo de aceite;
- **configuração confirmada, mas adequação não demonstrada** — deve gerar issue de engenharia;
- **configuração não confirmada** — deve ser registrada como lacuna, não inferida.

Essa distinção evita “corrigir o projeto para caber no campo” sem avaliar se o campo deveria ser corrigido.

7. PRINCÍPIO 2 – A FONTE DA VERDADE MUDA CONFORME O ATRIBUTO

Atributo	Fonte primária típica	Verificação
topologia	unifilar + walkdown/rastreamento	energização controlada, continuidade, operação
seção/tipo de cabo	identificação física e registros de instalação	projeto, datasheet, inspeção de terminações
ajuste de disjuntor	unidade de disparo/configuração	registro de parametrização e estudo
ajuste de relé	arquivo/configuração validada	relatório de teste secundário/funcional
capacidade do quadro	placa/documentação do conjunto	vendor data, verificação IEC 61439 aplicável
resistência de aterramento	ensaio	método, condições, instrumento e projeto
posição de DPS	inspeção e documentação do painel	unifilar, coordenação e projeto SPDA/SPM
rota enterrada	levantamento/registro antes do fechamento	coordenadas, fotos, cadastro

8. PRINCÍPIO 3 – O UNIFILAR É A ESPINHA DORSAL, NÃO O AS-BUILT INTEIRO

O [diagrama unifilar](#) organiza fontes, transformadores, barramentos, dispositivos e circuitos e é uma excelente estrutura de navegação. Entretanto, ele não carrega toda a informação necessária. Métodos de instalação, rotas, localização, comandos, intertravamentos, parâmetros, listas de cabos e dados de ativos precisam existir em documentos complementares.

O método recomenda utilizar o unifilar como “mapa lógico” e vincular a ele os demais registros do sistema. Uma divergência entre unifilar e quadro de cargas é um indicador de baseline inconsistente.

9. DEFINIÇÃO DE FRONTEIRAS E SYSTEMIZATION ELÉTRICA

Antes de levantar a instalação é necessário definir fronteiras. Em instalações simples, a fronteira pode ser um quadro. Em instalações complexas, convém decompor a planta em sistemas e subsistemas: entrada de concessionária, MT, transformação, geração, UPS, distribuição BT, cargas críticas, iluminação, emergência, aterramento, SPDA, automação e medição.

A systemization permite produzir e aceitar As-Built progressivamente. Cada sistema pode possuir seus documentos, ensaios, punch items e responsáveis, reduzindo o acúmulo no encerramento global.

10. SEGURANÇA ANTES DO LEVANTAMENTO

Levantamento elétrico não deve ser tratado como visita fotográfica. A abertura de painéis, aproximação de partes vivas, rastreamento de circuitos, medição e ensaios exigem análise de risco, autorização, competência, procedimentos e condições de operação compatíveis. Em MT, a NBR 14039 é explícita quanto à desenergização, detecção de ausência de tensão, aterramento, bloqueio, identificação e pessoal qualificado nas atividades de manutenção e operação.

Quando a instalação não pode ser desenergizada, o escopo de observação precisa ser limitado e as incertezas registradas. Não se deve exigir que a equipe “confirme” um atributo se a confirmação violar as condições seguras de trabalho.

11. MÉTODO EXECUTIVO EM 15 ETAPAS

- 1 **Definir finalidade, escopo, fronteiras e critérios de aceite.**
- 2 **Consolidar documentação existente e baseline.**
- 3 **Montar MDR elétrico e matriz sistema x documento.**
- 4 **Preparar lista de ativos, quadros, circuitos e tags.**
- 5 **Planejar segurança, acesso e janelas de campo.**
- 6 **Executar walkdown e inspeção visual.**
- 7 **Rastrear topologia, circuitos e rotas críticas.**
- 8 **Capturar dados de quadros, equipamentos e proteções.**
- 9 **Verificar aterramento, equipotencialização, SPDA e DPS.**
- 10 **Executar ensaios aplicáveis ou incorporar resultados válidos existentes.**
- 11 **Reconciliar ajustes, arquivos e registros de comissionamento.**
- 12 **Atualizar documentos, listas, modelos e dados.**
- 13 **Executar QA/QC e avaliação de adequação quando necessária.**
- 14 **Submeter, corrigir e obter aceite da baseline.**
- 15 **Transferir informação para operação, Data Book e AIM/CMMS.**

12. ETAPA 1 – FINALIDADE, ESCOPO E CRITÉRIOS DE ACEITE

As-Built para operação e manutenção pode exigir profundidade diferente de As-Built para retrofit, regularização, auditoria NR-10, estudo de proteção ou migração BIM. O primeiro passo é declarar a finalidade. Isso define quais atributos precisam ser confiáveis.

Um escopo de referência pode indicar: níveis de tensão, origem da alimentação, subestações, transformadores, grupos geradores, UPS, QGBT, CCM, quadros de distribuição, circuitos finais, sistemas de terra, SPDA, medição, automação e interfaces.

13. ETAPA 2 – DUE DILIGENCE DOCUMENTAL

Antes de campo, a equipe deve reunir plantas, unifilares, diagramas, memoriais, listas de cargas, listas de cabos, estudos, seletividade, curto-circuito, vendor data, manuais, FAT/SAT, relatórios de ensaios, certificados, registros de manutenção e arquivos de configuração.

A análise identifica documentos faltantes, revisões concorrentes, incompatibilidades e pontos que só poderão ser resolvidos no campo. O objetivo é transformar a visita em verificação orientada por hipóteses, e não em captura indiscriminada.

14. ETAPA 3 – MDR ELÉTRICO

A Lista Mestra deve indicar quais documentos precisam sair na revisão As-Built e quais são evidências complementares. É recomendável adicionar campos como sistema, tensão, quadro/origem, responsabilidade, necessidade de campo, necessidade de cálculo e dependência de teste.

A [MDR](#) é especialmente importante porque instalações elétricas costumam possuir múltiplos documentos derivados da mesma topologia. A atualização de um unifilar sem revisar listas e plantas cria falsa sensação de completude.

15. ETAPA 4 – INVENTÁRIO E TAGGING

Antes de rastrear circuitos, convém estabilizar a identificação dos principais ativos. Cada transformador, quadro, UPS, gerador, banco de capacitores, CCM, painel, relé e equipamento relevante deve possuir identificação única coerente com a documentação.

Tags encontradas duplicadas, ausentes ou divergentes devem gerar issue. A equipe não deve renomear arbitrariamente o campo apenas para compatibilizar o desenho; a convenção precisa ser aprovada e aplicada a todas as fontes.

16. ETAPA 5 – WALKDOWN ELÉTRICO

O walkdown verifica localização, identificação, acessibilidade, estado aparente, fontes, interligações, equipamentos, placas, proteções, rotas visíveis e interfaces. O registro deve ser estruturado por sistema e tag.

A inspeção visual prevista nas NBR 5410 e 14039 inclui pontos que são diretamente úteis ao As-Built: seleção e instalação de componentes, proteção, identificação, seccionamento, conexões, acessibilidade, esquemas e informações disponíveis.

17. ENTRADA DE ENERGIA E PONTO DE ENTREGA

O As-Built deve identificar origem, ponto de entrega, nível de tensão, medição, proteção e fronteira de responsabilidade com a distribuidora quando aplicável. Documentação da concessionária e padrões locais podem ser necessários para complementar as normas gerais.

Alterações na entrada podem impactar corrente de curto-circuito, proteção geral e capacidade dos equipamentos a jusante. O documento final deve evitar assumir valores antigos de lcc se a fonte foi modificada.

18. SUBESTAÇÃO DE MÉDIA TENSÃO

Para subestações, o pacote deve relacionar arranjo, equipamentos, corredores/acessos, unifilar, TCs/TPs, proteção, seccionamento, transformadores, cabos, aterramento e sinalização. A NBR 14039 exige que exista esquema geral da instalação em local acessível na subestação.

O [Projeto de Subestação de Média Tensão](#) é a referência comercial de engenharia quando o levantamento revela necessidade de reestudo ou modernização, condição distinta da mera documentação do executado.

19. TRANSFORMADORES DE POTÊNCIA

Registrar potência, tensões, ligação, impedância, taps, grupo vetorial quando aplicável, sistema de resfriamento, fabricante, modelo/serial, proteção, aterramento e interfaces. Dados de placa precisam ser reconciliados com o estudo elétrico e com os dispositivos associados.

Em MT, informações de transformadores de medição também são relevantes: relação, classe, carga, polaridade, aplicação de medição/proteção e conexão. Erros em TC/TP podem comprometer proteção e medição mesmo quando o unifilar parece correto.

20. CABOS DE MÉDIA TENSÃO

O As-Built deve registrar origem/destino, seção, material, classe de tensão, isolamento, comprimento quando requerido, método de instalação, rota, terminações, emendas, blindagem, aterramento e identificação. A NBR 14039 diferencia métodos de instalação e fatores que influenciam capacidade de condução.

Em cabos enterrados, profundidade, banco de dutos, formação e condições térmicas podem ser relevantes. Se a documentação final altera a rota em relação ao projeto, a engenharia deve avaliar se os critérios de capacidade e proteção continuam válidos.

21. ATERRAMENTO DE BLINDAGENS E CROSS-BONDING

Em cabos de MT, a forma de aterramento das blindagens pode influenciar perdas, tensões induzidas e capacidade. O As-Built precisa representar a configuração real — aterramento em um ponto, em múltiplos pontos ou arranjos específicos — quando esse atributo faz parte do projeto.

Esse é um exemplo clássico de informação que dificilmente pode ser inferida apenas pela rota gráfica.

22. RELÉS DE PROTEÇÃO

Para cada função de proteção relevante, o As-Built deve relacionar IED/relé, TC/TP associado, funções habilitadas, ajustes, curva, temporizações, lógica de trip, intertravamentos e versão/arquivo de configuração quando aplicável.

O valor registrado precisa representar a configuração em serviço e deve ser reconciliado com o [Estudo de Curto-Circuito, Seletividade e Coordenação de Proteções](#). Se o campo possui ajustes diferentes do estudo, o As-Built deve registrar a divergência e a engenharia deve avaliar sua aceitabilidade.

23. TESTES DE PROTEÇÃO EM MT

Ensaio secundários, lógicas de trip, interlocks e testes funcionais podem ser fontes essenciais da baseline. O registro deve indicar qual versão de ajustes foi testada. Um relatório de teste sem identificação inequívoca da configuração perde valor para o As-Built.

24. DISTRIBUIÇÃO DE BAIXA TENSÃO

Em BT, o método deve rastrear desde a fonte até os circuitos finais segundo a profundidade contratada. O [Guia Completo de Instalações Elétricas de Baixa Tensão](#) funciona como referência complementar do cluster.

A baseline precisa preservar esquema de aterramento, tensões, fontes, quadros, dispositivos, circuitos, seções, métodos de instalação, condutores PE/N, pontos principais e parâmetros de projeto que condicionam a segurança.

25. QGBT E PAINÉIS DE BAIXA TENSÃO

Para QGBT, CCM e painéis, o As-Built deve registrar identificação, fabricante/montador, modelo/tipo, correntes nominais, barramentos, dispositivos, alimentadores, compartimentação quando relevante, entradas/saídas, proteções, medição, conexões, intertravamentos e dados de placa.

A solução de [QGBT e Painéis Elétricos de Baixa Tensão](#) cobre o ciclo de projeto e conformidade quando o levantamento demonstra necessidade de engenharia além da documentação.

26. IEC 61439: O QUE O AS-BUILT PODE E NÃO PODE AFIRMAR

A inspeção de campo pode confirmar componentes aparentes, disposição, identificação e condição instalada. Porém, verificações de projeto como elevação de temperatura e suportabilidade a curto-circuito não podem ser reconstruídas por observação visual. O pacote precisa preservar documentação do fabricante/montador e evidências de verificação do conjunto.

Se um componente foi substituído após a fabricação, deve-se avaliar se a alteração preserva a configuração e as condições cobertas pela documentação original. O As-Built registra a alteração; a decisão de conformidade exige avaliação específica.

27. DISJUNTORES DE BAIXA TENSÃO

Registrar fabricante, modelo, corrente nominal, polos, capacidade de interrupção, unidade de disparo e ajustes aplicáveis. A capacidade de interrupção precisa ser compatível com a corrente de curto-circuito presumida no ponto — um atributo de engenharia que não pode ser assumido apenas porque o disjuntor está instalado.

O conteúdo sobre [Icu, Ics e curto-circuito presumido](#) aprofunda essa interface.

28. QUADRO DE CARGAS E CIRCUITOS FINAIS

O quadro de cargas deve refletir circuitos reais, fases, dispositivos, potência/carga conforme escopo, condutores e identificação. A correspondência entre quadro de cargas, planta e identificação física deve ser verificada.

O artigo [Quadro de Cargas Elétricas](#) detalha a estrutura desse documento.

29. RASTREAMENTO DE CIRCUITOS

Quando a identificação de circuitos é incerta, o método deve prever rastreamento controlado. A técnica depende da instalação e das condições de segurança: inspeção de terminais, continuidade com circuito desenergizado, rastreadores apropriados, manobras controladas ou correlação com sistemas de monitoramento.

O resultado precisa indicar nível de confiança. Inferir um circuito apenas por proximidade física não é equivalente a rastreá-lo.

30. CABOS E CONDUTORES EM BT

O As-Built pode precisar registrar seção, material, isolação, número de condutores, condutor de proteção, neutro, método de instalação, agrupamento, origem/destino e rota. Esses atributos se relacionam à capacidade de condução e à proteção.

Se o método de instalação observado difere do projeto, a documentação deve registrar a condição e a engenharia deve avaliar fatores de correção e capacidade quando o impacto for relevante.

31. IDENTIFICAÇÃO E CORES

A identificação deve ser confrontada com as normas aplicáveis e com o padrão do projeto. O As-Built não deve apenas copiar cores para o desenho; precisa documentar a função dos condutores e a identificação dos circuitos de modo inequívoco.

32. ESQUEMA DE ATERRAMENTO: TN, TT E IT

O esquema de aterramento é uma informação estrutural da instalação. Ele condiciona medidas de proteção, testes e funcionamento. O As-Built deve declarar a configuração observada e confirmada, incluindo separação ou combinação de N/PE quando aplicável.

O conteúdo sobre [TN-S, TN-C e TN-C-S](#) aprofunda parte dessa topologia.

33. CONDUTOR DE PROTEÇÃO E EQUIPOTENCIALIZAÇÃO

O método precisa verificar existência, continuidade, identificação e conexões relevantes do PE, bem como barras e ligações equipotenciais. A NBR 5410 e a NBR 14039 incluem continuidade de condutores de proteção e equipotenciais entre os ensaios de verificação final.

Uma planta de aterramento atualizada sem evidência de continuidade pode representar intenção e não necessariamente eficácia do caminho elétrico.

34. MALHA DE ATERRAMENTO

Em subestações e instalações críticas, o As-Built deve representar geometria e conexões da malha quando disponíveis, pontos de conexão, barras principais, interligações e valores de ensaio conforme escopo. A NBR 14039 destaca que arranjo e dimensões do sistema são fundamentais e que a resistência deve atender às condições de proteção e funcionamento.

O artigo sobre [Malha de Aterramento](#) é leitura complementar.

35. SPDA EXTERNO

Quando o escopo inclui SPDA, o As-Built deve representar captação, descidas, conexões, interligações, aterramento e componentes relevantes. A NBR 5419-3:2026 fornece a base de projeto e inspeção do SPDA externo.

Registrar o executado não substitui a análise de risco nem o projeto do sistema. Se a condição encontrada não corresponde ao projeto, a engenharia deve avaliar a proteção, e não apenas atualizar o desenho.

36. DPS E MEDIDAS DE PROTEÇÃO CONTRA SURTOS

A NBR 5419-4:2026 trata sistemas coordenados de DPS, zonas de proteção, equipotencialização, roteamento e blindagem. O As-Built precisa identificar a localização dos DPS, conexões, circuitos protegidos e interfaces relevantes. Em instalações existentes, essa informação é importante para que intervenções futuras não desfaçam a coordenação.

O conteúdo [NBR 5419-4: SPDA interno, DPS e proteção de sistemas](#) aprofunda esse tema.

37. ROTEAMENTO, BLINDAGEM E COMPATIBILIDADE ELETROMAGNÉTICA

Rotas de energia e sinal, blindagens e equipotencialização podem afetar surtos e compatibilidade eletromagnética. A documentação de As-Built deve preservar essas relações quando fazem parte dos requisitos. Uma rota alterada em campo pode exigir avaliação além da simples atualização de planta.

38. GRUPOS GERADORES

Registrar potência, tensão, frequência, neutro, aterramento, disjuntor, partida, combustível na fronteira pertinente, ATS, lógica de transferência, intertravamentos, medição, alarmes e interfaces com supervisão. A sequência real de transferência precisa ser coerente com os diagramas e com os testes.

39. ATS E TRANSFERÊNCIA DE FONTES

Em instalações com múltiplas fontes, o As-Built deve registrar condições de transferência, permissivos, bloqueios, tempos e prioridades quando esses atributos estão dentro do escopo. O diagrama lógico e o unifilar precisam concordar.

Uma alteração de lógica ocorrida durante comissionamento precisa retornar à baseline, inclusive arquivos de controlador quando aplicável.

40. UPS E ENERGIA CRÍTICA

Para UPS, registrar potência, topologia, tensão, bypass, baterias, autonomia de referência quando exigida, alimentações, saídas, proteção, comunicação e configuração. Em sistemas redundantes, a arquitetura A/B e as interligações são essenciais.

O As-Built não deve transformar “redundância aparente” em garantia de disponibilidade. A independência real entre caminhos precisa ser avaliada por projeto e testes.

41. BANCOS DE CAPACITORES E CORREÇÃO DE FATOR DE POTÊNCIA

Registrar potência, estágios, controlador, proteção e conexão. Se a configuração foi alterada em relação ao projeto, efeitos sobre harmônicas, manobra e desempenho podem exigir avaliação específica.

42. SISTEMAS FOTOVOLTAICOS E FONTES DISTRIBUÍDAS

Quando presentes, devem ser incorporados ao unifilar, proteções, seccionamento, inversores, strings, quadros, aterramento e interface com a rede. O escopo deve considerar documentação de homologação e requisitos específicos aplicáveis.

43. MOTORES, CCM E INVERSORES

Registrar motores, potência, tensão, proteção, partida, cabos, CCM, contadores, relés, VFD/soft-starter, parâmetros críticos e interfaces de controle. A configuração efetiva do VFD pode ser tão importante quanto o diagrama de potência.

44. AUTOMAÇÃO, BMS, SCADA E SUPERVISÃO

O As-Built elétrico precisa definir sua fronteira com automação. Estados de disjuntores, medições, alarmes, comandos remotos, permissivos e intertravamentos podem estar distribuídos entre painéis e software. Diagramas e listas de pontos devem representar a lógica final testada.

45. ARQUIVOS DE CONFIGURAÇÃO E BACKUPS

Relés, UPS, controladores, medidores, inversores e sistemas supervisórios podem possuir parâmetros exportáveis. O pacote deve definir quando o backup faz parte do As-Built, como é identificado, qual versão corresponde à configuração testada e quem terá custódia.

Possuir arquivo não significa possuir capacidade de recuperação. Em sistemas críticos, procedimentos ou testes de restore podem ser necessários conforme risco.

46. VERIFICAÇÃO FINAL EM BAIXA TENSÃO

A NBR 5410 estrutura uma sequência de inspeção e ensaios. O método de As-Built deve aproveitar os resultados como evidência da baseline, sem duplicar testes desnecessariamente quando existem registros válidos e rastreáveis.

46.1. INSPEÇÃO VISUAL

Confirmar medidas de proteção, linhas, dispositivos, isolamento/seccionamento, influências externas, identificação, sinalização, conexões e acessibilidade. As divergências que afetam documentação devem retornar ao pacote.

46.2. CONTINUIDADE

Resultados de continuidade do PE e das ligações equipotenciais ajudam a confirmar a configuração de proteção. O As-Built deve vincular o resultado à fronteira testada.

46.3. RESISTÊNCIA DE ISOLAMENTO

O ensaio demonstra condição elétrica da isolação dentro dos critérios aplicáveis. O resultado não define a rota ou a seção do cabo, mas funciona como evidência de verificação do circuito.

46.4. PROTEÇÃO POR SECCIONAMENTO AUTOMÁTICO

Dependendo do esquema TN, TT ou IT, a verificação utiliza critérios diferentes. A documentação deve representar corretamente o esquema porque ele condiciona a interpretação dos ensaios.

46.5. ENSAIOS FUNCIONAIS

Quadros, comandos, intertravamentos e controles devem ser verificados funcionalmente quando aplicável. A configuração efetivamente testada precisa ser aquela representada no As-Built.

47. VERIFICAÇÃO FINAL EM MÉDIA TENSÃO

A NBR 14039 exige inspeção e ensaios antes da entrada em serviço. Para As-Built, são particularmente relevantes continuidade, isolamento, tensão aplicada quando aplicável, aterramento, ensaios recomendados pelos fabricantes e ensaios de funcionamento.

47.1. ENSAIOS DE FABRICANTE E ESPECIAIS

A norma cita exemplos como ensaios em óleo isolante, fator de potência, cromatografia, tempos de operação, resistência de contatos e tensão aplicada. O As-Built não precisa reproduzir o relatório, mas deve permitir relacionar o equipamento e a configuração ao registro de teste correspondente.

47.2. INTERTRAVAMENTOS E FILOSOFIA OPERATIVA

Quadros, acionamentos, controles e intertravamentos devem ser funcionalmente coerentes com a filosofia do projeto. O diagrama de comando final precisa representar essa lógica ou referenciar o documento que a define.

48. TERMOGRAFIA: EVIDÊNCIA COMPLEMENTAR, NÃO SUBSTITUTO

Termografia pode ajudar a identificar aquecimento anormal sob carga e contribuir para diagnóstico, mas não substitui ensaios exigidos nem comprova, por si só, dimensionamento ou conformidade. Em As-Built, pode ser associada como evidência operacional complementar.

49. QUALIDADE DE ENERGIA

Medições de tensão, corrente, harmônicas, fator de potência e eventos podem ajudar a compreender a condição operacional, mas pertencem a uma camada diagnóstica. O serviço de [Análise e Diagnóstico da Qualidade de Energia](#) deve ser acionado quando a necessidade ultrapassa a documentação da configuração.

50. ESTUDO DE CURTO-CIRCUITO COMO VERIFICAÇÃO DE COERÊNCIA

O As-Built precisa fornecer dados suficientes para atualizar ou validar o estudo: fontes, transformadores, impedâncias, cabos, comprimentos relevantes, dispositivos e topologia. Mudanças significativas podem alterar a corrente presumida nos quadros.

O documento final não deve copiar valores de curto-circuito antigos sem verificar se as premissas permanecem válidas.

51. SELETIVIDADE E COORDENAÇÃO DE PROTEÇÕES

A seletividade depende da configuração real de dispositivos e ajustes. Se o As-Built identifica substituição de disjuntor ou ajuste, o estudo precisa ser revisitado quando houver impacto. O artigo sobre [Seletividade de Disjuntores](#) aprofunda o conceito.

52. CAPACIDADE DOS CABOS E MÉTODOS DE INSTALAÇÃO

A capacidade de condução não é atributo apenas da seção. Temperatura, agrupamento, solo, método de instalação e condições externas influenciam. O As-Built deve registrar os atributos necessários à futura verificação do dimensionamento.

Em MT, a NBR 14039 explicita diferentes métodos de referência e fatores. Uma rota “parecida” pode possuir comportamento térmico diferente.

53. QUEDA DE TENSÃO E COMPRIMENTO REAL

Alterações de rota podem mudar comprimentos e queda de tensão. Quando o desvio é significativo, a engenharia deve avaliar a manutenção do critério de projeto. O As-Built registra o comprimento ou a rota conforme o escopo, mas não deve omitir o impacto técnico conhecido.

54. BALANCEAMENTO DE FASES

Em instalações com muitas cargas monofásicas, o quadro de cargas As-Built pode ser base para revisar balanceamento. Alterações acumuladas em obra podem gerar distribuição diferente daquela prevista originalmente.

55. DOCUMENTAÇÃO DE PARÂMETROS DE PROJETO

A NBR 5410 inclui na documentação parâmetros como corrente de curto-circuito, queda de tensão, fatores de demanda e condições utilizadas no dimensionamento. O método recomenda preservar não apenas “o que foi instalado”, mas também os parâmetros necessários para compreender decisões de engenharia.

56. BROWNFIELD ELÉTRICO

Em instalações existentes, o desafio é separar condição desconhecida, condição observada e condição validada. A equipe pode encontrar cabos sem identificação, quadros modificados, circuitos abandonados, proteções substituídas e documentação desatualizada.

O artigo [Projetos Brownfield](#) aprofunda a engenharia em instalações existentes. No As-Built elétrico, o primeiro produto pode ser um “existing condition baseline” com níveis de confiança, antes de qualquer decisão de adequação.

57. INSTALAÇÕES ENERGIZADAS E LIMITAÇÕES DE EVIDÊNCIA

Quando a instalação não pode parar, certas verificações podem ser adiadas ou substituídas por evidências alternativas. Essas limitações precisam constar do relatório e do acceptance register. Não é aceitável representar um atributo como “confirmado” quando ele foi apenas inferido por falta de acesso seguro.

58. CABOS E REDES ENTERRADAS

Rotas enterradas devem ser capturadas antes do fechamento sempre que possível. Coordenadas, profundidade, caixas, bancos de dutos, cruzamentos e pontos de referência podem compor o As-Built. Após o reaterro, a incerteza aumenta e métodos de detecção podem não recuperar todas as características.

59. AS-BUILT E NR-10

O As-Built é uma fonte importante para documentação de segurança e para o Prontuário das Instalações Elétricas quando aplicável, mas não é sinônimo de PIE. O serviço de [Prontuário das Instalações Elétricas](#) possui escopo próprio de organização documental e atendimento regulatório.

60. PRONTUÁRIO, DIAGRAMAS E MANUTENÇÃO

Uma baseline elétrica confiável reduz risco durante bloqueios, manobras, estudos e manutenção. A NBR 14039 exige esquema geral disponível na subestação e reforça identificação, acesso e operação por pessoal qualificado. A utilidade operacional deve ser um critério explícito de aceite.

61. AS-BUILT DIGITAL E BIM ELÉTRICO

Em BIM, o modelo pode representar quadros, eletrocalhas, cabos, equipamentos, espaços e propriedades. A qualidade depende do nível de informação necessário. Não é eficiente modelar cada condutor individual quando o uso não exige esse detalhe; também não é aceitável omitir identificadores e parâmetros essenciais à operação se esses são requisitos do AIR.

61.1. PIM PARA AIM

A informação final relevante deve migrar da fase de entrega para o modelo de informação do ativo. O conteúdo [PIM e AIM](#) detalha esse processo.

61.2. CORRESPONDÊNCIA ENTRE MODELO, PDF E BANCO DE ATIVOS

A mesma tag não pode apontar para equipamentos diferentes em fontes distintas. QA/QC deve verificar consistência de identificadores, localização, características e status entre modelo, documentos e sistemas corporativos.

62. QA/QC ESPECÍFICO PARA AS-BUILT ELÉTRICO

O QA/QC deve combinar critérios de gestão da informação com testes técnicos de coerência. A lógica da ISO 19650-4 – metadados, conformidade, continuidade, comunicação, consistência e completude – pode ser aplicada ao pacote elétrico.

62.1. MATRIZ DE AUDITORIA CRUZADA

Cruzamento	Teste
unifilar × quadro	dispositivos, correntes, alimentadores e tags coincidem?
quadro de cargas × planta	circuitos e pontos correspondem?
proteção × estudo	modelo/ajuste coincide com a seletividade aprovada?
cabo × proteção	seção/método e dispositivo permanecem coerentes?
relé × arquivo × teste	a configuração documentada foi a configuração testada?
aterramento × ensaio	fronteira e resultado podem ser relacionados?
DPS × unifilar × painel	localização e coordenação estão documentadas?
tag × CMMS	o ativo físico e o cadastro são o mesmo?

63. GATE 1 – BASELINE DOCUMENTAL ELÉTRICA

Entrada: documentos existentes. **Evidência:** MDR, revisões, lista de ativos e sistemas.

Saída: referências de campo inequívocas e lacunas conhecidas.

64. GATE 2 – CONFIGURAÇÃO DE CAMPO CAPTURADA

Entrada: plano de levantamento e segurança. **Evidência:** walkdowns, placas, rastreamentos, registros e redlines. **Saída:** topologia, ativos e divergências principais identificados.

65. GATE 3 – CONFIGURAÇÃO TECNICAMENTE VERIFICADA

Entrada: condição atualizada. **Evidência:** ensaios, inspeções, vendor data, proteção/configuração e comissionamento. **Saída:** atributos críticos confirmados e issues de adequação separados.

66. GATE 4 – PACOTE RECONCILIADO

Entrada: documentos revisados. **Evidência:** QA/QC, matriz de auditoria, comentários fechados, coerência entre fontes. **Saída:** pacote apto à submissão final.

67. GATE 5 – BASELINE ACEITA E TRANSFERIDA

Entrada: pacote final, Data Book e handover. **Evidência:** aceite, transmittal, arquivos e dados incorporados. **Saída:** baseline operacional vigente.

68. ACCEPTANCE MATRIX ELÉTRICA

Objeto	Critério	Evidência
Unifilar	topologia e dispositivos representam a condição final	walkdown + testes + QA/QC
QGBT	dados e dispositivos coincidem com conjunto instalado	placa + vendor data + inspeção
Relé	ajustes finais aprovados e testados	arquivo + relatório de teste
Circuito	origem/destino/proteção identificados	rastreio + documentação
Aterramento	topologia e conexões relevantes documentadas	inspeção + ensaio
DPS	posição e proteção associada identificadas	inspeção + documentação

69. CRITÉRIOS DE REJEIÇÃO

Um pacote deve ser rejeitado ou devolvido para correção quando, conforme o contrato, houver divergência não explicada entre campo e documento, circuito sem origem, dispositivo crítico sem identificação, ajustes não reconciliados, arquivos de configuração incompatíveis, ausência de ensaio requerido, documentação de quadro sem vínculo com o conjunto instalado, rota crítica não representada ou qualquer lacuna que impeça uso seguro da baseline.

Rejeição não significa necessariamente que a instalação está insegura; significa que o requisito de informação ou de evidência não foi satisfeito. Quando a própria condição técnica é inadequada, deve existir issue de engenharia separado.

70. GESTÃO DE ISSUES: DOCUMENTAL × TÉCNICO

Tipo	Exemplo	Tratamento
Documental	tag divergente entre planta e quadro	corrigir informação
Evidência	ajuste registrado sem relatório de teste	obter/realizar verificação
Engenharia	disjuntor com capacidade aparentemente inferior à lcc	avaliar estudo e adequação
Execução	condutor PE ausente	correção física e posterior atualização

71. COMISSIONAMENTO E FECHAMENTO DA CONFIGURAÇÃO

O [Comissionamento e Aceite Técnico de Instalações Elétricas](#) é a camada que testa a instalação e pode revelar ajustes finais. O As-Built deve ser congelado somente depois de incorporar alterações aceitas decorrentes dos testes.

A cadeia recomendada é **configuração preliminar teste ajuste reteste aprovação atualização As-Built**.

72. DATA BOOK ELÉTRICO

O Data Book pode reunir As-Built, ensaios, FAT/SAT, vendor data, certificados, manuais, ajustes e registros de comissionamento. O [Data Book de Obra](#) deve permitir rastrear evidência por sistema e equipamento.

73. HANDOVER E OPERAÇÃO

O handover elétrico precisa transferir documentos e também conhecimento sobre operação, manobras, intertravamentos, contingências, ajustes e limitações. A baseline deve estar disponível aos responsáveis por operação e manutenção.

O [Handover Técnico](#) aprofunda essa transição.

74. INTEGRAÇÃO COM CMMS/EAM

Quadros, transformadores, geradores, UPS, relés e outros ativos podem alimentar sistemas de manutenção. Tags, fabricante, modelo, serial, localização, criticidade, documentos e planos devem ser estruturados segundo requisitos da operação.

75. CONTRATAÇÃO DO AS-BUILT ELÉTRICO

O serviço pode ser contratado como obrigação da instaladora, pacote independente de levantamento e documentação ou parte de Owner's Engineering. Em brownfields com documentação deficiente, um levantamento independente pode ser necessário antes de qualquer projeto.

75.1. ESCOPO CONTRATUAL MÍNIMO

- fronteiras de tensão e sistemas;
- documentos e arquivos requeridos;
- grau de rastreamento de circuitos;
- ensaios incluídos e ensaios fornecidos por terceiros;

- responsabilidade por desenergização e segurança;
- dados de proteções e configurações;
- SPDA/aterramento/DPS dentro ou fora do escopo;
- formatos CAD/BIM/nativos;
- critérios de QA/QC;
- número de ciclos de revisão;
- acceptance matrix e efeitos do aceite.

76. MEDIÇÃO POR GATES

Uma estrutura de medição pode distribuir pagamentos por baseline aprovada, levantamento concluído, pacote preliminar, testes/evidências consolidados, pacote final aceito e handover. Isso alinha remuneração à redução de risco e não apenas à quantidade de desenhos produzidos.

77. ENTREGÁVEIS DE REFERÊNCIA

Entregável	Conteúdo
Plano de As-Built Elétrico	escopo, método, segurança, critérios e responsabilidades
MDR elétrico	documentos, revisões, status e sistemas
Lista de ativos/quadros	tags e dados principais
Redline register	alterações de campo
Unifilares As-Built	topologia e proteções
Plantas As-Built	localização, rotas e circuitos conforme escopo
Quadros de cargas	circuitos e dispositivos
Listas de cabos	origem/destino/características
Protection/settings register	dispositivos e ajustes
Grounding/SPDA register	elementos e interfaces de proteção
Test register	ensaios e evidências vinculadas
Configuration backup register	arquivos digitais e versões
Acceptance Matrix	critérios, evidências e status
Reconciliation report	divergências e fechamento

78. EXEMPLO INTEGRADO – SISTEMA MT/BT COM UPS

Considere uma instalação alimentada em média tensão, com cubículo de entrada, relé de proteção, transformador, QGBT, grupo gerador, ATS, UPS e quadros críticos.

78.1. BASELINE DOCUMENTAL

O projeto possui unifilar e estudo de proteção; a planta de rotas está desatualizada e os ajustes do relé não têm arquivo identificado.

78.2. CAMPO

O walkdown confirma equipamentos e revela substituição do transformador e de dois disjuntores de BT. A rota de um cabo de MT foi alterada.

78.3. VERIFICAÇÃO

Placas são registradas, cabos e terminais conferidos, ajustes do relé exportados, ensaios existentes recuperados e transferências do ATS testadas.

78.4. ENGENHARIA

A troca do transformador altera impedância e corrente de curto-circuito. O estudo precisa ser atualizado antes de considerar os novos disjuntores e ajustes tecnicamente aceitos.

78.5. BASELINE FINAL

Após estudo, ajustes aprovados e retestes, unifilar, listas, proteção, rota e backups são reconciliados. O As-Built passa a representar a configuração realmente aceita.

O exemplo mostra por que “desenhar o campo” seria insuficiente: a alteração física modificou parâmetros de engenharia que precisaram ser reavaliados.

79. EXEMPLO BROWNFIELD – QUADRO SEM DOCUMENTAÇÃO CONFIÁVEL

Em um quadro antigo, circuitos não possuem identificação coerente e não existe projeto editável. O método começa por inventário e rastreamento, não por redesenho. Circuitos são confirmados dentro das condições seguras, proteções e cabos são registrados, e as informações incertas recebem status específico.

Somente depois a equipe produz unifilar e quadro de cargas. Quando encontra dispositivo incompatível ou condição aparentemente inadequada, abre issue de engenharia em vez de “normalizar” a condição no desenho.

80. MODELO DE MATURIDADE DO AS-BUILT ELÉTRICO

Nível	Características
1 – Gráfico	atualização de plantas sem evidência estruturada
2 – Inventariado	ativos e circuitos identificados, mas sem integração com testes
3 – Verificado	documentação conectada a inspeções e ensaios
4 – Integrado	proteção, comissionamento, Data Book e configurações digitais reconciliados
5 – Ciclo de vida	baseline elétrica alimenta operação, CMMS/AIM e gestão contínua de mudanças

81. KPIS DE GOVERNANÇA

- % de quadros inventariados e reconciliados;
- % de circuitos críticos rastreados;
- % de dispositivos de proteção com ajustes confirmados;
- % de documentos As-Built aceitos;
- quantidade de issues técnicos abertos;
- % de ensaios vinculados à configuração;
- % de backups/configurações finais identificados;
- taxa de rejeição na primeira submissão;
- aging de pendências documentais;
- % de sistemas transferidos para operação.

82. ROADMAP DE IMPLANTAÇÃO EM 90 DIAS

82.1. DIAS 0–30

Consolidar baseline, MDR, sistemas, tags, documentos e riscos; definir fronteiras e critérios; planejar segurança e acesso.

82.2. DIAS 31–60

Executar walkdowns, rastreamentos e levantamentos; capturar quadros, proteções, cabos, aterramento e configurações; iniciar atualização documental.

82.3. DIAS 61–90

Consolidar ensaios, atualizar estudos quando necessário, executar QA/QC, fechar issues, submeter pacote e preparar handover.

83. SELF-ASSESSMENT

Pergunta		1	2
Unifilares representam o campo?	desconhecido	parcial	verificado
Quadros/circuitos possuem identificação?	não	parcial	sim
Proteções estão reconciliadas com estudos?	não	parcial	sim
Ensaio estão vinculados ao sistema?	não	parcial	sim
Aterramento/SPDA/DPS estão documentados?	não	parcial	sim
Configurações digitais possuem versão final?	não	parcial	sim
Existe destino operacional da baseline?	não	repositório	processo/AIM/CMMS

Essa pontuação é um recurso de diagnóstico interno, não uma certificação.

84. ERROS QUE O MÉTODO DEVE IMPEDIR

Erro	Consequência
atualizar apenas o unifilar	plantas, listas e ajustes ficam divergentes
copiar dados do projeto para o As-Built	informação não confirmada é apresentada como real
desenhar condição inadequada sem issue	não conformidade é mascarada
ignorar ajustes de proteção	baseline não representa segurança/seletividade
substituir IEC 61439 por walkdown	conformidade do quadro é indevidamente presumida
ignorar rota/método de cabo	dimensionamento futuro parte de premissa errada
não integrar comissionamento	configuração testada e documento final divergem
não registrar DPS	intervenção futura pode degradar proteção contra surtos
entregar backup sem versão	arquivo não pode ser relacionado à condição operacional

85. CHECKLIST TÉCNICO FINAL

85.1. FONTES E TOPOLOGIA

- entrada/ponto de entrega confirmado;
- fontes normais e emergência identificadas;
- unifilares reconciliados;
- interligações e transferências verificadas.

85.2. MT

- subestação e equipamentos identificados;
- TC/TP e relés registrados;
- cabos e blindagens documentados;
- ajustes e ensaios reconciliados.

85.3. BT

- QGBT/quadros identificados;
- disjuntores e ajustes registrados;
- circuitos e quadros de cargas conciliados;
- cabos/métodos relevantes documentados.

85.4. PROTEÇÃO E SEGURANÇA

- esquema de aterramento confirmado;
- PE/equipotencial verificados;
- malha/SPDA/DPS documentados conforme escopo;
- issues de adequação tratados separadamente.

85.5. INFORMAÇÃO

- PDF/nativos representam a mesma revisão;
- configurações digitais têm versão e custódia;
- MDR e Data Book reconciliados;
- baseline transferida à operação.

86. HIERARQUIA DE EVIDÊNCIAS E NÍVEL DE CONFIANÇA

Um dos erros mais graves em As-Built elétrico é tratar todas as informações como se tivessem a mesma força probatória. Uma marcação em desenho antigo, uma etiqueta encontrada em campo, um valor lido em relé, um relatório de ensaio e um arquivo de configuração validado representam evidências de naturezas diferentes. O método deve preservar essa distinção.

Para cada atributo crítico, convém registrar **fonte, data, responsável, método de verificação e nível de confiança**. A classificação pode ser definida pelo empreendimento, mas deve separar pelo menos informação confirmada diretamente, informação confirmada por evidência documental rastreável, informação inferida e informação não verificada.

Nível	Condição	Uso permitido
Confirmado em campo	atributo observado, medido ou rastreado diretamente	baseline, sujeito ao QA/QC
Confirmado por evidência	vendor data, relatório ou configuração inequívoca	baseline quando a vinculação ao ativo é demonstrada
Inferido	dedução tecnicamente plausível sem verificação direta	registro provisório, nunca como verdade final sem ressalva
Não verificado	ausência de acesso ou evidência	lacuna explícita e plano de fechamento

Essa estrutura é especialmente importante em brownfield, instalações energizadas e sistemas ocultos, nos quais determinadas verificações podem depender de janela de parada ou intervenção futura.

87. PLANO DE LEVANTAMENTO ORIENTADO POR RISCO

O levantamento não deve consumir o mesmo esforço em todos os ativos. A criticidade do sistema, a consequência de erro documental, a possibilidade de inspeção posterior e a confiabilidade da baseline existente devem orientar a profundidade.

Alimentadores de cargas críticas, proteções gerais, relés de subestação, ATS, UPS, geradores, intertravamentos e sistemas de aterramento normalmente exigem maior rigor do que circuitos auxiliares facilmente acessíveis e de baixo impacto. A abordagem por risco permite concentrar ensaios e rastreamentos onde um erro de configuração pode comprometer segurança, disponibilidade ou capacidade de intervenção.

O plano deve indicar pontos de acesso, necessidade de desenergização, instrumentos, documentos de referência, atividades de rastreamento, campos obrigatórios de captura e critérios de interrupção por segurança.

88. RECONSTRUÇÃO DA TOPOLOGIA ELÉTRICA

A topologia é o relacionamento entre fontes, transformações, barramentos, dispositivos de manobra, proteções, alimentadores e cargas. A reconstrução deve começar nas fontes e avançar de forma hierárquica. Em instalações com geração, UPS ou múltiplas entradas, a topologia precisa representar estados normais, emergência, manutenção e contingência.

O método deve verificar não apenas “quem alimenta quem”, mas também condições de paralelismo, transferência, intertravamento e possibilidade de retroalimentação. Um unifilar que omite um tie-breaker, um bypass ou uma fonte alternativa pode induzir decisões inseguras de manutenção.

88.1. FEEDER SCHEDULE COMO INSTRUMENTO DE RECONCILIAÇÃO

Em instalações extensas, um feeder schedule pode servir como camada intermediária entre unifilar, painéis, cabos e cargas. Para cada alimentador, registrar origem, destino, tensão, dispositivo, cabo, rota, condição operacional, criticidade, evidência e documentos relacionados.

O valor do feeder schedule não está na tabela em si, mas na possibilidade de cruzar informação lógica, física e documental. Divergências entre schedule, placa, unifilar e painel devem ser tratadas como issues, não resolvidas silenciosamente.

89. NEUTRO, PE E DISPOSITIVOS DIFERENCIAIS

Em baixa tensão, erros na representação de neutro e condutor de proteção podem comprometer a interpretação do esquema de aterramento e dos dispositivos de proteção. O As-Built deve registrar separação ou combinação de condutores, barras, pontos de ligação, origem do neutro, seccionamento quando aplicável e dispositivos diferenciais.

Para DR, convém registrar corrente diferencial nominal, tipo, polos, circuitos protegidos e coordenação funcional quando relevante. A simples presença de um DR no quadro não demonstra que a arquitetura de proteção está corretamente documentada.

90. FUSÍVEIS, CONTADORES E DISPOSITIVOS DE MANOBRA

O método não deve concentrar-se apenas em disjuntores. Fusíveis, seccionadoras, contadores, chaves de transferência, relés térmicos e outros dispositivos podem definir proteção, isolamento e operação. Em circuitos de motores e máquinas, a combinação entre proteção contra curto-circuito, sobrecarga, comando e intertravamento precisa ser preservada na documentação.

91. GESTÃO DE AJUSTES DE PROTEÇÃO

Os ajustes de proteção devem ser tratados como dados controlados de configuração. Para cada dispositivo relevante, o pacote deve identificar valor vigente, fonte do ajuste, revisão do estudo correspondente, data de implementação, responsável, método de teste e arquivo associado quando existir.

Quando um ajuste é alterado em campo durante comissionamento ou investigação de falha, o processo de mudança precisa fechar o ciclo: **aprovação parametrização teste registro atualização do estudo e do As-Built**. Sem essa cadeia, a instalação passa a possuir duas verdades: a documental e a operacional.

92. ARCO ELÉTRICO COMO INTERFACE DE ENGENHARIA

O As-Built não substitui um estudo de energia incidente, mas fornece parte dos dados necessários para sua atualização: topologia, correntes de curto-circuito, dispositivos, ajustes, tempos de atuação, distâncias e condições de operação. Uma alteração de proteção ou fonte pode modificar o resultado.

Por isso, quando a instalação possui estudo de arco elétrico, o método deve verificar se a configuração final permanece coerente com as premissas usadas. A atualização de etiquetas ou estudos é uma atividade de engenharia própria, a ser acionada quando a mudança for material.

93. QGBT E CONJUNTOS – RASTREABILIDADE DO FABRICANTE AO CAMPO

Para conjuntos de baixa tensão, o pacote de As-Built deve permitir relacionar o conjunto instalado à documentação do fabricante ou montador. Placa, identificação, corrente nominal, suportabilidade, formas construtivas, dispositivos, barramentos, diagramas, lista de componentes e registros de verificação precisam apontar para o mesmo conjunto.

Alterações posteriores – substituição de disjuntor, inclusão de derivação, modificação de barramento ou mudança de ventilação – devem ser registradas com avaliação de impacto. O As-Built não deve declarar que o conjunto permanece coberto pela verificação original sem evidência técnica para essa conclusão.

94. SUBESTAÇÕES – CAMADA PRIMÁRIA E CAMADA SECUNDÁRIA

Em média tensão, é útil separar a camada primária – equipamentos de potência, cabos, barramentos, seccionamento, aterramento – da camada secundária – TCs, TPs, relés, comandos, intertravamentos, sinalização, telecomando e supervisão.

O As-Built só é operacionalmente completo quando as duas camadas permanecem coerentes. Um bay corretamente representado no unifilar, mas com relação de TC, lógica de trip ou entrada digital divergente, continua documentalmente incompleto.

94.1. TCS E TPS

Registrar relação, classe, carga, polaridade, núcleo, finalidade e conexão quando aplicável. O vínculo entre transformador de instrumento, relé/medidor e circuito secundário precisa ser rastreável. Alterações aparentemente pequenas podem comprometer medição e proteção.

94.2. RELÉS E IEDS

Além dos ajustes, registrar firmware quando contratualmente requerido, lógica, arquivos exportáveis, comunicação, endereçamento, protocolos e vínculo aos ensaios. Em subestações digitais, arquivos de engenharia e configuração podem ser parte essencial da baseline.

95. FAT INSPEÇÃO DE RECEBIMENTO SAT COMISSIONAMENTO

O histórico de verificação de um equipamento não começa no site. A rastreabilidade deve conectar o que foi aprovado em fábrica ao equipamento recebido, instalado e testado em campo.

Um fluxo de referência é: **vendedor data aprovada FAT inspeção de recebimento instalação SAT/testes de campo comissionamento configuração final**. O As-Built deve apontar para a condição final, mas preservar a cadeia de evidências que demonstra como ela foi alcançada.

Quando o equipamento instalado difere daquele submetido ao FAT, a divergência precisa ser explicitamente tratada.

96. VENDOR DATA E DOCUMENTAÇÃO DE FABRICANTE

Datasheets, desenhos certificados, manuais, listas de peças, curvas de proteção, certificados e relatórios do fabricante são parte da baseline quando vinculados ao ativo real. O problema recorrente é receber documentação genérica ou referente a uma revisão diferente.

O QA/QC deve confirmar identificação, modelo, serial, revisão e aplicabilidade. Em equipamentos configuráveis, o manual é apenas referência de produto; a configuração efetiva precisa ser registrada separadamente.

97. GERADORES, ATS E PARALELISMO

Em sistemas de emergência, o As-Built deve preservar lógica de partida, condições de transferência, retorno, bloqueios, permissivos, temporizações, sincronismo e paralelismo quando existentes. A documentação deve permitir compreender quais fontes podem alimentar cada barramento e sob quais condições.

Ensaio de perda de rede, transferência e retorno devem ser relacionados à configuração efetivamente registrada. Ajustes alterados após esses testes precisam gerar reteste ou

avaliação proporcional ao impacto.

98. UPS, BYPASS E DISTRIBUIÇÃO A/B

Em ambientes de missão crítica, a identificação de caminhos A/B precisa ser consistente entre unifilar, painéis, circuitos, racks/cargas e sistemas de monitoramento. Bypass de manutenção, bypass estático, alimentação de retificador e saída de inversor devem ser claramente representados.

O As-Built não deve assumir independência entre caminhos apenas porque existem dois circuitos. A análise de ponto único de falha e a validação de redundância pertencem à engenharia de disponibilidade, mas dependem de uma baseline correta.

99. FOTOVOLTAICO, ARMAZENAMENTO E GERAÇÃO DISTRIBUÍDA

Quando existem fontes distribuídas, a baseline deve incorporar inversores, strings ou arranjos, dispositivos de proteção, seccionamento, medição, transformadores, pontos de conexão, baterias/ESS quando aplicável e lógica de interface com a rede.

O As-Built deve indicar as fronteiras entre instalação de consumo e geração para que estudos futuros de curto-circuito, proteção e operação utilizem a topologia real.

100. ROTEAMENTO, SEGREGAÇÃO E CAPACIDADE FÍSICA

Rotas de cabos não são apenas informação geométrica. Bandejas, eletrocalhas, leitos, dutos, bancos subterrâneos e travessias definem acessibilidade, agrupamento, segregação e capacidade para futuras expansões. O levantamento deve capturar o nível de detalhe necessário à finalidade do documento.

Quando alterações de rota modificam agrupamento, ambiente térmico ou comprimento, pode ser necessário reavaliar capacidade de condução e queda de tensão. O As-Built deve sinalizar essa interface de engenharia.

101. OBRAS OCULTAS E REGISTROS ANTES DO FECHAMENTO

Infraestruturas enterradas, malhas de terra, eletrodutos embutidos e conexões que serão concretadas ou fechadas precisam ser documentadas antes de perderem acessibilidade. O método deve estabelecer hold points documentais: nenhum fechamento definitivo deve ocorrer antes da captura das evidências requeridas.

Essas evidências podem incluir coordenadas, fotografias referenciadas, medições, croquis, registros topográficos e identificação de conexões. O objetivo é reduzir incerteza

futura e evitar reconstrução baseada em estimativa.

102. CHANGE MANAGEMENT E REDLINES

O redline é um mecanismo transitório de captura, não o produto final. Toda alteração de campo deve possuir origem, autor, data, motivo e aprovação conforme governança do projeto. Alterações que afetam requisitos de engenharia devem percorrer fluxo de revisão técnica antes de serem consolidadas.

Um change register integrado à MDR e ao As-Built permite verificar se todas as modificações aprovadas foram incorporadas. O fechamento do registro é um gate de configuração.

103. CRITÉRIOS DE ACEITE POR FAMÍLIA DE SISTEMAS

Um único checklist genérico é insuficiente para instalações multidisciplinares. O método deve possuir critérios específicos por família.

Família	Crítérios mínimos de referência
Subestação MT	topologia, equipamentos, TCs/TPs, relés, ajustes, cabos, terra, intertravamentos e ensaios reconciliados
Distribuição BT	QGBT/quadros, alimentadores, circuitos, cabos, proteção, PE/N, identificação e ensaios coerentes
Energia crítica	fontes, ATS, UPS, bypass, geradores, lógica e caminhos redundantes documentados
Aterramento/SPDA	geometria relevante, conexões, equipotencialização, DPS e registros de inspeção/ensaio
Automação elétrica	pontos, comandos, intertravamentos, alarmes, configurações, backups e testes funcionais

104. TESTES DIFERIDOS E CONDIÇÕES SAZONAIS

Algumas verificações só podem ocorrer sob carga, em determinada condição climática ou durante janela operacional específica. O contrato deve permitir identificar testes diferidos sem confundi-los com testes dispensados.

O handover pode ocorrer com teste diferido apenas quando responsabilidade, prazo, condição de execução, impacto e critério de aceite estiverem formalmente definidos. A baseline deve indicar a condição provisória até o fechamento.

105. AMOSTRAGEM E ASSURANCE POR CRITICIDADE

Em grandes empreendimentos, revisar 100% de todos os atributos com o mesmo nível de profundidade pode ser economicamente inadequado. A amostragem, quando admitida, precisa ser orientada por risco e não aleatória por conveniência.

Sistemas de segurança, fontes, proteção geral e cargas críticas podem exigir verificação integral; circuitos repetitivos de baixo risco podem admitir amostragem definida. O método deve estabelecer universo, taxa, critérios de seleção, gatilhos para ampliar a amostra e tratamento quando a taxa de não conformidade exceder o limite.

106. AUDITORIA INDEPENDENTE DA BASELINE

Projetos críticos podem prever uma revisão independente antes do aceite. A auditoria deve testar rastreabilidade, consistência entre documentos, relação com evidências e adequação do processo, sem simplesmente repetir o levantamento.

Uma abordagem eficaz é selecionar sistemas críticos e reconstruir a cadeia completa: requisito projeto alteração instalação ensaio documento final ativo cadastrado. Se a cadeia não puder ser reconstruída, existe falha de governança.

107. SEGURANÇA DA INFORMAÇÃO E ARQUIVOS DE CONFIGURAÇÃO

Backups de relés, PLCs, BMS, SCADA, medidores, UPS e outros dispositivos podem conter informações sensíveis. O As-Built digital precisa definir repositório, controle de acesso, integridade, versionamento e custódia. Credenciais e segredos não devem ser armazenados indiscriminadamente em pastas documentais comuns.

O pacote deve distinguir documento de referência, arquivo executável/configurável, backup e informação secreta. Cada categoria pode exigir controles diferentes.

108. QUALIDADE DE DADOS E INTEROPERABILIDADE

Quando a baseline alimentará BIM, CMMS, EAM ou outro sistema, a qualidade precisa ser verificada também como dado estruturado. Campos obrigatórios, identificadores únicos, unidades, listas controladas, formatos de data e relações entre ativos devem seguir regras de validação.

A consistência semântica é tão importante quanto a consistência gráfica. Um mesmo ativo não pode ser "QGBT-01" no desenho, "QGBT1" no CMMS e "MDB-001" no modelo sem uma regra explícita de correspondência.

109. BASELINE VIVA APÓS O HANDOVER

O valor do As-Built se perde rapidamente se não existir processo de gestão de mudanças na operação. Toda modificação posterior deve retornar ao conjunto de informação relevante. O documento aceito no handover é o ponto inicial da gestão de configuração do ativo, não seu encerramento.

Um procedimento de mudança operacional deve indicar quando atualizar unifilar, listas, configuração, CMMS/AIM, estudos de proteção e registros regulatórios. Sem esse mecanismo, o ativo retorna gradualmente ao estado de documentação histórica.

110. RESPONSABILIDADES DE OWNER'S ENGINEERING

Quando o proprietário utiliza [Owner's Engineering](#), a função de assurance pode incluir definição dos requisitos de informação, revisão de métodos de levantamento, auditoria de evidências, gestão de interfaces, acompanhamento de ensaios e recomendação de aceite.

A OE não deve simplesmente “receber desenhos”. Seu papel é verificar se a baseline atende ao uso pretendido pelo proprietário e se as exceções estão transparentes.

111. CONTRATAÇÃO POR PACOTES DE RESULTADO

O As-Built pode ser medido por resultados verificáveis. Uma estrutura de referência inclui: mobilização e baseline, levantamento, emissão preliminar, fechamento de ensaios e estudos, QA/QC, entrega final e incorporação ao sistema do proprietário.

Pagamentos vinculados apenas a quantidade de folhas estimulam produção gráfica, não qualidade de informação. Gates de medição devem refletir redução de incerteza e aceite.

112. MATRIZ DE RESPONSABILIDADES MÍNIMA

Objeto	Executor	Engenharia/QA	Proprietário	Operação
levantamento	R	C	I/C	C
redlines	R	A/C	I	I
ensaios	R	C	A/C	C
avaliação de adequação	C	R	A	C
QA/QC documental	R	A	C	I
aceite da baseline	I	C	A/R	C

A matriz é conceitual e deve ser adaptada ao modelo contratual.

113. CRITÉRIOS PARA ENCERRAMENTO DO SERVIÇO

O serviço de As-Built elétrico pode ser considerado tecnicamente encerrado quando: o universo documental foi reconciliado; ativos críticos foram identificados; atributos requeridos possuem evidência adequada; issues impeditivos foram tratados; documentos e arquivos nativos estão coerentes; ensaios vinculados estão disponíveis; configurações finais foram preservadas; QA/QC foi concluído; exceções foram aceitas e a baseline foi formalmente transferida.

O encerramento não exige ausência absoluta de qualquer pendência, mas exige que toda pendência residual possua tratamento explícito e não invalide o uso pretendido da baseline.

114. PROTOCOLO DE CAPTURA DE EVIDÊNCIAS EM CAMPO

Um método de As-Built elétrico precisa estabelecer não apenas o *que* levantar, mas *como* a evidência será produzida. Fotografias, medições e anotações sem vínculo inequívoco ao sistema podem ter pouco valor em uma auditoria posterior. Cada evidência deve estar associada a uma identificação única, sistema, localização, data, executor e, quando aplicável, instrumento utilizado.

Para equipamentos, convém capturar pelo menos uma fotografia contextual — mostrando sua posição e relação com o ambiente — e uma fotografia de detalhe das placas e identificações relevantes. Para painéis, registros adicionais podem documentar dispositivos, barramentos, terminais, ajustes e etiquetas. O nível de abertura do equipamento depende das condições de segurança e do escopo contratado.

Arquivos devem utilizar convenção de nomes ou metadados que permita relacioná-los ao tag sem depender da memória do técnico. A evidência fotográfica não substitui o desenho, mas funciona como uma camada de verificação e de auditoria.

115. RASTREABILIDADE METROLÓGICA

Quando medições e ensaios sustentam a decisão de aceite, os instrumentos precisam possuir identificação e condição metrológica compatível com o procedimento. O relatório deve permitir saber qual equipamento de teste foi utilizado e se sua calibração ou verificação estava válida conforme os requisitos do projeto.

Isso é particularmente importante para resistência de isolamento, resistência de aterramento, continuidade, tensão aplicada, injeção secundária, medições de qualidade de energia e outros testes quantitativos. Um resultado sem rastreabilidade do instrumento

reduz a força da evidência.

116. PLANO DE ENSAIOS VINCULADO AO AS-BUILT

O As-Built não deve gerar indiscriminadamente uma nova campanha de ensaios se já existem resultados válidos e rastreáveis. A estratégia deve primeiro inventariar os testes existentes, verificar aplicabilidade e identificar lacunas.

Situação	Tratamento
Relatório existente e vinculado à configuração final	incorporar como evidência
Relatório existente, mas configuração mudou	avaliar necessidade de reteste
Relatório sem identificação de equipamento/circuito	não assumir aplicabilidade
Ensaio requerido e inexistente	programar teste ou registrar gap
Teste impossível sem parada	planejar janela e classificar condição provisória

117. INSPECTION AND TEST PLAN – ITP PARA RECUPERAÇÃO DE BASELINE

Em brownfield ou recuperação documental, pode ser criado um ITP específico para o As-Built. Ele organiza pontos de inspeção, ensaio, revisão documental e testemunhamento por sistema. O ITP deve indicar procedimento, critério, registro e responsabilidade.

O objetivo é evitar que o levantamento seja executado como sequência de visitas sem controle de completude. Cada atividade precisa produzir uma evidência prevista e fechável.

118. HOLD POINTS DOCUMENTAIS

Algumas condições devem bloquear o fechamento da baseline. Por exemplo: alimentador crítico sem origem confirmada, relé sem ajuste final, equipamento sem identificação, desenho incompatível com o campo ou ausência de evidência de um teste obrigatório.

Os hold points devem ser definidos por criticidade e finalidade do As-Built. Eles não precisam impedir todo o projeto, mas devem impedir que determinado sistema seja declarado aceito.

119. AS-BUILT ELÉTRICO POR FASE DO EMPREENDIMENTO

Fase	Objetivo do As-Built
Projeto	definir entregáveis, coding, requisitos de informação e redline process
Procurement	capturar vendor data e dados de equipamentos
Construção	registrar desvios, rotas, obras ocultas e identificação
Precommissioning	reconciliar montagem e testes preliminares
Commissioning	incorporar ajustes, lógica, settings e configuração final
Handover	congelar baseline aceita e transferi-la à operação
Operação	manter baseline viva por gestão de mudanças

120. AS-BUILT PROGRESSIVO

Esperar o final da obra para produzir o As-Built é particularmente arriscado em instalações elétricas porque parte das condições deixa de ser acessível. Um método progressivo atualiza registros conforme os sistemas amadurecem.

Rotas enterradas, malhas de aterramento, eletrodutos embutidos, conexões atrás de painéis, identificação de cabos e dados de placa devem ser capturados quando ainda estão acessíveis. Depois, o processo de commissioning adiciona a camada de configuração e teste.

121. MATRIZ SISTEMA × DOCUMENTO × EVIDÊNCIA

Uma matriz de cobertura evita lacunas entre disciplinas e documentos.

Sistema	Documento lógico	Documento físico	Evidência	Dado operacional
Entrada MT	unifilar	layout/subestação	ensaios + proteção	settings/limites
QGBT	unifilar	arranjo/painel	vendor data + rotina	proteções/medição
UPS	unifilar/lógica	layout	SAT/commissioning	configuração/backups
Aterramento	diagrama	planta	continuidade/medição	pontos de conexão
SPDA	esquema	planta	inspeção	DPS/equipotencialização

122. MODELO DE DADOS MÍNIMO DO ATIVO ELÉTRICO

Quando a baseline alimentará um sistema digital, cada classe de ativo deve possuir atributos obrigatórios. A definição precisa ser pragmática: dados devem existir porque suportam decisão ou processo de ciclo de vida.

Para um disjuntor, por exemplo, tag, fabricante, modelo, corrente nominal, capacidade de interrupção, unidade de disparo, ajuste, localização e circuito podem ser relevantes. Para um transformador, potência, tensões, impedância, grupo, serial, fabricante e taps podem ser necessários.

A modelagem de dados deve evitar dois extremos: inventário superficial demais para suportar engenharia e cadastro excessivo que ninguém manterá.

123. IDENTIFICADORES PERSISTENTES

Tags devem permanecer estáveis ao longo da vida do ativo. Nome de arquivo, número de folha ou posição no painel não são bons substitutos para identificadores persistentes.

Quando a organização altera convenções durante o projeto, deve existir tabela de correspondência entre identificadores antigos e novos para preservar histórico e rastreabilidade.

124. REGRAS DE RECONCILIAÇÃO DE DOCUMENTOS

A atualização precisa ocorrer em conjunto. Uma mudança de alimentador pode exigir revisão de unifilar, quadro de cargas, planta, lista de cabos, estudo de proteção e cadastro do ativo. O MDR deve indicar dependências entre documentos para que o fechamento de um gere verificação nos demais.

O QA/QC pode utilizar regras automáticas ou manuais, como: todo alimentador do unifilar deve existir na lista de cabos; toda carga crítica deve possuir origem; toda proteção parametrizável deve ter setting register; toda tag do CMMS deve existir na baseline.

125. TRIGGERS PARA RECÁLCULO DE ENGENHARIA

O As-Built registra mudanças, mas algumas alterações exigem recálculo. O método deve definir triggers para encaminhar a condição à engenharia.

Alteração	Avaliação potencial
Nova fonte/transformador	curto-circuito, proteção, capacidade
Troca de cabo/rota	capacidade, queda de tensão
Troca de disjuntor	Icu/Ics, seletividade, proteção do cabo
Novo banco de capacitores	harmônicas, manobra, fator de potência
Mudança de DPS	coordenação e proteção contra surtos
Mudança de aterramento	proteção contra choque e equipotencialização
Nova carga crítica	demanda, autonomia, redundância

126. ESTUDOS ELÉTRICOS COMO PARTE DA BASELINE

Curto-circuito, seletividade, fluxo de carga, queda de tensão, aterramento e outros estudos podem compor a baseline quando aplicáveis. O importante é identificar a revisão do estudo que corresponde à configuração final.

Um estudo tecnicamente correto, mas baseado em topologia anterior, não deve ser apresentado como evidência do estado atual.

127. SHORT-CIRCUIT MODEL E DADOS DE IMPEDÂNCIA

Para manter um modelo de curto-circuito utilizável, dados de transformadores, cabos, fontes e equipamentos precisam ser preservados. O As-Built pode fornecer ou referenciar esses parâmetros.

Quando a organização utiliza software especializado, o arquivo nativo do modelo pode ser um entregável controlado, com versão e data de referência.

128. PROTECTION COORDINATION MODEL

Da mesma forma, curvas e settings da seletividade devem corresponder aos dispositivos instalados. A baseline deve permitir reconstruir a cadeia de proteção desde a fonte até cargas relevantes.

129. POWER QUALITY BASELINE

Em instalações onde qualidade de energia é crítica, medições iniciais podem estabelecer uma referência de operação. Harmônicas, desequilíbrio, fator de potência, flicker ou eventos não são elementos obrigatórios de todo As-Built, mas podem ser úteis quando o empreendimento possui requisito específico.

O relatório deve separar claramente dados de configuração de dados de condição operacional.

130. TERMOGRAFIA NA TRANSIÇÃO PARA OPERAÇÃO

Uma inspeção termográfica sob carga pode fornecer referência inicial de conexões e equipamentos, mas seu valor depende das condições de carga e ambiente. Ela não substitui torque, inspeção, ensaio dielétrico ou estudo de dimensionamento.

Quando usada, a termografia deve registrar condições de medição e relacionar anomalias ao equipamento correspondente.

131. MALHA DE TERRA E GEOMETRIA OCULTA

A malha de terra é um exemplo em que documentação progressiva é crítica. Depois do reaterro ou concretagem, recuperar geometria e conexões pode ser difícil. Registros de execução, coordenadas, fotos e inspeções antes do fechamento possuem alto valor.

Resultados de medição devem ser interpretados no contexto da instalação e do método utilizado; não substituem o conhecimento da configuração física.

132. SPDA E INTEGRAÇÃO COM INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

A baseline precisa preservar as interfaces entre SPDA, equipotencialização, aterramento e DPS. Alterações futuras em rotas, estruturas metálicas ou painéis podem afetar a proteção se essa relação não estiver documentada.

A série NBR 5419:2026 deve ser utilizada como referência técnica específica para avaliação do sistema, enquanto o As-Built registra a configuração aceita.

133. AUTOMAÇÃO E PROTEÇÃO COMO CONFIGURAÇÃO VERSIONADA

Em equipamentos digitais, parte da instalação existe como software. Relés, controladores, ATS, UPS, inversores e medidores podem possuir arquivos que definem comportamento. O As-Built precisa incluir esses arquivos quando forem relevantes ao uso e à recuperação.

O versionamento deve permitir identificar qual arquivo estava ativo no momento do teste e do handover.

134. TESTE DE RESTAURAÇÃO DE BACKUP

Para dispositivos críticos, uma política madura pode exigir verificar se o backup é restaurável em equipamento de teste, ambiente controlado ou procedimento aprovado. O objetivo é evitar descobrir durante uma falha que o arquivo está corrompido, incompleto ou depende de software indisponível.

135. CYBERSECURITY HANDOVER DO SISTEMA ELÉTRICO DIGITAL

IEDs, gateways, medidores e sistemas supervisórios podem fazer parte de redes OT. O As-Built deve tratar endereçamento, arquitetura e configuração com níveis de acesso adequados. Credenciais, certificados e chaves não devem ser expostos em documentos de ampla circulação.

A organização precisa separar informação técnica necessária à manutenção de segredos operacionais e de segurança.

136. USO DO AS-BUILT EM MANUTENÇÃO

Uma baseline de qualidade reduz tempo de diagnóstico e risco de intervenção. O técnico consegue identificar fonte, isolamento, dispositivo de proteção, cabo, rota, settings e documentação do equipamento antes de iniciar a atividade.

O processo de manutenção deve retroalimentar a baseline quando modifica a instalação.

137. USO DO AS-BUILT EM EXPANSÃO E RETROFIT

Projetos de expansão dependem fortemente da confiabilidade da condição existente. Uma baseline incorreta pode comprometer estimativa de capacidade, espaços, proteção e interferências. Por isso, um retrofit frequentemente começa por validação seletiva do As-Built existente.

138. USO DO AS-BUILT EM INCIDENTES

Após uma falha, a equipe precisa reconstruir a topologia e as condições de proteção rapidamente. Documentação confiável reduz tempo de investigação e permite comparar configuração prevista, configuração real e registros de evento.

139. AS-BUILT EM AMBIENTES DE MISSÃO CRÍTICA

Data centers, hospitais, centros de controle e instalações com alta disponibilidade exigem atenção especial a caminhos redundantes, bypasses e fontes alternativas. A baseline deve permitir compreender dependências e pontos comuns entre sistemas aparentemente redundantes.

A validação deve ser integrada ao commissioning e aos testes de cenários de falha quando previstos.

140. AS-BUILT DE SEGURANÇA E EMERGÊNCIA

Alimentações de sistemas de incêndio, iluminação de emergência, segurança e outros serviços críticos precisam ser claramente identificadas. Mudanças nessas fontes ou nos caminhos de cabo podem possuir requisitos adicionais conforme as normas específicas do sistema.

141. QUALIDADE DA EVIDÊNCIA VERSUS QUANTIDADE DE EVIDÊNCIAS

Milhares de fotografias sem identificação ou dezenas de relatórios sem vínculo a tags não constituem uma boa baseline. O método deve priorizar evidência suficiente, relevante e rastreável.

A auditoria deve conseguir responder: qual afirmação esse registro suporta? A qual ativo se refere? Qual versão da configuração estava presente? Quem verificou?

142. EVIDENCE REGISTER

ID	Objeto	Tipo	Fonte	Status	Documento relacionado
E-001	QGBT-01	placa	campo	aceita	UNF-001
E-002	REL-01	settings	arquivo	aceita	PROT-001
E-003	CAB-MT-01	ensaio	relatório	aceita	CBL-001

143. NONCONFORMITY REGISTER

Não conformidades físicas e documentais devem ser separadas. Uma NCR física pode exigir correção e reteste; uma NCR documental pode exigir apenas revisão de informação. Misturar os dois tipos dificulta priorização.

144. QUALITY GATE FINAL

Antes do aceite, uma revisão final deve confirmar:

- universe de documentos fechado;
- atributos críticos com evidência;
- redlines incorporados;
- testes aplicáveis reconciliados;
- estudos atualizados quando acionados;
- settings e backups versionados;
- issues impeditivos encerrados;
- dados digitais consistentes;
- exceções formalizadas;
- operação recebeu a baseline.

145. CONCLUSÃO METODOLÓGICA DO MÉTODO ELÉTRICO

O método completo pode ser resumido como uma sequência de redução progressiva de incerteza. Primeiro define-se o que precisa ser conhecido. Depois identifica-se o que já existe e com qual confiança. Em seguida o campo, os ensaios e os registros de configuração eliminam lacunas. A engenharia avalia alterações que podem afetar segurança ou desempenho. Finalmente, documentos, dados e evidências são reconciliados e transferidos como uma única baseline.

O valor técnico do processo está nessa cadeia — e não na quantidade de desenhos produzidos.

146. REFERÊNCIAS TÉCNICAS

- 1 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5410 — Instalações elétricas de baixa tensão**. Disponível no [Catálogo ABNT](#).
- 2 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 14039:2021 — Instalações elétricas de média tensão de 1,0 kV a 36,2 kV**. Disponível no [Catálogo ABNT](#).
- 3 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Série ABNT NBR IEC 61439 — Conjuntos de manobra e controle de baixa tensão**. Disponível no [Catálogo ABNT](#).
- 4 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Série ABNT NBR 5419:2026 — Proteção contra descargas atmosféricas**. Disponível no [Catálogo ABNT](#).
- 5 INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. **IEC 62337:2012 — Commissioning of electrical, instrumentation and control systems in the process industry**. [Fonte oficial IEC](#).
- 6 INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 19650-1:2018 — Information management using building information modelling — Part 1**. [Fonte oficial ISO](#).
- 7 INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 19650-2:2018 — Information management using building information modelling — Part 2**. [Fonte oficial ISO](#).
- 8 INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 19650-4:2022 — Information management using building information modelling — Part 4**. [Fonte oficial ISO](#).

147. CONCLUSÃO TÉCNICA

O As-Built elétrico é confiável quando permite reconstruir a configuração da instalação sem depender da memória das pessoas que participaram da obra. Isso exige muito mais do que plantas atualizadas. Fontes, topologia, equipamentos, circuitos, dispositivos de proteção, ajustes, cabos, métodos de instalação, aterramento, SPDA, DPS, intertravamentos e arquivos digitais precisam formar um sistema coerente de informação.

A NBR 5410 e a NBR 14039 estabelecem uma relação direta entre documentação “como construída” e verificação final. Essa relação é a base técnica do método: a documentação precisa refletir o executado, e a condição elétrica precisa ser suportada por inspeções e ensaios aplicáveis. Em quadros de baixa tensão, a série IEC 61439 lembra que a conformidade do conjunto possui verificações próprias que não podem ser substituídas por inspeção de site. Na proteção contra descargas atmosféricas, a NBR 5419:2026 demonstra que aterramento, equipotencialização, roteamento e DPS também precisam permanecer documentados para que futuras intervenções preservem a proteção.

O ponto mais importante é separar **verdade documental de adequação técnica**. O As-Built deve registrar o que existe; a engenharia deve avaliar se essa condição atende aos requisitos quando houver dúvida ou alteração relevante. Uma instalação pode ser perfeitamente documentada e continuar tecnicamente inadequada. Da mesma forma, uma instalação tecnicamente correta pode permanecer arriscada para a operação se a sua documentação não representar a configuração real.

Por isso, o método trabalha com cinco gates: **baseline documental configuração de campo capturada configuração tecnicamente verificada pacote reconciliado baseline aceita e transferida**. Essa sequência impede que o carimbo “As-Built” seja utilizado como atalho para fechar lacunas que deveriam ser tratadas por rastreamento, ensaio, cálculo ou decisão formal.

O resultado de autoridade é uma baseline elétrica que permita ao próximo engenheiro identificar a fonte, calcular uma ampliação, revisar seletividade, executar uma manobra, substituir um equipamento, localizar um cabo, recuperar uma configuração e planejar uma intervenção com rastreabilidade. Quando essa capacidade existe, o As-Built deixa de ser desenho final e passa a funcionar como **infraestrutura de engenharia para segurança, confiabilidade e ciclo de vida da instalação elétrica**.

Sobre a A3A Engenharia de Sistemas

Com 30 anos de história, a A3A Engenharia de Sistemas se consolidou como referência em serviços de Engenharia, oferecendo soluções integradas de Telecomunicações, Segurança Eletrônica, Segurança Digital e Instalações Elétricas.

A empresa atua em todas as etapas do ciclo de Engenharia, desde a elaboração de projetos e consultoria técnica até a implantação, manutenção e retrofit de sistemas, sempre em conformidade com as normas técnicas e melhores práticas do setor.