

CFTV OPERATIVO EM SUBESTAÇÕES: REQUISITOS, ARQUITETURA E TELEASSISTÊNCIA

Entenda como projetar CFTV operativo em subestações: requisitos de imagem, câmeras, rede, energia, VMS, teleassistência, disponibilidade e testes.

SUMÁRIO

1. O QUE TORNA O CFTV OPERATIVO DIFERENTE DO CFTV PATRIMONIAL	3
2. DA NECESSIDADE OPERACIONAL AO REQUISITO DE IMAGEM	4
3. COBERTURA DO PÁTIO, SALAS TÉCNICAS E EQUIPAMENTOS	5
4. QUALIDADE DE IMAGEM ÚTIL EM CONDIÇÕES REAIS	5
5. ARQUITETURA DE REDE, ENERGIA, GRAVAÇÃO E VMS	6
6. INTEGRAÇÃO COM TELEASSISTÊNCIA, SCADA E SENSORES	7
7. DISPONIBILIDADE, REDUNDÂNCIA, CIBERSEGURANÇA E GOVERNANÇA	8
8. PROJETO, DOCUMENTAÇÃO E COMISSIONAMENTO	8
9. APLICABILIDADE NORMATIVA E CUIDADOS DE ENQUADRAMENTO	9
10. ERROS QUE COMPROMETEM O DESEMPENHO DO SISTEMA	9
11. CONCLUSÃO	10

O **CFTV operativo em subestações** utiliza imagens como parte do sistema de apoio à operação. Seu papel não é apenas registrar ocorrências: ele deve permitir que uma condição relevante seja compreendida a distância, dentro de um tempo compatível com a decisão que precisa ser tomada.

Essa diferença muda completamente a lógica do projeto. Em vez de começar pela quantidade de câmeras ou pela resolução disponível no mercado, a engenharia precisa começar pela pergunta operacional: **o que o operador precisa enxergar, em qual condição, com qual nível de detalhe e para tomar qual decisão?**

Em uma instalação teleassistida, o vídeo pode complementar o SCADA, os sensores, a comunicação de voz e os sistemas de supervisão. Ele ajuda a esclarecer situações que os sinais elétricos não representam integralmente, como fumaça visível, presença de pessoas, movimentação anormal, condição geral do pátio ou confirmação visual de uma posição mecânica. Isso não significa, porém, que a imagem substitua a cadeia elétrica de indicação, proteção e comando.

A exigência e o escopo também não são universais. Devem ser avaliados conforme o enquadramento da instalação, sua classificação estratégica, o regime de operação, os requisitos do agente e as necessidades efetivas do empreendimento.

1. O QUE TORNA O CFTV OPERATIVO DIFERENTE DO CFTV PATRIMONIAL

O CFTV patrimonial é orientado principalmente à proteção de pessoas, ativos e perímetros. Ele procura registrar acessos, intrusões, vandalismo, furtos e deslocamentos de pessoas ou veículos. Já o CFTV operativo é concebido para apoiar a compreensão do estado da instalação e a resposta a eventos relacionados à operação.

Os dois usos podem compartilhar câmeras, rede, gravação e plataforma de gestão, mas não devem ser confundidos. Uma câmera excelente para vigiar um portão pode ser inadequada para confirmar a posição de uma seccionadora. Da mesma forma, uma câmera voltada para a visualização de um equipamento pode não atender aos requisitos de identificação de pessoas em um acesso.

Aspecto	CFTV patrimonial	CFTV operativo
Objetivo principal	Proteção patrimonial e investigação	Apoio à operação e à teleassistência
Cena prioritária	Perímetro, acessos, pessoas e veículos	Equipamentos, pátio, salas técnicas e condições de processo
Critério de qualidade	Detectar, reconhecer ou identificar alvos	Confirmar condição, compreender evento e apoiar decisão
Integrações típicas	Controle de acesso, intrusão e VMSS	SCADA, sensores, telecomunicações e sistemas auxiliares
Critério de aceite	Cobertura e qualidade para segurança	Utilidade operacional da imagem em condições reais

A separação não precisa resultar em duas infraestruturas independentes. O mais importante é que cada ponto de imagem tenha função, criticidade e critério de desempenho definidos. O [Projeto de CFTV](#) trata da metodologia geral; no ambiente de subestações, essa metodologia precisa ser complementada por requisitos elétricos, operacionais e de disponibilidade.

2. DA NECESSIDADE OPERACIONAL AO REQUISITO DE IMAGEM

A ABNT NBR IEC 62676-1-1 estrutura o sistema de videomonitoramento a partir de requisitos funcionais, ambiente, gerenciamento, segurança, qualidade da imagem e documentação. Essa abordagem é particularmente útil em subestações porque impede que o projeto seja reduzido a uma lista de equipamentos.

O primeiro passo é definir o caso de uso. Uma câmera pode ser destinada à visão geral do pátio, à observação de um bay, à confirmação visual de uma chave, ao acompanhamento de uma sala de proteção ou ao apoio à identificação de um evento intempestivo. Cada finalidade exige uma combinação diferente de campo de visão, distância focal, resolução, iluminação, taxa de quadros, posição de instalação e disponibilidade.

Uma especificação consistente deve responder, pelo menos, às seguintes perguntas:

A noção central é **usabilidade da imagem**. Uma imagem de alta resolução pode ser inútil se o alvo estiver pequeno, desfocado, encoberto, superexposto ou borrado. O material técnico da Axis sobre usabilidade da imagem reforça uma sequência adequada: definir o uso, compreender o ambiente, projetar com uma finalidade clara e manter o desempenho durante o ciclo de vida.

Por isso, a matriz de pontos de monitoramento deve ser um documento de engenharia, não apenas uma relação de câmeras. Ela precisa associar cada ponto à cena, ao objetivo, à distância, à largura observada, às condições ambientais, à necessidade de integração, à criticidade e ao critério de aceite.

Projeto de Sistema Integrado de Segurança Eletrônica

O projeto transforma objetivos operacionais em cenas, campos de visão, requisitos de imagem, arquitetura de rede, alimentação, armazenamento, integração e critérios de aceite.

[Conhecer o serviço de Projeto de Sistema Integrado de Segurança Eletrônica](#)

3. COBERTURA DO PÁTIO, SALAS TÉCNICAS E EQUIPAMENTOS

O pátio combina grandes distâncias, estruturas metálicas, sombras, reflexos, chuva, névoa, poeira, vegetação, variação térmica e obstáculos que podem mudar conforme a posição de equipamentos ou a expansão da instalação. Uma planta bidimensional ajuda, mas não substitui a análise das linhas de visada no local.

Câmeras fixas são normalmente a base da cobertura crítica porque mantêm uma cena permanente. Elas são adequadas quando o operador precisa ter certeza de que determinado equipamento, acesso ou área estará sempre disponível. Câmeras PTZ ampliam a capacidade de investigação e permitem percorrer áreas extensas, mas não devem ser a única cobertura de um ponto crítico: enquanto a câmera está orientada para outra direção, o evento pode ocorrer fora da cena gravada.

Câmeras multissensores podem reduzir pontos cegos e apresentar várias direções simultaneamente. Câmeras térmicas ajudam em cenários de baixa visibilidade e na detecção de diferenças térmicas, mas uma câmera térmica de segurança não deve ser tratada automaticamente como instrumento de termografia quantitativa. Quando a finalidade é medir temperatura, entram critérios adicionais de emissividade, distância, exatidão, calibração e rastreabilidade.

Nas salas de controle e proteção, a posição das câmeras precisa equilibrar utilidade operacional, privacidade e segurança. A imagem pode apoiar a identificação de fumaça, presença indevida, acesso a painéis ou condições gerais da sala, sem criar vigilância indiscriminada de pessoas ou áreas que não tenham relação com a finalidade declarada.

A confirmação visual de seccionadoras exige tratamento específico. O projeto precisa identificar qual parte do mecanismo representa de forma inequívoca a posição, quais ângulos evitam falsas interpretações e como chuva, baixa iluminação ou obstruções afetam a cena. O artigo sobre [monitoramento de chaves seccionadoras](#) aprofunda essa aplicação.

4. QUALIDADE DE IMAGEM ÚTIL EM CONDIÇÕES REAIS

A qualidade não deve ser avaliada pela quantidade de megapixels de forma isolada. A ABNT NBR IEC 62676-1-1 trata a qualidade como resultado de toda a cadeia de formação da imagem: captura, codificação, transmissão, manipulação, armazenamento, decodificação e visualização.

Na prática, uma cena útil depende da densidade de pixels sobre o alvo, da lente, do foco, do ângulo, da iluminação, do movimento, da compressão e da forma como a imagem é

exibida. Uma câmera com resolução elevada pode produzir pouco detalhe quando cobre uma área ampla demais. O inverso também ocorre: uma câmera com resolução moderada, mas posicionada e enquadrada corretamente, pode atender melhor ao objetivo.

A iluminação do pátio varia ao longo do dia e do ano. Sol baixo, sombras de estruturas, reflexos em partes metálicas e contrastes entre interior e exterior podem criar cenas de grande alcance dinâmico. O WDR ajuda a preservar detalhes em áreas claras e escuras, mas um valor elevado em decibéis não comprova desempenho. O material técnico sobre WDR mostra que movimento, aparência e artefatos de dupla exposição podem ser tão importantes quanto o alcance declarado.

Também existe uma relação direta entre luz e movimento. Um obturador mais lento melhora a exposição, mas aumenta o borramento de objetos móveis. Redução agressiva de ruído pode suavizar detalhes ou adicionar latência. Compressão excessiva pode eliminar exatamente o detalhe que seria necessário durante um evento. Esses compromissos precisam ser definidos conforme a cena, não por configuração padrão aplicada a todas as câmeras.

O aceite deve ocorrer na condição mais desfavorável prevista. Uma cena aprovada ao meio-dia pode falhar à noite por reflexo do infravermelho, chuva sobre o domo, contraluz ou perda de contraste. Testes devem usar alvos reais, posições representativas e a imagem já transmitida e gravada, pois o resultado final pode ser diferente do vídeo observado diretamente na câmera.

5. ARQUITETURA DE REDE, ENERGIA, GRAVAÇÃO E VMS

O vídeo operativo depende de uma cadeia que começa na câmera e termina na tela do operador e no registro armazenado. A ABNT NBR IEC 62676-1-2 trata de sincronização, disponibilidade, latência, jitter, perda de pacotes, capacidade de rede, redundância e gerenciamento dos dispositivos de transmissão.

A latência percebida pelo operador é a soma do processamento na câmera, do transporte pela rede e do buffer e processamento no cliente. Em uma rede local bem dimensionada, a parcela da rede pode ser pequena; em enlaces compartilhados ou WAN, ela pode se tornar imprevisível. Resolução, taxa de quadros, quantidade de streams, compressão e características da cena alteram a taxa de bits e, portanto, o comportamento do sistema.

Em subestações, a fibra óptica é frequentemente utilizada para conectar pontos externos por sua imunidade a interferências e pelo isolamento elétrico entre áreas. Isso não elimina a necessidade de projetar rotas, DIOS, conectores, transceptores, reservas e ensaios. O artigo sobre [redes ópticas em subestações](#) apresenta esses critérios com maior

profundidade.

A alimentação também precisa acompanhar a criticidade. Câmeras, switches, enlaces, servidores e storage podem depender de PoE, fontes locais, sistemas CA, UPS ou distribuição em corrente contínua. Uma arquitetura redundante perde valor quando suas duas fontes dependem do mesmo circuito ou quando a autonomia não cobre o período previsto no plano de contingência.

No VMS, o projeto deve organizar mapas, perfis, eventos, gravação, auditoria, pesquisa e integração. A interface operacional deve permitir que uma câmera relacionada a um alarme ou equipamento seja localizada rapidamente. O storage, por sua vez, precisa ser calculado com base em bitrate realista, retenção, gravação contínua ou por evento, redundância, expansão e falhas de disco. O conteúdo sobre [dimensionamento de storage para CFTV](#) complementa essa etapa.

6. INTEGRAÇÃO COM TELEASSISTÊNCIA, SCADA E SENSORES

O vídeo agrega valor quando se integra ao fluxo operacional. Um alarme de acesso, fumaça, falha de energia ou condição de equipamento pode acionar a apresentação da câmera correspondente. Da mesma forma, a tela operacional pode oferecer acesso ao vídeo associado a um bay ou equipamento, desde que a integração preserve segregação, cibersegurança e responsabilidade de comando.

A câmera não substitui os contatos de posição, as medições ou os estados tratados pelo SCADA. O vídeo funciona como camada adicional de observabilidade. Ele é especialmente útil quando existe diferença entre o estado lógico informado pelo sistema e a condição física visível, ou quando o evento possui componentes ambientais que não aparecem em uma lista de sinais.

O sincronismo de tempo é fundamental para correlacionar vídeo, alarmes, sequência de eventos e registros de proteção. Câmeras, VMS, servidores e sistemas integrados precisam usar uma referência de horário coerente, com supervisão da perda de sincronismo. Sem isso, a investigação de uma ocorrência pode comparar registros que parecem simultâneos, mas não são.

No campo de aplicação do Submódulo 2.16 do ONS, instalações estratégicas pertencentes à Rede de Operação e teleassistidas devem dispor dos recursos adicionais previstos no documento para monitoração do pátio, salas de controle e proteção e confirmação remota de determinadas seccionadoras. Essa regra depende do enquadramento e não deve ser generalizada para toda subestação.

Teleassistência e Monitoramento Operativo em Subestações

A solução integra imagens, sensores, SCADA, telecomunicações, energia auxiliar, contingência e procedimentos de operação remota conforme o enquadramento da instalação.

[Conhecer a solução de Teleassistência e Monitoramento Operativo](#)

7. DISPONIBILIDADE, REDUNDÂNCIA, CIBERSEGURANÇA E GOVERNANÇA

Disponibilidade não significa apenas responder ao ping. A função pode estar indisponível mesmo com a câmera conectada: lente suja, foco alterado, imagem congelada, cena obstruída, horário incorreto, falha de gravação ou latência excessiva tornam o ponto operacionalmente inútil.

A supervisão deve considerar a saúde completa do sistema, incluindo conectividade, qualidade do stream, gravação, capacidade do storage, sincronismo, fontes, temperatura dos equipamentos e estado dos enlaces. A ABNT NBR IEC 62676-1-1 inclui requisitos de gerenciamento, integridade e registros do sistema; a manutenção precisa usar essas informações para detectar degradação antes de uma ocorrência.

Redundância deve ser definida pela função. Pode envolver servidores, storage, switches, enlaces, fontes e gravação em borda. A duplicação só aumenta a disponibilidade quando elimina pontos comuns de falha e quando o failover é testado. Duas interfaces ligadas ao mesmo switch ou dois servidores alimentados pelo mesmo circuito continuam vulneráveis à mesma interrupção.

Cibersegurança e governança também fazem parte do desempenho. Segmentação, autenticação, perfis, registros, atualizações controladas, backups e acesso remoto autorizado precisam ser definidos desde o projeto. Câmeras e servidores não podem permanecer com credenciais padrão nem ser integrados à rede operacional sem regras claras de comunicação.

A captação e o uso das imagens devem observar finalidade, necessidade, retenção, acesso, exportação e descarte. O caráter operativo do sistema não elimina obrigações de privacidade e controle sobre quem pode visualizar ou compartilhar gravações.

8. PROJETO, DOCUMENTAÇÃO E COMISSIONAMENTO

A qualidade da entrega depende de um processo de engenharia que conecte requisito, projeto, instalação e teste. Uma sequência consistente envolve:

O critério de aceite deve provar a função declarada. Confirmar que “há imagem” não demonstra que a cena permite distinguir a posição de um equipamento, identificar fumaça ou compreender uma movimentação. O teste precisa reproduzir o uso esperado e registrar evidências.

A documentação final deve refletir a instalação real. Alterações de câmera, lente, endereço IP, porta de switch, rota, alimentação ou campo de visão precisam ser incorporadas ao as-built. Sem isso, manutenção e expansão passam a depender de conhecimento informal.

O [comissionamento de subestações](#) deve tratar o CFTV como parte do sistema integrado quando as imagens participam do regime operativo ou da teleassistência.

9. APLICABILIDADE NORMATIVA E CUIDADOS DE ENQUADRAMENTO

A série ABNT NBR IEC 62676 fornece a base técnica para requisitos de sistema e transmissão de vídeo. A Parte 1-1 aborda funções, gerenciamento, integridade, ambiente, qualidade da imagem e documentação. A Parte 1-2 aprofunda desempenho de transmissão, disponibilidade, latência, jitter, perda de pacotes, arquitetura IP, redundância e gerenciamento dos dispositivos.

A ABNT NBR 5419-4:2026 contribui para a proteção dos sistemas elétricos e eletrônicos internos contra os efeitos das descargas atmosféricas. Em câmeras externas, racks, fontes e interfaces metálicas, o projeto deve coordenar rotas, equipotencialização, proteção contra surtos e uso adequado de fibra óptica.

Os Submódulos 2.12 e 2.16 do ONS devem ser aplicados dentro de seus campos de aplicação. O primeiro trata dos recursos de supervisão e controle e o segundo dos requisitos operacionais e de assistência às instalações da Rede de Operação. Classificação estratégica, teleassistência e relação com o ONS precisam ser verificadas antes de transformar um requisito específico em regra geral.

10. ERROS QUE COMPROMETEM O DESEMPENHO DO SISTEMA

Os problemas mais recorrentes não decorrem apenas da escolha de equipamentos. Eles surgem quando o projeto perde a relação entre cena, função e operação.

Entre os erros mais críticos estão usar PTZ como única cobertura de um ponto essencial, selecionar câmeras apenas pela resolução, aprovar cenas somente durante o dia, compartilhar a rede sem analisar tráfego e prioridade, dimensionar storage com bitrate teórico, deixar gravação e sincronismo sem supervisão e utilizar a imagem como

substituta dos sinais elétricos.

Também é comum instalar o sistema sem plano de manutenção. Poeira, água, insetos, alteração de foco, crescimento de vegetação ou movimentação do suporte degradam gradualmente a cena. Uma câmera que funcionava na entrega pode deixar de cumprir sua finalidade meses depois, mesmo sem apresentar falha eletrônica.

O projeto deve terminar com responsabilidades claras: quem monitora a saúde do sistema, quem trata alarmes, quem autoriza mudanças, como são testadas as contingências e em quanto tempo uma indisponibilidade precisa ser corrigida.

11. CONCLUSÃO

O CFTV operativo em subestações não é definido pela presença de câmeras no pátio. Ele é definido pela capacidade de produzir imagens úteis para uma decisão operacional, nas condições em que essa decisão realmente será necessária.

Essa capacidade depende da engenharia da cena, da transmissão, da energia, da gravação, do sincronismo, da integração e da manutenção. Quando uma dessas camadas é ignorada, o sistema pode permanecer tecnicamente conectado e, ainda assim, falhar em sua função.

Quando os requisitos são definidos por caso de uso e verificados por testes de cena e contingência, o vídeo se torna uma camada consistente de observabilidade e suporte à teleassistência, sem substituir os sistemas elétricos de supervisão, proteção e comando.

[1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR IEC 62676-1-1:2019 — Sistemas de videomonitoramento para uso em aplicações de segurança — Parte 1-1: Requisitos de sistema — Generalidades. Consultar edição vigente no [Catálogo ABNT](#).

[2] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR IEC 62676-1-2:2019 — Sistemas de videomonitoramento para uso em aplicações de segurança — Parte 1-2: Requisitos de desempenho para transmissão de vídeo. Consultar edição vigente no [Catálogo ABNT](#).

[3] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 5419-4:2026 — Proteção contra descargas atmosféricas — Parte 4: Sistemas elétricos e eletrônicos internos na estrutura. Consultar edição vigente no [Catálogo ABNT](#).

[4] OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO. [Submódulo 2.16 — Requisitos operacionais para centros de operação e instalações da Rede de Operação](#), revisão 2025.02. Aplicar conforme o enquadramento do documento.

[5] OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO. [Submódulo 2.12](#) – Requisitos mínimos de supervisão e controle para a operação, revisão 2025.02. Aplicar conforme o enquadramento do documento.

O que é CFTV operativo em subestações? É o sistema de vídeo projetado para apoiar supervisão, confirmação visual, identificação de eventos e atividades de teleassistência relacionadas à operação da instalação. **Qual é a diferença entre CFTV operativo e patrimonial?** O operativo atende necessidades da operação e de equipamentos críticos. O patrimonial é orientado principalmente a perímetro, acessos, intrusão e investigação. **Toda subestação precisa de câmeras para confirmar seccionadoras?** Não. A necessidade depende do enquadramento, da classificação estratégica, do regime de teleassistência e dos requisitos específicos da instalação. **Uma câmera pode substituir o contato de posição de uma seccionadora?** Não. A imagem deve complementar uma cadeia elétrica confiável de indicação e supervisão. **PTZ substitui câmeras fixas?** Nem sempre. Em pontos críticos, uma câmera fixa mantém a cena permanente enquanto a PTZ pode estar orientada para outra área. **Como definir a qualidade necessária da imagem?** A partir da tarefa, da distância, da largura da cena, da densidade de pixels, da lente, da iluminação, da compressão e das condições ambientais. **Câmera térmica faz termografia?** Somente quando o equipamento e a aplicação são especificados para medição, com critérios de exatidão, emissividade, distância e calibração. **O vídeo pode compartilhar a rede operacional?** Pode, desde que a arquitetura controle banda, prioridade, segregação, disponibilidade e impacto sobre os serviços críticos. **Como sincronizar vídeo e eventos do SCADA?** O projeto deve definir uma referência de tempo comum, protocolos, precisão, alarmes de perda de sincronismo e testes de correlação. **O que deve ser testado no comissionamento?** Campo de visão, foco, desempenho noturno, rede, alimentação, gravação, retenção, sincronismo, analíticos, integrações e contingências.

Soluções

Serviços de engenharia

Materiais técnicos complementares

Conteúdos correlatos

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.