



Assunto: Sistema de Monitoramento Termográfico Inteligente em Subestações (PM-Br 192.03)

**Feedback
Documentos
Técnicos do SGI**
([Link](#))

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

CONTEÚDO

1.	OBJETIVOS DO DOCUMENTO E ÁREA DE APLICAÇÃO	3
2.	GESTÃO DA VERSÃO DO DOCUMENTO	3
3.	UNIDADES RESPONSÁVEIS PELO DOCUMENTO	3
4.	REFERÊNCIAS	4
5.	POSIÇÃO DO PROCESSO COM RELAÇÃO À ESTRUTURA ORGANIZACIONAL	5
6.	SIGLAS E PALAVRAS-CHAVE	5
7.	DESCRIÇÃO DO MATERIAL	8
7.1	Tabela de Código	8
7.2	Características Ambientais	8
7.3	Detalhe do objeto e escopo do sistema	9
7.4	Arquitetura funcional do sistema	9
7.5	Câmera termográfica	9
7.5.1.	Objeto e características gerais	9
7.5.2.	Módulo termográfico	10
7.5.3.	Módulo óptico	10
7.5.4.	Medição de temperatura	10
7.5.5.	Software, rede e protocolos da câmera	11
7.5.6.	Hardware e interfaces da câmera	12
7.5.7.	Detalhes construtivos e proteção	12
7.6	Unidade de Processamento Local	12
7.6.1.	Objeto e funções	12
7.6.2.	Requisitos técnicos	13
7.7	Infraestrutura de conectividade	13
7.7.1.	Objeto	13
7.7.2.	Requisitos técnicos	14
7.8	Plataforma de Monitoramento	14
7.8.1.	Objeto e modelo de disponibilização	14
7.8.2.	Funcionalidades	14
7.8.3.	Disponibilidade e suporte técnico	15
7.9	Ciber Segurança	15
7.10	Treinamento	16
7.11	Suporte Técnico	16
7.12	Identificação	16
7.12.1.	Nos materiais	16


Especificação Técnica nº 2611 (MAT-PMCB-EeA-2026-2611-EDBR)

Versão nº 00 data: 27/08/2026


Assunto: Sistema de Monitoramento Termográfico Inteligente em Subestações (PM-Br 192.03)

**Feedback
Documentos
Técnicos do SGI**
[\(Link\)](#)
Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

7.12.2.	Na embalagem.....	16
7.12.3.	Amostragem.....	17
7.13	Transporte, embalagem e acondicionamento	17
7.14	Ensaaios	17
7.14.1.	Ensaaios de tipo	17
7.14.2.	Ensaaios de recebimento	18
7.15	Garantia	19
8.	ANEXOS	19
8.1	Tabela de Características Técnicas Garantidas (CTG)	19
8.2	Template de requisitos de Segurança cibernética	19

 RESPONSÁVEL POR NETWORK DEVELOPMENT BRAZIL
Charles De Capdeville



Assunto: Sistema de Monitoramento Termográfico Inteligente em Subestações (PM-Br 192.03)

Feedback
Documentos
Técnicos do SGI
([Link](#))

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

1. OBJETIVOS DO DOCUMENTO E ÁREA DE APLICAÇÃO

Este documento define os requisitos técnicos mínimos aplicáveis ao fornecimento de Sistema de Monitoramento Termográfico Inteligente em Subestações, câmeras, processamento local para detecção de anomalias, infraestrutura de comunicação, plataforma de gerenciamento e todos os recursos necessários à implantação em subestações AT/MT e AT/AT.

Este documento é aplicável a Enel Grids.

O presente documento aplica-se ao Grupo Enel no que diz respeito à sua atuação no Brasil, de acordo com as leis, regulamentos, acordos coletivos e normas de governança aplicáveis, incluindo a Lei Geral de Proteção de Dados, que em qualquer situação, prevalecem sobre as disposições contidas neste documento.

A Lei Geral de Proteção de Dados, Lei nº 13.709/2018 (LGPD) e GDPR (Regulamento U.E. 2016/679 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 27 de abril de 2016), regulamentam o tratamento de dados pessoais. A LGPD define que tratamento é toda operação realizada com dados pessoais, como as que se referem a coleta, produção, recepção, classificação, utilização, acesso, reprodução, transmissão, distribuição, processamento, arquivamento, armazenamento, eliminação, avaliação ou controle da informação, modificação, comunicação, transferência, difusão ou extração, bem como que Dados Pessoais são todas as informações relacionadas a uma pessoa natural (pessoa física), que possa torná-la identificada ou identificável (tais como: nome, CPF, endereço, nome de familiares, perfil de consumo, geolocalização, número de Unidade Consumidora, etc., os quais de forma isolada ou associada com dois ou mais, possam identificar direta ou indiretamente um titular de dados pessoais).

Os Tratamentos de Dados Pessoais realizados durante as atividades descritas neste documento deverão estar devidamente mapeados no sistema de registro de tratamento de dados pessoais do Grupo Enel e deverão ocorrer em consonância com as regras de Proteção De Dados Pessoais, GDS e Segurança da Informação do Grupo Enel, estabelecidas nas respectivas Políticas e Procedimentos internos.

2. GESTÃO DA VERSÃO DO DOCUMENTO

Versão	Data	Descrição das mudanças
00	27/08/2026	Emissão da especificação técnica.

3. UNIDADES RESPONSÁVEIS PELO DOCUMENTO

Responsável pela elaboração do documento:

- Engineering Sup & Global St. Adoption

Responsável pela autorização do documento:

- Engineering Sup & Global St. Adoption



Feedback
Documentos
Técnicos do SGI
([Link](#))

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

4. REFERÊNCIAS

- Código de Ética Enel;
- Política de Direitos Humanos Enel;
- Programa Global de Compliance Enel;
- Plano de Tolerância Zero com a Corrupção Enel;
- ISO 9001 - Sistema de Gestão da Qualidade;
- ISO 14001 - Sistema de Gestão Ambiental;
- ISO 37001 - Sistema de Gestão Antissuborno;
- ISO 45001 - Sistema de Gestão de Segurança e Saúde Ocupacional;
- ISO 50001- Sistema de Gestão de Energia;
- ISO 55001 – Sistema de Gestão de Ativos; (Aplicável para documentos que envolvam São Paulo)
- Política do Sistema de Gestão Integrado;
- Manual do Sistema de Gestão Integrado nº 25 – Enel Distribuição;
- Policy nº 1042 – Gerenciamento de Incidentes de Segurança de Dados Pessoais;
- Procedimento Organizacional nº 1626 – Aplicação da Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais no âmbito das Empresas do Grupo Enel.
- CNS-OMBR-MAT-19-0289-EDBR — Critérios de Projetos de Subestações AT/AT, AT/MT e MT/MT
- CNS-OMBR-MAT-22-1478-INBR — Critério de Projeto de Sistema de Controle, Proteção e Supervisão de Subestações.
- ABNT NBR ISO/IEC 27001:2022 - Segurança da Informação, Segurança Cibernética e Proteção à Privacidade - Sistemas de Gestão da Segurança da Informação - Requisitos
- ABNT NBR IEC 60529 — Graus de proteção providos por invólucros (Código IP)
- ABNT NBR IEC 62262 — Graus de proteção contra impactos mecânicos externos (Código IK)
- ABNT NBR 5426 — Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos
- ABNT NBR IEC 61000-4-2 — Compatibilidade eletromagnética (EMC) — Imunidade a descargas eletrostáticas
- ABNT NBR IEC 61000-4-5:2020 — Compatibilidade eletromagnética (EMC) — Imunidade a surtos
- ABNT NBR IEC 61000-4-6:2019 — Compatibilidade eletromagnética (EMC) — Imunidade a perturbação conduzida
- IEC 60068-2-1 — Environmental testing — Test A: Cold
- IEC 60068-2-2 — Environmental testing — Test B: Dry heat
- IEC 60068-2-30 — Ensaio Db: Calor úmido cíclico



Feedback
Documentos
Técnicos do SGI
([Link](#))

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

- IEC 60255-27 — Product Safety Requirements for Measuring Relays and Protection Equipment
- IEEE 802.3 / IEEE 802.3af — Ethernet e Power over Ethernet (PoE)
- IEEE 802.1x — Port-Based Network Access Control

5. POSIÇÃO DO PROCESSO COM RELAÇÃO À ESTRUTURA ORGANIZACIONAL

Value Chain: Gestão da Rede

Macro Process: Gestão de Materiais

Process: Padronização de Componentes de Rede

6. SIGLAS E PALAVRAS-CHAVE

Siglas e Palavras-Chave	Descrição
Ativo Elétrico	Equipamento componente de subestação sujeito a monitoramento, incluindo, entre outros, disjuntores, TPs, TCs, chaves seccionadoras, barramentos e conexões
Bay	Conjunto de equipamentos de uma subestação associados a um circuito específico.
Dado Pessoal	Dado Pessoal é qualquer informação relacionada a pessoa natural identificada ou identificável, tais como nome, número de identificação, dados de localização, um identificador online ou a um ou mais dos elementos característicos de sua identidade física, fisiológica, genética, mental, econômica, cultural ou social (veja também Categorias especiais de dados pessoais).
Dados Pessoais Sensíveis (incluindo biométricos e referentes à Saúde)	No contexto de proteção de dados, merece especial atenção a categoria de dado pessoal sobre origem racial ou étnica, convicção religiosa, opinião política, filiação a sindicato ou a organização de caráter religioso, filosófico ou político, dado referente à saúde ou à vida sexual, dado genético ou biométrico, quando vinculado a uma pessoa natural. Esses dados são definidos pela LGPD como Dados Pessoais Sensíveis. • Dados genéticos: dados pessoais relativos às características genéticas, hereditárias ou adquiridas de uma pessoa física que fornecem informações unívocas sobre a fisiologia ou sobre a saúde de tal pessoa física, e que resultam designadamente da análise de uma amostra biológica da pessoa física em questão; • Dados biométricos: dados pessoais resultantes de um tratamento técnico específico relativo às características

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

Siglas e Palavras-Chave	Descrição
	físicas, fisiológicas ou comportamentais de uma pessoa física que permitam ou confirmem a identificação única dessa pessoa, tais como foto, vídeo, imagens da face ou dados de impressão digital; Dados relativos à saúde: dados pessoais relacionados com a saúde física ou mental de uma pessoa física, incluindo a prestação de serviços de saúde, que revelem informações sobre o seu estado de saúde.
DEC	Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora.
FEC	Frequência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora.
FOV	Field of View — campo de visão.
GDPR	General Data Protection Regulation — Regulamento (UE) 2016/679 do Parlamento Europeu.
General Data Protection Regulation or GDPR	Regulamento (UE) 2016/679 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 27 de abril de 2016, relativo à proteção das pessoas naturais, no que diz respeito ao tratamento de dados pessoais e à livre circulação desses dados; e que revoga a Diretiva 95/46 / CE.
H.264 / H.265	Padrões de compressão de vídeo.
HTTPS	Hypertext Transfer Protocol Secure.
IA	Inteligência Artificial.
IFOV	Instantaneous Field of View — campo de visão instantâneo.
IHM	Interface Homem-Máquina.
IK	Código de grau de proteção contra impactos mecânicos, conforme IEC 62262.
IP	Internet Protocol; ou Ingress Protection — grau de proteção contra penetração de partículas e líquidos, conforme IEC 60529.
Lei Geral de Proteção de Dados ou LGPD.	Lei Brasileira nº 13.709/18 promulgada em 14 de agosto de 2018, posteriormente alterada pela Lei 13.853/19, que dispõe sobre o tratamento de dados pessoais, inclusive nos meios digitais, por pessoa natural ou por pessoa jurídica de direito público ou privado, com o objetivo de proteger os direitos fundamentais de liberdade e de privacidade e o livre desenvolvimento da personalidade da pessoa natural.
LGPD	Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (Lei n.º 13.709/2018).
LWIR	Long-Wave Infrared — infravermelho de onda longa (8 a 14 µm).
NETD	Noise Equivalent Temperature Difference — sensibilidade térmica do sensor.



Assunto: Sistema de Monitoramento Termográfico Inteligente em Subestações (PM-Br 192.03)

Feedback
Documentos
Técnicos do SGI
([Link](#))

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

Siglas e Palavras-Chave	Descrição
NTP / SNTP	Network Time Protocol / Simple Network Time Protocol.
Núcleo Analítico	Componente computacional da Solução responsável pelo processamento de imagens, extração de indicadores térmicos, detecção de anomalias e geração de alertas.
ONVIF	Open Network Video Interface Forum — padrão aberto de interoperabilidade.
OWASP	Open Web Application Security Project.
Plataforma de Monitoramento	Interface web do componente de software da Solução, contendo dashboards, alertas, histórico de eventos e geração de relatórios técnicos.
PoE	Power over Ethernet — alimentação elétrica via cabo Ethernet, conforme IEEE 802.3af/at.
RTSP	Real Time Streaming Protocol.
SaaS	Software as a Service — modelo de disponibilização de software como serviço.
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition — sistema corporativo de supervisão e controle.
SDK	Software Development Kit — kit de desenvolvimento de software.
SE	Subestação.
SFTP	SSH File Transfer Protocol.
SNMP	Simple Network Management Protocol.
Solução	Solução Tecnológica de Monitoramento Termográfico Inteligente em Subestações, objeto desta Especificação Técnica.
SRTP	Secure Real-time Transport Protocol.
SSH	Secure Shell.
Titular dos Dados Pessoais	Pessoa natural a quem se referem os dados pessoais que são objeto de tratamento. Ele / ela entendido como uma pessoa natural identificada ou identificável.
TLS	Transport Layer Security.
Tratamento	Toda operação realizada com dados pessoais, como as que se referem a coleta, produção, recepção, classificação, utilização, acesso, reprodução, transmissão, distribuição, processamento, arquivamento, armazenamento, eliminação, avaliação ou controle da informação, modificação, comunicação, transferência, difusão ou extração.
TVS	Transient Voltage Suppressor — supressor de transientes de tensão.

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

Siglas e Palavras-Chave	Descrição
UPL	Unidade de Processamento Local — componente edge da Solução.
VCA	Video Content Analysis — análise de conteúdo de vídeo.
WDR	Wide Dynamic Range — ampla faixa dinâmica.

7. DESCRIÇÃO DO MATERIAL

7.1 Tabela de Código

Tabela 1 - Códigos de Material

CODIGO ENEL GRIS	TYPE CODE	DESCRIÇÃO
511067	1	Câmera Termográfica Bispectral (térmica + óptica) para monitoramento de subestações
511066	2	Unidade de Processamento Local (UPL) — núcleo analítico edge
511065	3	Kit de Infraestrutura de Conectividade da Solução
511064	4	Licenciamento e acesso à Plataforma de Monitoramento (componente software)

7.2 Características Ambientais

O sistema deve ser projetado para operar normalmente nas condições informadas na Tabela 2 - **Condições Ambientais**. Deve ser tomado o máximo cuidado no projeto, de forma a garantir que, mesmo instalado em ambientes altamente industriais, com atmosfera poluída, o material não sofra alterações substanciais em suas características nominais em sua vida útil prevista.

Tabela 2 - Condições Ambientais

Caraterísticas	Ceará	Rio	São Paulo
Altitude Máxima (m)	1.000		
Temperatura Mínima (°C)	+14°	0°	0°
Temperatura Máxima (°C)	+40°		
Temperatura Média (°C)	+30°		
Umidade Relativa Média (%)	> 80		
Velocidade básica do vento V ₀ (m/S) (ABNT NBR 14744)	30	35	40
Radiação Solar Máxima (wb/m²)	1.000		



Feedback
Documentos
Técnicos do SGI
([Link](#))

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

7.3 Detalhe do objeto e escopo do sistema

O sistema é destinado ao monitoramento contínuo de ativos elétricos de subestações por meio de captura de imagens termográficas em campo, processamento por algoritmos de inteligência artificial, e disponibilização de dados, alertas e relatórios técnicos.

Deve ser fornecido em formato integrado, abrangendo o conjunto de equipamentos físicos a serem instalados em campo, os componentes computacionais de processamento, a infraestrutura de conectividade necessária à operação, a plataforma de software para visualização e gerenciamento, e os serviços de instalação e comissionamento.

Os componentes do sistema devem ser do tipo industrial, com características construtivas e funcionais compatíveis com a instalação em subestações em operação, observando os requisitos de cibersegurança, compatibilidade eletromagnética e proteção ambiental aplicáveis.

7.4 Arquitetura funcional do sistema

O sistema é composto pelos seguintes componentes lógicos e físicos:

- a) **Camada de Captura** — conjunto de câmeras termográficas instaladas em campo na subestação, dimensionadas em função dos pontos a serem monitorados, do layout da instalação e dos ângulos de visada necessários. As câmeras operam de forma contínua, em regime 24x7, e capturam imagens termográficas e ópticas dos ativos elétricos.
- b) **Unidade de Processamento Local (UPL)** — componente computacional instalado localmente na subestação, responsável pela agregação dos dados captados pelas câmeras, pré-processamento, armazenamento temporário (buffer) em situações de indisponibilidade da conectividade, e execução de funções de Núcleo Analítico no nível EDGE.
- c) **Camada de Conectividade** — infraestrutura de comunicação entre os componentes em campo e o ambiente de processamento e visualização, podendo incluir cabeamento estruturado, switches, roteadores, enlace via satélite, rede móvel celular, ou outro tipo de conexão.
- d) **Plataforma de Monitoramento** — componente de software da Solução, disponibilizado em modelo Software as a Service (SaaS), em conformidade com os requisitos da LGPD aplicáveis ao tratamento de dados, contendo dashboards, histórico de eventos, registro de alertas, geração de relatórios técnicos sob demanda e gerenciamento de usuários.

7.5 Câmera termográfica**7.5.1. Objeto e características gerais**

A câmera termográfica da Solução é destinada à captura contínua de imagens termográficas e ópticas de ativos elétricos de subestação. Deve ser do tipo industrial, com sensor termográfico e sensor óptico integrados em encapsulamento único (modelo bispectral ou bi-espectro), capaz de operar em ambientes externos com exposição direta à radiação solar, chuva, poeira, salinidade e variações térmicas.



Assunto: Sistema de Monitoramento Termográfico Inteligente em Subestações (PM-Br 192.03)

Feedback
Documentos
Técnicos do SGI
([Link](#))

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

7.5.2. Módulo termográfico

- Sensor de imagem do tipo Vanadium Oxide Uncooled Focal Plane Array (VOx UFPA) ou tecnologia microbolométrica equivalente.
- Resolução térmica mínima de 384 × 288 pixels.
- Faixa espectral entre 8 µm e 14 µm (Long-Wave Infrared — LWIR).
- A câmera termográfica deverá possuir um range de medição de 0°C até +650°C;
- O sistema de ajuste de foco motorizado integrado da câmera termográfica deverá possibilitar os seguintes ajustes: automático por software, manual e multi-foco. mera e ativos monitorados, dimensionada caso a caso.
- Campo de visão horizontal mínimo de 20°, dimensionado conforme a topologia da instalação.
- Abertura máxima F1.1 (aceita-se F1.0 ou valor inferior, com sensibilidade equivalente ou superior).

Distância mínima de focagem inferior ou igual a 1,5 m.

- Recurso de zoom digital com, no mínimo, dois níveis.
- Modos de visualização termográfica incluindo, no mínimo, white hot, black hot, ironbow e rainbow.
- Funcionalidades de processamento de imagem incluindo, no mínimo: AGC adaptativo, DDE (Digital Detail Enhancement) e redução de ruído digital.
- Filtro de reflexo solar (sun-reflection filter) ou tecnologia equivalente para minimização de falsos positivos por reflexão.

7.5.3. Módulo óptico

- Sensor de imagem do tipo CMOS Progressive Scan.
- Resolução mínima de 1920 × 1080 pixels (Full HD) ou superior.
- Iluminação mínima inferior ou igual a 0,01 Lux em modo colorido com AGC ativo.
- Distância focal compatível com a aplicação, com FOV horizontal mínimo de 45°.
- Faixa dinâmica ampla (WDR) de, no mínimo, 100 dB.
- Capacidade de fusão de imagem (image fusion) entre os canais térmico e óptico, com sobreposição configurável.

7.5.4. Medição de temperatura

- Faixa de medição de temperatura que contemple, no mínimo, o intervalo de 0 °C a +135 °C, compatível com a operação típica de ativos elétricos de subestação. Faixas mais amplas serão consideradas vantajosas.
- Precisão de medição absoluta de, no mínimo, ± 2 °C ou ± 2% do valor lido (considerando-se o maior valor), conforme condições nominais de operação declaradas pelo fabricante. A precisão absoluta efetiva em campo varia em função da distância ao alvo, do ângulo de visada, da emissividade da



Assunto: Sistema de Monitoramento Termográfico Inteligente em Subestações (PM-Br 192.03)

**Feedback
Documentos
Técnicos do SGI**
([Link](#))

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

superfície monitorada, da temperatura ambiente e das condições atmosféricas. Por essa razão, a metodologia analítica do Serviço associado à Solução baseia-se prioritariamente em análise comparativa de gradientes térmicos entre ativos funcionalmente equivalentes e em monitoramento de tendências de longo prazo, conforme detalhado no anexo informativo desta Especificação Técnica.

- Suporte a múltiplos tipos de regras de medição, incluindo, no mínimo, pontos e áreas, com possibilidade de configuração de pelo menos 08 (oito) regras simultâneas, distribuídas conforme a aplicação
- Geração automática de alarme de exceção térmica quando ultrapassados limites parametrizáveis.
- A câmera termográfica ou solução associada deverá possuir capacidade de aquisição e registro contínuo das condições ambientais locais, incluindo no mínimo temperatura ambiente e umidade relativa do ar.
- As variáveis ambientais deverão ser disponibilizadas na Plataforma de Monitoramento juntamente com os registros termográficos, permitindo sua utilização nos algoritmos analíticos, geração de relatórios e análises históricas.
- A atualização das medições ambientais deverá ocorrer em intervalos máximos de 5 minutos.

Observação: a precisão absoluta de medição estabelecida nesta especificação é suficiente para a aplicação proposta, baseada em análise comparativa de temperaturas entre ativos funcionalmente equivalentes, em análise de gradientes térmicos e em monitoramento de tendências de longo prazo. Aplicações que demandem medição absoluta de alta precisão não são objeto desta especificação.

Com a metodologia IFOV (Geometria Óptica) é possível definir da seguinte forma: deverá possuir um IFOV do no mínimo 0,68 (Instantaneous Field of View), utilizando no mínimo lente de 25° (capacidade de identificar um objeto de 0,7 mm a 1 metro). Ou seja, calcular a menor área ou detalhe espacial que um único pixel de um sensor consegue enxergar.

7.5.5. Software, rede e protocolos da câmera

- Interface web HTTPS para configuração, monitoramento e visualização ao vivo, acessível por navegadores padrão de mercado.
- Suporte aos protocolos: IPv4 e IPv6, HTTP, HTTPS, FTP, SFTP, SMTP, SNMP v2c e v3, DNS, DDNS, NTP, SNTP, RTSP, RTCP, RTP, TCP, UDP, IGMP, ICMP, DHCP, PPPoE.
- Suporte a controle de acesso à rede com autenticação. O suporte ao padrão IEEE 802.1x é considerado desejável.
- Suporte ao padrão ONVIF, no mínimo Profile S (live streaming) e Profile G (recording).
- Disponibilização de API aberta ou SDK para integração com sistemas terceiros.
- Capacidade de visualização simultânea ao vivo por, no mínimo, 16 conexões.
- Gerenciamento de usuários com, no mínimo, três níveis de perfil de acesso (Administrador, Operador e Usuário) e capacidade mínima de 32 usuários cadastrados.
- Compressão de vídeo nos padrões H.265, H.264 e MJPEG.



**Feedback
Documentos
Técnicos do SGI**
([Link](#))

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

- Sincronismo de tempo via NTP ou SNTP.
- Suporte a armazenamento local em cartão MicroSD/SDHC/SDXC de, no mínimo, 128 GB.
- Capacidade de envio de eventos via syslog para servidor centralizado, em conformidade com a referência RFC-3164, com transporte sobre TLS.

7.5.6. Hardware e interfaces da câmera

- 01 (uma) porta de rede Ethernet RJ45 10/100/1000 Mbps autoadaptativa.
- Alimentação por Power over Ethernet (PoE) conforme IEEE 802.3af, 802.3at ou 802.3bt, ou alternativamente por alimentação convencional em corrente contínua (12 VDC, 24 VDC ou 48 VDC) ou corrente alternada (24 VAC ou 100-240 VAC), conforme topologia de instalação e disponibilidade dos modelos ofertados.
- Consumo máximo de 12 W.
- Distância máxima de 100 m do cabo Ethernet/PoE entre o switch ou injetor PoE e a câmera, podendo ser estendida mediante uso de extensor PoE, switch intermediário ou conversor para fibra óptica.
- No mínimo 01 (uma) entrada de alarme e 01 (uma) saída de alarme, configuráveis.
- Slot para cartão MicroSD/SDHC/SDXC.
- LEDs frontais indicadores de estado.

7.5.7. Detalhes construtivos e proteção

- Grau de proteção contra penetração de partículas e líquidos: mínimo IP66, conforme ABNT NBR IEC 60529.
- Grau de proteção contra impactos mecânicos externos: mínimo IK08, conforme ABNT NBR IEC 62262.
- Proteção integrada contra surtos de tensão (TVS), descargas atmosféricas e transientes de tensão, com nível mínimo de 4 kV.
- Carcaça em material resistente à corrosão, à radiação ultravioleta e à salinidade.
- Sistema de refrigeração passiva, sem partes móveis (fanless).
- Temperatura de operação de, no mínimo, -10 °C a +55 °C, com umidade relativa de até 95% (não condensante). Faixas de operação mais amplas serão consideradas vantajosas.

7.6 Unidade de Processamento Local**7.6.1. Objeto e funções**

A Unidade de Processamento Local (UPL), também denominada Núcleo Analítico Edge, é o componente computacional instalado fisicamente em ambiente protegido na subestação (casa de comando ou local equivalente), responsável por:



Assunto: Sistema de Monitoramento Termográfico Inteligente em Subestações (PM-Br 192.03)

**Feedback
Documentos
Técnicos do SGI**
([Link](#))

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

- a) Receber os dados captados pelas câmeras termográficas da subestação.
- b) Realizar pré-processamento, agregação e armazenamento temporário (buffer) dos dados captados.
- c) Garantir a continuidade do registro local de dados em situações de indisponibilidade da camada de conectividade.
- d) Executar funções analíticas de detecção de anomalias térmicas no nível edge, em conformidade com a evolução continuada dos modelos analíticos da Solução.
- e) Comunicar-se de forma segura com a Plataforma de Monitoramento para envio dos dados agregados e recepção de comandos de configuração.

7.6.2.Requisitos técnicos

- Unidade computacional industrial em encapsulamento adequado à instalação em ambiente protegido na subestação.
- Capacidade de processamento compatível com o número de câmeras conectadas e com o volume de dados captados, dimensionada caso a caso.
- Capacidade de armazenamento local em mídia de estado sólido, com tamanho dimensionado para garantir a continuidade do registro por, no mínimo, 7 (sete) dias em situação de indisponibilidade da camada de conectividade.
- Interfaces de rede Ethernet RJ45 em quantidade compatível com a topologia da instalação.
- Recursos de telemetria de saúde (heartbeat) reportando o estado operacional à Plataforma de Monitoramento.
- Capacidade de atualização remota de firmware e software com verificação de integridade.
- Alimentação compatível com as fontes disponíveis na casa de comando da subestação, podendo incluir 12 VDC, 24 VDC, 48 VDC, 125 VDC ou 100-240 VAC, conforme topologia.
- Sistema de refrigeração compatível com a operação contínua, preferencialmente passiva (fanless) ou com elementos de baixa manutenção.
- Temperatura de operação de, no mínimo, 0 °C a +50 °C.
- Conformidade com os requisitos de cibersegurança.

7.7 Infraestrutura de conectividade

7.7.1.Objeto

A infraestrutura de conectividade da Solução é o conjunto de equipamentos e cabeamento que viabiliza a comunicação entre as câmeras termográficas, a Unidade de Processamento Local, e o ambiente de processamento da Plataforma de Monitoramento.



Feedback
Documentos
Técnicos do SGI
([Link](#))

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

7.7.2.Requisitos técnicos

- Cabo de rede Ethernet de categoria mínima Cat 5e UTP, aceitando-se categorias superiores (Cat 6, Cat 6a, Cat 7), em comprimento adequado à instalação.
- Conectores RJ45 industriais com grau de proteção compatível com a aplicação externa, quando aplicável.
- Caixas de junção e/ou caixas de derivação com grau de proteção mínimo IP66 para utilização em ambiente externo.
- Switches de rede, roteadores e demais componentes ativos compatíveis com os requisitos de cibersegurança.
- Quando aplicável, enlace via satélite (incluindo antena, modem e infraestrutura associada), enlace via rede móvel celular, ou outra conexão dedicada, conforme avaliação técnica caso a caso.
- Eventuais extensores PoE, conversores Ethernet-fibra óptica e demais elementos passivos ou ativos necessários ao funcionamento da Solução.
- Estruturas mecânicas de suporte e fixação (suportes, braços, estruturas de alumínio anodizado, aço inoxidável ou material com tratamento equivalente), dimensionadas conforme o ponto de instalação de cada câmera, com vistas a propiciar a melhor angulação de visada aos ativos monitorados.

7.8 Plataforma de Monitoramento**7.8.1.Objeto e modelo de disponibilização**

A Plataforma de Monitoramento é o componente de software da Solução, disponibilizado em modelo Software as a Service (SaaS), em conformidade com os requisitos da LGPD aplicáveis ao tratamento de dados.

O modelo de licenciamento deverá contemplar todas as funcionalidades necessárias para operação da solução durante a vigência contratual, incluindo atualizações de software, correções de segurança, manutenção evolutiva e evolução dos modelos analíticos.

Todos os dados gerados pela solução serão de propriedade exclusiva da Enel.

Em caso de encerramento do contrato, substituição da solução ou descontinuidade do serviço, o fornecedor deverá disponibilizar à Enel todos os dados históricos, configurações e registros operacionais em formato aberto e legível, sem custos adicionais.

7.8.2.Funcionalidades

- Interface web responsiva, compatível com computadores, tablets e dispositivos móveis.
- Visualização ao vivo dos canais térmico e óptico das câmeras conectadas.
- Dashboards de visualização térmica em tempo real.
- Registro histórico de captura, eventos detectados e alertas, com retenção mínima de 12 (doze) meses.



Feedback
Documentos
Técnicos do SGI
([Link](#))

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

- A plataforma deverá permitir configuração dos períodos de retenção de dados, imagens, alarmes e relatórios.
- Ao término do contrato, todos os dados históricos deverão ser disponibilizados à Enel em formato aberto, sem restrições de acesso ou cobrança adicional.
- Geração de relatórios técnicos analíticos sob demanda do usuário autorizado, contendo, no mínimo: síntese executiva da janela analisada, ranking de ativos com maior suspeição, análise comparativa entre ativos funcionalmente equivalentes, classificação de risco por ativo e recomendações operacionais.
- Geração de notificações automáticas em múltiplos canais, configuráveis por nível de severidade, incluindo: correio eletrônico, mensagem de texto (SMS) e exibição em dashboard.
- Gerenciamento de usuários com, no mínimo, três níveis de perfil de acesso (Administrador, Operador e Usuário) e autenticação individualizada.
- Capacidade de exportação dos dados em formatos abertos para fins de auditoria e análise externa.
- A Plataforma de Monitoramento deverá disponibilizar interface padronizada para integração com sistemas corporativos e centros de operação.
- A solução deverá permitir integração com sistemas SCADA por meio de protocolos amplamente utilizados pelo setor elétrico, tais como IEC 61850, DNP3, Modbus TCP, OPC-UA ou equivalente tecnicamente aceito pela Enel.
- Os alarmes, eventos e indicadores operacionais gerados pela solução deverão poder ser exportados automaticamente para sistemas corporativos mediante configuração.

7.8.3. Disponibilidade e suporte técnico

- Disponibilidade mínima de 95% (noventa e cinco por cento), apurada em base mensal;
- Suporte técnico, durante o período de garantia do sistema, deve ocorrer em horário comercial (segunda a sexta-feira, das 8h às 18h, exceto feriados nacionais), sem custo adicional.
- Atualizações de plataforma e evolução continuada dos modelos analíticos incluídas no fornecimento, sem custo adicional.

7.9 Ciber Segurança

Do ponto de vista da segurança cibernética, o sistema deve garantir a conformidade com todos os requisitos legais de segurança aplicáveis no Brasil, conforme descrito no **Template de requisitos de Segurança cibernética**, o qual deve ser preenchido pelo fornecedor e entregue a Enel para avaliação.

Define-se Sistema de Monitoramento Termográfico Inteligente em Subestações o conjunto de hardware e software fornecido.

Verificadas possíveis falhas físicas ou sistêmicas que comprometam a segurança da informação durante o processo de fornecimento e período de implantação, de acordo com as políticas de segurança da informação do grupo ENEL, o processo será interrompido imediatamente e um comitê para análise da ocorrência será aberto pelo departamento de cyber segurança do grupo ENEL.



Feedback
Documentos
Técnicos do SGI
([Link](#))

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

7.10 Treinamento

O FORNECEDOR deverá prever treinamento para 20 colaboradores próprios e/ou contratados indicados por alguma das empresas dentro de Enel Grids Brasil, nos estados do Ceará, Rio de Janeiro ou São Paulo, com endereço definido durante o processo de compra.

O escopo do treinamento será direcionado para cada versão do sistema adquirido.

A data do treinamento será definida em comum acordo entre Enel e o FORNECEDOR. O treinamento deverá ser agendado com uma antecedência mínima de 30 dias corridos.

7.11 Suporte Técnico

O FORNECEDOR dos equipamentos deve dar toda assistência técnica para implantação e adaptação dos equipamentos na subestação, sendo responsável por todo projeto elétrico e acompanhamento de passagem dos cabos e fixação dos equipamentos.

O FORNECEDOR deverá prestar todo o suporte técnico e auxiliar nos testes funcionais de todo o sistema.

O FORNECEDOR deverá apresentar o manual do equipamento e do sistema implementado, devendo ser fornecido em língua portuguesa, conforme o código do consumidor.

O FORNECEDOR deverá possuir assistência técnica no Brasil, para suprir as necessidades de manutenção do equipamento fornecido.

7.12 Identificação**7.12.1. Nos materiais**

Os materiais a serem fornecidos devem apresentar no mínimo as seguintes informações:

- a) Nome ou marca do fabricante;
- b) Incluir a identificação do equipamento;
- c) Mês e ano de fabricação.

7.12.2. Na embalagem

As embalagens devem ser identificadas com, no mínimo, as seguintes informações:

- a) Nome ou marca do fabricante;
- b) Mês e ano de fabricação; c) Nome Enel;
- c) identificação completa do conteúdo (tipo e quantidade);
- d) Número da nota fiscal;
- e) Massa bruta e líquida e dimensões do volume.

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

7.12.3. Amostragem

As amostragens devem ser realizadas conforme ABNT NBR 5426:

- a) Inspeção visual e dimensional — amostragem dupla, nível II, NQA 1,0%.
- b) Ensaio de funcionamento e comunicação — amostragem dupla, nível S3, NQA 1,5%.

7.13 Transporte, embalagem e acondicionamento

- a) Prever embalagem que contribua com economia circular e meio ambiente: uso de embalagem reutilizável e/ou feita com matéria-prima reciclada.
- b) Cada componente físico do sistema deve ser fornecido em embalagem individual com seus respectivos acessórios.
- c) O acondicionamento deve ser adequado ao transporte previsto, às condições de armazenagem e ao manuseio.
- d) Os equipamentos devem ser fornecidos com todos os acessórios necessários ao seu perfeito funcionamento, mesmo os não explicitados nesta especificação.
- e) O fornecedor deve, a qualquer tempo, proteger os equipamentos, estruturas e acessórios contra perda, corrosão, incidência de chuva, umidade, raios solares, mudanças bruscas de temperatura e de qualquer outra forma de dano.
- f) Dentro de cada embalagem deve ser incluída a respectiva lista de material do equipamento.
- g) Será de responsabilidade da CONTRATADA a embalagem, o embarque e o transporte desde a saída da fábrica até o local de entrega indicado pela CONTRATANTE.
- h) O transporte deve ser realizado na modalidade CIF (Cost, Insurance and Freight).

7.14 Ensaio

Todos os ensaios devem ser realizados por laboratórios acreditados ao INMETRO e, no caso de ausência de laboratórios acreditados, o laboratório deverá possuir padrão rastreável.

NOTA: O material deve ter implementado todos os requisitos técnicos que foram determinados durante o processo de homologação (TCA). Caso o material sofra alteração, o fornecedor deve informar a Enel para avaliação prévia do impacto na rede de distribuição. Dependendo da alteração, o fornecedor deverá realizar novos testes para que a modificação do material não comprometa os requisitos mínimos exigidos nesta especificação técnica. Conforme previsto na GSCG002, qualquer alteração de tecnologia, o fornecedor deverá realizar novo processo de TCA junto a Enel.

7.14.1. Ensaio de tipo

O FORNECEDOR deve apresentar, conforme solicitado na proposta técnica, os relatórios de ensaios de tipo dos componentes físicos da Solução, no modelo e versão ofertados, realizados em laboratórios oficiais e



**Feedback
Documentos
Técnicos do SGI**
([Link](#))

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

reconhecidos, com resultados que comprovem a capacidade dos equipamentos para suportar os seguintes ensaios:

- i) Grau de proteção contra penetração de partículas e líquidos, conforme ABNT NBR IEC 60529.
- j) Grau de proteção contra impactos mecânicos externos, conforme ABNT NBR IEC 62262.
- k) Descarga eletrostática (ESD), 8 kV (pico), conforme ABNT NBR IEC 61000-4-2.
- l) Imunidade a surtos, conforme ABNT NBR IEC 61000-4-5:2020.
- m) Imunidade a perturbações conduzidas, conforme ABNT NBR IEC 61000-4-6:2019.
- n) Ensaio climáticos de calor seco e frio, conforme IEC 60068-2-1 e IEC 60068-2-2.
- o) Ensaio de calor úmido cíclico, conforme IEC 60068-2-30.
- p) Tensão de impulso de 5 kV (pico), conforme IEC 60255-5.
- q) Ensaio de proteção contra surtos de tensão (TVS), conforme padrão declarado pelo fabricante.
- r) Ensaio de conformidade com IEEE 802.3af (PoE), IEEE 802.3 e ONVIF Profile S e G, e, quando suportado pelo equipamento, IEEE 802.1x.
- s) Apresentação de topologia de comunicação dos equipamentos.

7.14.2. Ensaios de recebimento

Os seguintes ensaios devem ser realizados pelo FORNECEDOR, na presença da CONTRATANTE em todas as unidades do fornecimento:

- a) Verificação visual e dimensional.
- b) Verificação de funcionamento dos canais térmico e óptico das câmeras.
- c) Verificação de comunicação ponto a ponto entre câmeras, Unidade de Processamento Local e Plataforma de Monitoramento.
- d) Verificação do funcionamento do Sistema de Monitoramento.
- e) Teste de calibração da câmera termográfica deverá ser realizado com a utilização de corpo negro com no mínimo 98% de eficiência.

As câmeras termográficas deverão ser fornecidas com certificado de calibração emitido por laboratório acreditado ou com rastreabilidade metrológica reconhecida.

O certificado deverá informar as incertezas de medição associadas, a metodologia utilizada e a rastreabilidade aos padrões nacionais ou internacionais aplicáveis.

O fornecedor deverá informar a periodicidade recomendada de recalibração dos equipamentos, a qual não deverá ser superior a 24 meses.

**Especificação Técnica nº 2611 (MAT-PMCB-EeA-2026-2611-EDBR)**

Versão nº 00 data: 27/08/2026

**Assunto:** Sistema de Monitoramento Termográfico Inteligente em Subestações (PM-Br 192.03)**Feedback
Documentos
Técnicos do SGI**
([Link](#))**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

7.15 Garantia

O FORNECEDOR deve garantir a eficiência de operação do sistema sob as condições especificadas por um período mínimo de 60 (sessenta) meses, contados a partir da data de entrega do fornecimento e formalização do termo de aceite operacional, comprovada pela respectiva nota de entrega.

Em caso de devolução de componentes para reparo ou substituição, dentro do período de garantia, todos os custos de retirada, transporte, reparo ou substituição e instalação serão de responsabilidade exclusiva do FORNECEDOR, sem ônus para a ENEL.

Se o motivo da devolução for mau funcionamento decorrente de deficiência de projeto, os custos serão de responsabilidade do FORNECEDOR independentemente de o prazo de garantia estar ou não vencido.

O FORNECEDOR deve garantir que, durante a vida útil do sistema, fornecerá as peças e acessórios para reposição.

8. ANEXOS**8.1 Tabela de Características Técnicas Garantidas (CTG)****8.2 Template de requisitos de Segurança cibernética**