

CÓDIGO EB/GPES/XXXXX	VERSÃO 01	DATA DA APROVAÇÃO 15/05/2025	CÓDIGO EB BASE 6.2.2.1.001
--------------------------------	--------------	---------------------------------	-------------------------------

ASSUNTO

CONVERSOR DE FREQUÊNCIA DE MÉDIA TENSÃO – ACIMA DE 1 KV – TORQUE QUADRÁTICO**1 OBJETIVO**

Esta especificação estabelece as características construtivas e técnicas mínimas para o fornecimento de Conversor de Frequência de Média Tensão, classe de tensão acima de 1 kV, para acionamento de motobombas que possuem torque com características quadráticas, para aplicação em Sistemas de Abastecimento de Água ou Sistemas de Esgotamento Sanitário da Sanepar.

2 DEFINIÇÕES

- EN - *European standard*
- EMC - *Electromagnetic compatibility*
- IP - Índice de proteção
- IEC - *International Electrotechnical Commission*
- ISO - *International Organization for Standardization*
- LCD - *Liquid Crystal Display*
- Modbus - Protocolo de comunicação serial desenvolvido pela Modicon e publicado em 1979 para utilização em controladores lógicos programáveis e adotada pela *Modbus Organization*.
- PROFINET - é uma rede baseada em um padrão de comunicação Ethernet Industrial padronizado pelas normas IEC 61158-5 e IEC 61158-6, 100% compatível com a tecnologia Ethernet (IEEE802.3) adotada pela associação PI - PROFIBUS & PROFINET *International*.
- Profibus DP - Protocolo de comunicação desenvolvido pela PROFIBUS & PROFINET *International* para solução de alta velocidade, visando a comunicação entre sistemas de automação e equipamentos descentralizados.
- RFI - *Radio Frequency Interference*
- TCP - *Transmission Control Protocol*
- TCP/IP - Representa um conjunto de protocolos que permitem que diversos equipamentos que constituem uma rede possam comunicar entre si. É um protocolo estruturado por camadas na qual cada camada utiliza e presta serviços às camadas adjacentes. Cada camada apenas trata das informações que correspondem à sua função.
- THD - *Total Harmonic Distortion*
- THDI - *Total Harmonic Distortion of Current*
- THDv - *Total Harmonic Distortion of Voltage*
- USB - *Universal Serial Bus*
- UPS – *Uninterruptible power supply* (Fonte de alimentação ininterrupta)
- MTBF – *Mean time between failures* (Tempo médio entre falhas)
- MTTR – *Mean time to repair* (Tempo médio para reparo)
- FIT – *Failures in time* (Falhas no tempo) – Medida de taxa de falha que indica o número de falhas esperadas em um bilhão de horas de operação

CÓDIGO EB/GPES/XXXXX	VERSÃO 01	DATA DA APROVAÇÃO 15/05/2025	CÓDIGO EB BASE 6.2.2.1.001
--------------------------------	--------------	---------------------------------	-------------------------------

ASSUNTO

CONVERSOR DE FREQUÊNCIA DE MÉDIA TENSÃO – ACIMA DE 1 KV – TORQUE QUADRÁTICO**3 REFERÊNCIAS NORMATIVAS**

Os conversores devem satisfazer no mínimo aos requisitos das normas:

- ABNT NBR 10151 - *Acústica - Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas - Aplicação de uso geral*
- ABNT NBR 14039 - *Instalações elétricas de média tensão de 1,0 kV a 36,2 kV*
- ABNT NBR 15421 - *Projeto de estruturas resistentes a sismos*
- ABNT NBR IEC 60529 - *Graus de proteção providos por invólucros (Códigos IP)*
- ABNT NBR ISO 9223 - *Corrosão de metais e ligas — Corrosividade de atmosferas — Classificação, determinação e estimativa*
- NBR IEC 62271-200 - *Conjunto de manobra e controle de alta-tensão em involucro metálico para tensões acima de 1kV até e inclusive 52kV*
- IEC 60204-11 - *Safety of machinery – Electrical equipment of machines – Part 11: Requirements for HV equipment for voltages above 1000 V a.c. or 1500 V d.c. and not exceeding 36 kV (Segurança de máquinas – Equipamentos elétricos de máquinas – Parte 11: Requisitos para equipamentos de alta tensão para tensões acima de 1.000 VCA ou 1.500 VCC, não excedendo 36 kV)*
- IEC 60721-3-3 - *Classification of environmental conditions - Part 3-3: Classification of groups of environmental parameters and their severities - Stationary use at weather protected locations (Classificação das condições ambientais - Parte 3-3: Classificação de grupos de parâmetros ambientais e suas gravidades - Uso estacionário em locais protegidos contra intempéries)*
- IEC 61000-2-4 - *Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 2-4: Environment - Compatibility levels in industrial plants for low-frequency conducted disturbances (Compatibilidade eletromagnética (EMC) - Parte 2-4: Ambiente - Níveis de compatibilidade em instalações industriais para distúrbios conduzidos por baixa frequência)*
- IEC TR 61000-2-5 - *Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 2-5: Environment - Description and classification of electromagnetic environments (Compatibilidade eletromagnética (EMC) - Parte 2-5: Ambiente – Descrição e classificação de ambientes eletromagnéticos)*
- IEC 61800-3 - *Adjustable speed electrical power drive systems - Part 3: EMC requirements and specific test methods (Sistemas de drive de potência elétrica de velocidade ajustável - Parte 3: Requisitos de EMC e métodos de teste específicos)*
- IEC 61800-5-1 - *Adjustable speed electrical power drive systems - Part 5-1: Safety requirements - Electrical, thermal and energy (Sistemas de drive de potência elétrica de velocidade ajustável - Parte 5-1: Requisitos de segurança – Elétricos, térmicos e energéticos)*
- IEC 61936-1 - *Power installations exceeding 1 kV AC and 1,5 kV DC - Part 1: AC (Instalações elétricas superiores a 1kV CA e 1,5 kV CC – Parte 1: CA)*
- IEEE-519 - *IEEE recommended practices and requirements for harmonic control in electrical power systems (Práticas recomendadas e requisitos IEEE para controle de harmônicas em sistemas de energia elétrica)*
- ANSI/ISA-71.04 - *Environmental Conditions for Process Measurement and Control Systems: Airborne Contaminants (Condições ambientais para sistema de medição e controle de processos: contaminantes transportados pelo ar)*
- ISO/EN 12944-2 - *Paints and varnishes - corrosion protection of steel structures by protective paint system – Part 2: Classification of environments (Tintas e vernizes - proteção contra*

CÓDIGO EB/GPES/XXXXX	VERSÃO 01	DATA DA APROVAÇÃO 15/05/2025	CÓDIGO EB BASE 6.2.2.1.001
--------------------------------	--------------	---------------------------------	-------------------------------

ASSUNTO

CONVERSOR DE FREQUÊNCIA DE MÉDIA TENSÃO – ACIMA DE 1 KV – TORQUE QUADRÁTICO

corrosão de estruturas de aço através do sistema de pintura de proteção – Parte 2: Classificação de ambientes)

- EN 50081-2 - *Electromagnetic compatibility (EMC) Generic emission standard - Industrial environment (Compatibilidade eletromagnética (EMC) – Norma genérica de emissão – Ambiente Industrial)*

- ISO 14713-1 - *Zinc coatings — Guidelines and recommendations for the protection against corrosion of iron and steel in structures — Part 1: General principles of design and corrosion resistance (Revestimentos de zinco – Diretrizes e recomendações para a proteção contra a corrosão do ferro e aço em estruturas – Parte 1: Princípios gerais de projeto e resistência a corrosão)*

- NR 10 – Norma Regulamentadora n.º 10 - Segurança em instalações e serviços em eletricidade

Para os itens não abrangidos pelas Normas citadas e por esta especificação, devem ser adotadas as normas das entidades internacionais consagradas, na última edição e revisão:

ANSI - American National Standards Institute

CEE - International Commission on Rules for the Approval of Electricale Equipment

DIN - Deutsche Industrie Normen

IEC - International Electro Technical Commission

IEEE - Instituteo Electrical and Electronics Engineers

NEC - National Electrical Code

NFPA - National Fire Protection Association

NEMA - National Electrical Manufacturers Association

VOE - Verein Deutscher Elektrotechniker

EN – European Standard

UL – Underwriters Laboratories

Para referências datadas aplicam-se somente as edições citadas. Para as demais referências aplicam-se as edições mais recentes das referidas referências (incluindo emendas).

CÓDIGO EB/GPES/XXXXX	VERSÃO 01	DATA DA APROVAÇÃO 15/05/2025	CÓDIGO EB BASE 6.2.2.1.001
--------------------------------	--------------	---------------------------------	-------------------------------

ASSUNTO

CONVERSOR DE FREQUÊNCIA DE MÉDIA TENSÃO – ACIMA DE 1 KV – TORQUE QUADRÁTICO

4 ÊNFASE EM SEGURANÇA

Embora as normas atuais sejam bastante abrangentes quanto a todos os aspectos de projeto, operação, manobras, ensaios e proteção, esta norma atenta para os principais aspectos ligados a segurança, exigido pelas normas regulamentadoras do Ministério do Trabalho NR-10 e outras NR's associadas, que possuem conteúdos relacionados com eletricidade.

Esta especificação foi elaborada de forma que a construção dos quadros evite, ao máximo, dentro de condições aceitáveis, a formação, propagação e duração do arco elétrico. Sabe-se que o arco elétrico, principalmente aquele associado aos conjuntos de manobra, é a principal causa de ferimentos e mortes de pessoas envolvidas nos serviços de eletricidade. Portanto, nos itens seguintes são indicados aspectos construtivos importantes, reforçando a normalização no que tange aos aspectos de segurança.

5 CARACTERÍSTICAS

O conversor de média tensão é um dispositivo aplicado para regular a velocidade de motores assíncronos de média tensão, alimentados em 2,3 kV, 4,16 kV e 6,6 kV, usando dispositivos eletrônicos de potência "IGBT" para gerar tensão e corrente alternada senoidal com frequência ajustável.

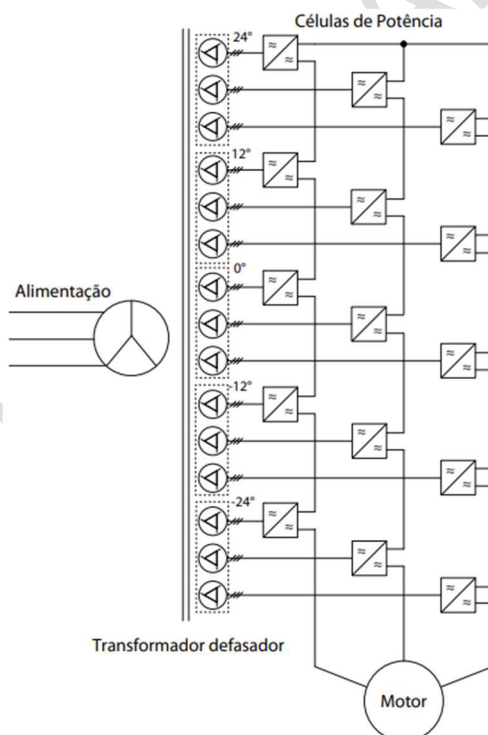


Figura 1 - Visão simplificada do circuito principal do conversor de média tensão – Topologia IGBT multinível

CÓDIGO EB/GPES/XXXXX	VERSÃO 01	DATA DA APROVAÇÃO 15/05/2025	CÓDIGO EB BASE 6.2.2.1.001
--------------------------------	--------------	---------------------------------	-------------------------------

ASSUNTO

CONVERSOR DE FREQUÊNCIA DE MÉDIA TENSÃO – ACIMA DE 1 KV – TORQUE QUADRÁTICO**5.1 Características Elétricas**

Esta especificação aplica-se para sistemas de média tensão acima de 1000 V, a tensão de entrada, tensão de saída, potência nominal e corrente de saída estão definidas na tabela 01 e no descritivo do código de cadastro do equipamento, atendendo as definições de aplicação de cada projeto.

O disjuntor em média tensão da entrada da alimentação de energia do conversor deve atender as características solicitadas pelo fabricante do conversor, condições mínimas consideradas na especificação do cubículo: duas bobinas de abertura e uma bobina de mínima tensão. A parametrização do relé de proteção deve ser definida em conjunto entre instalador e fabricante do conversor. O disjuntor está previsto no fornecimento do painel de distribuição em média tensão e **não faz parte do escopo do conversor**;

No caso de aplicação de fusíveis para proteção do circuito de entrada do conversor, cabe ao fabricante justificar a aplicação e especificar o modelo e curva adotadas para os fusíveis.

Tabela 1 - Características específicas dos conversores de frequência

Tensão de Entrada [kV] – 60 Hz (*1)	Tensão de Saída [kV]	Potência Nominal Motor [kW]	Corrente Nominal Saída [A] (*2)	Aterramento NBR 14039
13,2	2,3	515	175	TNR
13,2	2,3	330	116	TNR
13,2	4,16	750	130	TNR

(*1) – O transformador interno deve possuir TAPs no lado primário para ajuste de tensão primária em 13,8/13,2/12,6/12,0/11,4, ajustado em fábrica em 13,2 kV.

A ligação do primário conforme recomendação da concessionária (COPEL) deve ser em triângulo (delta).

(*2) Corrente de saída do conversor deve considerar de temperatura ambiente de operação de **50 °C**. Deve ser avaliada com relação a corrente nominal do motor acionado somado ao fator de serviço.

As características dos dispositivos de proteção aplicados (relés, disparadores térmicos ou eletromagnéticos, fusíveis e etc.) devem ser escolhidas de modo a assegurar a operação seletiva do sistema em qualquer condição de sobrecarga ou curto-circuito.

Para demais características ver Anexo I desta especificação.

CÓDIGO EB/GPES/XXXXX	VERSÃO 01	DATA DA APROVAÇÃO 15/05/2025	CÓDIGO EB BASE 6.2.2.1.001
--------------------------------	--------------	---------------------------------	-------------------------------

ASSUNTO

CONVERSOR DE FREQUÊNCIA DE MÉDIA TENSÃO – ACIMA DE 1 KV – TORQUE QUADRÁTICO**5.2 Características Construtivas**

A tecnologia utilizada nos conversores de frequência em média tensão deve ser de Topologia Multinível com IGBT e tecnologia PWM (*Pulse Width Modulation*), com as seguintes características:

- A configuração do retificador e inversor fica a cargo do fabricante para atender os níveis de tensão solicitados;
- Semicondutor do circuito inversor deve ser com IGBT;
- Método de controle deve ser do tipo PWM Senoidal Multinível;
- Nível máximo de distorção harmônica total de tensão no ponto de acoplamento comum (PCC) deverá ser menor que 5 % (THD) e 3 % individual, conforme a tabela 1 da norma IEEE 519, ver Figura 2;

Table 1 (IEEE 519-2022, pg.17) voltage distortion limits

Bus voltage V at PCC	Individual harmonic (%)	Total harmonic distortion THD (%)
$V \leq 1.0 \text{ kV}$	5.0	8.0
$1 \text{ kV} < V \leq 69 \text{ kV}$	3.0	5.0
$69 \text{ kV} < V \leq 161 \text{ kV}$	1.5	2.5
$161 \text{ kV} < V$	1.0	1.5*

Figura 2 – Tabela 01 da norma IEEE 519-2022
– Limites de distorção harmônica de tensão

*Sistemas de alta tensão são permitidos até 2,0% THD, quando o gerador for um terminal HVDC cujos efeitos terão sido atenuados em pontos da rede onde futuros usuários poderão estar conectados.

- Nível máximo de distorção harmônica de corrente na entrada deverá ser menor ou igual a 5 % ou conforme os limites definidos na tabela 2 da norma IEEE 519, ver Figura 3;
- O fabricante deve avaliar a necessidade de cabos blindados especiais, considerar que a máxima distância dos cabos de saída do conversor para o motor deve ser de até 1000 metros;
- O conversor pode ser aplicado em motores novos, rebobinados e antigos;
- Preferencialmente não aplicar filtros na entrada e na saída do conversor, mas cabe ao fabricante avaliar cada aplicação e indicar a sua aplicação em função de particularidades e/ou limitação do equipamento;
- Faixas de potência e tensão dos inversores dependerão de cada projeto a ser implantado;
- Transformador defasador deve estar incorporado ao gabinete do conversor.

CÓDIGO EB/GPES/XXXXX	VERSÃO 01	DATA DA APROVAÇÃO 15/05/2025	CÓDIGO EB BASE 6.2.2.1.001
--------------------------------	--------------	---------------------------------	-------------------------------

ASSUNTO

CONVERSOR DE FREQUÊNCIA DE MÉDIA TENSÃO – ACIMA DE 1 KV – TORQUE QUADRÁTICO

Table 2 (IEEE 519-2022, pg.19) current distortion limits for systems rated 120 V through 69 kV

ISC/IL	Harmonic limits a,b $2 \leq h < 11$	Harmonic limits a,b $11 \leq h < 17$	Harmonic limits a,b $17 \leq h < 23$	Harmonic limits a,b $23 \leq h < 35$	Harmonic limits a,b $35 \leq h \leq 50$	TDD Required
<20c	4.0	2.0	1.5	0.6	0.3	5.0
20<50	7.0	3.5	2.5	1.0	0.5	8.0
50<100	10.0	4.5	4.0	1.5	0.7	12.0
100<1000	12.0	5.5	5.0	2.0	1.0	15.0
>1000	15.0	7.0	6.0	2.5	1.4	20.0

Figura 3 – Tabela 02 da norma IEEE 519-2022 – Limites de distorção harmônica de corrente

- Para $h \leq 6$, os harmônicos pares são limitados a 50% dos limites harmônicos mostrados na tabela da Figura 3.
- Distorções de corrente que resultam em um deslocamento CC, por exemplo, conversores de meia onda, não são permitidas.
- As instalações de geração de energia estão limitadas a estes valores de distorção de corrente, independentemente do I_{sc}/IL real, a menos que sejam abrangidas por outras normas com escopo aplicável. Onde:
 I_{sc} = Corrente de curto circuito máxima no ponto de acoplamento comum (PCC);
 IL = corrente de carga de demanda máxima no PCC sob condições normais de operação de carga.

Outras tecnologias serão aceitas desde que atendam aos critérios de desempenho e custos de manutenção e operação, cabendo ao proponente apresentar o estudo de viabilidade técnica e econômica da tecnologia.

5.2.1 Barramento de Terra

Cada equipamento deve possuir uma barra de terra de fácil acesso fixado na parte inferior, identificado nas cores verde ou verde/amarelo, com furos rosqueados, dotada de parafusos e arruelas de pressão de aço cadmiado para conexão de cabos.

A barra de terra deve ser de cobre eletrolítico com 99,99% de pureza, isenta de emendas, e possuir seção não inferior a 100 mm² com um furo em cada extremidade para interligação ao sistema de aterramento.

A barra de terra e seus suportes devem ser dimensionados para resistir aos esforços térmicos e mecânicos.

5.2.2 Proteção de Segurança

O conversor deve atender as diretrizes de segurança definidas na norma IEC 61800-5-1.

O conversor deve possuir dispositivos de segurança com intertravamento eletromagnético, mecânico e elétrico para garantir a segurança de acesso ao interior do gabinete para o pessoal de manutenção.

CÓDIGO EB/GPES/XXXXX	VERSÃO 01	DATA DA APROVAÇÃO 15/05/2025	CÓDIGO EB BASE 6.2.2.1.001
--------------------------------	--------------	---------------------------------	-------------------------------

ASSUNTO

CONVERSOR DE FREQUÊNCIA DE MÉDIA TENSÃO – ACIMA DE 1 KV – TORQUE QUADRÁTICO

A frontal do dispositivo deve oferecer segurança para os operadores. Todas as partes vivas devem ficar completamente protegidas de modo a evitar o contato acidental.

5.2.3 Transformadores de medição e de comando

Cabe ao fabricante dimensionar:

- Os transformadores de potencial de acordo com as necessidades do equipamento e as tensões disponíveis no local de aplicação.
- Os transformadores de corrente devem ter capacidade térmica e mecânica suficiente para suportar as correntes de curto-circuito do equipamento.

As relações, grupo de ligação, classe de isolamento dos transformadores devem ser as indicadas no projeto do equipamento.

Atender as normas pertinentes.

Devem ser fornecidos os transformadores para adequação das tensões do conversor para a faixa de tensão disponível no local de aplicação.

5.2.4 Identificação de cabos, terminais e dispositivos

Os cabos de alimentação, comando e sinais, devem possuir sistema de identificação através de luva em PVC transparente e etiqueta de policarbonato com inscrições feitas por meio de impressora especial a pena com tinta que interage quimicamente com o policarbonato da etiqueta. Com o nome do dispositivo/componente e número do terminal do dispositivo/componente.

Os dispositivos e componentes devem ser identificados de acordo com o diagrama elétrico do conversor, com plaquetas individuais em poliéster, cor prata (ou outro padrão do fabricante), letras pretas, autoadesiva, impressão através de termo transferência (TTO - *Thermal transfer overprinter*) e tamanhos próximo aos definidos na Tabela 2.

Tabela 2 – Tamanho de plaquetas de identificação

IDENTIFICAÇÃO	PLAQUETAS ACRILICAS		LETRAS
	L (mm)	H (mm)	H (mm)
Identificação externa geral do conversor	150	50	10
Identificação geral externa dos módulos do conversor	80	30	4
Identificação externa de chaves e componentes	50	15	4
Identificação interna de componentes (*)	18	10	4

* A identificação dever ser instalada na placa de montagem ao lado dos componentes.

Outros tamanhos podem ser adotados em função do padrão do fabricante, estas medidas são referências mínimas.

O conversor deve ser identificado pelo fabricante por uma placa em material não corrosível, fixada na parte frontal externa e contendo, no mínimo, as seguintes informações:

- Nome do fabricante;
- Tensão nominal de entrada;
- Frequência nominal de entrada;
- Tensão nominal de saída;

CÓDIGO EB/GPES/XXXXX	VERSÃO 01	DATA DA APROVAÇÃO 15/05/2025	CÓDIGO EB BASE 6.2.2.1.001
--------------------------------	--------------	---------------------------------	-------------------------------

ASSUNTO

CONVERSOR DE FREQUÊNCIA DE MÉDIA TENSÃO – ACIMA DE 1 KV – TORQUE QUADRÁTICO

- Faixa de frequência de saída;
- Potência nominal de saída;
- Corrente nominal de saída;
- Capacidade de curto-circuito;
- Nível de isolamento sob impulso;
- TAG;
- Local e data de fabricação;
- N° do pedido de compra;
- Numero de serie de fabricação;
- Massa (em Kg).

5.2.5 Cabos de comando e controle

Para os cabos comando e controle devem ser utilizados condutores de cobre eletrolítico, encordoamento classe 4 ou 5 de alta flexibilidade e manuseio, com isolamento de composto termoplástico, não higroscópico, não propagador e auto extinção de chamas e classe de tensão mínima 750V.

5.2.6 Bornes terminais de comando e controle

Os bornes terminais utilizados devem ser unipolares, conexão tipo *push-in*, classe de isolamento mínima de 750V, com a parte condutora e elementos de apertos construídos em material não ferroso.

Os bornes terminais devem ser fixados sobre perfilados DIN em liga de alumínio e reunidos em blocos providos de placas laterais de acabamento, molas de fixação, separadores isolantes, pontes para conexões entre dois ou mais bornes contínuos e pastilhas de plástico gravadas para identificação.

As réguas terminais devem ser instaladas em planos verticais ou horizontais, em locais de fácil acesso para instalação e inspeção, e possuir no mínimo 10% de reserva.

Deverá ser conectado apenas um terminal em cada borne. Caso haja a necessidade de conectar 2 cabos em um borne, deverá ser utilizado um terminal duplo.

5.2.7 Conexão de potência

Para as conexões internas de potência devem ser utilizados barramentos cobre estanhado ou condutores de cobre eletrolítico, encordoamento classe 4 de alta flexibilidade e manuseio, com isolamento e cobertura de composto termoplástico, não higroscópico, não propagador e auto- extinção de chamas e classe de tensão mínima 8 kV.

CÓDIGO EB/GPES/XXXXX	VERSÃO 01	DATA DA APROVAÇÃO 15/05/2025	CÓDIGO EB BASE 6.2.2.1.001
--------------------------------	--------------	---------------------------------	-------------------------------

ASSUNTO

CONVERSOR DE FREQUÊNCIA DE MÉDIA TENSÃO – ACIMA DE 1 KV – TORQUE QUADRÁTICO

5.3 Sistema de arrefecimento do conversor

Os conversores sempre serão instalados em sala elétrica, em alvenaria ou metálica tipo eletrocentro, sendo possível adotar **dois** métodos de ventilação:

- a) Resfriamento com duto de ar quente forçado direcionado para fora da sala, com entradas de ar na sala (aberta) sem condicionamento de ar:

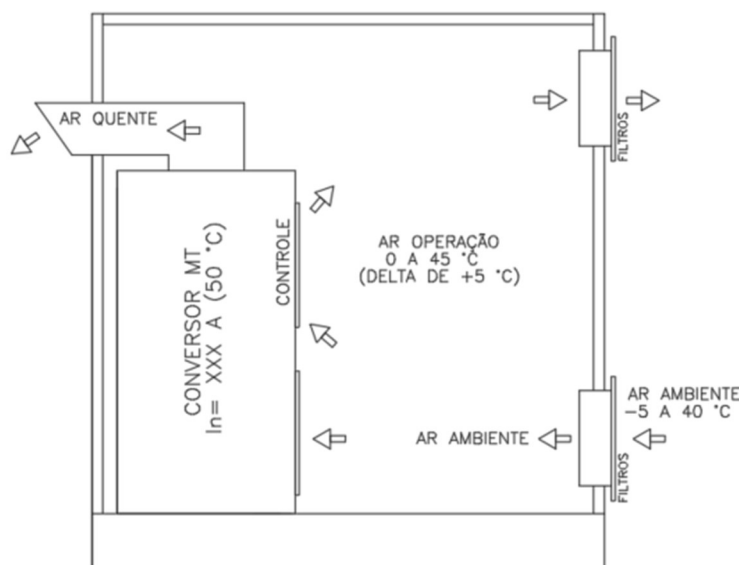


Figura 4 – Representação simplificada do sistema de ventilação com duto de ar quente - sala aberta

- b) Resfriamento com duto de ar frio e quente forçado direcionado para fora da sala, e com condicionamento de ar no interior da sala (fechada), o ar condicionado pode ser instalado dentro ou fora da sala elétrica:

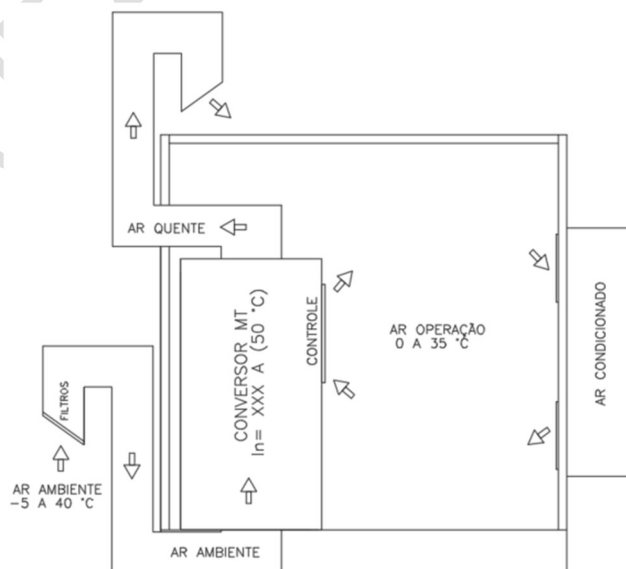


Figura 5 – Representação simplificada do sistema de ventilação com duto de ar ambiente e quente e sala com condicionamento do ar – sala fechada

CÓDIGO EB/GPES/XXXXX	VERSÃO 01	DATA DA APROVAÇÃO 15/05/2025	CÓDIGO EB BASE 6.2.2.1.001
--------------------------------	--------------	---------------------------------	-------------------------------

ASSUNTO

CONVERSOR DE FREQUÊNCIA DE MÉDIA TENSÃO – ACIMA DE 1 KV – TORQUE QUADRÁTICO

Cabe ao fabricante avaliar sistema de ventilação no local de instalação do equipamento, para especificar o tamanho dos dutos de entrada de ar ambiente e saída de ar quente, janelas de entrada de ar externo e o sistema de filtros a serem adotados.

O sistema de entrada e saída de ar deve ser projetado para evitar a entrada de água em função de chuva e vento.

Caso seja necessário instalar sistema de ventilação / exaustão adicionais para atender as necessidades de entrada de ar (volume de ar, por falta de espaço para aumentar as janelas) e de saída ar (em caso de dutos mais longos). Os ventiladores e/ou exaustores devem ser especificados pelo fabricante do conversor e fornecidos no escopo do conversor.

A instalação do sistema de ventilação externo ao conversor deve ser executada pela contratada da obra que vai instalar e integrar o conversor.

O comando do acionamento destes sistemas auxiliares adicionais externos de ventilação deve ser executado pelo conversor. O dispositivo de proteção e de acionamento pode estar em painéis auxiliares.

No projeto do sistema de ventilação deve ser avaliado o nível de ruído externo, atendendo a norma ABNT NBR 10151 e a legislação municipal para o local de instalação, com ênfase ao nível de ruído no período noturno de acordo com a tabela 03 da referida norma, ver Figura 6.

Tabela 3 – Limites de níveis de pressão sonora em função dos tipos de áreas habitadas e do período

Tipos de áreas habitadas	RL _{Aeq} Limites de níveis de pressão sonora (dB)	
	Período diurno	Período noturno
Área de residências rurais	40	35
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45
Área mista predominantemente residencial	55	50
Área mista com predominância de atividades comerciais e/ou administrativa	60	55
Área mista com predominância de atividades culturais, lazer e turismo	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

Figura 6 – Tabela 03 da ABNT NBR 10151

As unidades da Sanepar, onde serão instalados os conversores geralmente estão localizadas em áreas de residências rurais, áreas estritamente residenciais ou área mista predominantemente residencial.

NOTA: No Anexo II desta especificação são fornecidos os projetos do local de instalação previsto para os conversores de frequência.

CÓDIGO EB/GPES/XXXXX	VERSÃO 01	DATA DA APROVAÇÃO 15/05/2025	CÓDIGO EB BASE 6.2.2.1.001
--------------------------------	--------------	---------------------------------	-------------------------------

ASSUNTO

CONVERSOR DE FREQUÊNCIA DE MÉDIA TENSÃO – ACIMA DE 1 KV – TORQUE QUADRÁTICO**5.4 Tratamento da superfície, pintura e acabamento**

Os processos para tratamento da superfície do equipamento, tipo de pintura e acabamento devem ser definidos pelo fabricante e deve atender as Normas:

- ISO/EN 12944-2, ISO 14713-1 e ABNT NBR ISO 9223

Classificação C4;

Durabilidade estimada média de 7 a 15 anos;

Poluição: Industrial (P2) a Industrial altamente poluída (P3)

Salinidade: Distância da orla marítima, acima de 30 km (S0)

Adotar a cor padrão do fabricante.

5.5 Tratamento das placas de circuito impresso e conexões internas

O tratamento das placas de circuito impresso e conexões internas devem ser tropicalizados e suportar presença de produtos corrosivos volatilizados no ambiente. (Ex: Cloro, Cloreto Férrico, Ácido Clorídrico, Metano, Sulfetos).

Deve atender a classe 3C2 da norma IEC60721-3-3.

5.6 Níveis de EMC

O conversor de frequência deve atender os requisitos de emissão de RFI, com uso de filtro RFI incorporado ao produto, atendendo os requisitos de emissão em EMC em ambientes industriais pesados (normas EN 50081-2, IEC 61800-3; e o conversor deve atender os requisitos de imunidade de EMC conforme norma EN 50052-1, EN 50052-2, IEC 61000 e IEC 61800-3).

5.7 Parâmetros mínimos do conversor

O conversor deve disponibilizar o acesso aos seguintes parâmetros:

- Senha de habilitação para programação;
- Auto diagnóstico de defeito;
- Armazenamento das últimas falhas;
- Rearme manual / automático e remoto;
- Rearme automático de falhas permissíveis;
- Número e tempo entre rearmes automáticos;
- Tempo de aceleração e desaceleração (mínimo de 2 rampas);
- Velocidade múltipla pré-definida (mínimo de 8);]
- Corrente do motor;
- Tensão do motor;
- Torque do motor;
- Velocidade do motor;
- Tensão da rede de alimentação;
- Frequência da rede de alimentação;
- Inibição de frequências críticas;
- Partida de motor em movimento (frente e reverso);

CÓDIGO EB/GPES/XXXXX	VERSÃO 01	DATA DA APROVAÇÃO 15/05/2025	CÓDIGO EB BASE 6.2.2.1.001
--------------------------------	--------------	---------------------------------	-------------------------------

ASSUNTO

CONVERSOR DE FREQUÊNCIA DE MÉDIA TENSÃO – ACIMA DE 1 KV – TORQUE QUADRÁTICO

- Impulso de tensão na partida;
- Inversão de sinal analógico;
- Impulso momentâneo de velocidade;
- Otimização do consume de energia elétrica;
- Leitura real de todas as grandezas elétricas;
- Controle através da função PID;
- Tempo de filtro passa baixa do PID;
- Temperaturas do transformador defasador;
- Temperaturas do motor, quando aplicável.

5.8 Acessório para manutenção das células de potência

O escopo deve contemplar o fornecimento do carro para transporte, elevação e inserção das células de potência.

Um carro para cada tamanho de equipamento (o mesmo carro pode atender a vários tamanhos) e para cada cidade de aplicação do conversor, ver na Figura 7 visão geral do acessório.

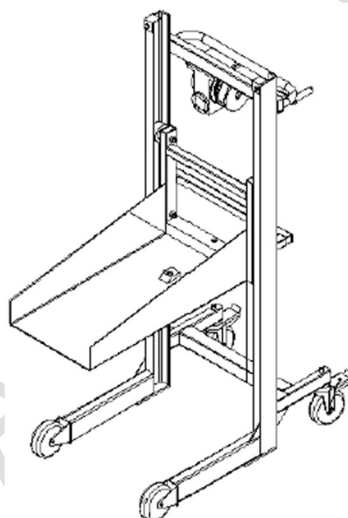


Figura 7 – Visão geral do carro de manutenção das células de potência
(Fonte: manual do MW-1 - WEG)

CÓDIGO EB/GPES/XXXXX	VERSÃO 01	DATA DA APROVAÇÃO 15/05/2025	CÓDIGO EB BASE 6.2.2.1.001
--------------------------------	--------------	---------------------------------	-------------------------------

ASSUNTO

CONVERSOR DE FREQUÊNCIA DE MÉDIA TENSÃO – ACIMA DE 1 KV – TORQUE QUADRÁTICO**6 TESTES, INSPEÇÃO E ENSAIOS**

A Sanepar se reserva o direito de inspecionar o equipamento abrangido por esta especificação, tanto no período de fabricação como na época do embarque, e ainda, de acompanhar a realização dos ensaios.

As inspeções serão realizadas por inspetores da Sanepar ou credenciados.

6.1 Acompanhamento da fabricação e inspeção

Os equipamentos e materiais de montagem do conversor, devem ser submetidos a inspeção durante a fabricação e ensaios, pelo inspetor da Sanepar, o qual deverá ter livre acesso aos laboratórios, as dependências de fabricação do equipamento, local de embalagem, e etc., O fabricante deverá fornecer pessoal qualificado a prestar informações durante a fabricação e ensaios.

As despesas relativas ao material de laboratório e pessoal para execução dos ensaios, correrão por conta do fabricante.

Se forem constatadas falhas, durante os ensaios, não se eximira a contratada da responsabilidade em fornecer o mesmo, na data da entrega acordada em contrato. Se a contratada não cumprir com a data de entrega, estará sujeita as penalidades aplicáveis definidas no contrato de aquisição.

Em especial, são inspecionados os seguintes aspectos durante as fases de fabricação e ensaios:

- Espessura da chapa, pintura, acabamento e teste de aderência;
- Componentes de fixação do quadro na base e no plano vertical;
- Localização das réguas terminais e suportes para cabos em relação aos furos de saída dos pontos de conexão externa de entrada e de saída;
- Seções, polaridades e distâncias entre fase-fase e fase-terra dos barramentos e derivações;
- Apertos de parafusos das partes condutoras;
- Inscrição das etiquetas e placas de identificação interna e externa dos equipamentos e componentes;
- Numeração dos bornes terminais e da fiação;
- Sistema de aterramento;
- Pontos de conexão por barramento ou cabo provido de parafusos e acessório;
- Componentes e montagem de acordo com os documentos validados;
- Sobressalentes e ferramentas especiais, se necessário;
- Acionamento manual e elétrico dos dispositivos de comando, e confirmação dos valores de saída;
- Intercambiabilidade de equipamentos do mesmo tipo;
- Cor, atuação e características nominais das lâmpadas de sinalização;

CÓDIGO EB/GPES/XXXXX	VERSÃO 01	DATA DA APROVAÇÃO 15/05/2025	CÓDIGO EB BASE 6.2.2.1.001
--------------------------------	--------------	---------------------------------	-------------------------------

ASSUNTO

CONVERSOR DE FREQUÊNCIA DE MÉDIA TENSÃO – ACIMA DE 1 KV – TORQUE QUADRÁTICO

- Disposição inadequada dos componentes para manutenção e energização;
- Fornecimento e acondicionamento de todos os componentes de interligação para montagem no campo após separação dos módulos para transporte.

6.2 Testes de Fábrica

A contratada deve fornecer todas as informações relativas ao equipamento, inclusive os desenhos de fabricação, memoriais técnicos e outros documentos para permitir a avaliação técnica em fábrica.

6.2.1 Testes de montagem

Após a montagem do equipamento, devem ser verificados os seguintes itens:

- Conexões de força e controle;
- Verificação visual do grau de proteção;
- Intertravamentos das portas;
- Identificação da fiação e dos componentes;
- Especificação e quantidade dos componentes;
- Acesso e espaço para as terminações dos cabos de potência e de controle;
- Avaliação do acesso aos componentes internos para manutenção e reparos;
- Proteção das partes vivas;
- Avaliação da rigidez estrutural, pintura e acabamento.

6.2.2 Ensaios de rotina

Os ensaios de rotina a serem executados no conversor, devem estar de acordo com a norma NBR IEC 62271-200:

- Inspeções visuais, incluindo layout interno e externo, e dimensional;
- Verificação de fiação de força e controle,
- Ensaio de resistência de isolamento;
- Ensaio tensão suportável a frequência industrial;
- Testes dos intertravamentos eletromagnéticos, elétricos e mecânicos;
- Ensaios de operação elétrica e mecânica;
- Verificação das medidas de proteção e da continuidade elétrica dos circuitos;
- Testes de continuidade do sistema de equipotencialização do gabinete;
- A data de realização dos ensaios deverá ser comunicada, pela contratada a Sanepar com, no mínimo, 15 (quinze) dias de antecedência.

6.2.3 Ensaios de tipo

Deverão ser realizados os seguintes ensaios de tipo:

- Ensaio do conversor, incluindo partida e parada;

CÓDIGO EB/GPES/XXXXX	VERSÃO 01	DATA DA APROVAÇÃO 15/05/2025	CÓDIGO EB BASE 6.2.2.1.001
--------------------------------	--------------	---------------------------------	-------------------------------

ASSUNTO

**CONVERSOR DE FREQUÊNCIA DE MÉDIA TENSÃO – ACIMA DE 1 KV –
TORQUE QUADRÁTICO**

- Medição do rendimento;
- Medição da distorção harmônica de tensão e de corrente;
- Medição do fator de potência.

Nota: Será permitido fazer ensaios de tipo fora dos parâmetros nominais do conversor, desde que seja feita uma curva de extrapolação dos dados, permitindo visualizar os valores nominais de operação do equipamento.

6.2.4 Relatórios dos Ensaios

A contratada deve enviar a Sanepar **uma** via impressa e o arquivo eletrônico (em formato .pdf) dos relatórios de ensaios realizados no conversor. Os relatórios devem conter no mínimo:

- a) Identificação completa do equipamento ensaiado, incluindo tipo, número de série, dados de placa de identificação;
- b) Resumo de cada ensaio executado com resultados e, em caso de necessidade, a interpretação destes;

6.3 Teste de funcionamento em campo

Após a montagem do conversor no local de aplicação, devem ser verificados:

- Montagem dos dispositivos e seus componentes;
- Verificação das conexões dos cabos de força, controle e entramento elétrico;
- Parametrização do conversor;
- Energização e ensaio de operação do conversor sem carga;
- Após liberado, executar o teste com o conversor com carga, avaliando partida, parada, controle. Executar a medição de rendimento, distorção harmônica de tensão e de corrente, fator de potência e nível de ruído.

CÓDIGO EB/GPES/XXXXX	VERSÃO 01	DATA DA APROVAÇÃO 15/05/2025	CÓDIGO EB BASE 6.2.2.1.001
--------------------------------	--------------	---------------------------------	-------------------------------

ASSUNTO

CONVERSOR DE FREQUÊNCIA DE MÉDIA TENSÃO – ACIMA DE 1 KV – TORQUE QUADRÁTICO**7 DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA**

Toda documentação fornecida pela contratada deverá estar em língua portuguesa.

7.1 Documentos para aprovação

A contratada deve fornecer **uma** cópia impressa dos seguintes documentos:

- Cronograma detalhado com todos eventos do fornecimento, inclusive inspeção de fabricação, ensaios e apresentação dos documentos definitivos;
- Vistas frontais, laterais, cortes, arranjos físicos internos e externos do conversor, mostrando a disposição dos equipamentos e componentes devidamente identificados de acordo com o esquema elétrico;
- Especificação técnica detalhada de todos os equipamentos e componentes;
- Desenhos dimensionais com indicação de massa dos componentes completamente montados e separados para transporte;
- Diagramas unifilares e trifilares, detalhando as ligações de força, medição e proteção;
- Diagramas funcionais;
- Diagrama de fiação de conexão;
- Detalhes típicos de fixação e conexão;
- Desenho de fixação da base;
- Desenhos das régua de bornes com indicação das conexões;
- Listas de etiquetas e desenhos das placas de identificação;
- Relação de materiais contendo características técnicas dos componentes e identificação conforme diagramas;
- Catálogo e manuais de instalação, operação e manutenção dos equipamentos e acessórios do inversor em português;
- Lista de desenhos e documentos.
- Certificado do equipamento;
- Verificações, ensaios ou extrapolações.

A Sanepar devolverá os documentos, assinalando na capa uma das seguintes anotações:
DE ACORDO COM A ESPECIFICAÇÃO, ou
REPROVADO

7.2 Documentos certificados

A contratada, após receber os documentos com “de acordo”, deve enviar:

- 01 (um) jogo de cópia impressa dos desenhos e documentos certificados e o arquivo eletrônico, assinalando em todas as folhas "Documento certificado";
- 01 (um) jogo de manuais de instruções impressos e 01 (um) arquivo eletrônico para montagem, pré-operação, operação e manutenção;

CÓDIGO EB/GPES/XXXXX	VERSÃO 01	DATA DA APROVAÇÃO 15/05/2025	CÓDIGO EB BASE 6.2.2.1.001
--------------------------------	--------------	---------------------------------	-------------------------------

ASSUNTO

CONVERSOR DE FREQUÊNCIA DE MÉDIA TENSÃO – ACIMA DE 1 KV – TORQUE QUADRÁTICO

01 (uma) via de catálogos impressos e 01 (um) arquivo eletrônico de todos os componentes e acessórios devidamente identificados.

7.3 Documentos "Como construído"

A contratada / fabricante deve enviar para cada conversor fornecido:

- 01 (um) jogo de cópias impressas e 01 (um) arquivo eletrônico dos documentos, assinalando em todas as folhas "Como construído";
- 01 (um) jogo de cópia impressa de manuais de manuseio e armazenamento;
- 01 (um) jogo de manuais de instruções para montagem, pré-operação, operação e manutenção.

8 RESPONSABILIDADE DO PROPONENTE/FORNECEDOR

E da inteira responsabilidade do proponente/fornecedor suprir a Sanepar com todas as informações solicitadas, bem como a entrega dos equipamentos em perfeitas condições de operação, quando este for liberado para fabricação, com todos os elementos e acessórios necessários, de acordo com o estabelecido nesta especificação;

Como a especificação estabelece condições técnicas gerais, os itens ou serviços não mencionados na mesma, porém necessários ao funcionamento perfeito do equipamento, devem fazer parte integrante do fornecimento;

A omissão em esclarecer a ausência de qualquer serviço necessário ao funcionamento perfeito implica que os mesmos são fornecidos a Sanepar sem qualquer ônus.

9 EMBALAGEM E TRANSPORTE

Cada conversor deve ser acondicionado individualmente em embalagem de madeira adequadas ao transporte ferroviário e/ou rodoviário. O engradado deve ser fabricado com madeira de boa qualidade, com tábuas de espessura mínima de 20 mm e larguras compatíveis com o peso do equipamento.

O conversor deverá ser envolvido com material impermeável, para evitar penetração de umidade durante o transporte ou armazenamento.

O acondicionamento deverá garantir um transporte seguro em quaisquer condições e limitações que possam ser encontradas, e proteger o conversor contra danos até sua chegada ao local de destino.

As partes suscetíveis de danos durante o transporte deverão ser protegidas por anteparos aparafusados.

A embalagem final do conversor deve facilitar o manuseio, o armazenamento e o transporte. A embalagem deve ser construída de forma a possibilitar o uso de empilhadeira, bem como guindaste ou ponte rolante para carga e descarga. No caso destes dois últimos, a carga e a descarga deverão ser realizadas através da orelha de suspensão no gabinete do conversor, os pontos de içamento devem estar explicados na embalagem de transporte.

O gabinete do conversor deve ser equipado com indicadores de impacto e de inclinação para monitorar a situação de manuseio durante o transporte, detectando eventuais movimentações que podem ter causados danos ao equipamento.

CÓDIGO EB/GPES/XXXXX	VERSÃO 01	DATA DA APROVAÇÃO 15/05/2025	CÓDIGO EB BASE 6.2.2.1.001
--------------------------------	--------------	---------------------------------	-------------------------------

ASSUNTO

CONVERSOR DE FREQUÊNCIA DE MÉDIA TENSÃO – ACIMA DE 1 KV – TORQUE QUADRÁTICO

Para controle de inclinação, deve ser instalada uma etiqueta no terço superior externo na altura do gabinete do conversor, tipo: Tip N Tell ou similar

Para controle de impacto, deve ser instalado o indicador na parte interna inferior do gabinete do conversor.

Tabela 3 – Modelos de indicadores de inclinação e de impacto

 The image shows a red rectangular label for a 'TIP N TELL' inclinometer. It features a white arrow pointing upwards and two blue circular indicators. Text on the label includes 'TIP N TELL', 'BLUE BEADS IN ARROW INDICATES CONTAINER WAS TIPPED OR MISHANDLED', and 'MADE IN U.S.A. MODEL TNS-1000-148'.	 The image shows a red rectangular impact indicator. It has a white circular label in the center with the text '10G DROP TELL 10G'. There are two white circular mounting holes on the sides.
Indicador de inclinação	Indicador de impacto

A posição de instalação das etiquetas pode ser ajustada pelo fabricante para atender as especificações dos indicadores de inclinação e de impacto aplicados.

Os indicadores serão avaliados no recebimento do equipamento no local de aplicação, caso informem que foi ultrapassado os limites durante o transporte, o equipamento está sujeito a não aceitação no local de entrega.

O conversor, embora com a embalagem, deverá ser transportado com proteção de lona impermeável e armazenado abrigado.

A responsabilidade do transporte será definida no momento de aquisição do equipamento.

10 TREINAMENTO

A contratada deve fornecer treinamento qualificado para oferecer capacitação a equipe da Sanepar, sobre o funcionamento do conversor, atendendo a todas as necessidades de parametrização, programação, operação, manutenção preventiva e corretiva.

A realização do treinamento de operação e manutenção deve anteceder a partida do conversor em campo.

Deverá ser encaminhado o cronograma do treinamento com o conteúdo programático e ser ministrado em português, incluindo material didático, que deve ser redigido na língua portuguesa brasileira, mesmo em caso do equipamento seja importado.

Os custos e despesas relativos aos treinamentos deverão estar inclusos no preço do equipamento, que deverá também englobar todas as despesas referentes as horas dos instrutores, materiais didáticos, material audiovisual, viagens, hospedagens, transportes, diárias, etc.

CÓDIGO EB/GPES/XXXXX	VERSÃO 01	DATA DA APROVAÇÃO 15/05/2025	CÓDIGO EB BASE 6.2.2.1.001
--------------------------------	--------------	---------------------------------	-------------------------------

ASSUNTO

CONVERSOR DE FREQUÊNCIA DE MÉDIA TENSÃO – ACIMA DE 1 KV – TORQUE QUADRÁTICO**10.1 Treinamento para técnicos de manutenção**

O treinamento deve ser teórico e prático, com a utilização dos recursos de “*hardware*” e “*software*” necessários aos testes de manutenção, e apresentação dos aspectos mais importantes, como:

- Diagnóstico e solução de falhas e defeitos;
- Detecção de problemas;
- Interpretação dos alarmes e falhas;
- Substituição de componentes de força e controle;
- Alteração de parâmetros e reprogramação do conversor, via IHM local, via remota (comunicação) e via *software* do equipamento;

Devem ser previstas 2 turmas distintas de 8 horas com 5 pessoas, na cidade de fornecimento do conversor.

10.2 Treinamento para técnicos de operação

As equipes de operação devem ser treinadas nas funções básicas do conversor:

- Utilização da IHM local e do comando remoto via CCO;
- Ligar e desligar o conversor;
- Alteração do parâmetro velocidade em modo local e remoto;
- Interpretação de diagnósticos e falhas;
- Reset de falhas local e remoto;

Devem ser previstas 3 turmas distintas de 4 horas com 10 pessoas, na cidade de fornecimento do conversor.

11 MATERIAL PARA SUPORTE TÉCNICO

A contratada deve entregar juntamente com o equipamento, todos os materiais necessários a operação contínua do equipamento pelo período de 24 (vinte e quatro) meses após a colocação em funcionamento.

Pelo menos os seguintes itens deverão ser fornecidos para cada modelo de conversor:

- 01 (uma) célula de potência, para cada modelo de conversor multi-nível fornecido. Deve ser entregue, montada, conforme a tecnologia aplicada no produto fornecido, ou seja, montado em uma gaveta ou módulo para substituição imediata;
- 100% dos fusíveis dos circuitos de potência de cada modelo de conversor;
- 300% dos fusíveis/disjuntor dos circuitos de controle de cada modelo de conversor;
- 01 (uma) placa de controle principal ou a quantidade de placas de controle suficientes para substituição do controle de disparo de uma fase do conversor, de acordo com a tecnologia aplicada ao produto fornecido;
- 01 (uma) placa de cada dos circuitos secundários utilizadas no conversor de frequência;

CÓDIGO EB/GPES/XXXXX	VERSÃO 01	DATA DA APROVAÇÃO 15/05/2025	CÓDIGO EB BASE 6.2.2.1.001
--------------------------------	--------------	---------------------------------	-------------------------------

ASSUNTO

CONVERSOR DE FREQUÊNCIA DE MÉDIA TENSÃO – ACIMA DE 1 KV – TORQUE QUADRÁTICO

- f) 100% dos módulos de interface óptica, conforme tecnologia aplicada ao produto fornecido;
- g) 100% das fontes auxiliares utilizadas no conversor;
- h) Ferramentas especiais necessárias a manutenção (por exemplo para extração/inserção de módulos de potência).

A entrega destes materiais deve ser feita após o período de garantia, estando sob responsabilidade da contratada a guarda adequada desses componentes em suas dependências.

Todos os materiais de suporte técnico devem estar em condições de funcionamento imediato devendo ser testados em campo no ato da entrega conforme programação que deverá ser previamente aprovada pela Sanepar.

12 CONTRATO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA (GARANTIA ESTENDIDA)

O objetivo deste contrato é estabelecer as condições para realização das manutenções programadas nos conversores, com o objetivo de minimizar falhas e prolongar a vida útil do equipamento.

Na proposta de fornecimento deve ser anexado um plano de manutenção programada de 52 semanas para 5 anos de operação dos equipamentos e componentes a serem fornecidos com base nesta especificação.

Esse plano deverá prever as inspeções periódicas e substituições necessárias para que garanta que a **disponibilidade operacional** dos equipamentos e componentes seja maior ou igual a **90% ao mês**.

Durante os 24 (vinte e quatro) meses consequentes a partida do conversor e plena operação na unidade da Sanepar a contratada deverá atender ao próprio plano de manutenção programada fornecido, inspecionando, limpando e substituindo componentes. Todos os insumos, equipamentos, instrumentos, mão-de-obra e componentes necessários ao atendimento do plano deverão ser fornecidos pela contratada dentro desse período de 02 (dois) anos.

As visitas deverão ser agendadas 30 (trinta) dias antes, através dos canais indicados após a assinatura do contrato.

As visitas devem ser mensais e a medição da parcela referente a garantia estendida, será dividida em 24 parcelas iguais.

O início do plano de manutenção programada se dará juntamente com o início da garantia.

Considera-se DISPONIBILIDADE OPERACIONAL o tempo total que o equipamento ficou disponível para o funcionamento dividido pelo tempo total do período (24 horas x número de dias em um mês).

A indisponibilidade é contada, para fins contratuais, a partir do momento que a Sanepar entrar em contato com a contratada, através de e-mail e contato telefônico. Em caso de não atendimento da disponibilidade indicada durante o mês, a parcela correspondente a garantia estendida poderá ser glosada.

CÓDIGO EB/GPES/XXXXX	VERSÃO 01	DATA DA APROVAÇÃO 15/05/2025	CÓDIGO EB BASE 6.2.2.1.001
--------------------------------	--------------	---------------------------------	-------------------------------

ASSUNTO

CONVERSOR DE FREQUÊNCIA DE MÉDIA TENSÃO – ACIMA DE 1 KV – TORQUE QUADRÁTICO

A contratada deve indicar 2 (dois) endereços de correio eletrônico e 3 (três) números de telefones para contato 24 horas. Os meios de contato deverão estar sempre atualizados e a Sanepar informada caso ocorra alterações.

12.1 Manutenção Corretiva

Durante o período de garantia estendida de 2 (dois) anos, todas as manutenções corretivas ocorridas serão de responsabilidade da contratada, assim como todos componentes necessários para manutenção.

O prazo máximo para atendimento aos chamados é de 72 (setenta e duas) horas a partir do momento que a contratada receber a comunicação do ocorrido. O não cumprimento dos prazos se entenderá como não cumprimento de cláusulas contratuais e ocasionará sanções conforme previsto no contrato.

13 GARANTIA E ASSISTÊNCIA TÉCNICA

Atender ao MGME - Manual de Gestão de Garantia de Materiais e Equipamentos da Sanepar, disponível em:

Site Sanepar → Fornecedores → Informações Técnicas → MGME

14 RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO DA ESPECIFICAÇÃO

Nome: Cezio Carlo Mazuroski
CFTPR: 64139269320
Unidade: DI/GPES
FONE: (41) 3582-2209
Data: 15/05/2025

Nome: Jonas Abílio Sestrem Junior
CREA: PR-87.211-D
Unidade: DI/GPES
FONE: (41) 3582-2195

15 TABELA DE REVISÕES

Rev.	Data	Descrição	Elaboração	Aprovação
01	15/05/2025	Emissão Inicial	CEZIO C. MAZUROSKI	GPES
02				
03				

16 ANEXOS

O anexo I deve ser preenchido pela proponente com as características do equipamento proposto, anexar catálogos e manuais para comprovar o atendimento aos itens solicitados. O anexo II complementa as informações e visa esclarecer as condições de instalação dos conversores.

Anexo I - Características do conversor de frequência de média tensão

Anexo II – Diagramas unifilares e plantas do local de instalação dos conversores

CÓDIGO EB/GPES/XXXXX	VERSÃO 01	DATA DA APROVAÇÃO 15/05/2025	CÓDIGO EB BASE 6.2.2.1.001
--------------------------------	--------------	---------------------------------	-------------------------------

ASSUNTO

CONVERSOR DE FREQUÊNCIA DE MÉDIA TENSÃO – ACIMA DE 1 KV – TORQUE QUADRÁTICO

ANEXO I - CARACTERÍSTICAS DO CONVERSOR DE FREQUÊNCIA DE MÉDIA TENSÃO			
	CARACTERÍSTICAS	PREVISTAS SANEPAR	PROPOSTAS
A	BÁSICAS		
A1	Local de instalação	Abrigado em sala elétrica *Ver item 5.3	
A2	Grau de proteção do gabinete do conversor ABNT NBR IEC 60529	IP42	
A3	Acesso ao interior do gabinete do conversor para operação e manutenção	Frontal	
A4	Entrada e saída de cabos	Inferior	
B	CONDIÇÕES DO AMBIENTE		
B1	Temperatura ambiente externa	-5 a 40 °C	
B2	Temperatura ambiente (operação) * <i>Depende do sistema de ventilação da sala elétrica, ver item 5.1 e 5.3</i>	a) 0 a 45 °C b) 0 a 35 °C	
B3	Umidade relativa máxima (operação)	5 a 95 % (sem condensação)	
B4	Altitude	Abaixo de 1000 m	
B5	Condições químicas do ambiente, conforme norma IEC 60721-3-3 (Tratamento das placas de circuito impresso e conexões internas)	Classe 3C2	
B7	Categoria de corrosão ambiental, conforme norma ISO/EN 12944-2	C4	
B8	Ambiente de compatibilidade eletromagnética, conforme norma IEC TR 61000-2-5	Industrial	
B9	Zona sísmica / aceleração do solo, conforme ABNT NBR 15421	Zona 0	
B10	Nível de ruído em qualquer condição de velocidade ou carga	≤ 80 dB(A) a 1 m do gabinete	
C	CONDIÇÕES DE ALIMENTAÇÃO DA REDE (ENTRADA)		
C1	Tensão de alimentação trifásica [kV]	Ver Tabela 1	
C2	Variação de tensão (operação normal)	± 10 %	
C3	Desbalanceamento de tensão, de acordo com IEC 61000-2-4	Até 3 %	
C4	Afundamento de tensão	- 30 % da nominal sem desarme	
C5	Frequência nominal	60 Hz	
C6	Variação da frequência da rede	± 5 %	
C7	Fator de potência - cos φ (em funcionamento e carga acima de 10%)	≥ 0,95	

CÓDIGO EB/GPES/XXXXX	VERSÃO 01	DATA DA APROVAÇÃO 15/05/2025	CÓDIGO EB BASE 6.2.2.1.001
--------------------------------	--------------	---------------------------------	-------------------------------

ASSUNTO

CONVERSOR DE FREQUÊNCIA DE MÉDIA TENSÃO – ACIMA DE 1 KV – TORQUE QUADRÁTICO

ANEXO I - CARACTERÍSTICAS DO CONVERSOR DE FREQUÊNCIA DE MÉDIA TENSÃO			
	CARACTERÍSTICAS	PREVISTAS SANEPAR	PROPOSTAS
C	CONDIÇÕES DE ALIMENTAÇÃO DA REDE (ENTRADA)		
C8	Distorção da corrente de entrada	Compatível com a norma IEEE 519, sem filtro de entrada	
C9	THD da corrente de entrada	< 5 % (com carga nominal)	
C10	THD da tensão de entrada	< 5 % (com carga nominal)	
C11	Corrente de curto circuito mínima	10 kA	
D	TRANSFORMADOR DE ENTRADA (DEFASADOR)		
D1	Tipo	Seco, com deslocamento de fase. Deve atender aos requisitos do fabricante.	
D2	Classe de isolamento	180 H	
D3	Montagem	Integrado ao gabinete do conversor	
D4	Secundário	Atender as necessidades do fabricante para alimentação dos sistemas auxiliares.	
D5	Sensores de temperatura nos enrolamentos, um PT100 para cada enrolamento, proteção pelo sistema de controle do conversor	SIM	
D6	Relé de proteção e medição de temperatura	SIM, integrado no controle do conversor	
D7	Limitação da corrente de <i>inrush</i> do transformador	NÃO	
E	ATERRAMENTO		
E1	Sistema de aterramento	Em conformidade com a IEC 61936-1 Atender ao sistema definido na Tabela 1	
E2	Barramento de aterramento	Estanhado Deve atender a todo ao gabinete do conversor, com pontos preparados para receber as conexões de aterramento da malha e aterramento, do motor e outras necessárias para a operação do equipamento	

CÓDIGO EB/GPES/XXXXX	VERSÃO 01	DATA DA APROVAÇÃO 15/05/2025	CÓDIGO EB BASE 6.2.2.1.001
--------------------------------	--------------	---------------------------------	-------------------------------

ASSUNTO

CONVERSOR DE FREQUÊNCIA DE MÉDIA TENSÃO – ACIMA DE 1 KV – TORQUE QUADRÁTICO

ANEXO I - CARACTERÍSTICAS DO CONVERSOR DE FREQUÊNCIA DE MÉDIA TENSÃO			
	CARACTERÍSTICAS	PREVISTAS SANEPAR	PROPOSTAS
F	CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS DA SAÍDA		
F1	Tensão de saída [kV] (Tensão nominal do motor)	Ver Tabela 1	
F2	Frequência de saída (erro +/- 0,5 %)	0,5 a 70 Hz	
F3	Corrente nominal de saída (Corrente Nominal Motor + FS) para operação em 50 °C	Ver Tabela 1, no item Características Elétricas5.1	
F4	Tempo de aceleração e desaceleração	Ajustável de 1 a 300 s	
F5	Torque de partida	120 %	
F6	Sobrecarga máxima (torque variável)	110 % por 60 s a cada 600 s	
F7	Tipo de motor	Indução (assíncrono)	
F8	Tipo de torque da carga	Variável Quadrática	
F9	Tipo de controle do conversor	Vetorial	
F10	Frequência de chaveamento	Pelo Fabricante	
F11	Resolução da frequência de saída	0,01 Hz	
F12	THDi Corrente de saída (1° a 49°)	< 2 % em velocidade nominal	
F13	Bypass das células de potência, com operação automática via IGBT	SIM	
	Tempo de Bypass	1 ms	
F14	Redundância das células de potência (N+1)	SIM	
G	DADOS GERAIS		
G1	Rendimento do sistema (com carga nominal incluído o transformador)	> 95 %	
G2	Perda de carga térmica do conversor	≤ 4 %	
H	INTERFACE DE CONTROLE		
H1	IHM - Interface homem-máquina com tela sensível ao toque (<i>touch screen</i>), 65536 cores, alto brilho e contraste. Para parametrização, monitoramento, operação local e diagnóstico do equipamento	Sim Tamanho 10"	
H2	Idioma dos menus de operação, configuração e diagnóstico	Português do Brasil	
H3	Parametrização local: Via IHM sem necessidade de acessórios	SIM	

CÓDIGO EB/GPES/XXXXX	VERSÃO 01	DATA DA APROVAÇÃO 15/05/2025	CÓDIGO EB BASE 6.2.2.1.001
--------------------------------	--------------	---------------------------------	-------------------------------

ASSUNTO

CONVERSOR DE FREQUÊNCIA DE MÉDIA TENSÃO – ACIMA DE 1 KV – TORQUE QUADRÁTICO

ANEXO I - CARACTERÍSTICAS DO CONVERSOR DE FREQUÊNCIA DE MÉDIA TENSÃO			
	CARACTERÍSTICAS	PREVISTAS SANEPAR	PROPOSTAS
H	INTERFACE DE CONTROLE		
H4	Parâmetros lidos na IHM (mínimo)	- Tensão da rede - Corrente de entrada - Tensão de Saída - Corrente de saída - Velocidade de referência - Potência de entrada - Valores de temperatura do transformador - Velocidade de saída - Estados de operação	
H5	Segurança	Ver item 5.2.2	
H6	Alimentação através de Fonte UPS 24 Vcc <i>* Não pode ser utilizado NoBreak</i>	SIM – 30 minutos	
H7	Alimentação externa circuito de controle (fase-fase ou fase-neutro)	220 V – 60 Hz	
H8	Módulo de proteção térmica para o motor 5 entradas PT100	<i>* Definido no código</i>	
H9	Software de programação para utilização em microcomputador portátil através de porta ethernet	SIM, informar nome do software e fornecer licença junto com o conversor	
I	ENTRADAS E SAÍDAS DIGITAIS		
I1	Entradas digitais 24 Vcc parametrizáveis <i>Nota: Cabe ao fornecedor prever os acessórios necessários para o atendimento deste item</i>	8 (oito) 1. PARTIR 2. PARAR POR RAMPA 3. RESET 4. TROCA DE REFERENCIA 5. BLOQUEIO PARADA POR INERCIA 6. FALHA EXTERNA 7. ESTADO DISJUNTOR DE ALIMENTAÇÃO 8. PARADA DE EMERGÊNCIA	
I2	Saídas digitais a relé parametrizável <i>Nota: Cabe ao fornecedor prever os acessórios necessários para o atendimento deste item</i>	5 (cinco) 1. REMOTO / LOCAL 2. OPERANDO 3. FALHA 3. FECHAR DISJUNTOR ALIMENTAÇÃO 4. TRIP DISJUNTOR DE ALIMENTAÇÃO 5. PERMITIR O FECHAMENTO DO DISJUNTOR DE ALIMENTAÇÃO	

CÓDIGO EB/GPES/XXXXX	VERSÃO 01	DATA DA APROVAÇÃO 15/05/2025	CÓDIGO EB BASE 6.2.2.1.001
--------------------------------	--------------	---------------------------------	-------------------------------

ASSUNTO

CONVERSOR DE FREQUÊNCIA DE MÉDIA TENSÃO – ACIMA DE 1 KV – TORQUE QUADRÁTICO

ANEXO I - CARACTERÍSTICAS DO CONVERSOR DE FREQUÊNCIA DE MÉDIA TENSÃO			
	CARACTERÍSTICAS	PREVISTAS SANEPAR	PROPOSTAS
J	ENTRADAS E SAÍDAS ANALÓGICAS		
J1	Entrada 4 a 20 mA <i>Nota: Cabe ao fornecedor prever os acessórios necessários para o atendimento do item</i>	Controle remoto	
J2	Entrada 0 a 10 Vcc <i>Nota: Cabe ao fornecedor prever os acessórios necessários para o atendimento do item</i>	Controle local via potenciômetro	
J3	Saída 4 a 20 mA <i>Nota: Cabe ao fornecedor prever os acessórios necessários para o atendimento do item</i>	1 parametrizável, caso solicitado comunicação via rede. Do contrário, fornece com duas saídas parametrizáveis para corrente e frequência de saída.	
K	PROTEÇÕES		
K1	Sobrecorrente de entrada	SIM	
K2	Perda de fase de entrada	SIM	
K3	Perda de alimentação de entrada	SIM	
K4	Subtensão de entrada,	SIM	
K5	Sobretensão de entrada	SIM	
K6	Aterramento da entrada	SIM	
K7	Falha de sequência de entrada	SIM	
K8	Abertura anormal do disjuntor principal de alimentação	SIM	
K9	Falha de fechamento / abertura do disjuntor principal de alimentação	SIM	
K10	Sobretensão do transformador do conversor	SIM	
K11	Perda do sensor de temperatura do transformador do conversor	SIM	
K12	Sobrecorrente de saída	SIM	
K13	Sobrecarga de saída	SIM	
K14	Perda de fase de saída	SIM	
K15	Aterramento da saída	SIM	
K16	Desbalanceamento da tensão de saída	SIM	
K17	Subcarga de saída	SIM	
K18	Proteção térmica eletrônica do motor	SIM	
K19	Subvelocidade do motor	SIM	
K20	Bloqueio do motor	SIM	
K21	Motor no sentido reverso	SIM	

CÓDIGO EB/GPES/XXXXX	VERSÃO 01	DATA DA APROVAÇÃO 15/05/2025	CÓDIGO EB BASE 6.2.2.1.001
--------------------------------	--------------	---------------------------------	-------------------------------

ASSUNTO

CONVERSOR DE FREQUÊNCIA DE MÉDIA TENSÃO – ACIMA DE 1 KV – TORQUE QUADRÁTICO

ANEXO I - CARACTERÍSTICAS DO CONVERSOR DE FREQUÊNCIA DE MÉDIA TENSÃO			
	CARACTERÍSTICAS	PREVISTAS SANEPAR	PROPOSTAS
K	PROTEÇÕES		
K22	Sobrevelocidade do motor	SIM	
K23	Sobretensão do enrolamento do motor	SIM	
K24	Sobretensão dos mancais do motor	SIM	
K25	Perda do sinal analógico de referência de velocidade	SIM	
K26	Falha externa	SIM	
K27	Falha de alimentação do sensor de corrente	SIM	
K28	Falha de amostragem da corrente de saída	SIM	
K29	Porta do gabinete de alta tensão aberta	SIM	
K30	Perda da alimentação do controle	SIM	
K31	Falha de comunicação CLP conversor com circuito de controle das células e potência	SIM	
K32	Subtensão da UPS	SIM	
K33	Tensão a bateria do CLP conversor baixa	SIM	
K34	Falha de comunicação IHM - CLP	SIM	
K35	Filtro de ar obstruído	SIM	
K36	Ventilador de arrefecimento anormal	SIM	
K37	Perda da alimentação do ventilador	SIM	
K38	Falha do ventilador de arrefecimento	SIM	
K39	Abertura anormal da chave do gabinete de energização	SIM	
K40	Falha de fechamento/abertura da chave do gabinete de partida	SIM	
L	COMUNICAÇÃO COM SISTEMA DE CONTROLE DA SANEPAR		
L1	Interface de comunicação	RJ45 - Ethernet	
L2	Protocolo de comunicação * O código define o protocolo	Modbus TCP ou Profinet I/O	
L3	A interface de comunicação deve ser independente da interface de configuração via software	SIM	
M	SISTEMA DE RESFRIAMENTO DO GABINETE DO CONVERSOR		
M1	Tipo	Ar forçado	
M2	Monitoramento ventiladores com geração de aviso local via IHM e remoto via interface de comunicação de defeito	SIM	
M3	Redundância ventiladores Dimensionado pelo fabricante	SIM	

CÓDIGO EB/GPES/XXXXX	VERSÃO 01	DATA DA APROVAÇÃO 15/05/2025	CÓDIGO EB BASE 6.2.2.1.001
--------------------------------	--------------	---------------------------------	-------------------------------

ASSUNTO

CONVERSOR DE FREQUÊNCIA DE MÉDIA TENSÃO – ACIMA DE 1 KV – TORQUE QUADRÁTICO

ANEXO I - CARACTERÍSTICAS DO CONVERSOR DE FREQUÊNCIA DE MÉDIA TENSÃO			
	CARACTERÍSTICAS	PREVISTAS SANEPAR	PROPOSTAS
M	SISTEMA DE RESFRIAMENTO DO GABINETE DO CONVERSOR		
M4	Seleção de operação do sistema de ventiladores via IHM do conversor: - Automático (gerenciamento automático com troca em caso de falha e revezamento do ventilador redundante) - Manual (para teste individual)	SIM	
M5	Alimentação do sistema de resfriamento do gabinete: Alimentação externa <i>* Para adequar a tensão do conversor a disponível, o fabricante deve fornecer um transformador auxiliar</i> O conversor alimenta o sistema de ventilação pelo transformador interno, mas prioriza pela alimentação externa	220 V – 3Ø – 60 Hz	
M6	Dutos de ar forçado para fora da sala elétrica, dimensionados pelo fabricante	Sim, ver item 5.3	
N	INTERTRAVAMENTO DE SEGURANÇA		
N1	Eletromagnético	1. O controle do conversor não permite ligar o disjuntor de alimentação sem que todas as portas do gabinete estejam fechadas. 2. Só permite a abertura das portas depois do disjuntor de entrada aberto e as células de potência descarregadas. 3. Se for forçada a abertura das portas o sistema envia sinal de <i>trip</i> para o disjuntor de entrada	
N2	Mecânico	Só permite a abertura das portas do gabinete do conversor se o disjuntor de alimentação estiver desligado e aterrado	
N3	Elétrico	Atender as definições do projeto para permitir a operação do conversor	

CÓDIGO EB/GPES/XXXXX	VERSÃO 01	DATA DA APROVAÇÃO 15/05/2025	CÓDIGO EB BASE 6.2.2.1.001
--------------------------------	--------------	---------------------------------	-------------------------------

ASSUNTO

CONVERSOR DE FREQUÊNCIA DE MÉDIA TENSÃO – ACIMA DE 1 KV – TORQUE QUADRÁTICO

ANEXO I - CARACTERÍSTICAS DO CONVERSOR DE FREQUÊNCIA DE MÉDIA TENSÃO			
	CARACTERÍSTICAS	PREVISTAS SANEPAR	PROPOSTAS
O	ACESSÓRIOS		
O1	Filtro dV/dt na saída do conversor <i>* Fabricante deve analisar a necessidade em função das condições de instalação</i>	- Comprimento cabo motor: entre 150 a 1000 m - Motor antigo, rebobinado ou novo - Cabo motor EPR 105 3,6/6 kV	
O2	Carrinho de extração dos módulos de potência	SIM. Um por tamanho do conversor e cidade de fornecimento.	
P	CERTIFICAÇÕES		
P1	Nível de EMC	Ver item 5.6	
Q	DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA		
Q1	Manual completo em 1 via em papel e 1 via em formato digital em pdf, com todas as instruções em língua brasileira para Instalação, operação, parametrização e manutenção.	SIM	
R	GARANTIA E ASSISTÊNCIA TÉCNICA		
R1	Atender aos requisitos do item 13	Informar a política de garantia e assistência técnica no Brasil	
S	CONFIABILIDADE DO EQUIPAMENTO		
S1	Tempo de operação	24 horas/dia	
S2	Disponibilidade mínima a cada 12 meses	99,96 %	
S3	MTBF (tempo médio entre falhas)	≥ 100.000 horas	
S4	MTTR (tempo médio de reparo)	≤ 2 horas	
S5	Taxa de FIT do dispositivo de chaveamento do conversor (Falhas/bilhões de horas)	INDICAR	
S6	Taxa de FIT do dispositivo de chaveamento do retificador (Falhas/bilhões de horas)	INDICAR	
S7	Tempo de substituição da célula de potência (minutos)	INDICAR	
S8	Função <i>Ride-Through</i> , para variações de tensão de curta duração	SIM	
S9	Tipo de proteção de pico de entrada	INDICAR	
T	MATERIAIS PARA SUPORTE TÉCNICO (ITEM 11)		
T1	Célula de potência (gaveta)	Uma para cada modelo	
T2	Fusíveis dos circuitos de potência	100 %	
T3	Fusíveis/disjuntor dos circuitos de controle	300 %	

CÓDIGO EB/GPES/XXXXX	VERSÃO 01	DATA DA APROVAÇÃO 15/05/2025	CÓDIGO EB BASE 6.2.2.1.001
--------------------------------	--------------	---------------------------------	-------------------------------

ASSUNTO

CONVERSOR DE FREQUÊNCIA DE MÉDIA TENSÃO – ACIMA DE 1 KV – TORQUE QUADRÁTICO

ANEXO I - CARACTERÍSTICAS DO CONVERSOR DE FREQUÊNCIA DE MÉDIA TENSÃO			
	CARACTERÍSTICAS	PREVISTAS SANEPAR	PROPOSTAS
T	MATERIAIS PARA SUPORTE TÉCNICO (ITEM 11)		
T4	Placa de controle principal	Uma	
T5	Placas dos circuitos secundários	Uma de cada modelo	
T6	Módulos de interface óptica	100 %	
T7	Fontes auxiliares	Uma para cada modelo	
T8	Ferramentas especiais	SIM	
U	CONTRATO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA (GARANTIA ESTENDIDA)		
U1	Deve ser considerado no escopo um contrato de manutenção por 2 anos para os conversores fornecidos	Ver item 12	
V	REFERÊNCIA		
V1	MARCA	INDICAR	
V2	MODELO Informar o código completo, enviar em anexo a matriz de geração do código do conversor	INDICAR	
V3	DIMENSÕES DO CONVERSOR Enviar em anexo o projeto do conversor Informar as medidas (L x C x P), dimensões dos dutos de entrada e de saída do sistema de ventilação Informar o peso do conversor	INDICAR	
V4	Corrente nominal de saída [A] a 50 °C	INDICAR	