ÍNDICE DE REVISÕES

REV.	DESCRIÇÃO E/OU FOLHAS ATINGIDAS
0	EMISSÃO ORIGINAL
A	Revisão
B	Reorganização do Item 6, revisão geral de 6.1 a 6.5, inclusão do Item 6.6 para Infraestrutura (incluindo Abrigo, Automação e Elétrica). Eliminação do Item 7 (dados), que deverá ser descrito em FDs específicas.
C	Revisão geral, citando em especial: atualização das referências, previsão de uso de Figura Oito, de filtro magnético e de carreta para provador, e maior detalhamento do Item 6.6.1 (Abrigo).
D	Revisão geral, com alteração na definição de EMED (5.11) e inclusão dos itens 6.1.3.2, 6.1.3.12, 6.3.2.7, 6.4.1.9, 6.4.1.10, 6.5.1.1, 6.5.1.11, 6.5.4.10, 6.6.2.12, 6.7 (Emissão de Relatórios), 6.8.2.4.b, 6.8.2.4.d e 6.8.2.4.u, e detalhamento e inclusão de itens em 6.8.1 (Recebimento da EMED).
E	Revisão do item 6.3.4.6, referente ao acionamento das válvulas de controle, alteração do modelo de computador de vazão para projeto de EMEDs, item 6.5.4.1, e alteração do período de duração da fonte de alimentação ininterrupta, item 6.6.3.2.b
F	Revisão geral contemplando lições aprendidas no empreendimento das doze Estações de Medição de Dutos nas unidades operacionais de São Paulo e Rio de Janeiro

	REV. 0	REV. A	REV. B	REV. C	REV. D	REV. E	REV. F	REV. G	REV. H
DATA	08/06/2018	18/09/2018	31/10/2018	20/12/2018	10/06/2019	20/08/2020	09/01/2024		
PROJETO	PROJ	PROJ	PROJ/EP	PROJ/EP	PROJ/EP	PROJ	DPL		
EXECUÇÃO	DTN4	DTN4	DTN4	DTN4	DTN4	C263	TMQ7		
VERIFICAÇÃO	CSRS/CSJ8	CSJ8	CSJ8	CSJ8	CSJ8	HDK1	DPL		
APROVAÇÃO	TMBQ	TMBQ	TMBQ	TMBQ	TMBQ	TMBQ	T2FV		

AS INFORMAÇÕES DESTE DOCUMENTO SÃO PROPRIEDADE DA PETROBRAS, SENDO PROIBIDA A UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE.

FORMULÁRIO PERTENCENTE A PETROBRAS N-381 REV. L.

SUMÁRIO

1. OBJETIVO 3
2. ÁREA DE APLICAÇÃO 3
3. SIGLAS 3
4. DOCUMENTOS COMPLEMENTARES E DE REFERÊNCIA 4
5. DEFINIÇÕES 7
6. ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA 10
6.1. Critérios Gerais 10
6.1.1. Características básicas das EMEDs 10
6.1.2. Regulamentação e Referências Técnicas Básicas 11
6.1.3. Critérios de Desempenho 13
6.2. Estrutura da EMED 14
6.2.1. Aspectos Construtivos 14
6.2.2. Arranjo das EMEDs 18
6.2.3. Tramos de Medição 19
6.2.4. Conexão do Provador ao Tramo 20
6.2.5. Particularidades da EMED no Processo 21
6.3. Tubulações, Vasos e Válvulas 22
6.3.1. Tubulações e Vasos 22
6.3.2. Filtro 23
6.3.3. Válvula de Alívio 23
6.3.4. Válvula de Controle 24
6.3.5. Válvula de Duplo Bloqueio e Dreno 24
6.3.6. Válvula de Bloqueio Simples 25
6.3.7. Válvula de Retenção 25
6.4. Medidor de Vazão 25
6.4.1. Requisitos Gerais 25
6.4.2. Medidor Deslocamento Positivo 27
6.4.3. Medidor Turbina 27
6.4.4. Medidor Coriolis 28
6.4.5. Medidor Ultrassônico 28
6.5. Outros Instrumentos e Dispositivos 29
6.5.1. Medição de Temperatura e Pressão 29
6.5.2. Densímetro 31
6.5.3. Provador 32
6.5.4. Computador de Vazão 34
6.6. Infraestrutura 35
6.6.1. Abrigo 35
6.6.2. Automação 36
6.6.3. Elétrica 38
6.6.4. Sistema de Combate a Incêndio 39
6.7. Emissão de Relatórios 39
6.8. Recebimento e Documentação 43
6.8.1. Recebimento da EMED 43
6.8.2. Documentação Técnica 44

1. OBJETIVO

Estabelecer diretrizes e requisitos de projeto de estação de medição (EMED) de petróleo, derivados e biocombustíveis em pontos de medição de transferência de custódia ou em pontos de medição operacional onde haja necessidade de exatidão de transferência de custódia.

2. ÁREA DE APLICAÇÃO

Aplica-se às instalações de recebimento e de entrega de petróleo, derivados e biocombustíveis operadas pela Transpetro.

3. SIGLAS

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas.
ANP: Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis.
ANSI: *American National Standards Institute*.
API: *American Petroleum Institute*.
CLP: Controlador Lógico Programável.
CNP: Conselho Nacional do Petróleo.
CONMETRO: Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial.
EMA: Erro Máximo Admissível.
EMED: Estação de Medição.
IEC: *International Electrotechnical Commission*.
IHM: Interface Homem-Máquina.
INMETRO: Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia.
ISA: *International Society of Automation*.
ISO: *International Organization for Standardization*.
MPMS: *Manual of Petroleum Measurement Standards*.
MTE: Ministério do Trabalho e Emprego
NBR: Norma Brasileira.
NR: Norma Regulamentadora.
OIML: Organização Internacional de Metrologia Legal.
RTD: *Resistance Temperature Detector.*
RTM: Regulamento Técnico Metrológico (INMETRO).
SI: Sistema Internacional de Unidades.
SM: Sistema de Medição.
SPDA: Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas.
UPS: *Uninterruptible Power Supply*.
VIM: Vocabulário Internacional de Metrologia.
VML: Vocabulário Internacional de Termos de Metrologia Legal.

4. DOCUMENTOS COMPLEMENTARES E DE REFERÊNCIA

[1] ABNT NBR 5419: Proteção contra Descargas Atmosférica.

[2] ABNT NBR 5992: Álcool etílico e suas misturas com água – Determinação da massa específica e do teor alcoólico – Método do densímetro de vidro.

[3] ABNT NBR 12615: Sistema de combate a incêndio por espuma – Espuma de baixa expansão

[4] ABNT NBR IEC 60079: Atmosferas Explosivas.

[5] ABNT NBR IEC 60079-46: Atmosferas Explosivas – Conjunto de Equipamentos pré-montados.

[6] ANP/INMETRO 001/2013: Resolução Conjunta que apresenta o Regulamento Técnico de Medição de Petróleo e Gás Natural.

[7] ANP 052/2015: Resolução que apresenta a Regulamentação para a construção, a ampliação e a operação de instalações de movimentação de petróleo, derivádos, gás natural e biocombustíveis.

[8] API MPMS 1: *Vocabulary*.

[9] API MPMS 4.2: *Proving Systems – Displacement Provers.*

[10] API MPMS 4.5: *Proving Systems – Master-Meter Provers*.

[11] API MPMS 4.8: *Proving Systems – Operation of Proving Systems*.

[12] API MPMS 5.2: *Metering – Measurement of Liquid Hydrocarbons by Displacement Meters*.

[13] API MPMS 5.3: *Metering – Measurement of Liquid Hydrocarbons by Turbine Meters*.

[14] API MPMS 5.4: *Metering – Accessory Equipment for Liquid Meters*.

[15] API MPMS 5.5: *Metering – Fidelity and Security of Flow Measurement Pulsed-Data Transmission Systems*.

[16] API MPMS 5.6: *Metering – Measurement of Liquid Hydrocarbons by Coriolis Meters*.

[17] API MPMS 5.8: *Metering – Measurement of Liquid Hydrocarbons by Ultrasonic Flow Meters Using Transit Time Technology*.

[18] API MPMS 6.6: *Metering Assemblies – Pipeline Metering Systems*.

[19] API MPMS 7.4: *Temperature Determination – Dynamic Temperature Measurement*.

[20] API MPMS 9.4: *Continuous Density Measurement Under Dynamic* (*Flowing*) *Conditions*.

[21] API MPMS 11.1: *Physical Properties Data – Temperature and Pressure Volume Correction Factors for Generalized Crude Oils, Refined Products, and Lubricating Oils.*

[22] API MPMS 11.2.1M: *Compressibility Factors for Hydrocarbons*: 638-1074 kg/m^3 *Range*.

[23] API MPMS 11.2.2M: *Compressibility Factors for Hydrocarbons*: 350-637 kg/m^3 *Density* (15 C) *and* -46ºC *to* 60ºC *Metering Temperature.*

[24] API MPMS 12.2.1: *Calculation of Petroleum Quantities Using Dynamic Measurement Methods and Volumetric Correction Factors – Introduction.*

[25] API MPMS 12.2.2: *Calculation of Petroleum Quantities Using Dynamic Measurement Methods and Volumetric Correction Factors – Measurement Tickets.*

[26] API MPMS 12.2.3: *Calculation of Petroleum Quantities Using Dynamic Measurement Methods and Volumetric Correction Factors – Proving Report.*

[27] API MPMS 12.2.4: *Calculation of Petroleum Quantities Using Dynamic Measurement Methods and Volumetric Correction Factors – Calculation of Base Prover Volumes by the Waterdraw Method.*

[28] API MPMS 14.8: *Natural Gas Fluids Measurement – Liquefied Petroleum Gas Measurement*

[29] API MPMS 21.2: *Flow Measurement Using Electronic Metering Systems – Electronic Liquid Volume Measurement Using Positive Displacement and Turbine Meters*.

[30] API MPMS 21.2-ADD: *Flow Measurement Using Electronic Metering Systems – Inferred Mass*.

[31] API STD 520-I: *Sizing, Selection, and Installation of Pressure-Relieving Devices. Part I – Sizing and Selection*.

[32] API STD 520-II: *Sizing, Selection, and Installation of Pressure-Relieving Devices. Part II – Installation*.

[33] API RP 551: *Process Measurement Instrumentation*.

[34] API RP 553: *Refinery Control Valves*.

[35] CNP Resolução 6/70: Tabelas de Correção das Densidades e dos Volumes dos Produtos de Petróleo.

[36] IEC 60079: *Explosive Atmospheres*.

[37] INMETRO/JCGM 100/2008: Avaliação de Dados de Medição – Guia para a Expressão de Incerteza de Medição.

[38] INMETRO Resolução Conmetro 11/88: Trata das unidades de medida baseadas no SI a serem adotadas no Brasil.

[39] INMETRO RTM 291/2021: Portaria 291 de 2021 que aprova o Regulamento Técnico Metrológico consolidado para sistemas de medição dinâmica equipados com medidores para quantidades de líquidos.

[40] INMETRO RTM 154: Portaria 154 de 2022 que Aprova o Regulamento Técnico Metrológico consolidado para sistemas de medição mássica de quantidades de líquidos.

[41] INMETRO RTM 298/2021: Portaria 298 de 2021 que aprova o Regulamento Técnico Metrológico consolidado para os computadores de vazão e conversores de volume.

[42] INMETRO VIML: Vocabulário Internacional de Termos de Metrologia Legal.

[43] INMETRO VIM: Vocabulário Internacional de Metrologia – Conceitos Fundamentais e Gerais e Termos Associados.

[44] ISA 5.1: Instrumentation Symbols and Identification.

[45] ISO 5168: Measurement of Fluid Flow – Procedures for the Evaluation of Uncertainty.

[46] MTE NR-13: Norma Regulamentadora – Caldeiras e Vasos de Pressão.

[47] OIML R-117-1: Measurement Systems for Liquids other than Water – Metrological and Technical Requirements.

[48] PETROBRAS DECOM-1403-003/91: BDEMQ - Cálculo da densidade à 20°C e do fator de correção para o Metanol, 05/03/1999.

[49] PETROBRAS N-0038: Critérios para Projetos de Drenagem, Segregação, Escoamento e Tratamento Preliminar de Efluentes Líquidos de Instalações Terrestres

[50] PETROBRAS N-0057: Projeto Mecânico de Tubulações Industriais.

[51] PETROBRAS N-0058: Símbolos Gráficos para Fluxogramas de Processo e de Engenharia.

[52] PETROBRAS N-0076: Materiais de Tubulação para Instalações de Refino e Transporte.

[53] PETROBRAS N-0381: Execução de Desenhos e Outros Documentos Técnicos em Geral.

[54] PETROBRAS N-0858: Construção, Montagem e Condicionamento de Instrumentação.

[55] PETROBRAS N-1021: Pintura de Aço Galvanizado, Aço Inoxidável, Ferro Fundido, Ligas Não-Ferrosas, Materiais Compósitos, Poliméricos e Termoplásticos.

[56] PETROBRAS N-1203: Projeto de Sistemas Fixos de Proteção Contra Incêndio em Instalações Industriais Terrestres

[57] PETROBRAS N-1219: Cores.

[58] PETROBRAS N-1550: Pintura de Estrutura Metálica.

[59] PETROBRAS N-1692: Apresentação de Projetos de Tubulação.

[60] PETROBRAS N-1710: Codificação de Documentos Técnicos de Engenharia.

[61] PETROBRAS N-1735: Pintura de Máquinas, Equipamentos Elétricos e Instrumentos.

[62] PETROBRAS N-1882: Critérios para Elaboração de Projetos de Instrumentação.

[63] PETROBRAS N-1883: Apresentação de Projetos de Instrumentação.

[64] PETROBRAS N-1931: Material de Tubulação para Instrumentação.

[65] PETROBRAS N-2040: Elaboração, Apresentação e Gerenciamento de Documentos de Projetos de Eletricidade.

[66] PETROBRAS N-2726: Terminologia de Dutos.

[67] PETROBRAS PE-1PBR-00428: Validar Estações de Medição de Líquidos.

[68] PETROBRAS PE-2IND-00037: Teste de Aceitação de Fábrica de Estação de Medição.

[69] PETROBRAS PE-2IND-00038: Teste de Aceitação de Fábrica (TAF) para Provadores de Pequeno Porte.

[70] TRANSPETRO ET-4000.00-6000-834-PTD-001: Atuadores Elétricos Motorizados para Válvulas.

[71] TRANSPETRO ET-4000.00-6000-941-PTD-001: Requisitos Básicos para Terminais e Bases.

[72] TRANSPETRO ET-4000.00-5520-800-PTD-002: Requisitos para Implementação de Malhas de Controle em Dutos e Terminais.

5. DEFINIÇÕES

5.1. Aprovação de Modelo: Decisão de caráter legal, baseada no relatório e/ou certificado de avaliação de modelo, reconhecendo que são satisfeitos os requisitos regulamentares, resultando na emissão de um documento de aprovação de modelo. [42]

5.2. Calibração: Operação que estabelece, sob condições especificadas, numa primeira etapa, uma relação entre os valores e as incertezas de medição fornecidos por padrões e as indicações correspondentes com as incertezas associadas; numa segunda etapa, utiliza esta informação para estabelecer uma relação visando à obtenção dum resultado de medição a partir duma indicação. [43]

5.3. Classe de Exatidão: Classe de instrumentos de medição ou de sistemas de medição que satisfazem requisitos metrológicos estabelecidos, destinados a manter os erros de medição ou as incertezas de medição instrumentais dentro de limites especificados, sob condições de funcionamento especificadas. [43]

5.4. Computador de Vazão: Unidade de processamento aritmético que aceita sinais convertidos eletricamente, representando variáveis de entrada do sistema de medição de líquidos e realiza cálculos com o propósito de fornecer os dados de vazão e quantidade totalizada [29]. Os comandos, de início e fim de operação ou de calibração do medidor de vazão, podem ser locais ou enviados pelo operador remotamente.

5.5. Condição de Base: É a condição de temperatura e pressão para a qual o volume mensurado é convertido [39]. É também denominada de condição padrão [6]. No Brasil, para petróleo, derivados (exceto GLP) e biocombustíveis, a condição de base é 20ºC e 1 atm (= 101,325 kPa). Para GLP, a condição de base é 20ºC e pressão de saturação.

5.6. Contorno (*by-pass*): Linha pela qual o líquido é desviado do medidor ou do sistema de medição, mas chega ao local destinado.

5.7. Densímetro: Na presente especificação, se refere ao densímetro de linha, de medição contínua, algumas vezes denominado de transdutor de densidade.

5.8. Derivação: Linha, a jusante do medidor, pela qual o produto é desviado e não chega ao local destinado.

5.9. Diâmetro Nominal (D): Número (inteiro) que expressa uma dimensão diametral padronizada para tubos e componentes de tubulação, não correspondendo necessariamente aos seus diâmetros interno ou externo [66]. Em inglês, é utilizado como diâmetro nominal: "*nominal pipe diameter*" (DN), "*nominal pipe size*" (NPS) e "*nominal bore*" (NB).

5.10. Erro Máximo Admissível (EMA): Valor extremo do erro de medição, com respeito a um valor de referência conhecido, admitido por especificações ou regulamentos para uma dada medição, instrumento de medição ou sistema de medição [43].

5.11. Estação de Medição (EMED): Sistema de medição dinâmico utilizado em transferência de custódia de petróleo, derivados (incluindo GLP) ou biocombustíveis, para entrega ou recebimento, por duto. As EMEDs são denominadas "*pipeline metering system*" pela API MPMS 6.6 [18], e "*measuring systems on pipelines*" pela OIML R-117 [47].

5.12. Exatidão: Grau de concordância entre um valor medido e um valor verdadeiro de um mensurando. [43]

5.13. Fator-K (*K-factor*): Quantidade de pulsos transmitidos por unidade de volume (m^3) ou quantidade de pulsos transmitidos por unidade de massa (kg) de produto que passa pelo medidor de vazão.

5.14. Fator do Medidor (*Meter Factor*, *MF*): É obtido na calibração dos medidores de vazão e corresponde à razão do volume da referência pelo volume indicado pelo medidor de vazão.

5.15. Linearidade (de um medidor): Diferença entre o valor máximo e o valor mínimo da curva de calibração dividido pelo valor médio [13]. Na especificação do medidor, a linearidade pode aparecer com seu valor dividido por 2, quando é precedida do sinal ±.

5.16. Medição de Transferência de Custódia: Medição onde ocorre a mudança de posse e/ou responsabilidade do produto.

5.17. Nobreak: Fonte de alimentação ininterrupta, também conhecida como UPS (*Uninterruptible power supply*).

5.18. Ponto de Medição: Local (físico ou em um fluxograma) onde a vazão ou o volume totalizado são medidos ou precisam ser conhecidos.

5.19. Ponto de Transferência (Limite de Bateria): Ponto no qual o líquido é definido como sendo entregue ou recebido.

5.20. Provador (*prover*): Recipiente fechado, de volume conhecido, utilizado como padrão volumétrico para calibração de medidores de vazão.

5.21. Rangeabilidade: Relação entre a vazão máxima e a vazão mínima de um medidor de vazão ou sistema de medição.

5.22. Repetibilidade de Medição: Dispersão dos resultados de medições sucessivas da mesma quantidade realizada pelo mesmo método, nas mesmas condições ambientais, pelo mesmo observador, com os mesmos instrumentos de medição, no mesmo laboratório, e em pequenos intervalos de tempo. [8]

5.23. Reprodutibilidade de Medição: Dispersão de resultados de medições da mesma quantidade onde as medições individuais são realizadas: por diferentes métodos com diferentes instrumentos de medição; por diferentes observadores em diferentes laboratórios; ou com os mesmos instrumentos utilizados em condições diferentes após intervalos de tempo que sejam longos quando comparados com a duração de uma única medição. [8]

5.24. Resolução: Para mostrador digital, a resolução é o último dígito mostrado. Para mostrador analógico, a resolução é a separação entre duas marcas divisórias consecutivas da escala, sem discriminar a medição entre as marcas divisórias da escala. [19]

5.25. Retificador de Escoamento: Também denominado retificador de fluxo, consiste em um feixe de tubos e tem por objetivo de impedir a rotação do líquido e a deformação do perfil de velocidades na entrada do medidor.

5.26. Sistema de Medição (Sistema de Medição Dinâmico, SM): Inclui o medidor de vazão (volumétrico ou mássico), o dispositivo calculador e indicador (computador de vazão), instrumentos associados (pressão, temperatura e densidade), dispositivos adicionais (envolvidos com a elaboração, transmissão ou apresentação dos resultados, como impressora, totalizador, dispositivo de memória), e dispositivos auxiliares (válvulas, filtros, dispositivo utilizado como ponto de transferência, contornos, derivações, mangotes) [39] e [40].

5.27. Sistema de Prova (Sistema de Calibração): Sistema para calibração de medidores de vazão, que inclui o provador (volume), seus instrumentos associados e seus dispositivos adicionais e auxiliares. Quando for fixo a um ou mais sistemas de medição, é entendido como parte deste SM, mas quando móvel, inclui o (e muitas vezes acaba sendo denominado de) provador móvel.

5.28. Tramo de Medição: Trecho de linha onde é instalado o medidor de vazão. Inclui basicamente o medidor de vazão, os transmissores de pressão e temperatura. Pode incluir também filtro com medidor de pressão diferencial, os trechos retos a montante e a jusante do medidor de vazão, o retificador de escoamento, válvula de controle e densímetro.

5.29. Tramo reserva: É aquele que não é utilizado para operação da EMED, em condições normais, dentro da sua faixa de vazão operacional e tem por finalidade auxiliar nas atividades de manutenção garantindo a continuidade operacional da EMED. Ele deve possuir as mesmas características e componentes dos tramos operacionais.

5.30. Transferência de Custódia: De acordo com a ANP/INMETRO 001/2013, é a transferência legal e/ou comercial de fluidos hidrocarbonetos [6].

5.31. Trecho Reto: Trecho de tubulação reto (sem curvas e de mesmo diâmetro) necessário nos sistemas de medição que utilizam medidores de vazão sensíveis ao perfil de velocidades (como turbina, ultrassônico e placa de orifício). Inclui um segmento a montante do medidor de vazão (“trecho reto a montante”) e um segmento a jusante do medidor (“trecho reto a jusante”).

6. ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

6.1. Critérios Gerais

6.1.1. Características básicas das EMEDs

6.1.1.1. A EMED (Item 5.11) deve incluir dois ou mais tramos de medição, computador de vazão e provador (fixo ou móvel).

6.1.1.2. A infraestrutura elétrica e de automação faz parte do fornecimento da EMED. Abrigos, coberturas e itens de infraestrutura civil podem fazer parte do fornecimento da EMED quando especificados.

6.1.1.3. A EMED deve medir a vazão e quantidades totalizadas de um único produto ou de bateladas de diferentes produtos incluindo as interfaces entre esses produtos.

6.1.1.4. Os medidores de vazão dinâmicos podem ser volumétricos (turbina, deslocamento positivo, ultrassônico) ou mássicos (coriolis). Em função de especificidades e possibilidades operacionais pode ser necessário definir o tipo de medidor de vazão, o que, nesse caso, deve ser indicado ou aprovado pela Transpetro.

6.1.1.5. A EMED (com medidor volumétrico ou mássico) deve fornecer a vazão volumétrica e volume totalizado com exatidão de transferência de custódia (conforme item 6.1.2.13).

6.1.1.6. Deve ser informado pela Transpetro se há necessidade de medição de outras variáveis além da vazão volumétrica e volume (p.ex., vazão mássica, massa, identificação do produto, identificação de início e fim de produto ou interfaces).

6.1.1.7. Quando houver necessidade de identificar o início e o fim do produto ou da interface, a Transpetro deve informar os critérios para essa identificação (p.ex. pela medição de densidade, pela medição da velocidade de propagação do som) e/ou a exatidão e o tempo de resposta.

6.1.1.8. As EMEDs podem ser unidirecionais ou bidirecionais. Para EMEDs bidirecionais, deve ser indicada pela Transpetro a direção preferencial do escoamento (que pode ser definida em função da vazão em operação normal [62], importância na detecção de vazamento ou qualquer outro critério de interesse para o processo).

6.1.1.9. Para o caso de bidirecionalidade do duto, é recomendado manter a EMED unidirecional, com *manifold* de válvulas de duplo bloqueio automáticas para alinhamento do sentido do fluxo. No caso de operações pouco frequentes, pode-se adotar a utilização de válvulas manuais com alta estanqueidade com sensor de posição e envio do sinal de abertura/fechamento para o computador de vazão, de modo a se ter o registro no sistema de atuação na válvula.

6.1.1.10. A EMED deve ter provador fixo ou conexão para provador móvel para calibração dos medidores de vazão. A Transpetro deve indicar o tipo de provador (móvel ou fixo). O tipo de provador deve ser definido conforme periodicidade e localização dos sistemas a serem calibrados.

6.1.1.11. Podem ser utilizados outros sistemas de calibração do medidor de vazão desde que aprovado pela Transpetro.

6.1.1.12. Caso os resultados da EMED envolvam compra e venda de produtos ou outra transação em que haja cláusulas de medição a serem seguidas, o projeto da EMED deve estar em conformidade com estas cláusulas de medição.

6.1.1.13. A EMED deve buscar o menor custo de aquisição e operação, além de atender às regulamentações e referências técnicas (6.1.2), e desempenho especificado (6.1.2.13).

6.1.1.14. Para a EMED ser aprovada e aceita pela Transpetro, o fornecedor deve comprovar que a EMED, no local de operação, nas condições de operação, com o produto e o provador especificados, opera em toda a faixa de trabalho com o desempenho especificado.

6.1.2. Regulamentação e Referências Técnicas Básicas

6.1.2.1. A EMED de petróleo (volumétricos ou mássicos) deve atender à Resolução ANP/INMETRO 001/2013 [6].

6.1.2.2. A EMED com medidor de vazão volumétrico deve seguir o RTM 291/2021 [39] e com medidor de vazão mássico deve seguir também o RTM 113/1997 **Erro! Fonte de referência não encontrada.**.

6.1.2.3. Os critérios técnicos devem seguir as recomendações dos documentos API MPMS 6.6 [18].

6.1.2.4. Em função do tipo de medidor, devem ser atendidas as recomendações dos documentos:
- API MPMS 5.2 [12] para medidor do tipo deslocamento positivo.
- API MPMS 5.3 [13] para medidor do tipo turbina.
- API MPMS 5.8 [17] para medidor do tipo ultrassônico.
- API MPMS 5.6 [16] para medidor do tipo coriolis.

6.1.2.5. As EMEDs de GLP, além de seguir os documentos indicados, devem seguir também a API MPMS 14.8 [25].

6.1.2.6. Os computadores de vazão devem seguir a API MPMS 21.2 [29] e, quando for o caso, a API MPMS 21.2-ADD [30]. Os computadores de vazão devem ter aprovação de modelo do INMETRO [39].

6.1.2.7. Os medidores de vazão devem ter aprovação de modelo do INMETRO sendo volumétricos [39] ou mássicos [40].

6.1.2.8. As EMEDs são Sistemas de Medição e, todos os Sistemas de Medição devem ter aprovação de modelo do INMETRO [39] [40].

6.1.2.9. A aprovação de modelo do medidor de vazão deve atender a:

a) O modelo do medidor deve estar citado na Portaria INMETRO de aprovação de modelo.
b) A classe de exatidão da aprovação de modelo do medidor deve ser igual ou melhor que a classe de exatidão solicitada para a aplicação.
c) A faixa de vazão da aprovação de modelo do medidor deve conter a faixa de medição (vazão em regime permanente) do ponto de medição onde o medidor será instalado.
d) A grandeza de saída a ser utilizada (vazão mássica ou vazão volumétrica) deve ser a grandeza da aprovação de modelo.
e) A faixa de pressão e temperatura da aprovação de modelo do medidor utilizado no projeto tem que conter a faixa de pressão e temperatura do medidor em serviço.

6.1.2.10. A correção de pressão deve seguir os algoritmos:

- Petróleo: API MPMS 11.1 [21]
- Derivados (exceto GLP): API MPMS 11.2.1M [22].
- GLP: API MPMS 11.2.2M [23].
- Biocombustíveis: Sem correção de pressão enquanto não existir tabela homologada para os biocombustíveis.

6.1.2.11. A correção de temperatura deve seguir os algoritmos:

- Petróleo: API MPMS 11.1 [21].
- Derivados (incluindo GLP): CNP 6-70 [34].

- Etanol: ABNT NBR 5992 [1].
- Metanol: DECOM-1403-003/91 [48].

6.1.2.12. Os valores indicados pelos instrumentos de medição devem estar nas seguintes unidades:

- Volume: m^3;
- Massa: kg;
- Vazão volumétrica: m^3/h;
- Vazão mássica: kg/h;
- Temperatura: ºC;
- Pressão estática: kgf/cm^2;
- Demais unidades de medida: seguir o SI [37].
- A utilização de outras unidades nos valores indicados deve passar por indicação ou aprovação da Transpetro.

6.1.2.13. No que não houver conflito com os itens 6.1.2.10, 6.1.2.11 e 6.1.2.12, os cálculos devem seguir a API MPMS 12.2, incluindo: os fatores [24], o passo-a-passo dos tíquetes [25], os relatórios das provas [26] e os cálculos dos volumes do provador pelo método Waterdraw [27].

6.1.3. Critérios de Desempenho

6.1.3.1. A EMED de petróleo, derivados (exceto GLP) ou biocombustíveis deve ter aprovação de modelo do INMETRO para classe de exatidão 0.3, o que corresponde a sistemas de medição com EMA (erro máximo admissível) igual a ±0,3% e medidores de vazão com EMA igual a ±0,2%. [39] [47]

6.1.3.2. A EMED de GLP deve ter aprovação de modelo do INMETRO para classe de exatidão 0.5, ou melhor, o que corresponde a sistemas de medição com EMA igual a ±0,5% e medidores de vazão com EMA igual a ±0,3%.

6.1.3.3. A repetibilidade dos medidores de vazão de petróleo, derivados (incluindo GLP) e biocombustíveis deve ser igual a 0,12% (= ±0,06%), ou melhor, em sua faixa de trabalho para petróleo, derivados (exceto GLP) e biocombustíveis e igual a 0,20% (= ±0,10%), ou melhor, em sua faixa de trabalho para GLP. [39] [47]

6.1.3.4. A incerteza da média do conjunto de corridas utilizadas na prova do medidor deve ser menor ou igual que ±0,027%.

6.1.3.5. Na calibração do medidor de vazão contra o provador, a repetibilidade deve ser tal que resulte em uma incerteza da média do conjunto de corridas menor ou igual a ±0,027%. A prática usual é obter repetibilidade de 0,05% (maior valor menos o menor valor) com 5 corridas. É aceito um número maior de corridas para atingir a incerteza indicada, seguindo as recomendações da API MPMS 4.8 [11].

6.1.3.6. Os medidores de vazão de petróleo, derivados (incluindo GLP) e biocombustíveis devem ter linearidade máxima (Item 5.15) de ±0,15% ou melhor em sua faixa de trabalho.

6.1.3.7. Em atendimento ao INMETRO [39] e [47], o EMA dos instrumentos de temperatura, utilizados para cálculo de fator de correção de volume, deve ser igual a ±0,3ºC. Atendendo à API MPMS 7.4 [19], a "exatidão mínima" (*minimal accuracy*) dos instrumentos de temperatura utilizados na medição para geração de tíquete, na calibração dos medidores e na calibração do provador deve ser de ±0,25ºC.

6.1.3.8. A resolução de leitura dos dispositivos de temperatura (transmissores ou instrumentos com display local) utilizados na medição de vazão para geração de tíquete, na calibração dos medidores e na calibração do provador deve ser de 0,1ºC, ou melhor [18].

6.1.3.9. Para atender ao INMETRO [39] e [47], o EMA dos instrumentos de pressão é função da pressão de operação (*Pop*) e deve ser:
=±50 kPa (0,5 bar) para *Pop* < 1MPa (10 bar),
= ±200 kPa (2,0 bar) para *Pop* > 4MPa (40 bar)
= ±5% de *Pop* para 40 bar ≥ *Pop* ≥ 10 bar.

6.1.3.10. Densímetros (Item 5.7) utilizados na medição de densidade para cálculo dos fatores de correção de pressão e temperatura devem apresentar EMA menor ou igual a ±1 kg/m^3 [39] e [47], e linearidade e repetibilidade menor ou igual a ±0,25% e incerteza e reprodutibilidade menor ou igual a ±0,50% [20].

6.1.3.11. Densímetros utilizados na medição de densidade para cálculo de vazão mássica a partir de vazão volumétrica, ou para cálculo de vazão volumétrica a partir de vazão mássica devem apresentar linearidade e repetibilidade menor ou igual a ±0,05% e incerteza e reprodutibilidade menor ou igual a ±0,10% [20].

6.1.3.12. O EMA do dispositivo de conversão para a correção dos volumes das condições de operação para as condições de base deve ser de ±0,10%. O EMA do dispositivo de conversão para a conversão de volume para massa ou massa para volume deve ser de ±0,05%. [39]

6.2. Estrutura da EMED

6.2.1. Aspectos Construtivos

6.2.1.1. As EMEDs devem ser entregues em *skids*. Em casos específicos a Transpetro pode indicar que não tem interesse em receber a EMED em *skid.* Com ou sem *skid*, devem ser incluídos no projeto e na entrega da EMED toda a estrutura

e suporte necessários para permitir a construção e montagem para a correta operação.

6.2.1.2. A especificação das EMEDs deve ser precedida de simulação termo-hidráulica do sistema de transferência no qual será instalado, de forma a obter os dados de processo requeridos, bem como avaliar o impacto da EMED no sistema.

6.2.1.3. O fornecedor deve realizar avaliação hidráulica da EMED para as vazões mínima, normal e máxima com as combinações de produtos que serão operados na EMED. A avaliação hidráulica tem como objetivo principal o cálculo da perda de carga e de dados de processo para válvula de controle e demais instrumentos.

6.2.1.4. Para EMEDs com sistema de calibração local também devem ser realizadas simulações hidráulicas para cada ponto de calibração com as combinações de produtos, considerando restrição da válvula de controle e inserção do provador no circuito.

6.2.1.5. As válvulas de controle dos tramos não podem modular a vazão do sistema (duto no qual a EMED está inserida) para atender às vazões na calibração, exceto em sistemas de pequena extensão (p.ex.: tubulações internas em terminais com EMEDs de carregamento marítimo ou rodoviário).

6.2.1.6. Recomenda-se adoção de critério de velocidade para limitar perda de carga, exceto nos casos em que a perda de carga seja um critério mais adequado. Recomenda-se considerar os seguintes critérios:

a) Tubulação: recomenda-se velocidade máxima de 3,1 m/s em todos os casos, com exceção dos tramos de medição de claros. Nestes, por razão de otimização e desde que a perda de carga seja pouco relevante para o sistema (requer avaliação hidráulica), pode-se utilizar como limite 5 m/s;

b) Filtros: 0,1 kgf/cm² na condição limpo e 0,3 kgf/cm² sujo;

c) Placa de orifício: 0,14 kgf/cm² na vazão normal;

d) Medidores de vazão, exceto placa de orifício:

- Para produtos de baixa viscosidade (até 20 cSt): Recomenda-se utilizar um diâmetro nominal menor que a tubulação, com limite de velocidade de 7 m/s. Em caso de o cenário de vazão máxima ser pouco frequente e/ou a rangeabilidade não estiver adequada, pode-se adotar o seguinte critério distinto: perda de carga máxima de 0,35 kgf/cm² com velocidade limite de 10 m/s;

- Para produtos com média e alta viscosidade (acima de 20 cSt): Recomenda-se utilizar o mesmo diâmetro nominal da tubulação, com limite de velocidade de 4 m/s. Em caso de o cenário de vazão máxima ser pouco frequente e/ou a

rangeabilidade não estiver adequada, pode-se adotar o seguinte critério distinto: perda de carga máxima de 0,7 kgf/cm² com velocidade limite de 6 m/s.

6.2.1.7. O Conjunto EMED e provador deve dispor de cobertura para diminuir a incidência de chuvas e insolação e reduzir diferenças de temperatura entre densímetro, medidor de vazão, entrada e saída do provador. A Transpetro deve informar se a cobertura será fornecida em conjunto com a EMED.

6.2.1.8. Deve ser avaliada a necessidade de fechamento lateral nas EMEDs, para evitar a incidência de sol lateral sobre o medidor e provador.

6.2.1.9. Os tramos de medição, o provador e o densímetro devem ficar posicionados na área coberta de forma a reduzir o tempo e a intensidade de insolação destes dispositivos.

6.2.1.10. A não utilização de cobertura para EMED deve ser justificada e avaliada frente aos possíveis prejuízos econômicos causados pelos erros de medição causados por sua ausência.

6.2.1.11. A cobertura a ser instalada deve ser dimensionada considerando a movimentação de máquinas e equipamentos dentro da unidade.

6.2.1.12. A EMED e seus componentes devem ter especificação para suportar os rigores do clima do local de instalação e operação.

6.2.1.13. Em função do local de instalação, do produto e das condições de operação, pode ser necessário o isolamento térmico do trecho de medição de vazão e densidade, e do provador, o que deve ser avaliado pelo fornecedor.

6.2.1.14. A estrutura da EMED deve favorecer a instalação correta do medidor de vazão de forma a não gerar torção ou estresse no medidor.

6.2.1.15. A estrutura da EMED deve permitir o acesso dos técnicos aos instrumentos e dispositivos de forma segura na operação, manutenção ou calibração, incluindo a leitura dos valores indicados, configurações, montagem, e retirada e troca dos instrumentos e dispositivos, ou seja, devem ter como prerrogativa os aspectos ergonômicos da instalação, com aprovação da TRANSPETRO.

6.2.1.16. A descarga das válvulas para alívio de pressão devido ao efeito térmico, assim como os drenos da EMED e do provador, deve descarregar no sistema fechado de recolhimento de drenos, suspiros e demais válvulas de alívio da instalação.

6.2.1.17. Caso não seja possível interligar ao sistema existente, deve ser avaliado direcionar a descarga da válvula de alívio de pressão para o duto ou tubulação a montante do bloqueio. Nesse caso deve ser avaliada a contrapressão do sistema.

6.2.1.18. A drenagem de tramos e do provador móvel devem seguir para o sistema fechado de recolhimento de drenos, suspiros e demais válvulas de alívio da instalação.

6.2.1.19. Caso não haja esse sistema próximo, deve ser construída uma caixa para recebimento da drenagem, compatível com os volumes a serem drenados. O produto acumulado na caixa deve ser encaminhado para recuperação através de caminhão vácuo ou bomba.

6.2.1.20. A EMED e o provador devem ser instalados em área coberta e contida. A bacia de contenção deve possuir válvula para confinamento do volume de produto vazado ou água de emergência no interior da bacia. A bacia deve ser interligada ao sistema contaminado da instalação.

6.2.1.21. A água da cobertura da EMED e do provador deve ser coletada por calhas e direcionada para o sistema pluvial da unidade.

6.2.1.22. A cobertura deve ultrapassar a bacia da EMED, de modo a evitar a entrada de contribuições de chuva.

6.2.1.23. Devem ser previstas válvulas de alívio térmico nos trechos entre bloqueios, mesmo que estes trechos sejam inferiores a 30m, quando o bloqueio é realizado por válvulas de alta estanqueidade.

6.2.1.24. EMEDs com provador móvel devem dispor de área para a aproximação do reboque (caminhão) com o provador.

6.2.1.25. Quando a EMED incluir Figura Oito, deve ser previstas a drenagem dos trechos de linha para sua instalação ou posicionamento.

6.2.1.26. As caixas de junção e painéis de elétrica, instrumentos e automação fazem parte do projeto e fornecimento da EMED.

6.2.1.27. Todos os equipamentos, materiais e instalações devem ser adequados à Classificação de Área do local. Equipamentos e componentes instalados em área classificada devem atender aos requisitos da IEC 60079 [4] [36].

6.2.1.28. A pintura de equipamentos elétricos, eletrodutos, instrumentos e máquinas em aço carbono deve atender à N-1735 [61] e à N-1219 [55].

6.2.1.29. A construção, montagem e condicionamento da EMED devem atender à N-0858 [54].

6.2.1.30. A API RP 551 [33] é recomendação para seleção, projeto, instalação e comissionamento dos instrumentos de medição de pressão, temperatura e vazão.

6.2.1.31. O computador de vazão e o CLP devem ficar em um abrigo fora da área classificada.

6.2.2. Arranjo das EMEDs

6.2.2.1. A EMED pode ser uni ou bidirecional. Cada tramo da EMED pode ser uni ou bidirecional.

6.2.2.2. A EMED bidirecional deve atender às exigências de desempenho nas duas direções do escoamento. Para tramos bidirecionais, o arranjo da direção preferencial deve ser o arranjo mais próximo do exigido para o escoamento unidirecional.

6.2.2.3. Um ponto de entrega e recebimento, com escoamento bidirecional, pode dispor de (a) 2 EMEDs com tramos unidirecionais, sendo uma EMED para a entrega e a outra para o recebimento; ou (b) dispor de 1 EMED com tramos de medição unidirecionais e arranjo de válvulas (ou Figura Oito) de estanqueidade total direcionando o escoamento; ou (c) dispor de 1 EMED com tramos de medição bidirecionais.

6.2.2.4. Uma EMED bidirecional com tramos unidirecionais pode ter alinhamento no campo através de Figuras Oito para mudança do sentido do fluxo, quando esta ocorrer com pouca frequência. Caso a mudança de fluxo seja frequente, o alinhamento deve ser feito por válvulas de duplo bloqueio e dreno com acionamento remoto. O uso de Figura Oito deve ter indicação ou aprovação da Transpetro.

6.2.2.5. A instalação de densímetro em sistemas de medição é obrigatória para produtos faturados em massa, caso não seja utilizado medidor mássico. Para os demais produtos, o densímetro não é item obrigatório, contudo deve ser avaliada a sua necessidade em função da exatidão especificada, que os valores de densidade sigam as especificações e que seja avaliada sua necessidade também frente às condições e necessidades operacionais específicas da unidade. Detalhes específicos sobre a instalação do densímetro devem ser observados no item 6.5.2

6.2.2.6. A válvula de controle não é item obrigatório na EMED, desde que seja garantida a estabilidade e exatidão das vazões nos valores de calibração, por meios externos à EMED. Caso o processo só permita garantir a estabilidade do ponto de calibração com o uso da válvula de controle dos tramos, a sua instalação na EMED passa a ser obrigatória em cada tramo. Detalhes específicos sobre as válvulas de controle podem ser encontrados no item 6.3.4

6.2.2.7. O uso dos filtros é obrigatório para proteção do medidor e demais componentes como válvula de controle e instrumentos, especialmente após períodos de manutenção. É recomendada a instalação de um filtro por tramo de medição, para que se mantenha a continuidade operacional. Detalhes específicos sobre a instalação dos filtros devem ser observados no item 6.3.2

6.2.2.8. A não utilização de filtros deve ser justificada e aprovada pela Transpetro.

6.2.2.9. Para tramos bidirecionais, a necessidade de filtros e válvulas de controle é função do processo e deve ser avaliada para cada uma das direções do escoamento separadamente.

6.2.2.10. Se houver apenas um filtro ou apenas uma válvula de controle para uma dada direção do escoamento e o escoamento não puder ser interrompido, deve ser utilizado um jogo de válvulas de bloqueio simples (entrada, saída e contorno) para manutenção destes dispositivos. Caso não seja utilizado esse jogo de válvulas, o arranjo deve ser aprovado pela Transpetro.

6.2.2.11. A EMED deve incluir um computador de vazão (FQIT) para monitorar os tramos de medição, controlar o intertravamento e realizar as provas dos medidores de vazão. Um segundo computador de vazão deve ser incluído caso o primeiro tenha atingido sua capacidade máxima quanto a número de tramos de medição e de provadores. Não deve haver computador de vazão redundante.

6.2.2.12. Em aplicações com fluidos com presença de gases ou vapores, deve ser instalado dispositivo eliminador de gases a montante do medidor. Pode ser por tramo ou um por EMED. Deve ter indicação ou aprovação da Transpetro.

6.2.2.13. Em medição de petróleo, a Transpetro deve informar a necessidade de instalar medidor de BSW.

6.2.2.14. O projeto do arranjo das EMEDs deve buscar a redução do volume morto.

6.2.3. Tramos de Medição

6.2.3.1. Cada tramo de medição deve dispor minimamente de medidor de vazão (FT), transmissor-indicador de pressão (PIT), transmissor-indicador de temperatura (TIT), poço de teste de temperatura (TW), válvula de alívio (PSV) e conexão com o provador (fixo ou móvel).

6.2.3.2. O uso e especificação de trecho reto e retificador de escoamento é função do tipo de medidor de vazão e deve seguir as indicações da API MPMS. O medidor de vazão bidirecional que exigir trecho reto e retificador deve dispor de trecho reto e retificador para as duas direções de escoamento.

6.2.3.3. O número de tramos e o diâmetro dos tramos devem ser definidos em função da faixa de vazão de operação, faixa de trabalho dos medidores de vazão e do provador, velocidade de escoamento do fluido, facilidade de manutenção,calibração e padronização. A Transpetro pode indicar diâmetro e número de tramos e se há necessidade de padronização.

6.2.3.4. Toda EMED deve dispor de um tramo reserva, salvo quando indicado a não necessidade do mesmo com as devidas justificativas.

6.2.3.5. Quando não houver tramo reserva, a Transpetro deve indicar se a EMED precisa dispor de um número mínimo de tramos operacionais para a operação não ser totalmente interrompida durante, por exemplo, uma manutenção.

6.2.3.6. A Transpetro deve indicar se há necessidade de limitar os diâmetros dos medidores devido ao uso de provador móvel ou limites de provadores existentes.

6.2.3.7. O número e diâmetro dos tramos podem se alterar em função da tecnologia, fabricante,modelo do medidor e velocidades de escoamento nos trechos. Assim, mesmo a Transpetro informando para uma EMED o número de tramos e os diâmetros destes, o projetista ao longo das fases do projeto deve avaliar e, se for o caso, propor novo arranjo para aprovação da Transpetro.

6.2.3.8. A apresentação da memória de dimensionamento da EMED, incluindo cálculos de perdas de carga, de dimensionamento dos medidores, especificação dos medidores (incluindo seu diâmetro) e especificação dos trechos retos fazem parte da aceitação da EMED, dimensionamento de filtro e válvula de controle.

6.2.4. Conexão do Provador ao Tramo

6.2.4.1. Para escoamento uni ou bidirecional, cada tramo deve dispor de válvula de duplo bloqueio e dreno que, na calibração, é fechada para direcionar o fluxo para o provador (fixo ou móvel).

6.2.4.2. A conexão ao provador (fixo ou móvel) deve ficar a jusante do medidor de vazão, na direção única ou direção preferencial do escoamento.

6.2.4.3. Para provador fixo em EMED com mais de um tramo de medição (uni ou bidirecional), a seleção do medidor a ser calibrado deve ser automática e as válvulas da entrada do provador devem ser válvulas de duplo bloqueio e dreno.

6.2.4.4. Para provador móvel, a EMED deve dispor de válvulas de engate rápido para a conexão de entrada e de saída do provador. A EMED deve ter válvula de bloqueio próximo às válvulas de engate rápido.

6.2.4.5. A EMED com provador móvel deve ter segurança na operação, na calibração dos medidores de vazão e, também, no engate e desengate das conexões do provador móvel.

6.2.4.6. Para provador móvel em EMED com mais de um tramo de medição (tramos uni ou bidirecionais), o provador deve ser conectado manualmente a um par de válvulas e ser automática a seleção do medidor e, nesse caso, deve haver válvulas com duplo bloqueio e dreno entre o medidor e o provador, na entrada do provador.

6.2.4.7. Para provador móvel em EMED com um ou mais tramos de medição (tramos uni ou bidirecionais), pode ser utilizado um par de válvulas de engate rápido por tramo, para a conexão do provador, o que diminui o número de válvulas de duplo bloqueio e dreno. Essa opção precisa da indicação ou aprovação da Transpetro.

6.2.4.8. No caso de compartilhamento do provador por 2 ou mais EMEDs, devem ser utilizadas válvulas de duplo bloqueio e dreno na entrada e na saída do provador. Também, para reduzir contaminações pode ser necessário utilizar válvulas de retenção em locais específicos.

6.2.4.9. Em tramos bidirecionais, deve estar prevista a calibração dos medidores de vazão nas duas direções do escoamento.

6.2.5. Particularidades da EMED no Processo

6.2.5.1. O trecho de tubulação que vai do medidor ao ponto de transferência (que é o limite de bateria) deve ser mantido cheio em qualquer condição operacional, do início ao fim das bateladas e, também, nos períodos entre bateladas [39]. A Transpetro deve indicar um elemento para ser identificado como limite de bateria. Pode ser um flange, uma válvula ou outra referência.

6.2.5.2. O projeto deve prever o enchimento manual da linha para quando este trecho de tubulação não for mantido cheio. Deve haver um procedimento escrito para operacionalizar a pressurização do trecho entre o medidor e o limite de bateria antes do começo do bombeio. Se for o caso, este procedimento deve ser seguido na pré-operação.

6.2.5.3. A pressão no sistema de medição deve ser controlada para evitar cavitação ou *flashing* devido à vaporização do fluido através do medidor de vazão, o que é mais crítico na medição de GLP. Na falta de recomendações mais rigorosas por parte do fabricante, a pressão na saída do medidor (P_b) deve atender à equação:

$$P_b \geq 2\,\Delta p + 1{,}25\,p_e \qquad (1)$$

Onde, Δp = perda de carga no medidor na vazão máxima; e p_e = pressão de equilíbrio de vapor do líquido na temperatura de operação. No caso, P_b em psig, Δp em psi e p_e em psia, ou seus correspondentes no SI. [13] [16]. A implantação do controle de pressão deve seguir as recomendações do item 6.3.4.

6.2.5.4. A Transpetro deve informar a perda de carga máxima aceita pelo processo para o ponto de medição em operação normal, na vazão máxima e em calibração.

6.2.5.5. O fornecedor deve informar a perda de carga em regime permanente nas condições:

- A vazão típica e máxima da folha de dados de processo.
- EMED operando todos e com apenas um tramo, durante operação normal e durante uma prova.
- O filtro com a malha solicitada (caso não haja especificação, considerar malha 40 para petróleo e 60 para derivados e etanol).
- Com produto com a maior viscosidade indicada na FD de processo.

6.2.5.6. Não pode haver derivação (Item 5.8) interna ou externa ao sistema de medição. Caso o processo exija uma derivação, esta deve incluir dispositivo de duplo bloqueio e dreno, ou outro dispositivo (ou dispositivos) com a mesma função, que seja monitorado e sua posição fique registrada e associada à operação da EMED.

6.2.5.7. Não pode haver contorno (Item 5.6) interno ou externo ao sistema de medição. Caso o processo exija um contorno, este deve incluir dispositivo de duplo bloqueio e dreno, ou outro dispositivo (ou dispositivos) com a mesma função, que seja monitorado e sua posição fique registrada e associada à operação da EMED.

6.3. Tubulações, Vasos e Válvulas

6.3.1. Tubulações e Vasos

6.3.1.1. Tubulações e válvulas devem seguir as exigências e recomendações da ET-4000.00-6000-941-PTD-001 [71].

6.3.1.2. Todos os recipientes sob pressão (vasos, permutadores, filtros, etc.) que façam parte integrante das EMEDs devem ser avaliados quanto ao enquadramento pela Norma Regulamentadora nº 13 (NR-13) [46], aprovada pelo MTE.

6.3.1.3. Quando houver conflito entre a presente ET com as exigências da NR-13, a prioridade deve ser da NR-13.

6.3.1.4. O projeto de tubulação deve atender à N-0057 [50]. O material de tubulação deve atender à N-0076 [52] e à N-1931 [64].

6.3.2. Filtro

6.3.2.1. As EMEDs devem dispor de filtro para proteção de medidores de vazão, válvulas, instrumentação ou provador, especialmente após períodos de manutenção. A não utilização de filtro deve ser justificada, e deve ter aprovação pela Transpetro.

6.3.2.2. Recomenda-se que a instalação do filtro seja por tramo para que se mantenha a continuidade operacional.

6.3.2.3. Quando o produto chega à EMED diretamente de um duto ou tanque sem filtragem ou outro tipo de proteção, o uso de filtro é obrigatório.

6.3.2.4. Quando houver a presença de partículas metálicas, o filtro deve dispor de elementos magnéticos para melhorar a filtragem.

6.3.2.5. A malha do filtro deve ser indicada pelo fornecedor, em função de indicações dos fabricantes de medidores de vazão, instrumentos, válvulas, provadores, densímetros e outros dispositivos que façam parte da EMED.

6.3.2.6. Sempre que o filtro for incluído, deve dispor de válvula de alívio (PSV) e deve ser instalado medidor de pressão diferencial (PDIT).

6.3.2.7. A perda de carga (pressão diferencial) recomendada para o selecionamento do diâmetro do filtro é 10 kPa (condição de cesto limpo). A perda de carga recomendada para limpeza do cesto é de 35 kPa

6.3.2.8. O fluxo deve ser interrompido imediatamente quando a perda de carga atingir 100 kPa para filtros até 4” e 70 kPa para os filtros maiores, sob o risco de rompimento do cesto

6.3.2.9. O filtro deve ser especificado de acordo com a ASME VIII e sua instalação deve atender à NR-13.

6.3.3. Válvula de Alívio

6.3.3.1. No trecho de medição, a válvula de alívio não deve ser instalada entre o medidor e o provador [18]. O local recomendado é a montante de medidor de vazão. No caso de uso de medidor de vazão que exija trecho reto, a válvula de alívio deve ficar a montante do trecho reto. A válvula de alívio deve ser posicionada de forma a não prejudicar a medição, mesmo que seja aberta durante um bombeio.

6.3.3.2. O retorno de válvulas de alívio não pode contornar o medidor, exceto quando houver termo de concordância entre as estações de envio e de recebimento, o que deve ser informado pela Transpetro ao Projeto.

6.3.3.3. A API STD 520 (Partes I e II) [31] [32] deve ser seguida no dimensionamento, seleção e instalação de válvulas de alívio.

6.3.4. Válvula de Controle

6.3.4.1. É necessário instalar válvula de controle a jusante do medidor quando o processo não conseguir garantir a pressão a jusante do medidor acima do mínimo estabelecido (Eq. 1 de 6.2.5.3) para evitar vaporização, ou quando for necessário ajustar a vazão na operação normal ou na calibração dos medidores.

6.3.4.2. A instalação de válvulas de controle pode ser por tramo ou por EMED.

6.3.4.3. A lógica de controle da pressão e da vazão a ser utilizada deve ser a de "*override*". A referência para a implementação é a ET-4000.00-5520-800-PTD-002 [72].

6.3.4.4. Para aplicação onde o próprio processo garante que a pressão mínima na saída do medidor encontra-se sempre acima do especificado no item 6.2.5.3 não há necessidade de implementação do controle override, sendo a função das válvulas de controle somente para controle de vazão durante o processo de calibração.

6.3.4.5. A velocidade de abertura e fechamento da válvula de controle deve ser controlada de forma a não prejudicar a integridade e o desempenho do medidor de vazão.

6.3.4.6. No caso de EMEDs com calibração em linha (provador fixo ou móvel), devem ser observados o disposto nos itens 8.1.2.4, 8.3.1.3.8 e a disposição da Figura 1 da ET-4000.00-6000-800-PTD-001.

6.3.4.7. A API RP 553 [34] é recomendação para seleção e especificação de válvulas de controle.

6.3.4.8. As válvulas de controle devem ser automáticas, com atuadores elétricos, conforme especificados na ET-4000.00-6000-834-PTD-001 [70]. Outra forma de acionamento das válvulas de controle somente será permitida mediante justificativa técnica e/ou formalização explícita da engenharia TRANSPETRO.

6.3.5.1.

6.3.5.2. Estando a entrada do provador conectada a mais de um tramo de medição, as válvulas de entrada do provador devem ser válvulas de duplo bloqueio e dreno.

6.3.5. Válvula de Duplo Bloqueio e Dreno

As válvulas que direcionam o escoamento para o provador nas calibrações dos medidores de vazão (as quais se não fossem estanques by-passariam o provador nas calibrações) devem ser válvulas de duplo bloqueio e dreno.

6.3.5.3. Válvulas que "bypassam" a EMED devem ser de duplo bloqueio e dreno ou devem ser utilizadas Figuras Oito, conforme Item 6.2.2.4.

6.3.5.4. As válvulas de duplo bloqueio devem ser instaladas de forma a permitir o teste de estanqueidade.

6.3.5.5. As válvulas de duplo bloqueio e dreno devem ser válvulas macho. Especificação diferente deve ser indicada ou aprovada pela Transpetro.

6.3.5.6. As válvulas de duplo bloqueio e dreno devem ser automáticas (com atuador elétrico), e os atuadores devem atender à ET-4000.00-6000-834-PTD-001 [76].

6.3.6. Válvula de Bloqueio Simples

6.3.6.1. As válvulas de bloqueio simples têm como objetivo principal a manutenção dos instrumentos e equipamentos, e devem ser manuais.

6.3.6.2. Não há necessidade de incluir uma válvula de bloqueio simples caso sua função possa ser realizada por outra válvula no processo.

6.3.6.3. No projeto deve ser avaliado o interesse em posicionar válvula de bloqueio simples para diminuir o volume drenado.

6.3.7. Válvula de Retenção

6.3.7.1. Quando passar diferentes produtos por uma EMED com mais de um tramo, deve ser avaliado o uso de válvulas de retenção para diminuir a possibilidade de contaminação.

6.3.7.2. Quando houver mais de uma EMED utilizando diretamente um mesmo provador, deve ser avaliado o uso de válvulas de retenção para diminuir a possibilidade de contaminação.

6.3.7.3. O uso de válvulas de retenção é, muitas vezes, função do arranjo das EMEDs e das exigências das especificações dos produtos, e deve passar por aprovação da Transpetro.

6.4. Medidor de Vazão

6.4.1. Requisitos Gerais

6.4.1.1. A calibração do medidor de vazão (volumétrico ou mássico) deve ser realizada contra um provador (padrão volumétrico) em conformidade com a API MPMS.

6.4.1.2. O medidor deve ter saída de pulso duplo (*dual pulse*), proporcional à vazão (volumétrica ou mássica), deve ser conectado diretamente ao computador de vazão e, quanto à fidelidade e segurança, deve apresentar nível de segurança B conforme a API MPMS 5.5 [15].

6.4.1.3. O projeto deve indicar a provável frequência de calibração dos medidores de vazão e da atualização dos *MF*s em função dos dados de processo e do modelo do medidor. Este item é crítico no caso de calibração com provador móvel. A Transpetro deve aprovar a frequência de calibração dos medidores de vazão e a variação máxima aceita para os *MF*s.

6.4.1.4. O projetista deve, com base em um procedimento aprovado pela Transpetro, mostrar na entrega, que as variações dos *MF*s se mantêm dentro do que foi especificado.

6.4.1.5. A seleção e instalação de dispositivos acessórios à EMED devem atender à API MPMS 5.4 [14].

6.4.1.6. O projeto deve levar em conta que os medidores bidirecionais para operar com exatidão nas duas direções devem ser calibrados nas duas direções.

6.4.1.7. Para todos os tipos de medidores de vazão, deve ser fornecido todo o hardware e software para diagnóstico do medidor, inclusive aqueles específicos para os medidores fornecidos permitindo um diagnóstico preciso por parte da equipe de manutenção.

6.4.1.8. A seleção do medidor de vazão deve ser feita levando-se em conta a exatidão especificada, o produto, a faixa de vazão, a faixa de pressão e temperatura,a perda de carga, possibilidades de calibração, menor custo de aquisição e manutenção do medidor e do sistema de medição, uniformização na Companhia.

6.4.1.9. Os medidores de vazão da EMED devem incluir ferramenta de diagnóstico integrada, e os dados de diagnóstico devem estar disponibilizados e acessíveis à Transpetro de forma que possam ser levados até a sala de controle pela infraestrutura que a Transpetro disponibilizar para esse fim.

6.4.1.10. Os dados de diagnóstico devem permitir o monitoramento *on-line* e o registro de histórico, eventos e alarmes, devendo chegar à sala de controle em condições de serem acompanhados e acessados pela Operação e Manutenção da Transpetro.

6.4.1.11. A ferramenta de diagnóstico integrada deve ser minimamente capaz de monitorar a instalação, os sensores e partes associadas, a eletrônica e a calibração, além de outras informações que possam acarretar em aumento da incerteza de medição.

6.4.2. Medidor Deslocamento Positivo

6.4.2.1. O medidor de deslocamento positivo pode ser utilizado em medição de petróleo, bunker e produtos viscosos em geral. Pode ser utilizado em medição de produtos claros, conforme particularidades do projeto em função do tipo de engrenagem.

6.4.2.2. Não deve ser utilizado em pressões elevadas, pois seu volume aumenta, o custo aumenta significativamente e é difícil de transportar.

6.4.2.3. O medidor de deslocamento positivo é sensível a variações na viscosidade do produto, sendo recomendada sua calibração para cada produto.

6.4.2.4. Os transmissores de pressão e temperatura devem ser instalados a jusante do medidor. Não há necessidade de trechos retos.

6.4.2.5. O fornecedor deve avaliar e informar à Transpetro sobre as possibilidades do medidor de deslocamento positivo travar em operação e obstruir a passagem do fluido, o que, apesar de ser um evento pouco provável, deve ser considerado no projeto e nos procedimentos de operação, em função da aplicação.

6.4.2.6. A instalação com medidor por deslocamento positivo deve seguir as recomendações da API MPMS 5.2.[12]

6.4.3. Medidor Turbina

6.4.3.1. A turbina convencional pode ser utilizada em medição de derivados claros e biocombustíveis. A turbina helicoidal pode ser utilizada em medição de petróleo, derivados e biocombustíveis

6.4.3.2. . Devido à sensibilidade do medidor turbina a variações na densidade ou na viscosidade do produto [13], é recomendável sua calibração para cada produto e especial atenção deve ser dada ao item 6.4.1.3.

6.4.3.3. Não pode haver a montante da turbina escoamento pulsante ou escoamento com vórtices ou qualquer característica que afete o perfil de velocidades.

6.4.3.4. O tramo de medição deve possuir trecho reto a montante, com comprimento maior ou igual a 10 D (incluindo retificador de escoamento) e, a

jusante, com comprimento igual a 5 D. Os transmissores de pressão e temperatura devem ser instalados imediatamente a jusante do trecho reto.

6.4.3.5. O retificador de escoamento deve ficar a montante do medidor de vazão, a uma distância igual ou maior que 5 D. O comprimento do retificador de escoamento deve ficar entre 2 D e 3 D.

6.4.3.6. A instalação do medidor do tipo turbina deve seguir as recomendações da API MPMS 5.3.[13]

6.4.4. Medidor Coriolis

6.4.4.1. O medidor coriolis pode ser utilizado na medição de petróleo, derivados ou biocombustíveis.

6.4.4.2. Seu desempenho tende a piorar com o aumento da viscosidade, da pressão ou da vazão, o que deve ser considerado pelo fornecedor nos projetos.

6.4.4.3. O fornecedor deve indicar a perda de carga nos medidores de vazão coriolis em função do produto, vazão e exatidão do medidor, para aprovação da Transpetro. Especial atenção deve ser dada às operações com produtos viscosos.

6.4.4.4. O fornecedor deve indicar a sensibilidade do medidor coriolis às variações na viscosidade (na faixa dos dados de processo) e informar a necessidade eventual de ajustes de zero e a necessidade de interrupção do escoamento, o que deve passar por aprovação da Transpetro.

6.4.4.5. O fornecedor deve indicar a sensibilidade do medidor coriolis às variações na densidade do fluido (na faixa dos dados de processo) e informar a necessidade de eventual ajuste de zero e a necessidade de interrupção do escoamento, o que deve passar por aprovação da Transpetro.

6.4.4.6. Os transmissores de pressão e temperatura devem ser instalados a jusante do medidor. Não há necessidade de trechos retos.

6.4.4.7. O medidor coriolis não deve ser instalado próximo de válvulas que irão abrir e fechar com regularidade, pois podem causar pulsação ou vibrações no escoamento e gerar medições incorretas.

6.4.4.8. O medidor coriolis não deve ser instalado em local que possa causar vibrações no medidor.

6.4.4.9. A instalação com medidor coriolis deve seguir as recomendações da API MPMS 5.6 [16].

6.4.5. Medidor Ultrassônico

6.4.5.1. O medidor ultrassônico pode ser utilizado na medição de petróleo, derivados ou biocombustíveis.

6.4.5.2. O medidor ultrassônico é indicado para sistemas de medição com vazões elevadas.

6.4.5.3. O medidor ultrassônico tem dificuldades na calibração. Uma opção é a calibração com provador e medidor mestre (padrão de transferência). Nesse caso, o medidor mestre deve atender a este Item 6.4. A utilização de medidor mestre deve passar por aprovação da Transpetro.

6.4.5.4. O medidor ultrassônico tem como vantagem a baixa perda de carga. É o medidor de vazão com menor perda de carga. Onde houver exigência de baixa perda de carga, deve ser utilizado o medidor ultrassônico.

6.4.5.5. O medidor ultrassônico é sensível a variações na densidade ou na viscosidade do produto, sendo recomendada sua calibração para cada produto. [17]

6.4.5.6. Devido à influência do perfil de velocidades no desempenho do medidor ultrassônico, não deve ser instalado, a montante do medidor, dispositivo que gere fluxo pulsante ou de outra forma afete o perfil de velocidades.

6.4.5.7. O tramo de medição deve possuir trecho reto a montante, com comprimento maior ou igual a 10 D (incluindo retificador de escoamento) e, a jusante, com comprimento igual a 5 D. Os transmissores de pressão e temperatura devem ser instalados imediatamente a jusante do trecho reto.

6.4.5.8. O retificador de escoamento deve ficar a montante do medidor de vazão, a uma distância igual ou maior que 5 D. O comprimento do retificador de escoamento deve ficar entre 2 D e 3 D.

6.4.5.9. A instalação do medidor ultrassônico deve seguir as recomendações da API MPMS 5.8 [17].

6.5. Outros Instrumentos e Dispositivos

6.5.1. Medição de Temperatura e Pressão

6.5.1.1. Devem ser instalados na EMED sensores para monitorar a temperatura e a pressão no medidor de vazão e no provador.

6.5.1.2. Os instrumentos de pressão e temperatura utilizados diretamente nas correções dos volumes devem ser indicadores e transmissores (PIT e TIT), para todos os sistemas de medição.

6.5.1.3. A medição de pressão e de temperatura, incluindo o poço de temperatura, deve atender à N-1882 [62].

6.5.1.4. O sensor de temperatura deve ser do tipo *resistance temperature detector* (RTD) [62].

6.5.1.5. A instalação dos transmissores de pressão e temperatura nos tramos de medição deve atender às recomendações da API MPMS 5, em função do tipo de medidor utilizado (deslocamento positivo [12], turbina [13], ultrassônicos [17] ou coriolis [16]). Deve também seguir a N-1882 [62].

6.5.1.6. Os sinais de pressão e temperatura (analógicos) devem ser enviados diretamente ao computador de vazão para correção automática do volume totalizado.

6.5.1.7. Deve ser prevista a instalação de PIT, TIT e TW a montante e a jusante do provador, o mais próximo possível do provador.

6.5.1.8. Se a temperatura a montante e a temperatura a jusante forem iguais, pode ser utilizado apenas um medidor de temperatura, mantendo a possibilidade de verificar a temperatura nos dois extremos do provador (na entrada e na saída) periodicamente. [19]

6.5.1.9. Se a diferença entre a temperatura no medidor e no provador gerar no fator *CTL* diferença menor ou igual a 0,0001, pode ser utilizado apenas um transmissor de temperatura entre o medidor e o provador. [9]

6.5.1.10. Se a diferença entre a pressão no medidor e no provador gerar no fator *CPL* diferença menor ou igual a 0,0001, pode ser utilizado apenas um transmissor de pressão entre o medidor e o provador. [9]

6.5.1.11. A pressão no provador deve ser monitorada na saída do provador se o medidor estiver instalado a jusante do provador e na entrada do provador se o medidor estiver a montante do provador. [9]

6.5.1.12. Para tramo de medição bidirecional, deve ser instalado instrumento de pressão e instrumento de temperatura a montante e a jusante do medidor de vazão. Para ambas as direções do escoamento, os instrumentos considerados nos cálculos e controle devem ser os instrumentos que estiverem a jusante do medidor de vazão. A Transpetro pode indicar que não tem interesse na inclusão do transmissor de temperatura que fica a jusante do medidor quando o escoamento estiver na direção que não for preferencial.

6.5.1.13. A EMED (para tramo uni ou bidirecional) deve dispor de acompanhamento contínuo da pressão a jusante do medidor de vazão, para atendimento ao item 6.2.5.1.

6.5.1.14. Para tramo bidirecional, se o medidor de vazão bidirecional exigir trecho reto, deve ser utilizado trecho reto com retificador de escoamento para as duas direções. As posições dos instrumentos, retificadores e medidores devem seguir às indicações da API MPMS e devem ter a aprovação da Transpetro.

6.5.1.15. Deve estar prevista a disponibilização da informação da perda de carga na EMED, podendo ser utilizados transmissores de pressão do processo ou da EMED. A Transpetro deve informar se há transmissores de pressão instalados disponíveis para essa função no processo.

6.5.1.16. Para as EMEDs com provador, fixo ou móvel, deve-se prever a instalação de transmissores de pressão e temperatura nas linhas de conexão com o provador, conforme ET-4000.00-6000-800-PTD-001. Além disso, deve ser prevista a instalação de manômetros para monitoramento da pressão em caso de desenergização da estação. Essas medidas visam garantir a segurança das pessoas e do ativo.

6.5.2. Densímetro

6.5.2.1. No caso de medidor de vazão coriolis, a saída de densidade deve apresentar desempenho que atenda ao especificado (itens 6.1.3.10 e 6.1.3.11) e ser utilizada para a medição de densidade. Não devem ser utilizados densímetros externos. Se houver uma necessidade específica de utilização de densímetro externo deve ter indicação ou aprovação da Transpetro.

6.5.2.2. Quando for utilizado densímetro dedicado, deve ser utilizado apenas um densímetro por EMED. Apenas nos casos em que não puder ser atingida a exatidão solicita ou exigida pelo INMETRO e ANP em função da aplicação, conforme indicado em 6.1.3.10 e 6.1.3.11, deve ser utilizado um densímetro por tramo, e deve ter indicação ou aprovação da Transpetro.

6.5.2.3. Havendo outra forma de obter a informação da densidade do produto com a exatidão especificada (itens 6.1.3.10 e 6.1.3.11), não há necessidade de instalação de densímetros. É necessária a indicação ou aprovação da Transpetro.

6.5.2.4. Em EMEDs com apenas um tramo ou quando forem instalados densímetros por tramo, o densímetro deve ser instalado a jusante dos transmissores de pressão e temperatura, a jusante do medidor de vazão (para a direção única ou direção preferencial do escoamento).

6.5.2.5. Se for utilizado um densímetro por EMED, o densímetro deve ficar a montante do header a montante dos tramos de medição e, nesse caso, devem ser instalados, logo a montante do densímetro, transmissores de pressão e temperatura (e poço de teste de temperatura) para serem utilizados na medição da pressão e temperatura relacionada com a densidade medida.

6.5.2.6. A instalação do densímetro entre o medidor de vazão e o provador não pode prejudicar a calibração dos medidores de vazão contra o provador.

6.5.2.7. O densímetro dedicado deve ser fornecido com seu circuito de amostragem e instrumentação associada. A amostragem deve ser por circulação forçada, através de bomba de acoplamento magnético. A Transpetro pode indicar ou aprovar outros métodos de amostragem.

6.5.2.8. Deve ser previsto isolamento térmico no densímetro e no circuito de amostragem.

6.5.2.9. Na medição de derivados e biocombustíveis, os densímetros devem ser calibrados com picnômetro e a EMED deve dispor de tomadas para picnômetro. Na medição de petróleo, a calibração não será por picnômetro.

6.5.2.10. A calibração da densidade do medidor Coriolis deve ser realizada antes da calibração do medidor de vazão mássica, para fins de conversão em vazão volumétrica.

6.5.2.11. A instalação, operação e calibração dos densímetros e do picnômetro devem seguir a API MPMS 9.4 [20].

6.5.3. Provador

6.5.3.1. O sistema de prova (e especificamente o provador) pode ser fixo ou móvel, o que, conforme item 6.1.1.10, deve ser indicado ou aprovado pela Transpetro. O sistema de prova (e especificamente o provador) fixo ou móvel deve seguir à API MPMS 4.2 [9].

6.5.3.2. O provador pode ser (a) convencional do tipo esfera (*ball-prover*) bidirecional; ou (b) compacto do tipo pistão unidirecional. O tipo de provador deve ter indicação ou aprovação da Transpetro.

6.5.3.3. A classe de pressão do provador e do sistema de prova deve atender à classe de pressão das EMEDs com medidores de vazão a serem por ele calibrados.

6.5.3.4. Em tramos bidirecionais, os medidores bidirecionais para operarem nas duas direções devem ser calibrados contra o provador nas duas direções.

6.5.3.5. Juntamente com a especificação do provador, deve ser avaliada a área existente. Para provador móvel, devem ser avaliados seus percursos e seu deslocamento interna e externamente à Transpetro, e a área disponível para seu estacionamento junto às EMEDs durante as calibrações. O deslocamento do provador móvel na Unidade deve passar por indicação ou aprovação da Transpetro.

6.5.3.6. O provador móvel deve ser entregue em carreta que possa ser transportada em caminhão entre Unidades e, nas Unidades, que possa ser rebocada por outros veículos. A carreta deve estar com emplacamento e licenciamento conforme legislação de reboque veicular em vigor. O fabricante do reboque deve possuir o CAT (certificado de adequação à legislação de trânsito) e o CCT (certificado de capacitação técnica).

6.5.3.7. Deve ser informada pela Transpetro, a variação máxima aceita entre *MF*s consecutivos (reprodutibilidade do *MF*) para a EMED. Este valor é determinado com base no risco financeiro e experiência da Empresa ou da Unidade. A prática indicada pela API MPMS 4.8 é um valor entre 0,10% e 0,50% [11]. Se nada for informado pela Transpetro, considerar 0,50%. Este valor é determinante para especificar o medidor de vazão e avaliar a possibilidade de utilizar um provador móvel.

6.5.3.8. Para especificar um provador móvel, deve ser considerada existência de provadores móveis disponíveis na Transpetro. Também devem ser considerados EMEDs em projeto que possam compartilhar um mesmo provador móvel.

6.5.3.9. Caso seja utilizado um provador móvel existente, a definição do diâmetro dos medidores de vazão e do número de tramos de medição deve considerar a especificação deste provador.

6.5.3.10. O provador, fixo ou móvel, pode ser um provador convencional (que acumula 10.000 pulsos) ou um provador compacto (*small volume provers*, pela denominação da API, que acumula menos de 10.000 pulsos e usa de técnicas de interpolação).

6.5.3.11. Quando for utilizado provador compacto, o computador de vazão deve possuir capacidade de calibrar os medidores de vazão pelo método de dupla cronometria.

6.5.3.12. O sistema de prova móvel deve incluir suas conexões e válvula de dreno para drenagem destas.

6.5.3.13. Sistema de prova móvel deve dispor de filtro a montante do provador.

6.5.3.14. Sistema de prova móvel deve dispor de tomada para área classificada para alimentação dos dispositivos. O conector de sinais para o computador de vazão também deve ter especificação para área classificada.

6.5.3.15. O uso de medidor padrão de transferência (mestre) exige justificativa e indicação ou aprovação da Transpetro, e deve necessariamente incluir a atuação direta de provador em cada calibração do medidor da EMED, ou seja, não elimina a necessidade de provador. O medidor padrão de transferência deve atender à API MPMS 4.5 [10].

6.5.3.16. Para a EMED com provador móvel entrar em operação, o provador precisa ser utilizado em bateladas seguidas, para coleta de dados e avaliação estatística dos resultados.

6.5.3.17. O sistema de calibração móvel não precisa dispor de computador de vazão, caso o computador de vazão da EMED tenha esta capacidade, conforme descrito no Item 6.5.4.10.

6.5.4. Computador de Vazão

6.5.4.1. O computador de vazão a ser utilizado nas EMEDs deve possuir aprovação de modelo do INMETRO.

6.5.4.2. O computador de vazão deve receber os sinais dos medidores de vazão e dos instrumentos de pressão, temperatura e densidade, e corrigir as vazões e volumes para a condição de base (Item 5.5).

6.5.4.3. O computador de vazão deve atender à API MPMS 21.2 [29].

6.5.4.4. Os projetos devem buscar um número mínimo de computadores de vazão, utilizando a capacidade destes dispositivos de processar informação de vários tramos de medição, podendo utilizar um único computador de vazão para um ou mais sistemas de medição.

6.5.4.5. O computador de vazão deve disponibilizar os relatórios das bateladas, das calibrações, das configurações e do histórico de eventos seguindo o API MPMS 21.2 [29].

6.5.4.6. O *audit trail* pode consistir em um único registro ou múltiplos registros, deve seguir a API MPMS 21.2 [29] e disponibilizar os registros na forma eletrônica e impressa.

6.5.4.7. O computador de vazão deve ser instalado em área abrigada, em painel contendo os bornes para ligação em campo, disjuntor, fusíveis, CLP, conversores, etc.

6.5.4.8. O computador de vazão deve ser alimentado por fonte de alimentação ininterrupta.

6.5.4.9. Quando a EMED incluir provador compacto, o computador de vazão deve possuir a capacidade de calibrar os medidores de vazão pelo método de dupla cronometria.

6.5.4.10. Nas EMEDs com provador móvel, o computador de vazão deve ter capacidade e estar configurado para a calibração dos medidores de vazão contra

o provador móvel especificado, de forma que o sistema de prova não precise dispor de computador de vazão próprio.

6.6. Infraestrutura

6.6.1. Abrigo

6.6.1.1. Equipamentos elétricos e de automação, como painéis de CLP e computador de vazão, *switches*, *nobreaks*, transformadores (480V-200V), quadros de distribuição (480V-200V), alimentação das válvulas, do *nobreak*, do provador, da iluminação e das demais cargas da EMED devem ser instalados dentro de abrigo fora da área classificada.

6.6.1.2. Caso a distância justifique, quadros de distribuição podem ser instalados fora do abrigo, tomando-se os cuidados para instalação em área classificada.

6.6.1.3. O abrigo pode ser de alvenaria ou em contêiner de aço, e pode ser existente ou fornecido. O tipo de abrigo e o uso de abrigo existente devem ser indicados ou aprovados pela Transpetro.

6.6.1.4. Quando especificado, deve fazer parte do projeto e fornecimento da EMED, o fornecimento de contêiner para abrigar o painel do CLP e computador de vazão, fonte de alimentação ininterrupta e demais equipamentos especificados.

6.6.1.5. O contêiner deverá ser instalado próximo à EMED, fora da área classificada.

6.6.1.6. O contêiner deve ser estanque, adequado à instalação e ao tempo e resistente a intempéries, deve dispor de ar condicionado, iluminação, porta com fechadura e barra antipânico.

6.6.1.7. O contêiner deve ser provido de sistema de alarme de incêndio, minimamente composto de detector de fumaça conectado ao CLP para alarme a ser configurado no sistema de supervisão e controle.

6.6.1.8. Deve ser prevista a instalação de detectores de hidrocarbonetos conforme critérios da N-2914 e indicação de análise de risco do local da instalação.

6.6.1.9. A instalação de detectores no contêiner de elétrica e automação deve seguir os critérios da norma N-2914, com envio de sinais para a sala de controle local.

6.6.1.10. O contêiner deve dispor de tratamento anticorrosivo, isolamento térmico e olhais para içamento e transporte.

6.6.1.11. A pintura do contêiner deve ser branca ou alumínio, com tinta de fundo em epóxi e tinta de acabamento com proteção UV. Deve atender às normas N-1550 [58] e N-1021 [55].

6.6.1.12. O teto do contêiner deve impedir o acúmulo de água.

6.6.1.13. O contêiner deve ter entrada de cabos de elétrica e instrumentação, com passa-cabos com vedação para água.

6.6.1.14. O contêiner deve dispor de sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA) conforme a NBR 5421 [1], malha de aterramento interna e ponto de aterramento.

6.6.1.15. O abrigo deve ter acesso suficiente para entrada dos painéis.

6.6.2. Automação

6.6.2.1. O projeto da EMED deve definir a arquitetura do sistema, a automação e os materiais e serviços necessários para fornecimento, instalação, interligação, integração e testes dos instrumentos que compõem a EMED. Uma arquitetura típica é mostrada na Figura 1. A comunicação entre CLP e Computador de vazão pode ser realizada através de modbus TCP, ethernet TCP/IP ou outro protocolo mais adequado.

6.6.2.2. Para a rede Profibus deve ser prevista segmentos distintos de rede por tramo para aumento da disponibilidade operacional, utilizando-se dispositivos como *Profihubs/Profiswitches*.

6.6.2.3. A rede Profibus deve ser implementada de forma a garantir a possibilidade de desconexão a quente dos elementos que a compõe, através de dispositivos que não interfiram na impedância da rede que, eventualmente, possam causar mau funcionamento ou indisponibilidade do segmento de rede. Estes dispositivos devem ser adequados à classificação de área das instalações.

6.6.2.4. Caso o projeto ou fornecimento do encaminhamento de instrumentação do *skid* até o abrigo e do abrigo até a sala de automação do Terminal seja fornecido por terceiros, o fornecedor da EMED deve indicar os requisitos mínimos para este encaminhamento.

6.6.2.5. A EMED deve ser controlada por computador de vazão e CLP específico, que devem ser instalados em um mesmo painel, fora da área classificada.

6.6.2.6. O computador de vazão deve receber os dados de medição e do provador, e fornecer saída de dados para integração com o CLP. Os sinais de monitoração do *status* de aberto/fechado das válvulas do manifold, para EMEDs instalados em dutos bidirecionais, devem ser interligados ao computador de vazão.

6.6.2.7. O CLP deve monitorar e controlar as válvulas de alinhamento dos tramos de medição, do provador e do *manifold*, além de fazer a interface entre os dados de diagnóstico provenientes do medidor de vazão, do densímetro, do *nobreak* (UPS) e do computador de vazão para a rede de CLPs existente.

6.6.2.8. O CLP também deve fazer a leitura dos instrumentos que não são interligados ao computador de vazão, como os transmissores de pressão diferencial dos filtros e eventuais sensores de fogo e gás e de fumaça, e demais instrumentos que não forem ligados ao computador de vazão.

6.6.2.9. A alimentação dos instrumentos em 24VDC deve vir de fonte no painel do CLP.

6.6.2.10. Os sistemas de medição devem ser integrados ao CNCL através do CLP da EMED.

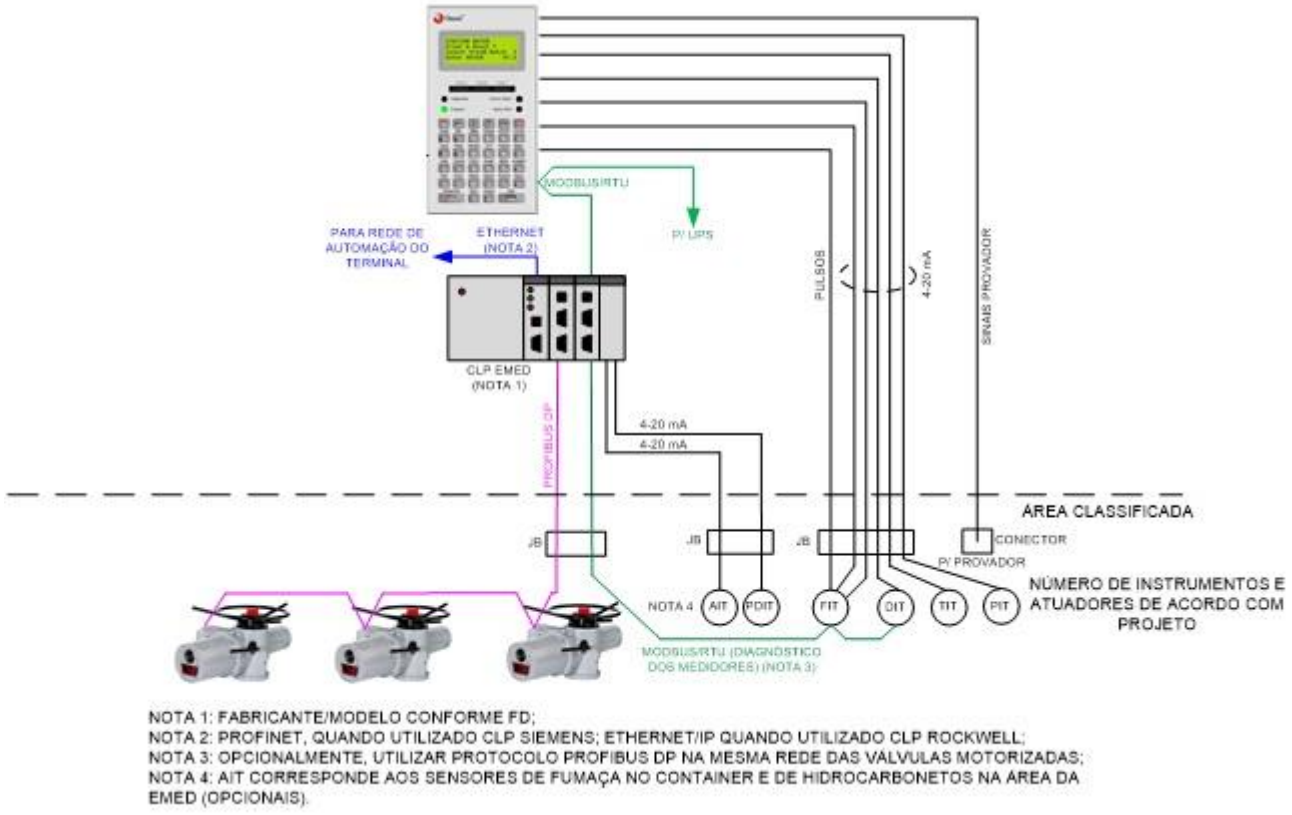

Figura 1: Arquitetura Básica Típica para um Sistema de Medição

6.6.2.11. Deve ser fornecido conector em área classificada para ligação dos sinais do provador ao computador de vazão.

6.6.2.12. As caixas de junção devem ser instaladas em uma única localização, na área da EMED.

6.6.2.13. Recomenda-se a utilização de um CLP dedicado para a EMED. Pode-se utilizar CLP existente com slots vagos, sendo necessária somente a integração da EMED com o mesmo. Para este último caso, é necessária a indicação ou aprovação da Transpetro

6.6.2.14. O fornecedor deve submeter à Transpetro, para aprovação, a lista de comunicação entre computador de vazão / PLC / supervisório. A lista de comunicação deve incluir: identificação da variável, endereço Modbus, tipo de variável (digital/analógica) e direção (p.ex., do computador de vazão para o CLP, ou do CLP para o computador de vazão).

6.6.3. Elétrica

6.6.3.1. Os seguintes itens devem fazer parte do projeto e fornecimento da EMED:

a) Quadros de distribuição para alimentação dos atuadores das válvulas, do provador e de demais cargas da EMED;

b) Iluminação e ar condicionado do contêiner, quando este fizer parte do fornecimento.

c) Projeto do Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA) e de aterramento, tanto do *skid* como do contêiner, incluindo Memória de Cálculo do SPDA, Plantas, Corte e Detalhes do SPDA / Volume de Proteção.

6.6.3.2. Os seguintes itens devem fazer parte do projeto e fornecimento da EMED quando especificados em folha de dados:

a) Transformador de 440 V-220 V (ou 480 V-220 V), a ser localizado dentro do contêiner ou outro abrigo, que irá prover a alimentação de todo o sistema;

b) Fonte de alimentação ininterrupta (UPS) dimensionada para suportar minimamente os painéis dos CLPs, computadores de vazão e a instrumentação do *skid* (exceto atuadores das válvulas motorizadas), por um período mínimo de 120 minutos.

6.6.3.3. Quadros de distribuição podem ser instalados dentro do contêiner ou junto ao *skid* da EMED. A Transpetro deve informar ou aprovar o local de instalação do quadro de distribuição.

6.6.3.4. Deve ser fornecida tomada em área classificada para alimentação do provador.

6.6.3.5. Caso o projeto e fornecimento do encaminhamento elétrico do *skid* até o abrigo e do abrigo até a subestação seja fornecido por terceiros, o fornecedor da EMED deve indicar os requisitos mínimos para este encaminhamento.

6.6.3.6. Os projetos de eletricidade devem atender à N-2040 [65].

6.6.3.7. Todos os equipamentos elétricos, eletrodutos e estruturas metálicas devem ser aterrados, interligados à Malha de Aterramento Geral.

6.6.4. Sistema de Combate a Incêndio

6.6.4.1. A proteção contra incêndio da área de cada EMED, em função da possibilidade de incêndio em poça, deve contemplar a aplicação de espuma através de sistemas fixos, semifixos ou móveis de LGE, a partir de dois pontos distintos, conforme indicado nas normas N-1203, ABNT NBR 12615 e legislação do corpo de bombeiros local.

6.6.4.2. No caso de instalação de EMED dentro de uma área já operacional, deve ser verificado se o sistema de combate a incêndio existente atenderá também às novas instalações ou se precisará ser complementado, para atendimento às normas vigentes.

6.7. Emissão de Relatórios

6.7.1. A EMED deve emitir o Relatório de Batelada, o Relatório Instantâneo e o Relatório de Prova. Exemplos destes relatórios estão listados, na Figura 2, Figura 3 e Figura 4, respectivamente.

BATCH REPORT

TRANSPETRO
LOCAL
RELATÓRIO DE BATELADA

Data: Hora: Computador N°:
Produto: Tabela:
Hora Inicio da Batelada: Hora Fim da Batelada:
ID da Batelada:

Tramo de Medição:	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	Total
Volume Ambiente m^3				
Volume Corrigido m^3				
Massa Batelada Ton				
Acumulado Amb. m^3				
Acumulado Cor. m^3				
Acumulado Massa Ton				

Valores Médios da Batelada
Temperatura °C
Pressão kgf/cm^2
Densidade kg/m^3
Densidade 20°C kg/m^3
CTL
CPL
Fator do Medidor
Fator K pulsos/m^3
MF usado no Vol.Corr.

Figura 2: Exemplo de Relatório de Batelada (*Batch Report*).

SNAPSHOT REPORT

TRANSPETRO
LOCAL
RELATÓRIO INSTANTÂNEO

Data: Hora: Computador N°:
Produto: Tabela:
Hora Inicio da Batelada: Hora Fim da Batelada:
ID da Batelada:

Tramo de Medição:	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	Total
Vazão Ambiente m^3/h				
Vazão Corrigida m^3/h				
Vazão Mássica ton/h				
Diário Ambiente m^3				
Diário Corrigido m^3				
Diário Massa Ton				
Batelada Ambiente m^3				
Batelada Corrigido m^3				
Batelada Massa Ton				
Acumulado Amb. m^3				
Acumulado Cor. m^3				
Acumulado Massa Ton				
Temperatura °C				
Pressão kgf/cm^2				
Densidade kg/m^3				
Fator Corr. Dens.				
Densidade 20°C kg/m^3				
CTL				
CPL				
Fator do Medidor				
MF usado no Vol.Corr.				

Figura 3: Exemplo de Relatório Instantâneo (*Snaphot Report*).

PROVE REPORT

TRANSPETRO
RELATÓRIO DE PROVA Computador N°:

Data: Hora: Relatório N°:
Local / EMED:

Dados do Provador
Diâmetro: Espess. Parede: Mod. Elast
Expansão térmica: Tabela selecionada: Produto:
Coeficiente Invar:

Dados do Medidor:
N° de Série: Tag do Medidor: Fator K pulsos/m³:
Tamanho do Medidor: Modelo:

MF Anterior: @vazão de: Data: Hora:

Dados das Corridas Consecutivas:

Run	Pulsos Forward Total	Temperatura Prover Meter	Pressãokgf/cm²Prover Meter	Vazão m3/h	Dens. @20°C	Frequencia Hz
1						
2						
3						
4						
5						

Médias:
Fator K médio pulsos/m³:
Repetibilidade entre corridas:

Cálculo do Volume do Provador:
Volume Base do Provador, m³:
Fator de Correção da Temperatura no Aço (CTSP)
Fator de Correção da Pressão no Aço (CPSP)
Fator de Correção da Temperatura no Líquido (CTLP)
Fator de Correção da Pressão no Líquido (CPLP)/
Fator de Correção Combinado (CCF)
Volume Corrigido do Provador m³

Cálculo do Volume do Medidor:
Volume Medido, m³
Fator de Correção da Temperatura no Líquido (CTLM)
Fator de Correção da Pressão no Líquido (CPLM)
Fator de Correção Combinado (CCF)
Volume Corrigido do Medidor m³

Cálculo do Fator do Medidor
Fator do Medidor (MF):
Fator K (calculado) pulsos/m³
Desvio do MF calculado com o MF em uso (%)

Assinatura: Data: Companhia:

Figura 4: Exemplo de Relatório de Prova (*Prove Report*).

6.8. Recebimento e Documentação

6.8.1. Recebimento da EMED

6.8.1.1. A EMED deve passar pelo teste de aceitação de fábrica (TAF) e pelo teste de aceitação em campo (TAC), o que é responsabilidade do Fornecedor da EMED.

6.8.1.2. Os procedimentos para a realização do TAC e do TAF devem ser elaborados pelo fornecedor, seguindo minimamente o PE-2IND-00037 [68] e o PE-2IND-00038 [69], e enviados para aprovação pela Transpetro em tempo para a análise dos documentos e possíveis comentários antes da realização dos testes.

6.8.1.3. No campo, a EMED deve ser validada seguindo o PE-1PBR-00428 [67] e documento complementar elaborado pelo fornecedor. O documento complementar deve incluir as especificidades de projeto, a fim de garantir uma validação completa da EMED. A validação da EMED é de responsabilidade do fornecedor da EMED.

6.8.1.4. O fornecedor da EMED deve providenciar e ser responsável pela Verificação do Inicial junto ao INMETRO e, a EMED para ser entregue à Transpetro sem pendências. A verificação inicial deve incluir o computador de vazão especificado, configurado para a operação, e deve ter a participação direta da Transpetro.

6.8.1.5. No TAC, no TAF e na Verificação Inicial da EMED, deve ser utilizado o provador (sistema de prova) que tiver sido especificado no projeto (em especificação técnica ou folha de dados). Casos excepcionais devem que passar por aprovação da Transpetro.

6.8.1.6. O fornecedor da EMED deve submeter à aprovação da Transpetro, seu plano de treinamento dos técnicos da Operação, Manutenção e Projetos da Transpetro. O treinamento deve capacitar a Transpetro a atuar no TAC, no TAF, na validação da EMED e na Verificação Inicial e, após a entrega da EMED, na Operação e na Manutenção relativas à EMED.

6.8.1.7. O fornecedor deve entregar os procedimentos de operação e manutenção para a EMED operar com a exatidão especificada, indicando as ações previstas para serem executadas pela Transpetro e ações de terceiros.

6.8.1.8. Antes da Verificação Inicial da EMED, o computador de vazão deve passar por teste específico comprovando a correção dos cálculos com a exatidão especificada. Esta comprovação dos cálculos pode fazer parte do TAC ou da validação da EMED.

6.8.1.9. O fornecedor da EMED deve entregar à Transpetro a planilha de estimativa da incerteza expandida de medição da EMED. A planilha deve ser elaborada

conforme os procedimentos estabelecidos pelo INMETRO, e deve ser utilizada na Verificação Inicial da EMED.

6.8.1.10. Na verificação inicial, a incerteza expandida das medições utilizadas na determinação dos erros nas indicações do volume ou massa deve ser inferior a um terço do erro máximo admissível. [39]É de responsabilidade do fornecedor e faz parte da aceitação da EMED a comprovação de que o desempenho geral da EMED atende aos requisitos de transferência de custódia indicados pela API, INMETRO e ANP. A comprovação do desempenho da EMED inclui: mostrar a calibração dos medidores de vazão (contra o provador especificado ou indicado) e a calibração do densímetro contra o picnômetro (ou outro padrão especificado ou indicado); comprovar a repetibilidade dos medidores de vazão; a exatidão nos cálculos do *MF* e da correção de pressão e temperatura; mostrar a emissão de relatórios de calibração e de batelada; e, quando for o caso, mostrar a identificação das interfaces.

6.8.1.11. O fornecedor deve entregar a EMED com a liberação para o uso do INMETRO e ANP.

6.8.1.12. Toda a infraestrutura, incluindo elétrica, computador de vazão e CLPs, deve ser entregue instalada e operacional.

6.8.1.13. A entrega da EMED pelo fornecedor à Transpetro deve incluir a entrega de todo o material e serviços descritos nesta ET e, em especial, no presente item.

6.8.2. Documentação Técnica

6.8.2.1. Deve ser fornecida a documentação necessária para aquisição, montagem, instalação e operação em conformidade com a norma PETROBRAS N-1883 [63], N-2040 [65] e N-1692 [59].

6.8.2.2. Os documentos de projeto devem seguir a N-0381 [53], a N-1710 [60], com os símbolos de acordo com a ISA 5.1 [8] e a N-0058 [50].

6.8.2.3. O idioma oficial é o Português (Brasil).

6.8.2.4. Lista mínima de documentos a serem entregues:

a) Lista de documentos.

b) Projeto básico e projeto executivo da EMED completa.

c) Certificados INMETRO de aprovação de modelo dos medidores de vazão e dos computadores de vazão.

d) Certificados INMETRO de aprovação de modelo dos Sistemas de Medição.

e) Certificado RBC/INMETRO de calibração dos medidores de vazão e instrumentos de medição de pressão, temperatura e densidade, comprovando o desempenho especificado e atendendo à necessidade de verificação inicial.

f) Certificado RBC/INMETRO de calibração das entradas analógicas do computador de vazão.

g) Certificado de Calibração e Registro do Teste de estanqueidade do provador.

h) Certificado dos equipamentos elétricos, instrumentos e materiais para operar com atmosfera explosiva.

i) Desenhos dimensionais dos tramos de medição, incluindo retificadores de escoamento.

j) Arquitetura do sistema de automação.

k) Diagrama de interligação do sistema de automação e dos equipamentos e instrumentos dos sistemas de medição.

l) Especificações e Folhas de Dados dos medidores de vazão, pressão, temperatura e densidade, computador de vazão, provador, válvulas, filtros e demais dispositivos auxiliares e acessórios, descrevendo as condições mínima, nominal e máxima.

m) Fluxograma de Engenharia da EMED, mostrando todas as tubulações, medidores de vazão, instrumentos de pressão, temperatura e densidade, computador de vazão, provador e demais dispositivos auxiliares e acessórios instalados, bem como suas interligações às unidades e sistemas

n) Planta de Tubulação da EMED.

o) Memória de Cálculo detalhada com o dimensionamento dos medidores de vazão, número de tramos de medição, dimensionamento de válvulas e perdas de carga.

p) Memória de Cálculo detalhada das incertezas de medição para as EMEDs, seguindo procedimentos estabelecidos como o INMETRO/JCGM 100/2008 [37], e a ISO 5168 [44].

q) Manual de Operação e Manutenção com os procedimentos operacionais e de calibração, funcionamento dos sistemas de medição e sistemas de automação, com os modelos de relatórios e telas básicas da IHM de medição.

r) Memorial Descritivo dos sistemas de automação com a arquitetura de automação, descritivos de redes, principais equipamentos e softwares, comprovando a integridade e inviolabilidade dos dados de medição.

s) Memorial Descritivo dos sistemas de medição, incluindo a descrição dos instrumentos, equipamentos e sistemas de calibração.

t) Memorial Descritivo das malhas de controle e intertravamentos, com todos os sequenciamentos para os alinhamentos de calibração e operação da EMED;

u) Memorial de cálculo de drenagem, com o dimensionamento do sistema.

v) Planta de drenagem com a representação das interligações aos sistemas de drenagem.

w) Memorial descritivo de drenagem.

x) Planta de segurança com a localização dos equipamentos de segurança e combate a incêndio.

y) Memorial de cálculo de segurança e combate a incêndio.

z) Memorial descritivo de segurança.

aa) Especificação e Plantas do Contêiner.

bb) Lista de Comunicação (6.6.2.14).

cc) Lista de cargas elétricas.

dd) Diagramas de interligação e de malhas.

ee) Diagramas unifilares e trifilares.

ff) Procedimentos de condicionamento e testes (incluindo o TAC e o TAF), e planos de inspeção.

gg) Certificado de conformidade do conjunto de equipamentos pré-moldados (*skid*), do Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade (SBAC) conhecido como Certificado INMETRO, atendendo à ABNT NBR IEC 60079-46 [5].

hh) Cronograma de fornecimento.

ii) Fluxograma de processo

jj) Memória de cálculo de tensões e deslocamentos (flexibilidade)

6.8.2.5. O projeto conceitual ou básico da EMED deve ter como uma de suas finalidades seu encaminhamento à ANP, como documentos que integram o pedido da AC (Autorização de Construção), exigidos pela Resolução ANP 052/2015 [7].

6.8.2.6. O fornecedor deve produzir toda a documentação para a certificação da EMED, incluindo aprovação de modelo e autorização do INMETRO para uso da EMED.