

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA		Nº	ET-3000.00-1500-813-PEK-003		REV.	C
	PROGRAMA	MEDIÇÃO MULTIFÁSICA SUBMARINA			FOLHA	17	de 17
	TÍTULO	MEDIDOR MULTIFÁSICO SUBMARINO DE VAZÃO			PUBLICO GESTOR: SUB/ES/EECE/ECE		
ÍNDICE							
1	INTRODUÇÃO.....						3
2	REQUISITOS FUNCIONAIS.....						6
3	REQUISITOS DE SEGURANÇA E REGULATÓRIOS						8
4	COMPUTADOR DE VAZÃO						10
5	PVT E DADOS DOS FLUIDOS.....						11
6	REQUISITOS DE PROJETO						11
7	REQUISITOS DE INTEGRAÇÃO NO SISTEMA DE CONTROLE						12
8	FACTORY ACCEPTANCE TEST (FAT)						13
9	QUALIFICAÇÃO						15
10	DOCUMENTAÇÃO						15
ANEXO A. 17							
MODELO DE TABELA COM OS DADOS DE ENTRADA PARA DIMENSIONAMENTO DO MEDIDOR DE VAZÃO						17	

 PETROBRAS	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA		Nº	ET-3000.00-1500-813-PEK-003				REV.	C
	PROGRAMA	MEDIÇÃO MULTIFÁSICA SUBMARINA				FOLHA	17	de	17
	TÍTULO	MEDIDOR MULTIFÁSICO SUBMARINO DE VAZÃO				PUBLICO			
						GESTOR: SUB/ES/EECE/ECE			

1 INTRODUÇÃO

Este documento define os requisitos a serem atendidos para o fornecimento de medidores submarinos de vazão de fluidos multifásicos, destinados à medição da produção de óleo, gás e água proveniente dos poços. Esta especificação abrange tanto Medidor de Vazão de Fluido Multifásico (*Multiphase Flow Meter – MPFM*) quanto Medidor de Vazão de Gás Úmido (*Wet Gas Flow Meter – WGFM*).

1.1 Referências e Normas Aplicáveis

1.1.1 Normas e Referências Aplicáveis

É apresentada, a seguir, a lista de normas e referências aplicáveis.

[1] API Spec 6A:2010	Specification for Wellhead and Christmas Tree Equipment
[2] API Spec 17D:2011	Design and Operation of Subsea Production Systems — Subsea Wellhead and Tree Equipment
[3] API Spec 17F:2017	Standard for Subsea Production Control Systems
[4] API Spec 20.3:2013	Measurement of Multiphase Flow
[5] VIM 2012	Vocabulário Internacional de Metrologia: Conceitos fundamentais e gerais e termos associados (VIM 2012). Duque de Caxias, RJ : INMETRO, 2012.
[6] ET-3000.00-1500-813-PEK-004 Rev. 0	Qualificação de Medidor Submarino de Vazão de Fluido Multifásico
[7] API RP 17S:2015	Recommended Practice for the Design, Testing, and Operation of Subsea Multiphase Flow Meters
[8] RESOLUÇÃO CONJUNTA ANP/INMETRO Nº. 1, DE 10 DE JUNHO DE 2013.	Regulamento Técnico de Medição de Petróleo e Gás Natural.
[9] RESOLUÇÃO ANP Nº 44, DE 15.10.2015 - DOU 16.10.2015	Regulamento Técnico de Medição de Fluido Multifásico para Apropriação de Petróleo, Gás Natural e Água
[10] CNEN NN 3.01	Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica

1.2 Siglas, Definições e Convenções

1.2.1 Siglas

FAT	<i>Factory Acceptance Test</i>
-----	--------------------------------

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA		Nº	ET-3000.00-1500-813-PEK-003		REV.	C		
	PROGRAMA	MEDIÇÃO MULTIFÁSICA SUBMARINA				FOLHA	17	de	17
	TÍTULO	MEDIDOR MULTIFÁSICO SUBMARINO DE VAZÃO				PUBLICO			
					GESTOR: SUB/ES/EECE/ECE				

GLR	Gas-liquid ratio – Consiste na razão entre a vazão volumétrica de gás e a vazão volumétrica de líquido na Condição Local.
GOR	Gas-oil ratio – Consiste na razão entre a vazão volumétrica de gás e a vazão volumétrica de óleo nas Condições de Referência.
GVF	Gas Volume Fraction – Consiste na razão entre a vazão volumétrica de gás e a vazão volumétrica total (multifásica), ambos em Condição Local.
MPFM	Medidor de Vazão de Fluido Multifásico (Multiphase Flow Meter) – Instrumento capaz de medir a vazão das Fases óleo, gás e água, de um escoamento multifásico, sem a necessidade de realizar separação das Fases.
PSL	Product Specification Level, conforme definições da API Spec 17D:2011 [2]
PVT	Consiste em dados que descrevem o fluido e o comportamento de suas respectivas Fases em relação às variáveis pressão, volume e temperatura, para correção da vazão volumétrica para as condições de referência.
ROV	Remote Operated Vehicle
RWP	Rated Working Pressure, conforme definições da API Spec 17D:2011 [2]
TPT	Transmissor de Pressão e Temperatura
WGFM	Medidor de Vazão de Gás Úmido (Wet Gas Flow Meter) – classe de MPFM projetado especificamente para medir escoamentos multifásicos cujo parâmetro de Lockhart-Martinelli, avaliado em Condição Local, é igual ou inferior a 0,3: $X_{LM} = \frac{\dot{m}_l}{\dot{m}_g} \sqrt{\frac{\rho_g}{\rho_l}} \leq 0,3$ Onde X_{LM} é o parâmetro de Lockhart-Martinelli, $\dot{m}_l$ e $\dot{m}_g$ é a vazão mássica de líquido e gás, respectivamente, e ρ_l e ρ_g é a massa específica de líquido e gás, respectivamente.
WLR	Water Liquid Ratio – razão entre volume de água e volume de líquido. Este valor deve ser referenciado ou na Condição Local ou nas Condições de Referência.

1.2.2 Definições

Black Oil	Modelo de propriedades de fluido, baseado em correlações empíricas, usado para correção da vazão volumétrica para condições de referência. Este é um modelo simplificado, tomando como base o comportamento de um óleo padrão não volátil, com relação à pressão, volume e temperatura.
CERTIFICADO DE QUALIFICAÇÃO	Documento no qual uma CERTIFICADORA atesta que determinado componente / produto teve seu processo de QUALIFICAÇÃO concluído com êxito.
CERTIFICADORA	Organismo de Certificação de Produto
Classe de Temperatura	Conforme definições da Tabela 2 da API Spec 6A:2010 [1].

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA		Nº	ET-3000.00-1500-813-PEK-003		REV.	C		
	PROGRAMA	MEDIÇÃO MULTIFÁSICA SUBMARINA				FOLHA	17	de	17
	TÍTULO	MEDIDOR MULTIFÁSICO SUBMARINO DE VAZÃO				PUBLICO			
					GESTOR: SUB/ES/EECE/ECE				
Computador de Vazão	Equipamento que calcula a vazão tendo como dados de entrada as propriedades do fluido e medições de pressão, temperatura, os <i>Hold-ups</i> das Fases e pressão diferencial no elemento primário.								
Condições de Referência	20°C e 101,325 kPa abs.								
Condição Local	Refere-se às variáveis ou propriedades termodinâmicas nas condições de pressão e temperatura que o medidor de vazão está operando.								
CONTRATADA	Empresa responsável por fornecer o medidor de vazão, bem como responsável por atender todos os requisitos desta especificação técnica.								
Dados de PVT Customizados	Um conjunto de dados de PVT para o modelo de um fluido de um poço específico. Na prática, é um conjunto de planilhas, equações ou coeficiente polinomiais das propriedades do fluido, no qual, para cada propriedade, suas variações são listadas com relação aos ranges de pressão e temperatura (e.g.: variação de densidade com relação à pressão e temperatura).								
Deve (e suas conjugações)	Caracteriza um requisito mandatório.								
Elemento Primário	É a restrição ao fluxo, que gera uma pressão diferencial.								
Fase	Para efeitos desta especificação, Fase se refere aos fluidos que compõem o escoamento multifásico: Fase óleo, Fase água e Fase gás.								
<i>Hold-up</i> da Fase	Percentual da área de seção reta do duto, no local de instalação do medidor multifásico, ocupado por uma determinada Fase.								
Medidor de Vazão	MPFM ou WGFM.								
Modo EOS	Modo de configuração PVT do MPFM, no qual o software PVT está integrado com o computador de vazão do MPFM.								
Modo Table Look up	Modo de configuração PVT do MPFM, no qual um software PVT externo é usado para criar tabelas com propriedades dos fluidos para ser configurado no MPFM.								
Pressão Estática	É o valor da pressão absoluta interna (fluido) à montante do Elemento Primário.								
QUALIFICAÇÃO	Processo no qual o projeto de um componente / produto é validado através de verificação de desempenho em um protótipo. O protótipo necessita ter características de materiais e fabricação idênticas ao do componente / produto a ser fabricado em série.								
<i>Range</i>	Faixa dos valores que o objeto da medição pode assumir (ex.: <i>Range</i> de temperatura: de -18°C a 121°C).								
Transmissor	Conjunto do elemento sensor e eletrônica que interpreta, determina a medida e provê a interface de saída ou comunicação de dados.								
Valor Nominal de uma Variável	Valor da variável mais provável de ocorrer (vazão, pressão e temperatura).								

 PETROBRAS	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA		Nº	ET-3000.00-1500-813-PEK-003				REV.	C
	PROGRAMA	MEDIÇÃO MULTIFÁSICA SUBMARINA				FOLHA	17	de	17
	TÍTULO	MEDIDOR MULTIFÁSICO SUBMARINO DE VAZÃO				PUBLICO GESTOR: SUB/ES/EECE/ECE			

1.2.3 Convenções adotadas neste documento

Termos Sublinhados	Todos os termos de metrologia sublinhados nesta especificação técnica são definidos no VIM 2012 [5].
--------------------	--

2 REQUISITOS FUNCIONAIS

- 2.1** O Medidor de Vazão deverá ser projetado utilizando-se os dados de entrada a serem fornecidos pela PETROBRAS. O ANEXO A apresenta modelos de tabelas com os dados de entrada.
- 2.1.1.1** Deve ser selecionado o Medidor de Vazão considerando toda a vida útil dos poços a fim de evitar a necessidade de troca do MPFM antes do fim da vida do campo. O PROPONENTE deve solicitar aprovação da Petrobras caso seu Medidor de Vazão não atenda a todo o período de vida do campo e qual a previsão da necessidade de troca. O PROPONENTE deve solicitar aprovação da Petrobras caso não tenha modelo de Medidor de Vazão para a vazão mínima do poço no fim da vida do campo.
- 2.2** O Medidor de Vazão deverá ter um Computador de Vazão, conforme item 2.11, e toda a instrumentação necessária para o cálculo de vazão volumétrica (e.g. transmissores de pressão, temperatura, pressão diferencial e de *Hold-up* das Fases (óleo, gás e água)). O *Hold-up* de cada Fase deve ser medido, e não inferido.
- 2.2.1** O Medidor de Vazão deverá ter um Transmissor de salinidade, para medir continuamente a salinidade da Fase água e realizar as correções de salinidade no Computador de Vazão.
- a. O FORNECEDOR/PROPOENTE deverá confirmar com a PETROBRAS durante a fase de esclarecimentos antes da apresentação da proposta se esse requisito se aplica a cada processo de compra.
- 2.3** O Medidor de Vazão deverá medir/calcular, no mínimo, as seguintes variáveis listadas na Tabela 1:

Tabela 1 – Variáveis que o Medidor de Vazão deve medir/calcular e disponibilizar para o sistema de controle

Variável	Unidade
Vazão volumétrica do óleo em condições de referência	m³/dia
Vazão volumétrica da água em condições de referência	m³/dia
Vazão volumétrica do gás em condições de referência	m³/dia
Vazão volumétrica do óleo em condição local	m³/dia
Vazão volumétrica da água em condição local	m³/dia
Vazão volumétrica do gás em condição local	m³/dia
Vazão mássica do óleo em condições de referência	kg/dia
Vazão mássica da água em condições de referência	kg/dia

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA		Nº	ET-3000.00-1500-813-PEK-003			REV.	C	
	PROGRAMA	MEDIÇÃO MULTIFÁSICA SUBMARINA				FOLHA	17	de	17
	TÍTULO	MEDIDOR MULTIFÁSICO SUBMARINO DE VAZÃO				PUBLICO GESTOR: SUB/ES/EECE/ECE			

Vazão mássica do gás em condições de referência	kg/dia
Vazão mássica do óleo em condição local	kg/dia
Vazão mássica da água em condição local	kg/dia
Vazão mássica do gás em condição local	kg/dia
Hold-up do óleo em Condição Local	sm³/sm³
Hold-up da água em Condição Local	sm³/sm³
Hold-up do gás em Condição Local	sm³/sm³
GLR	sm³/sm³
WLR na Condição Local	sm³/sm³
WLR em Condições de Referência	sm³/sm³
GOR	sm³/sm³
Pressão	Bar abs
Temperatura	°C
Pressão Diferencial	mBar
Massa Específica do óleo em condição local	kg/m³
Massa Específica da água em condição local	kg/m³
Massa Específica do gás em condição local	kg/m³
Viscosidade Dinâmica do óleo em condição local	cP
Viscosidade Dinâmica da água em condição local	cP
Viscosidade Dinâmica do gás em condição local	cP
Salinidade da água	g/Kg

2.4 O Medidor de Vazão deverá ser fornecido com redundância em transmissores de temperatura, transmissores de pressão, transmissores de pressão diferencial e Computador de Vazão, conforme definido no item 5.3. alínea b da Resolução ANP Nº 44 [9].

2.5 Os Transmissores de Pressão Diferencial deverão ser calibrados na fábrica, ou em laboratório, usando pressão estática nominal em ambas as tomadas (*high pressure calibration*)¹.

2.6 O Medidor de Vazão deverá atender os seguintes critérios de incerteza, em todo o range de operação:

- Incerteza expandida na vazão volumétrica de líquido, em condições de referência, menor ou igual a $\pm 6\%$ com 95% de probabilidade de abrangência;
- Incerteza expandida na vazão volumétrica de gás, em condições de referência, menor ou igual a $\pm 10\%$ com 95% de probabilidade de abrangência;

¹ Exemplo: Pressão estática nominal: 120 Bar – Range do instrumento: 0 a 500 mBar => Calibração: Tomada de alta: variar entre 120 Bar a 120,5 Bar – Tomada de baixa: fixa em 120 Bar.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA		Nº	ET-3000.00-1500-813-PEK-003		REV.	C		
	PROGRAMA	MEDIÇÃO MULTIFÁSICA SUBMARINA				FOLHA	17	de	17
	TÍTULO	MEDIDOR MULTIFÁSICO SUBMARINO DE VAZÃO				PUBLICO			
					GESTOR: SUB/ES/EECE/ECE				

c. Incerteza expandida no WLR medido, em condições de referência, menor ou igual a $\pm 4\%$ com 95% de probabilidade de abrangência;

2.7 O Medidor de Vazão deverá ser QUALIFICADO, atendendo ao disposto no item 9.

2.8 O Medidor de Vazão deverá ser submetido a um FAT, atendendo ao disposto no item 8.

2.9 A documentação do Medidor de Vazão deverá atender ao disposto no item 10.

2.10 O MPFM deve possuir função de diagnóstico, além de detecção e previsão de falhas. Essas funções devem monitorar a integridade dos sensores e da eletrônica do equipamento e relatar ao sistema de controle submarino.

2.11 O medidor deverá ter interface e recursos para permitir acesso remoto através do sistema de controle submarino o qual é especificado pela RM da qual essa ET faz parte. O acesso remoto deve permitir leitura de medição, configuração (leitura e escrita) e acesso às funções de diagnóstico do MPFM.

3 REQUISITOS DE SEGURANÇA E REGULATÓRIOS

3.1 A fonte radioativa deverá ser duplamente encapsulada e sua blindagem projetada para um tempo de vida excedendo em pelo menos 10 anos à vida útil do equipamento submarino.

3.2 Os levantamentos Radiométricos da fonte radioativa, do medidor multifásico e das áreas de armazenamento temporárias (aguardando montagem do medidor multifásico) devem ser realizados pela CONTRATADA e começar na chegada do equipamento (medidor) no Brasil. O levantamento deve ser feito: antes da montagem do medidor no módulo de choke; durante a montagem do medidor no módulo de choke (para definir isolamento e sinalização de área livre) e após montagem do medidor no módulo de choke, para comprovar os mesmos níveis identificados antes da montagem.

3.3 Deve ser fornecida pela CONTRATADA toda documentação listada abaixo, referente ao medidor e à fonte radioativa do mesmo, para Pedido de Autorização para Operação da instalação/UEP junto a

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA		Nº	ET-3000.00-1500-813-PEK-003		REV.	C	
	PROGRAMA	MEDIÇÃO MULTIFÁSICA SUBMARINA			FOLHA	17	de	17
	TÍTULO	MEDIDOR MULTIFÁSICO SUBMARINO DE VAZÃO			PUBLICO GESTOR: SUB/ES/EECE/ECE			

CNEN, considerando um prazo mínimo de 300 dias de antecedência da data de entrega do equipamento submarino:

3.3.1 Licenças para distribuição de equipamentos com Fontes Incorporadas Seladas (Autorização para Operação) dentro da validade e emitido pela CNEN de acordo com a norma NN 6.02 - Licenciamento de Instalações Radiativas para a empresa contratada/fornecedora.

3.3.2 Documento SLI (IMPORTAÇÃO DEFERIDA) - Solicitação das Licenças de Importação das fontes radioativas deferidas pela CNEN (caso a SLI venha ser fragmentada em virtude do cronograma de entrega e da instalação, o motivo deve ser detalhado na documentação);

3.3.3 Guia de Recolhimento da União (GRU) das SLI para recolhimento da TLC com os respectivos comprovantes de pagamento.

3.3.4 Certificados das Fontes Radioativas utilizadas nos projetos.

3.3.5 Manual de Operação dos Medidores Multifásicos em Português;

3.3.6 Manual de Manutenção dos Medidores Multifásicos em Português. No Manual, deve ser informada a quantidade mínima de manutenções a serem realizadas em função da meia vida do elemento radioativo e da vida útil dos equipamentos/fontes radioativas;

3.3.7 Especificação Técnica do Equipamento, em português;

3.3.8 Desenho técnico detalhado do medidor multifásico em português, contendo:

3.3.8.1 vistas em plano e elevação;

3.3.8.2 vista isométrica (explodida) com legenda (A vista isométrica explodida deve indicar todos os elementos do equipamento (gama source, obturador/shutter, gama detector, etc)).

3.3.9 Ficha/modelo de levantamento radiométrico;

3.3.10 Levantamento Radiométrico do equipamento, nos diversos modais de transporte e das áreas de armazenamento temporárias com indicação do responsável técnico (Emissão do Envelope de Transporte);

3.3.11 Relatório do Ensaio de Fuga (Teste de Esfregaço) das fontes;

3.3.12 Memorial descritivo com os desenhos técnicos do projeto com fotos ilustrativas, que deve ser enviado para liberação da Petrobras.

3.4 A CONTRATADA deve requisitar da PETROBRAS a PLANILHA "ID Consolidado Fonte e Medidor na fase de detalhamento do projeto,

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA		Nº	ET-3000.00-1500-813-PEK-003		REV.	C	
	PROGRAMA	MEDIÇÃO MULTIFÁSICA SUBMARINA			FOLHA	17	de	17
	TÍTULO	MEDIDOR MULTIFÁSICO SUBMARINO DE VAZÃO			PUBLICO			
					GESTOR: SUB/ES/EECE/ECE			

e deve ser devolvida preenchida pela CONTRATADA com antecedência de 300 dias da data de entrega prevista.

3.5 O medidor deve conter Placa de Identificação da fonte, incluindo número de série da fonte, número de série do medidor e o símbolo internacional da radiação ionizante de maneira visível. Deve ser emitido um relatório com registro fotográficos relacionando a placa da fonte radioativa, a placa do medidor multifásico e a placa do módulo choke, assinado pelo Supervisor de Radioproteção do fornecedor.

3.6 A CONTRATADA deve conceder acesso aos equipamentos com fontes radioativas para que PETROBRAS possa realizar levantamento radiométrico e registro fotográfico com equipamento próprio, durante todo o ciclo de vida da montagem do medidor multifásico no Módulo Recuperável e equipamento submarino dotado de MPFM.

3.7 Em reuniões Técnicas solicitadas pela PETROBRAS com antecedência mínima de 1 semana, os supervisores de radioproteção do fabricante devem estar presentes.

3.8 O manual do equipamento submarino dotado de MPFM deve fornecer orientação técnica para descomissionamento do medidor e destinação da fonte radioativa.

3.9 A transferência das fontes e movimentação do equipamento submarino dotado de MPFM para transferência de custódia do fabricante para a PETROBRAS só pode ocorrer após a disponibilização do Requerimento para Transferência de Fontes de Radiação e/ou Equipamento Gerador de Radiação Ionizante - RTR "Deferido" pela CNEN.

3.10 Devem ser realizados treinamentos com as empresas instaladoras no mínimo 1 semana antes da entrega de cada equipamento submarino dotado de MPFM, onde sejam repassadas as informações e cuidados necessários com a fonte radioativa.

4 COMPUTADOR DE VAZÃO

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA		Nº	ET-3000.00-1500-813-PEK-003		REV.	C	
	PROGRAMA	MEDIÇÃO MULTIFÁSICA SUBMARINA			FOLHA	17	de	17
	TÍTULO	MEDIDOR MULTIFÁSICO SUBMARINO DE VAZÃO			PUBLICO			
					GESTOR: SUB/ES/EECE/ECE			

4.1 O Computador de Vazão do Medidor de Vazão deverá realizar todos os cálculos e aquisição dos instrumentos internos do Medidor de Vazão, para disponibilizar as variáveis listadas na Tabela 1.

4.2 O Computador de Vazão deverá permitir atualizações de software, atualizações de dados de entrada para cálculo da vazão (e.g. Dados de PVT Customizados) e configurações a partir do sistema de controle em topside, sem a necessidade de interromper a operação normal dos demais equipamentos do sistema de controle ou requerer intervenções físicas no sistema submarino (e.g. uso de ROV).

5 PVT E DADOS DOS FLUIDOS

5.1 O Medidor de Vazão deverá ter as seguintes opções de configuração:

5.2 O modo Table Lookup capaz de importar arquivos ou ser configurado com dados gerados por simuladores comerciais-

5.3 O modo EoS capaz de atualização para aplicação de diferentes equações de estado (EoS), além do modelo black oil tradicional.

5.4 O modo EoS e modo Table Lookup deverão permitir a simulação considerando diferentes estágios de separação, a serem definidos pelo usuário.

5.5 O Medidor de Vazão deverá ser fornecido com o Modo Table Lookup predefinido como default.

5.6 A preparação dos arquivos com os dados de PVT faz parte do escopo de fornecimento do Medidor de Vazão. As propriedades dos fluidos serão fornecidas pela PETROBRAS durante a fase de execução.

5.7 Caso o computador de vazão do Medidor de Vazão exija que os arquivos com os dados de PVT estejam em formato específico, deverá ser fornecido software que realize a conversão do arquivo com formato utilizado pela PETROBRAS para o formato especificado pelo fornecedor.

6 REQUISITOS DE PROJETO

6.1 O Medidor de Vazão deve ter seu projeto mecânico e fabricação conforme a norma API Spec 17D:2011 [2].

6.2 O Medidor de Vazão deve ser especificado com PSL3G, conforme API Spec 17D:2011 [2], e classe de temperatura U (ou mais abrangente, de forma a atender o range de temperatura que o equipamento será submetido), conforme API Spec 6A:2010 [1].

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA		Nº	ET-3000.00-1500-813-PEK-003		REV.	C		
	PROGRAMA	MEDICÇÃO MULTIFÁSICA SUBMARINA				FOLHA	17	de	17
	TÍTULO	MEDIDOR MULTIFÁSICO SUBMARINO DE VAZÃO				PUBLICO			
						GESTOR: SUB/ES/EECE/ECE			

6.3 Todos os instrumentos, componentes eletrônicos e conectores submarinos que compõe o Medidor de Vazão devem atender aos requisitos da norma API Spec 17F:2017 [3].

6.4 No caso do transmissor de *Hold-up* das Fases utilizar fontes radioativas:

- a. o tempo de meia vida das fontes deverá ser de, pelo menos, 10 anos;
- b. é de responsabilidade da CONTRATADA atender integralmente as disposições da norma CNEN NN 3.01 [10] para as atividades de manuseio, guarda, fabricação e montagem realizadas no Brasil em suas instalações;
- c. o Medidor de Vazão deve ser fabricados de tal forma que, durante a operação, manutenção e armazenagem do Medidor de Vazão e suas partes, os trabalhadores não sejam expostos à radiação acima do estipulado no item 5.4.2 da norma CNEN NN 3.01 [10].

6.5 O uso de *tubings* para as tomadas de pressão deverá ser evitado, ou minimizado, de forma a reduzir a possibilidade de obstrução (por sólidos, incrustações, formação de parafina, hidratos, sedimentos produtos de corrosão, etc..).

6.6 Caso o uso de *tubing* seja necessário, o medidor deve possuir meios de evitar o contato direto do fluido de processo com o *tubing* e com o sensor para evitar (por sólidos, incrustações, formação de parafina, hidratos, sedimentos produtos de corrosão, etc..), como por exemplo um sistema de selagem nas tomadas de pressão. Caso esta seja a alternativa adotada, a temperatura do fluido de selagem jamais deve superar a temperatura máxima de operação do sensor de pressão.

7 REQUISITOS DE INTEGRAÇÃO NO SISTEMA DE CONTROLE

7.1 A frequência de amostragem e disponibilização de todas as variáveis listadas na Tabela 1 deverá ser de, no mínimo, 0,1 Hz. Esta frequência engloba não só o tempo requerido para o Medidor de Vazão realizar as medições/cálculos, mas também o tempo de comunicação com o sistema de controle em *topside*, para que as variáveis estejam disponíveis à operação (no supervísório).

7.2 As variáveis listadas na Tabela 1 devem ser armazenadas em um historiador, no sistema de controle, por um período mínimo de 180 dias, conforme definido no item 8.5 da Resolução ANP Nº 44, de 15/10/2015 - DOU 16/10/2015 [9].

7.3 O Sistema de Controle deverá ser projetado de forma a permitir que os Dados de PVT Customizado sejam remotamente atualizados a partir do *topside*, bem como as demais configurações de software do Medidor de Vazão.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA		Nº	ET-3000.00-1500-813-PEK-003		REV.	C		
	PROGRAMA	MEDIÇÃO MULTIFÁSICA SUBMARINA				FOLHA	17	de	17
	TÍTULO	MEDIDOR MULTIFÁSICO SUBMARINO DE VAZÃO				PUBLICO			
						GESTOR: SUB/ES/EECE/ECE			

7.4 A Cabine de Controle no *topside* deve ser fornecida com um computador, teclado, mouse e monitor dedicado para a configuração do Medidor de Vazão (acesso total e transparente ao Medidor de Vazão) e atualizações de Dados de PVT.

7.4.1 Este computador deve ser fornecido com todos os softwares necessários para as atualizações de Dados de PVT e configuração do Medidor de Vazão.

7.4.2 Este computador deve ser fornecido com os acessos habilitados para que a PETROBRAS realize tais atualizações e configurações.

7.4.3 O sistema de controle deve ser projetado de forma que as configurações e atualizações do Medidor de Vazão possam ser realizadas sem a necessidade de intervir no sistema de controle (ou seja, sem necessidade de by-pass de software/hardware, de chavear canais de comunicação ou de colocar o sistema de controle em estado de manutenção).

7.4.4 É desejável que o teclado, mouse e monitor deste computador sejam do tipo gaveta dobrável.

8 FACTORY ACCEPTANCE TEST (FAT)

8.1 O programa do FAT deverá ser realizado para todos os Medidores de Vazão fornecidos.

8.2 O programa do FAT deverá cobrir, pelo menos, os seguintes aspectos:

- a. Demonstrar que o Medidor de Vazão é totalmente funcional, com todas as funcionalidades descritas nesta especificação;
- b. Demonstrar que as interfaces mecânicas, elétricas e de comunicação estão corretas;
- c. Demonstrar que todas as etapas de fabricação foram concluídas e que os certificados de testes estão emitidos;
- d. Demonstrar que não há erros de montagem/fabricação;

8.3 O programa de FAT deve ser baseado nas disposições do item 9.3 da API Spec 17F:2017 [3], com as seguintes clarificações:

8.3.1 Os seguintes itens da API Spec 17F:2017 [3] não se aplicam: 9.3.3, 9.3.5, 9.3.6, e 9.3.9 (este último é aplicável ao FAT/SIT do sistema de controle como um todo, não ao FAT do Medidor de Vazão).

8.3.2 O *Environmental Stress Screening*, especificado no item 9.3.7 da API Spec 17F:2017 [3], pode ser realizado nos instrumentos e componentes eletrônicos antes de serem montados no Medidor de Vazão.

8.3.3 O *Communications System Tests*, item 9.3.8 da API Spec 17F:2017 [3], deve ser conduzido de forma a demonstrar que o Medidor de Vazão está com a interface de comunicação operando (funcional). Para este teste, é aceitável ter o Medidor de

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA		Nº	ET-3000.00-1500-813-PEK-003		REV.	C	
	PROGRAMA	MEDIÇÃO MULTIFÁSICA SUBMARINA			FOLHA	17	de	17
	TÍTULO	MEDIDOR MULTIFÁSICO SUBMARINO DE VAZÃO			PUBLICO			
	GESTOR: SUB/ES/EECE/ECE							
Vazão se comunicando ininterruptamente por 60 minutos sem erros de comunicação. 8.4 Além do disposto no item 9.3 da API Spec 17F:2017 [3], deverão ser realizados no FAT: 8.4.1 Todos os testes/verificações descritos nos itens 8.4.3 (<i>Gas Pressure Test</i>) e 8.4.7 (<i>Inspection and Functional Test</i>) da API RP 17S:2015 [7]. 8.4.2 Testes funcionais em todos os instrumentos do Medidor de Vazão. O programa de FAT deve demonstrar que os instrumentos que compõe o Medidor de Vazão estão funcionais. 8.4.3 Teste do Medidor de Vazão em condição sem fluxo, também denominado <i>empty pipe</i>. Este teste é descrito em linhas gerais no item 8.5.3 da API RP 17S:2015 [7]. 8.4.4 Teste de Vazão com Verificação de Acurácia na Faixa de Operação em Condições de Aplicação Final (Project Specific Flow Loop Test): 8.4.4.1 O Medidor de Vazão deverá ser submetido a um teste de vazão, com velocidades superficiais, GLR, GVF e WLR o mais próximo possível das condições da aplicação final. 8.4.4.2 O teste deverá ser realizado com escoamento trifásico (óleo, água e gás). Todavia, poderá ser utilizado óleo sintético para a Fase óleo e ar ou gás inerte para a Fase gás. 8.4.4.3 Deverá ser documentada a <u>incerteza expandida</u>, com 95% de <u>probabilidade de abrangência</u>, do Medidor de Vazão para cada Fase do escoamento em cada ponto da matriz de teste. 8.4.4.4 Durante o Teste de Vazão, a salinidade deverá ser variada de forma a representar o mais próximo possível as condições da aplicação final e suas variações. 8.4.4.5 Durante o Teste de Vazão, deverá ser prevista amostragem para verificação dos instrumentos de referência e do próprio Medidor Multifásico Submarino de Vazão. 8.4.4.6 Caso seja adquirido mais de um medidor no mesmo processo de compra, o FORNECEDOR deverá confirmar com a PETROBRAS durante a fase de projeto detalhado quantos e quais medidores devem passar pelo Teste de Vazão com Verificação de Acurácia na Faixa de Operação em Condições de Aplicação Final. 8.4.4.7 É necessário informar à Petrobras com pelo menos 90 dias de antecedência a data de ocorrência do Teste de Vazão que deve ser testemunhado a critério da Petrobras. 8.5 Os procedimentos e detalhamento de cada um destes testes deverá ser proposto pela CONTRATADA, sujeito a aprovação da PETROBRAS.								

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA		Nº	ET-3000.00-1500-813-PEK-003		REV.	C	
	PROGRAMA	MEDIÇÃO MULTIFÁSICA SUBMARINA			FOLHA	17	de	17
	TÍTULO	MEDIDOR MULTIFÁSICO SUBMARINO DE VAZÃO			PUBLICO GESTOR: SUB/ES/EECE/ECE			

9 QUALIFICAÇÃO

9.1 O Medidor de Vazão fornecido deve ser submetido a um processo de QUALIFICAÇÃO, atendendo ao disposto na ET-3000.00-1500-813-PEK-004 Rev. 0 [6].

9.2 A unidade de Medidor de Vazão (identificada pelo seu número de série), submetida ao processo de QUALIFICAÇÃO, não poderá ser utilizada posteriormente (i.e. é vedado o fornecimento de unidades que foram submetidas ao processo de QUALIFICAÇÃO).

9.3 QUALIFICAÇÕES realizadas anteriormente serão aceitas apenas se todas as condições do item 3 da ET-3000.00-1500-813-PEK-004 Rev. 0 [6] forem satisfeitas. Cabe ressaltar que a qualificação anterior deve cobrir o range das variáveis do presente projeto, conforme item 2.3 da ET-3000.00-1500-813-PEK-004 Rev. 0 [6].

10 DOCUMENTAÇÃO

10.1 Devem ser apresentados, no mínimo os seguintes documentos:

- b. Folha de Dados de cada Medidor de Vazão, contendo:
 - a. Descrição do princípio de medição;
 - b. Descrição dos instrumentos internos do Medidor de Vazão;
 - c. Range de Pressão Estática para operação;
 - d. Range de Temperatura para operação;
 - e. Classe de Temperatura de projeto, conforme definições da API Spec 6A:2010 [1];
 - f. RWP, conforme definições da API Spec 17D:2011 [2];
 - g. Envelope de operação em termos de vazão. O envelope pode ser fornecido em termos de velocidades superficiais dos fluidos ou outra metodologia definida pelo fabricante. Deve incluir os limites de operação mais importantes: CO2, salinidade, RGL, watercut.
 - h. Dimensional do elemento primário do Medidor de Vazão (e.g. Diâmetro e Fator Beta em caso de Venturi);
 - i. Especificações e Procedimentos de Testes;
 - j. Todos os Relatórios de Testes;
 - k. Todos os Desenhos Mecânicos;
 - l. Memórias de Cálculo do dimensionamento do Medidor de Vazão;
 - m. Memória de cálculo do diferencial de pressão para o sistema;

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA		Nº	ET-3000.00-1500-813-PEK-003		REV.	C	
	PROGRAMA	MEDIÇÃO MULTIFÁSICA SUBMARINA			FOLHA	17	de	17
	TÍTULO	MEDIDOR MULTIFÁSICO SUBMARINO DE VAZÃO			PUBLICO			
					GESTOR: SUB/ES/EECE/ECE			
n. Tabela relacionando o TAG no supervisório do sistema de controle com o número de série do Medidor de Vazão; o. Manual de Configuração, Operação e de Diagnóstico (Correlacionando sintomas a falhas de sistemas/equipamentos (troubleshooting)) do MPFM. p. Memorial descritivo do sistema de medição e descrição dos princípios de operação e manutenção; q. Memória de cálculos de incerteza de medição para toda faixa prevista de operação e para as condições de referência; r. Documentos relativos ao controle legal realizado pelo Inmetro; s. Tabela das variáveis disponíveis no <i>topside</i> para integração com outros sistemas t. Relatórios de teste de desempenho do medidor, em atendimento ao item 3 da Resolução ANP Nº 44/2015. u. Informações sobre a fonte radioativa;								

 PETROBRAS	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA		Nº	ET-3000.00-1500-813-PEK-003				REV.	C	
	PROGRAMA	MEDIÇÃO MULTIFÁSICA SUBMARINA					FOLHA	17	de	17
	TÍTULO	MEDIDOR MULTIFÁSICO SUBMARINO DE VAZÃO					PUBLICO			
							GESTOR: SUB/ES/EECE/ECE			

ANEXO A.

MODELO DE TABELA COM OS DADOS DE ENTRADA PARA DIMENSIONAMENTO DO MEDIDOR DE VAZÃO

Na Tabela 1 e Tabela 2 são apresentados os dados de entrada para dimensionamento do Medidor de Vazão.

Na Tabela 3 é apresentada a composição molar do gás e na Tabela 4 a composição e concentração dos sais da água.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA		Nº	ET-3000.00-1500-813-PEK-003		REV.	0	
	PROGRAMA	MEDIÇÃO MULTIFÁSICA SUBMARINA			FOLHA	17	de	17
	TÍTULO	MEDIDOR MULTIFÁSICO SUBMARINO DE VAZÃO			PUBLICO GESTOR: SUB/ES/EECE/ECE			

Tabela 2 – Condições de processo para Dimensionamento do Medidor de Vazão

Campo:

Poço:

Estágio da Vida do Campo	Pressão Nominal [Bar abs]	Temp. Nominal [°C]	Massa Específica do Gás Livre [kg/m³]	Viscosidade Dinâmica do Gás Livre [cP]	Massa específica da Fase Óleo (com gás dissolvido) [kg/m³]	Viscosidade Dinâmica da Fase Óleo (com gás dissolvido) [cP]	Massa Específica da Água Produzida [kg/m³]	Salinidade da Água % Saturação	Vazão de óleo Cond. Referência m³/d	Vazão de Óleo Cond. Local m³/d	Vazão de Água m³/d	Vazão de Gás Lift Cond. Local [m3/d]	Vazão de Gás Cond. Referência m³/d	Fração volumétrica de gás Cond. Local %	Fração de água em líquido (WLR) %	Vazão Mássica de Óleo [kg/h]	Vazão Mássica de Água [kg/h]	Vazão Mássica de Gás [kg/h]
início – P10																		
início – P50																		
início – P90																		
Meio – P10																		
Meio – P50																		
Meio – P90																		
Final – P10																		
Final – P50																		
Final – P90																		

Nota 1: Todos os valores da Tabela 2 são reportados em condição referência.

Nota 2: A definição dos termos “condição local” e “nominal” se encontram no item 1.2.2.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA		Nº	ET-3000.00-1500-813-PEK-003		REV.	0		
	PROGRAMA	MEDIÇÃO MULTIFÁSICA SUBMARINA				FOLHA	17	de	17
	TÍTULO	MEDIDOR MULTIFÁSICO SUBMARINO DE VAZÃO				PUBLICO GESTOR: SUB/ES/EECE/ECE			

Tabela 3 – Composição molar do gás em Condições de Referência

Componente	Fração Molar [%]
C ₁	
N ₂	
CO ₂	
C ₂	
C ₃	
H ₂ O	
H ₂ S	
H ₂	
CO	
O ₂	
i-C ₄	
n-C ₄	
i-C ₅	
n-C ₅	
C ₆	
C ₇	
C ₈	
C ₉	
C ₁₀₊	
He	
Ar	

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA		Nº	ET-3000.00-1500-813-PEK-003		REV.	0		
	PROGRAMA	MEDIÇÃO MULTIFÁSICA SUBMARINA				FOLHA	17	de	17
	TÍTULO	MEDIDOR MULTIFÁSICO SUBMARINO DE VAZÃO				PUBLICO GESTOR: SUB/ES/EECE/ECE			

Tabela 4 – Composição e concentração dos sais da água

Componente	Concentração [mg/l]
Sódio	
Potássio	
Magnésio	
Cálcio	
Bário	
Estrôncio	
Ferro Total	
Cloreto	
Brometo	
Sulfato	
Bicarbonato	
Acetato	
Formiato	
Propionato	
Butirato	
Lactato	