	<b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</b>		Nº	<b>ET-3000.00-1210-810-PPQ-002</b>		
	PROGRAMA:			<b>Poços</b>		Folha 1 de 18
	ÁREA:			<b>Completação</b>		
POCOS/EP/ITC/ETP	TÍTULO:			<b>Sistema de Monitoramento Permanente de Pressão e Temperatura de Anular Isolado de Poço Submarino</b>		<b>PÚBLICO</b>
						POCOS/EP/ITC/ETP

**ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DE REQUISITOS**


**ÍNDICE DE REVISÕES**

<b>REV.</b>	<b>DESCRIÇÃO E/OU FOLHAS ATINGIDAS</b>
0	Emissão original.
A	<p>Excluídos itens em Termos e Definições</p> <p>Alterados itens 3.8 e 3.9 no Documentos de Referência</p> <p>Incluídos itens 3.10 a 3.12 em Documentos de Referência</p> <p>Excluído item 6.1.10.2 em Descrição dos Requisitos Funcionais e Técnicos</p> <p>Excluído item 6.1.5.1 em Descrição dos Requisitos Funcionais e Técnicos</p> <p>Alterado item 6.1.5 em Descrição dos Requisitos Funcionais e Técnicos</p> <p>Alterados itens 6.2.7 a 6.2.11 em Descrição dos Requisitos Funcionais e Técnicos</p> <p>Inseridos itens 6.2.10.1 e 6.2.10.2 em Descrição dos Requisitos Funcionais e Técnicos</p> <p>Alterado item 6.3 em Descrição dos Requisitos Funcionais e Técnicos</p> <p>Alterada referência de item 6.3.5.7 para item 6.4.3.7 em Descrição dos Requisitos Funcionais e Técnicos</p> <p>Alterados itens 6.7.1.1 a 6.7.1.3 em Descrição dos Requisitos Funcionais e Técnicos</p> <p>Alterado item 6.8.5 em Descrição dos Requisitos Funcionais e Técnicos</p> <p>Exclusão da Figura 3.</p> <p>Alterada Tabela 3.</p>
B	<p>Alterados itens 6.7.1.2 e 6.7.1.3 em Descrição dos Requisitos Funcionais e Técnicos</p> <p>Alterada Tabela 2: Inclusão das colunas OD Máximo e Área Externa de Fluxo</p> <p>Alterada Tabela 3: Inclusão da linha referente ao revestimento de 11 7/8"</p>

	REV. 0	REV. A	REV. B	REV. C	REV. D	REV. E	REV. F	REV. G	REV. H
DATA	02/09/2019	29/11/2019	22/12/2020						
PROJETO	POCOS	POCOS	EP/ITC/ETP						
EXECUÇÃO	POCOS	POCOS	EP/ITC/ETP						
VERIFICAÇÃO	POCOS	POCOS	EP/ITC/ETP						
APROVAÇÃO	POCOS	POCOS	EP/ITC/ETP						


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

FORMULÁRIO PERTENCENTE À PETROBRAS

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº ET-3000.00-1210-810-PPQ-002	REV. B
	COMPLETAÇÃO		Folha 2 de 18
	TÍTULO: Sistema de Monitoramento de Pressão e Temperatura de Anular Isolado de Poço Submarino	PÚBLICO POCOS/EP/ITC/ETP	

## SUMÁRIO

SUMÁRIO.....	2
1 INTRODUÇÃO.....	3
2 ESCOPO .....	3
3 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA .....	3
4 SIGLAS E ABREVIATURAS .....	4
5 TERMOS E DEFINIÇÕES .....	4
6 DESCRIÇÃO DOS REQUISITOS FUNCIONAIS E TÉCNICOS.....	5
7 REQUISITOS TÉCNICOS COMPLEMENTARES.....	15
8 DOCUMENTAÇÃO.....	16
9 DOCUMENTAÇÃO EXTRA.....	18

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº ET-3000.00-1210-810-PPQ-002	REV. B
	COMPLETAÇÃO		Folha 3 de 18
	TÍTULO: Sistema de Monitoramento de Pressão e Temperatura de Anular Isolado de Poço Submarino		PÚBLICO

## 1 INTRODUÇÃO

A fim de melhorar a capacidade de monitoramento de poços submarinos, visando aumento na robustez da integridade de poços, tecnologias para monitoramento de pressão e temperatura de anulares isolados estão disponíveis no mercado. O monitoramento de pressão e temperatura de anular isolado (anular B) de forma permanente e em tempo real pode evidenciar problemas termo-estruturais que poderiam levar à degradação da integridade do poço, e podem colaborar com melhor previsibilidade e modelagem de fenômenos de difícil observação.


Portanto, com o objetivo de definir os requisitos técnicos e operacionais para a aquisição de sistemas de monitoramento do anular B, foi elaborada esta Especificação Técnica de Requisitos (ET-R).

## 2 ESCOPO

Esta Especificação Técnica de Requisitos se destina a apresentar os requisitos técnicos e funcionais exigidos para a aquisição de um sistema de monitoramento de pressão e temperatura de anular isolado (anular B), de poços submarinos, a fim de reduzir o risco de falha devido à problemas termo estruturais que podem afetar a integridade do poço. Esta Especificação Técnica deve, portanto, garantir uma correta especificação do sistema de monitoramento para os cenários elencados pela Petrobras, com foco em confiabilidade e desempenho.

## 3 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- 3.1 **ET: 3000.00-1516-823-PEK-002** - *Full Redundant Pressure and Temperature Gauge for Permanent Downhole Installation – PDG in HPHT Wells;*
- 3.2 **ET: 3000.00-1516-823-PEK-007** – Módulo Submarino de Monitoração Multiplexado “IWIS-MUX”;
- 3.3 **API 17 F** – *Standard for Subsea Production Control Systems;*
- 3.4 **API SPEC Q1** – *Quality Management Systems;*
- 3.5 **NACE MR-0175** – *Petroleum and natural gas industries — Materials for use in H2S containing environments in oil and gas production;*
- 3.6 **N-2781** – *Técnicas Aplicáveis à Engenharia de Confiabilidade;*
- 3.7 **ISO 15663** – *Petroleum and Natural Gas Industries - Life-Cycle Costing;*
- 3.8 **ET-3000.00-1210-610-PPQ-003** – Mandril de Bolsa Lateral;
- 3.9 **ISO 17078-1/API 19G1** – *Side-pocket mandrels;*
- 3.10 **API 8C** - *Specification for Drilling and Production Hoisting Equipment (PSL 1 and PSL 2);*
- 3.11 **ISO 15156-2** - *Petroleum and natural gas industries - Materials for use in H2S-containing environments in oil and gas production - Part 2: Cracking-resistant carbon and low-alloy steels, and the use of cast irons*
- 3.12 **AWES RP 3362-36 v.3** – *Downhole Instrumentation/Sensors*


	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº ET-3000.00-1210-810-PPQ-002	REV. B
	COMPLETAÇÃO		Folha 4 de 18
	TÍTULO: Sistema de Monitoramento de Pressão e Temperatura de Anular Isolado de Poço Submarino		PÚBLICO

## 4 SIGLAS E ABREVIATURAS

- 4.1 ISO - International Organization for Standardization;
- 4.2 API - American Petroleum Institute;
- 4.3 AWES – Advanced Well Equipment Standards;
- 4.4 IWIS - Intelligent Well Interface Standardization;
- 4.5 NACE - National Association of Corrosion Engineers;

## 5 TERMOS E DEFINIÇÕES


- 5.1 **Anular isolado** – região delimitada por conjuntos de vedação universal, suspensores de revestimentos, revestimento interno, revestimento externo, topo de cimento com capacidade selante ou não, podendo ou não possuir formação exposta. O anular isolado pode estar preenchido de fluidos de diferentes naturezas, variando em composição e propriedades físico-químicas, podendo possuir sólidos em suspensão.
- 5.2 **ANM** – Árvore de Natal Molhada
- 5.3 **DATASET** - Registro de valores de pressão, temperatura e marca de tempo;
- 5.4 **ET-R** - Especificação Técnica de Requisitos;
- 5.5 **ET-RBS** - Especificação Técnica de Requisição de Bens e Serviços;
- 5.6 **FAT** - *Factory Acceptance Test*;
- 5.7 **FMEA** - *Failure Mode and Effect Analysis*;
- 5.8 **FMECA** - *Failure Mode, Effect and Criticality Analysis*;
- 5.9 **MPDG** - Mandril de PDG;
- 5.10 **PDG** - *Permanent Downhole Gauge*;
- 5.11 **SAS** – Sistema de Aquisição de Sinais.
- 5.12 **SCM** - *Subsea Control Module*;
- 5.13 **SIT** - *System Integration Testing*;
- 5.14 **WORKOVER** - Intervenções ou trabalhos no poço;

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº ET-3000.00-1210-810-PPQ-002	REV. B
	COMPLETAÇÃO		Folha 5 de 18
	TÍTULO: Sistema de Monitoramento de Pressão e Temperatura de Anular Isolado de Poço Submarino		PÚBLICO POCOS/EP/ITC/ETP

## 6 DESCRIÇÃO DOS REQUISITOS FUNCIONAIS E TÉCNICOS

### 6.1 PREMISSAS


- 6.1.1 Os requisitos técnicos listados nesta ET-R deverão balizar os fornecedores acerca das necessidades técnicas e funcionais mínimas para sistemas de monitoramento de pressão e de temperatura de anular(es) isolado(s) nos poços submarinos do sistema Petrobras. A especificação exata do equipamento a ser encomendado será estabelecida na ET-RBS, que deverá seguir os requisitos desta ET-R, delineando as características do cenário de aplicação específico, definido para o processo de contratação.
- 6.1.2 O fornecedor deverá informar as características técnicas do sistema de monitoramento oferecido e estas deverão atender aos requisitos fornecidos pela Petrobras através dos documentos ET-R e ET-RBS. Caso o equipamento não atenda integralmente aos requisitos exigidos, o fornecedor tem a obrigação de informar estas diferenças à Petrobras.
- 6.1.3 Deverá ser providenciada toda a documentação comprobatória dos requisitos técnicos exigidos, conforme solicitado nesta ET, sendo o fornecedor responsável pela veracidade das informações. Caso o equipamento não atenda integralmente aos requisitos exigidos, o fornecedor tem a obrigação de informar estas diferenças à Petrobras, que ao seu critério, pode ou não aceitar eventuais discrepâncias.
- 6.1.4 Definição dos sistemas contemplados nesta ET-R:
- 6.1.4.1 Sistema de monitoramento permanente do anular: é o sistema que, via de regra, utiliza o acesso elétrico *downhole* existente para os sensores de fundo de poço (PDGs) para alimentação e transmissão de sinais. Dada esta característica, permite a leitura de sinais enquanto o poço estiver com a coluna de produção e a ANM instaladas, ou seja, permite monitorar o poço durante sua vida produtiva com aquisição de dados de forma contínua e com elevada taxa de aquisição, sem limitações associadas à vida útil de baterias.
- 6.1.5 Os equipamentos de leitura de pressão e temperatura (P&T) nos anulares isolados tipicamente devem atender às seguintes condições: a leitura de P&T deve ser realizada próxima ao topo dos anulares, ou seja, nas imediações da cabeça do poço. Tal requisito está associado ao fato de que nestes sistemas usualmente é necessário garantir o preciso posicionamento relativo entre os componentes destes sistemas na coluna de produção e no revestimento imediatamente anterior.
- 6.1.6 O sistema de monitoramento permanente deverá contemplar todo o ciclo de vida do poço, sendo obrigatório que ele permita coletar os dados enquanto o poço estiver equipado.
- 6.1.7 Uma vez instalado no poço de forma permanente, o sistema de monitoramento deve garantir que as leituras de pressão e temperatura estejam disponíveis continuamente.
- 6.1.8 O sistema permanente deverá permanecer funcionando até o descomissionamento final do poço.
- 6.1.9 A proposta deverá prever o fornecimento de todos os equipamentos do sistema de monitoramento, como ferramentas de instalação e recuperação dos diversos componentes, sobressalentes, consumíveis e quaisquer outros itens necessários a uma instalação segura, eficiente e confiável do sistema. A proposta também deverá contemplar os recursos e serviços necessários para coleta dos dados durante a vida do poço.
- 6.1.10 A instalação do sistema pressupõe a configuração da árvore de natal multiplexada (ANM-MUX) ou árvore de natal hidráulica direta (ANM-HD).

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº ET-3000.00-1210-810-PPQ-002	REV. B
	COMPLETAÇÃO		Folha 6 de 18
	TÍTULO: Sistema de Monitoramento de Pressão e Temperatura de Anular Isolado de Poço Submarino		PÚBLICO POCOS/EP/ITC/ETP

6.1.10.1 Nos casos de fornecimento do sistema para ANM-HD, a interface de alimentação e leitura dos sensores do anular B e sensores PDGs será através do painel de superfície para leitura (SAS). Os requisitos desse painel estão descritos no item 6.6.3.

## 6.2 REQUISITOS GERAIS

- 6.2.1 O sistema de monitoramento de anular isolado deve ser constituído de: elemento sensor, sistema de transmissão/comunicação, sistema de alimentação e sistema de leitura de superfície.
- 6.2.2 O sistema de monitoramento de anular isolado deve suportar todos os carregamentos previstos durante a construção, avaliação, produção/injeção e intervenção no poço.
- 6.2.3 O sistema de monitoramento pode ser constituído por 1 (um) ou mais sensores de pressão e temperatura. Esses sensores devem ser instalados em um ou mais revestimentos que compõe o(s) anular(es) isolado(s).
- 6.2.4 Não serão permitidas passagens físicas ou penetradores elétricos entre os anulares, de maneira a se garantir a integridade mecânica e estrutural dos mesmos.
- 6.2.5 Nos sistemas permanentes a transmissão de sinais e potência **entre os anulares** poderá ser feita por qualquer forma de propagação sem fio, de energia, seja ela eletromagnética, acústica, mecânica etc.
- 6.2.6 Do mesmo modo que no caso de transmissão eletromagnética, no caso do uso de outros meios, tais como ondas acústicas, mecânicas etc. o fornecedor deverá apresentar um estudo preliminar demonstrando a viabilidade teórica do canal de comunicação escolhido, inclusive com a relação sinal/ruído obtida.
- 6.2.7 O fornecedor deverá registrar a posição de instalação do sub de revestimento tendo como referência o topo do alojador de alta pressão e definir o espaçamento para instalação do sub de coluna.
- 6.2.8 O fornecedor deverá prover equipamentos que permitam realizar o alinhamento vertical entre o sub de coluna e o sub de revestimento.
- 6.2.9 Caso seja utilizado um elemento para localização e ajuste fino da posição relativa entre os elementos do sistema instalados na coluna de produção e no revestimento de produção, este deverá prover área de fluxo suficiente para operações de *gas lift*, circulação de fluido, amortecimento do poço, dentre outras. Além disso, a atuação deste mecanismo de localização não pode gerar movimento relativo entre as linhas de controle e seus protetores (*clamps*) adjacentes.
- 6.2.10 No caso de equipamentos soldados, os seguintes requisitos devem ser atendidos:
- 6.2.10.1 Os procedimentos de soldagem devem estar de acordo com a ISO 17078-1/API 19G1.
- 6.2.10.2 Detalhes sobre metal de adição e utilização de metalurgias dissimilares devem estar de acordo com os requisitos observados no item 5.1 da ET-3000.00-1210-610-PPQ-003 em sua última versão.
- 6.2.11 Para transmissão/comunicação deverá ser previsto o uso concomitante da via elétrica dedicada aos sensores de fundo de poço (PDG), o que requer integração e compatibilidade elétrica e de sinais entre estes sistemas.
- 6.2.12 O sensor de anular poderá ter seus parâmetros de aquisição, tais como a taxa de aquisição de dados, intervalo entre medições etc. reconfigurados através de programação específica. Para isso ser possível, deve ser previsto o uso de canal de transmissão bidirecional (duplex) do/até o sensor no poço.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº ET-3000.00-1210-810-PPQ-002	REV. B
	COMPLETAÇÃO		Folha 7 de 18
	TÍTULO: Sistema de Monitoramento de Pressão e Temperatura de Anular Isolado de Poço Submarino		PÚBLICO

### 6.3 REQUISITOS PARA AS CONDIÇÕES OPERACIONAIS

6.3.1 Os equipamentos deste contrato devem estar aptos a serem utilizados nas condições operacionais descritas abaixo, sendo estas mais bem especificadas na ET-RBS, a ser emitida na ocasião do processo de contratação. O sistema deverá garantir continuidade de monitoramento quando expostos aos fluidos abaixo relacionados.

#### 6.3.1.1 Manobra

Deverá ser capaz de suportar as vibrações e choques devido à instalação dos equipamentos (sub de coluna e sub de revestimento) no poço (inclusive em poços desviados) para a instalação e recuperação (no caso do sub de coluna).

#### 6.3.1.2 Hidrocarbonetos

O sub de coluna deverá suportar produção, injeção e contato prolongado com hidrocarbonetos nas fases líquidas e gasosa. O sub de revestimento deverá suportar contato prolongado com fluido utilizado em operação de *gas lift*.

#### 6.3.1.3 Fluidos de construção do poço

O sub de coluna deverá suportar exposição prolongada ao *packer fluid*. O sub de revestimento deverá suportar exposição prolongada ao *packer fluid* como também ao fluido de perfuração de base aquosa ou sintética orgânica.

#### 6.3.1.4 Água da formação

O sub de coluna deverá suportar produção, injeção e contato prolongado com água da formação livre ou emulsionada, com salinidades elevadas, compatível com a saturação nas condições de pressão e temperatura do reservatório.

#### 6.3.1.5 Produtos Químicos

O sub de coluna deverá suportar produção, injeção e contato com produtos químicos tradicionalmente utilizados no tratamento do reservatório e/ou do poço.

#### 6.3.1.6 Fluido de completação

O sub de coluna deverá suportar produção, injeção e contato prolongado com fluido de completação de base aquosa assim como seus aditivos de salmouras, onde o limite máximo de utilização é equivalente ao valor saturado na água dos sais ou mistura de sais.

#### 6.3.1.7 H<sub>2</sub>S

Equipamentos devem ser aptos para contatos prolongados com fluidos que estejam contaminados por H<sub>2</sub>S conforme NACE MR-0175.


#### 6.3.1.8 CO<sub>2</sub>

Equipamentos devem ser aptos para contatos prolongados com fluidos que estejam contaminados por CO<sub>2</sub> até 44%.


#### 6.3.1.9 Cenário Não Previsto


Os equipamentos poderão ser utilizados em operações não previstas nesta Especificação Técnica desde que haja concordância da CONTRATADA, que avaliará, poço a poço, a viabilidade ou não do uso de seu equipamento. Em casos de não concordância, a CONTRATADA deverá justificar tecnicamente, expondo os motivos da negativa por escrito.

#### 6.3.1.10 Lâmina de Água

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº ET-3000.00-1210-810-PPQ-002	REV. B
	COMPLETAÇÃO		Folha 8 de 18
	TÍTULO: Sistema de Monitoramento de Pressão e Temperatura de Anular Isolado de Poço Submarino		PÚBLICO
<p>Equipamentos devem ser aptos para profundidade de lâmina de água de até 3000 m.</p> <p>6.3.1.11 Profundidade</p> <p>Os equipamentos devem estar aptos para serem instalados em poços com até 7.000 m de profundidade, porém limitados pelas pressões e temperaturas das exigências mecânicas abaixo descritas.</p> <p>6.3.1.12 Exigências Mecânicas</p> <p>Os equipamentos descidos no poço devem possuir, exceto quando explicitamente especificado o contrário, no mínimo as resistências de acordo com o especificado nos itens 6.7 e 6.8, para operarem em qualquer cenário desta especificação técnica e cuja definição de cada grandeza física encontra-se abaixo.</p> <p>6.3.1.13 Pressão Diferencial</p> <p>Resistência à pressão diferencial de trabalho, nos sentidos do interior para o exterior dos equipamentos e vice-versa.</p> <p>6.3.1.14 Pressão Absoluta</p> <p>Resistência à pressão absoluta de trabalho interna e externa dos equipamentos</p> <p>6.3.1.15 Tração / Compressão</p> <p>Resistência à tração / compressão de trabalho dos equipamentos.</p> <p>6.3.1.16 Faixa Operacional de Temperatura</p> <p>Resistência à temperatura de trabalho dos equipamentos, onde serão definidos valores mínimo e máximo de operação.</p> <p>6.3.1.17 Esforço combinado</p> <p>Resistência ao esforço combinado de qualquer combinação dos itens anteriores (6.3.13 ao 6.3.15).</p> <p><b>6.4 REQUISITOS TÉCNICOS PARA ELEMENTO SENSOR</b></p> <p>6.4.1 O elemento sensor deve ser alojado em dispositivo que será instalado em revestimento que compõe o anular isolado no qual se deseja monitorar a pressão e a temperatura.</p> <p>6.4.2 O dispositivo deve possuir dimensões compatíveis com as dos revestimentos que compõem o anular isolado no qual se deseja monitorar a pressão e a temperatura. O dispositivo não pode causar interferências dimensionais ou de resistência que impactem em etapas futuras da vida do poço, como redução em resistência de elemento tubular, redução no <i>drift</i>, aumento do diâmetro externo de forma a representar obstrução hidráulica ou inviabilizar descida em equipamentos previamente instalados no poço. Tanto o dispositivo alojador como o elemento sensor devem resistir aos carregamentos do poço.</p> <p>6.4.3 Os registradores deverão apresentar, no mínimo, as características metrológicas apresentadas na Tabela 1, cuja definição e exigências de cada grandeza física encontram-se a seguir:</p> <p>6.4.3.1 Tipo de Sensor (“<i>Sensor Type</i>”) - Material do qual o sensor de pressão e temperatura do registrador é fabricado e tecnologia na qual ele é baseado.</p> <p>6.4.3.2 Taxa de Amostragem (“<i>Sample Rate</i>”) - Intervalo de tempo entre o armazenamento na</p>			



	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº ET-3000.00-1210-810-PPQ-002	REV. B
	COMPLETAÇÃO		Folha 9 de 18
	TÍTULO: Sistema de Monitoramento de Pressão e Temperatura de Anular Isolado de Poço Submarino		PÚBLICO POCOS/EP/ITC/ETP
<p>memória de um <i>dataset</i> para o outro, podendo ser também referenciada como “Taxa de Aquisição” ou “<i>Scanning Rate</i>”.</p> <p>6.4.3.2.1 O “<i>dataset</i>” armazenado deverá ser o valor bruto, sem processamento de média, mediana etc.</p> <p>6.4.3.2.2 A taxa de amostragem deverá ser variável, medida em “segundos”, devendo ser configurável em intervalos de “1” em “1” segundo entre o valor mínimo e máximo.</p> <p>6.4.3.2.3 O valor da taxa de amostragem a ser utilizado em cada trabalho será determinado pela PETROBRAS. A taxa de amostragem mínima será de 1 segundo.</p> <p>6.4.3.3 Conjunto de informações (“<i>datasets</i>”) - Conjunto de informações composto pelo valor medido no sensor de Pressão, Temperatura e do instante (contendo a data, hora, minutos e segundos) do registro.</p> <p>6.4.3.4 Memória (“<i>Memory</i>”) - Armazenamento em forma eletrônica digital das informações adquiridas pelo registrador eletrônico.</p> <p>6.4.3.4.1 A capacidade da memória é medida em quantidade de conjunto de informações (“<i>datasets</i>”). ex.: 1 <i>dataset</i> = 1 dado de pressão, 1 dado de temperatura e 1 dado de tempo.</p> <p>6.4.3.5 Faixa Nominal (“<i>Nominal Range</i>”) - Limites mínimo e máximo (“<i>Full Scale</i>”) de valores de um parâmetro medido para o qual o erro se mantém inferior ao valor estabelecido na Tabela 1. Também pode ser referenciada como “Faixa de Medição ou de Trabalho”.</p> <p>6.4.3.6 Amplitude da Faixa Nominal (“<i>Span</i>”) - Diferença, em módulo, entre o valor superior e o valor inferior da faixa nominal do instrumento.</p> <p>6.4.3.7 Erro (“<i>Error</i>”) - Diferença entre o valor do resultado de uma medição e o valor verdadeiro do parâmetro medido.</p> <p>6.4.3.7.1 O erro será medido em porcentagem do “F.S. – <i>Full Scale</i>”, onde esse valor representa a diferença máxima entre o valor medido e o valor verdadeiro.</p> <p>6.4.3.8 Resolução (“<i>Resolution</i>”) - Menor alteração do parâmetro que pode ser medida pelo instrumento.</p> <p>6.4.3.9 Repetitividade (“<i>Repeatability</i>”) - Grau de concordância entre os resultados de medições sucessivas de uma mesma grandeza, efetuadas sob as mesmas condições (local, operador, equipamento de medição, etc.).</p> <p>6.4.3.10 Reprodutibilidade (“<i>Reproducibility</i>”) - Grau de concordância entre os resultados de medições de uma mesma grandeza, efetuadas sob condições variadas (locais diferentes, operadores, equipamentos de medição, etc.).</p> <p>6.4.3.11 Estabilidade (“<i>Stability</i>”) - Aptidão de um instrumento de medição em conservar constantes suas características metrológicas ao longo do tempo.</p> <p>6.4.3.11.1 Medido em grandeza física (psi, °C, segundo) / ano;</p> <p>6.4.3.11.2 O ensaio laboratorial deve ser realizado em condições de no mínimo à uma temperatura de 100 °C e no mínimo à uma pressão de 5.000 psi;</p> <p>6.4.3.12 Sensibilidade (“<i>Sensitivity</i>”) - Variação da resposta de um instrumento de medição dividida pela correspondente variação do estímulo.</p> <p>Nota: A sensibilidade pode depender do valor do estímulo.</p> <p>6.4.3.13 Exatidão (“<i>Accuracy</i>”) - Grau de concordância entre o resultado de uma medição e o valor verdadeiro do parâmetro medido, aceito como referência.</p>			

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº ET-3000.00-1210-810-PPQ-002	REV. B
	COMPLETAÇÃO		Folha 10 de 18
	TÍTULO: Sistema de Monitoramento de Pressão e Temperatura de Anular Isolado de Poço Submarino		PÚBLICO

- 6.4.3.13.1 A concordância deverá ser de tal forma que todas as medidas continuem dentro do limite exigido para o Erro (item 6.4.3.7).
- 6.4.3.14 Deriva ("Drift") - Variação lenta de uma característica metrológica de um instrumento de medição, mantendo-se constantes o parâmetro medido e as condições de medição.
- 6.4.3.14.1 Deverá ser de tal forma que manterá todas as medidas dentro do limite exigido para o Erro (item 6.4.3.7).
- 6.4.3.15 Histerese ("Hysteresis") - Propriedade dos materiais caracterizada pela não coincidência das curvas de deformação e relaxamento, geradas dentro da região elástica nas mesmas condições de pressão e temperatura.
- 6.4.3.15.1 Deverá ser de tal forma que manterá todas as medidas dentro do limite exigido para o Erro (item 6.4.3.7).

**Tabela 1. Características metrológicas do elemento sensor.**

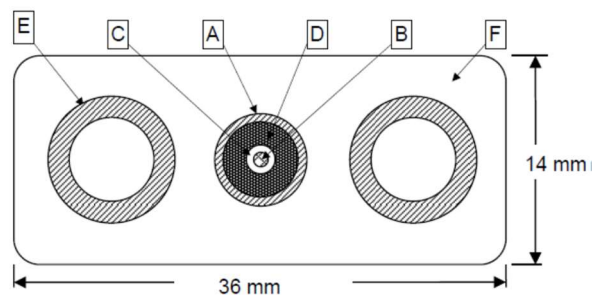
Características e Parâmetros operacionais	Descrição	Unidade de Medida	Valor	
			Mínimo	Máximo
Taxa de Amostragem (transmissão)	Pressão e Temperatura	---	36 h	1 s
Faixa Nominal	Pressão Absoluta	PSI	0	15.000
	Temperatura	°C	4	150
Erro	Pressão Absoluta	% F.S.	---	0,025
	Temperatura	% F.S.	---	0,1
Resolução	Pressão Absoluta	PSI	0,01	---
	Temperatura	°C	0,01	---
Repetitividade e Reprodutibilidade	Pressão Absoluta	% F.S.	0,01	---
	Temperatura	%F.S.	0,05	---
Estabilidade (de longo prazo)	Tempo / Tempo	segundo / ano		0,5
	Pressão / Tempo	PSI/ano	---	2,0
	Temperatura / Tempo	°C/ano	---	0,05
Sensibilidade	Ver itens individuais.		Devem manter o valor do "Erro" dentro de seu limite durante todo o tempo da operação.	
Exatidão				
Deriva				
Histerese				

## 6.5 REQUISITOS TÉCNICOS PARA SISTEMA DE TRANSMISSÃO

- 6.5.1 O registrador/sensor do sistema permanente deverá dispor de comunicação da posição de sua instalação até a superfície de forma a receber e transmitir informações

(bidirecional), através da comunicação com o Sistema de Controle Submarino – SCM – e demais equipamentos descritos nesta especificação técnica.

- 6.5.2 A comunicação da superfície ao registrador tem como objetivo instruir o registrador sobre como deverá operar e quais informações transmitir para a superfície.
- 6.5.3 A comunicação do registrador para a superfície tem como objetivo informar a sua configuração, confirmação do recebimento de instruções, e realizar a transmissão de qualquer intervalo de dados dos *datasets* armazenados no registrador, conforme solicitação da PETROBRAS.
- 6.5.4 O sistema de monitoração do anular B deve utilizar o cabo de PDG, e compatível com o padrão IWIS/AWES e sistemas de controle dos fabricantes de ANM multiplexadas (MUX), dos projetos pré-sal utilizados atualmente na Petrobras, além de possuir compatibilidade com o PDG.
- 6.5.4.1 Detalhes do cabo elétrico de PDG atualmente utilizado na Petrobras:




**Figura 1. Exemplo de cabo de PDG.**

- A: Tubo de Inconel 825, com espessura de parede de 0,71 mm (0,028") e O.D.: 6,35 mm (0,250");
  - B. Fio de cobre sólido (rígido) de 18 AWG ou 16 AWG para os poços da Completação Inteligente;
  - C. Isolante de ETEF ou similar de melhor qualidade,  $2,60 \pm 0,008$  mm de diâmetro;
  - D. Preenchimento dielétrico
  - E. Tubo de Inconel 825, O.D. 9,52 mm (3/8")
- 6.5.5 A comunicação entre o registrador do anular B e os demais, com a unidade de superfície, deverá seguir as recomendações descritas na ET: 3000.00-1516-823-PEK-007 – Módulo Submarino de Monitoração Multiplexado "IWIS-MUX".

## 6.6 REQUISITOS TÉCNICOS PARA SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO

- 6.6.1 Considerando que o sistema de leitura do anular B seja utilizado com ANM-MUX, o sistema de alimentação deve ter interface com o módulo de controle submarino (SCM) e, portanto, ser compatível com o cabo TEC e sensores de PDG para transmissão de sinais e potência elétrica. Conforme citado no item 6.5.4, o sistema deve ser compatível com as limitações de alimentação do protocolo IWIS (24 W) e tensões compatíveis com os outros PDGs instalados na coluna de produção.
- 6.6.1.1 O sistema deve ser capaz de funcionar para um UEH de até 20 km.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº ET-3000.00-1210-810-PPQ-002	REV. B
	COMPLETAÇÃO		Folha 12 de 18
	TÍTULO: Sistema de Monitoramento de Pressão e Temperatura de Anular Isolado de Poço Submarino		PÚBLICO

6.6.2 Considerando que o sistema de leitura do anular B seja utilizado com ANM-HD, o sistema de alimentação deve ter interface com o painel de superfície (SAS) e ser compatível com o cabo TEC e sensores de PDG para transmissão de sinais e potência elétrica.

6.6.2.1 O sistema deve ser capaz de funcionar para um UEH de até 12 Km.

6.6.3 Detalhes do painel de superfície para leitura (SAS) e painel portátil (PSAS) que é utilizado para a leitura do sistema durante a instalação estão detalhados na Especificação Técnica I-ET-3000.00-1516-823-PEK-002 em sua última revisão.

## 6.7 REQUISITOS DIMENSIONAIS, RESISTÊNCIA E CONEXÃO DOS ELEMENTOS DO REVESTIMENTO

6.7.1 Dimensionais:

6.7.1.1 O sub de revestimento deverá ser fornecido considerando comprimento mínimo de 1 m a partir das conexões, com diâmetro nominal do revestimento, a fim de permitir manuseio na sonda, e respeitando os dimensionais apontados nos itens 6.7.1.2 a 6.7.1.4. O fornecedor poderá optar pelo fornecimento de conjunto (modulado) contendo o sub de revestimento. Nesse caso, devem ser fornecidos os gráficos de torque das conexões que fazem parte do modulado, atestando a conexão de todos os elementos conforme recomendação do fabricante.

6.7.1.2 O sub de revestimento deve apresentar diâmetro externo máximo compatível com o *drift* do revestimento intermediário ou de superfície, dependendo do esquema de revestimentos do poço (i.e. 13 5/8" 88,2 lbm/pé, 14" 114 lbm/pé, 18" 162 lbm/pé), a fim de prover área de fluxo externa (em relação ao ID do revestimento anterior) suficiente para operações de circulação e cimentação do revestimento de produção.

6.7.1.3 Serão admitidas as tolerâncias de diâmetro externo compatíveis com os equipamentos de manuseio de tubos 10 3/4" ou 11 7/8", conforme estabelecido na API SPEC 8C.


6.7.1.4 Os *drifts* devem seguir a tabela abaixo, conforme o peso linear dos tubulares:

**Tabela 2. Drift dos tubulares.**

OD [pol]	Peso linear de referência [lb/pé]	Drift [pol]	OD máximo [pol]	Área externa de fluxo [pol <sup>2</sup> ]
10 3/4"	65,7	9 1/2"	12,13	4,7
10 3/4"	73,2	9 1/4"	12,13	4,7
11 7/8"	90,0	10,219"	13,5	-

6.7.2 Resistência

6.7.2.1 O sub de revestimento contendo os sensores de medição deve apresentar no mínimo as resistências da tabela abaixo:

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº ET-3000.00-1210-810-PPQ-002	REV. B
	COMPLETAÇÃO		Folha 13 de 18
	TÍTULO: Sistema de Monitoramento de Pressão e Temperatura de Anular Isolado de Poço Submarino		PÚBLICO POCOS/EP/ITC/ETP

**Tabela 3. Especificações para sub de revestimento.**

OD [pol]	Peso linear de referência [lb/pé]	Tração/Compressão [klb]	Pressão interna [psi]	Colapso [psi]
10 ¾	73,2	1900	12000	11500
10 ¾	65,7	2050	10600	9500
11 7/8	90,0	2883	12160	11740

6.7.2.2 O grau do aço dos tubulares deve ser compatível com as resistências especificadas e deve apresentar uma resistência à corrosão pelo menos equivalente ao do grau C110. A metalurgia da peça deve estar apta para trabalhar nas três regiões definidas na ISO 15156-2, em qualquer temperatura (Figura 1 da ISO 15156-2). Os testes de qualificação devem ser conforme a tabela B1 teste UT da ISO 15156-2.

#### 6.7.3 Conexões

6.7.3.1 As conexões do sub de monitoramento com os revestimentos serão especificadas pela PETROBRAS na ET-RBS durante o processo de contratação.

### 6.8 REQUISITOS DIMENSIONAIS, RESISTÊNCIA E CONEXÃO DOS ELEMENTOS DA COLUNA DE PRODUÇÃO

6.8.1 O sub de coluna (ou solução de função similar) contendo os elementos para transmissão e alimentação elétrica aos sensores instalados externamente ao revestimento devem possuir diâmetro externo máximo compatível com os revestimentos supracitados, com uma folga mínima (*clearance*) de 1/8" no raio. Além disso, este elemento deverá prover área de fluxo suficiente para operações de *gas lift*, circulação de fluido, amortecimento do poço, dentre outras.


6.8.2 O equipamento do sistema instalado na coluna de produção deve prever a passagem e proteção de no mínimo 3 *flatpacks* com cabo elétrico (TEC) e linhas hidráulicas de 1/4" e/ou 3/8" para controle de ferramentas de completação inteligente, injeção química *downhole* e de válvula de segurança de subsuperfície. Como referência inicial, deve-se prever a passagem de *flatpacks* com as seguintes seções transversais (largura x espessura): (44 x 11) mm, (36 x 14) mm e (22 x 11) mm.


6.8.2.1 O sub de coluna de produção contendo a antena deve apresentar no mínimo as resistências da tabela abaixo:

**Tabela 4. Especificações para o sub de coluna.**

OD [pol]	Peso linear de referência [lb/pé]	Tração/Compressão [klb]	Pressão interna [psi]	Colapso [psi]
5 ½	23	829	16510	16060
6 5/8	28	1017	13770	11000

6.8.3 O sub de coluna de produção deverá atender aos requisitos de metalurgia e conexão informados pela Petrobras na ET-RBS.


	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº ET-3000.00-1210-810-PPQ-002	REV. B
	COMPLETAÇÃO		Folha 14 de 18
	TÍTULO:	Sistema de Monitoramento de Pressão e Temperatura de Anular Isolado de Poço Submarino	PÚBLICO
			POCOS/EP/ITC/ETP
<p>6.8.4 Os limites mecânicos dos subs de coluna devem ser iguais ou superiores aos tubos de 5 1/2" 23 lbm/pé 125 ksi ou 6 5/8" 28 lbm/pé 125 ksi.</p> <p>6.8.5 O sub de coluna deve atender ao preconizado na API Spec 19AC como um elemento do tipo "<i>one-piece mandrel</i>". Este elemento também deverá possuir resistência mecânica compatível com as operações típicas de instalação da coluna de produção.</p> <p>6.8.6 Os equipamentos necessários para realizar alinhamento vertical entre os subs devem ser fornecidos pela contratada, bem como quaisquer itens adicionais para realizar compatibilização com o sistema de leitura de superfície e com os MPDGs.</p>			

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº ET-3000.00-1210-810-PPQ-002	REV. B
	COMPLETAÇÃO		Folha 15 de 18
	TÍTULO: Sistema de Monitoramento de Pressão e Temperatura de Anular Isolado de Poço Submarino		PÚBLICO

## 7 REQUISITOS TÉCNICOS COMPLEMENTARES

- 7.1** O fornecedor se obriga a disponibilizar para a Petrobras ao menos 1 (um) profissional qualificado com conhecimento do projeto dos equipamentos, funcionalidade e da sua instalação, para a realização da FMECA e/ou análises de riscos das tarefas componentes da instalação do equipamento ou prestação de serviços.
- 7.2** Análise de FMEA do equipamento, Análise dos Modos e Efeitos de Falha conforme a norma IEC 60812.
- 7.2.1** O fornecedor deve se comprometer a disponibilizar para a Petrobras, os recursos necessários, incluindo documentação técnica dos equipamentos e ao menos 1 (um) profissional qualificado com conhecimento do projeto dos equipamentos, funcionalidade e da sua instalação, para a realização da FMECA e/ou análises de riscos das tarefas componentes da instalação do equipamento ou prestação de serviços.
- 7.3** Os resultados dos testes acelerados de vida realizados para os modos de falha priorizados no FMECA deverão ser utilizados para obtenção da estimativa de confiabilidade. Na ausência de testes acelerados de vida, a estimativa de confiabilidade poderá ser obtida através de dados de instalação real em cenário similar (dados homogêneos) ou metodologia utilizada no AWES RP 3362-36 v3 – *Downhole Instrumentation/Sensors*.
- 7.4** A confiabilidade alvo para o desenvolvimento do sistema de monitoramento de pressão e temperatura de anular isolado permanente é:

Confiabilidade	Nível de confiança 1-lado (inferior)	Tempo até a primeira falha (anos)
90%	80%	27

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº ET-3000.00-1210-810-PPQ-002	REV. B
	COMPLETAÇÃO		Folha 16 de 18
	TÍTULO: Sistema de Monitoramento de Pressão e Temperatura de Anular Isolado de Poço Submarino		PÚBLICO POCOS/EP/ITC/ETP

## 8 DOCUMENTAÇÃO

Os documentos necessários à análise e aprovação técnica do sistema, deverão incluir pelo menos o seguinte:

- 8.1 IDP - Índice de Documentação de Projeto, lista de documentos com controle das revisões atualizados a cada emissão do documento.
- 8.2 Desenho esquemático do Sistema.
- 8.3 Desenhos das principais dimensões de cada componente do sistema, em especial dos componentes críticos às operações de pescaria;
- 8.4 Desenhos de conjunto dos componentes do sistema;
- 8.5 Especificações técnicas completas de cada componente do sistema;
- 8.6 Certificados das capacidades mecânicas e envelope de operações dos equipamentos do sistema;


NOTA: Somente serão aceitos certificados emitidos por sociedades classificadoras com experiência reconhecida na certificação de equipamentos para uso na indústria de óleo e gás.


- 8.7 Procedimentos operacionais detalhados de instalação e recuperação incluindo o plano de contingências;
- 8.8 Certificação do sistema de gestão da unidade fabril. Todos os certificados deverão estar válidos quando solicitados pela PETROBRAS.

NOTA: O fornecedor deverá apresentar certificação válida API SPEC Q2 comprovando que está em conformidade com os requisitos da norma API vigente;

- 8.9 Relatórios de testes de qualificação.
  - 8.9.1 A qualificação deverá conter pelo menos, sem estar limitada à, os testes descritos nesta seção e serem rigorosamente reportados para referência e classificação do sistema;
  - 8.9.2 Todos os equipamentos que compõe o sistema de aquisição e monitoramento deverão ser qualificados para garantir que o sistema está em conformidade com as especificações da PETROBRAS e que são adequados às condições previstas de transporte, armazenagem, instalação e operação;
  - 8.9.3 Todos os testes deverão ser documentados em um relatório que também deverá incluir os dados de inspeção e procedimentos, apresentando os resultados obtidos através de dados brutos quando for necessário;
  - 8.9.4 Além dos requerimentos descritos nesta seção, os testes deverão seguir, no que couber e complementarmente, normas e padrões internacionais de aceitação e qualificação;
  - 8.9.5 Os testes funcionais que comprovam o funcionamento do meio primário e secundário de transmissão de dados do fundo do poço até a superfície, conectividade com o transmissor/receptor hidro acústico e de formato de saída no painel de superfície devem fazer parte do SIT;
  - 8.9.6 O fornecedor deverá apresentar um procedimento de diagnóstico de falha dos equipamentos nos procedimentos operacionais assim como simular possíveis falhas durante o SIT;
  - 8.9.7 Os testes de performance metrológica e de ambiente do sistema de aquisição e monitoramento devem atender ou superar aos requisitos especificados na ET: 3000.00-1516-823-PEK-002;



	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº ET-3000.00-1210-810-PPQ-002	REV. B
	COMPLETAÇÃO		Folha 17 de 18
	TÍTULO:	Sistema de Monitoramento de Pressão e Temperatura de Anular Isolado de Poço Submarino	PÚBLICO
			POCOS/EP/ITC/ETP
<p>8.9.8 Os testes qualificação dos sensores de pressão e temperatura do sistema de aquisição e monitoramento devem estar em conformidade com a API 17 F.</p> <p>8.9.9 O FAT deverá incluir os testes de performance metrológica e de qualificação, assim como apresentar as métricas de confiabilidade dos subsistemas e do sistema de aquisição e monitoramento não se limitando as probabilidades de falha, mas identificando os principais modos de falha e o modelo de falha utilizado (FMEA, conforme orientações e modelo do IEC-60812).</p> <p>8.9.10 Os certificados de calibração das métricas acima deverão ser emitidos pelo Inmetro ou outro órgão acreditado.</p>			

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº ET-3000.00-1210-810-PPQ-002	REV. B
	COMPLETAÇÃO		Folha 18 de 18
	TÍTULO: Sistema de Monitoramento de Pressão e Temperatura de Anular Isolado de Poço Submarino		PÚBLICO

## 9 DOCUMENTAÇÃO EXTRA

**9.1** Os documentos descritos a seguir são escopo de fornecimento e devem estar disponíveis para análise e aprovação técnica, disponibilizados em meio eletrônico no formato PDF.

- 9.1.1 Memória de cálculo do dimensionamento de cada componente.
- 9.1.2 Desenho mecânico do equipamento completo, contendo dimensões e detalhamento técnico suficiente para julgamento de conformidade com esta ET.
- 9.1.3 Desenhos mecânicos de cada componente, contendo dimensões e detalhamento técnico suficiente para atender às operações de instalação e pescaria.
- 9.1.4 Especificação de materiais e critério de escolha em função do ambiente de instalação.
- 9.1.5 Desenhos de conjunto.
- 9.1.6 Desenhos devem contemplar lista de material e especificação de materiais.
- 9.1.7 Desenhos devem indicar as áreas revestidas em metalurgia especial – descrevendo a mesma.
- 9.1.8 Desenhos devem indicar dimensão e o peso estimado.
- 9.1.9 Procedimentos operacionais detalhados de instalação.
- 9.1.10 Memorial descritivo do equipamento e ferramentas.

**9.2** Os documentos descritos a seguir são escopo de fornecimento e devem estar disponíveis para análise e aprovação técnica da Petrobras:

- 9.2.1 Manual técnico de cada componente contendo pelo menos: *part number*, descrição, materiais utilizados na fabricação, envelope operacional e relatório de testes de qualificação.
- 9.2.2 Lista com o status de todos os componentes já homologados e que devem ser homologados.
- 9.2.3 Lista de componentes e equipamentos com o nome dos fabricantes (subfornecedores), modelo, aplicação e indicação se trata de protótipo ou não.
- 9.2.4 Todos os desenhos devem ter formato A3.
- 9.2.5 Seção com lista de desvios (caso existam).

---

FIM DO DOCUMENTO