





|                                                                                                                  |                                                |        |                                       |        |        |        |        |        |        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|--------|---------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| <br><b>PETROBRAS</b>            | <b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</b>                   |        | Nº <b>ET-2000.00-1100-000-PPQ-010</b> |        |        |        |        |        |        |
|                                                                                                                  | PROGRAMA: <b>POCOS</b>                         |        | Folha 1 de 6                          |        |        |        |        |        |        |
|                                                                                                                  | ÁREA: <b>PERFURAÇÃO</b>                        |        |                                       |        |        |        |        |        |        |
| <b>POCOS/CTPS/QC</b>                                                                                             | TÍTULO: <b>PASTAS PARA CIMENTAÇÃO DE POÇOS</b> |        | <b>PÚBLICO</b>                        |        |        |        |        |        |        |
|                                                                                                                  |                                                |        | <b>POCOS/CTPS/QC</b>                  |        |        |        |        |        |        |
| <b>ÍNDICE DE REVISÕES</b>                                                                                        |                                                |        |                                       |        |        |        |        |        |        |
| <b>REV.</b>                                                                                                      | <b>DESCRIÇÃO E/OU FOLHAS ATINGIDAS</b>         |        |                                       |        |        |        |        |        |        |
| 0                                                                                                                | Emissão original                               |        |                                       |        |        |        |        |        |        |
|                                                                                                                  | REV. 0                                         | REV. A | REV. B                                | REV. C | REV. D | REV. E | REV. F | REV. G | REV. H |
| DATA                                                                                                             | 23/01/2019                                     |        |                                       |        |        |        |        |        |        |
| PROJETO                                                                                                          | POCOS/CTPS/DT                                  |        |                                       |        |        |        |        |        |        |
| EXECUÇÃO                                                                                                         | POCOS/SPO/PEP                                  |        |                                       |        |        |        |        |        |        |
| VERIFICAÇÃO                                                                                                      | POCOS/CTPS                                     |        |                                       |        |        |        |        |        |        |
| APROVAÇÃO                                                                                                        | POCOS/CTPS/QC                                  |        |                                       |        |        |        |        |        |        |
| AS INFORMAÇÕES DESTE DOCUMENTO SÃO PROPRIEDADE DA PETROBRAS, SENDO PROIBIDA A UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE. |                                                |        |                                       |        |        |        |        |        |        |
| FORMULÁRIO PERTENCENTE À PETROBRAS                                                                               |                                                |        |                                       |        |        |        |        |        |        |


|                                                                                   |                                         |                                |               |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------|---------------|
|  | ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA                   | Nº ET-2000.00-1100-000-PPQ-010 | REV. 0        |
|                                                                                   | POCOS                                   |                                | FOLHA 2 de 6  |
|                                                                                   | TÍTULO: PASTAS PARA CIMENTAÇÃO DE POÇOS |                                | PÚBLICO       |
|                                                                                   |                                         |                                | POCOS/CTPS/QC |

## SUMÁRIO

|   |                                                      |   |
|---|------------------------------------------------------|---|
| 1 | INTRODUÇÃO .....                                     | 3 |
| 2 | ESCOPO .....                                         | 3 |
| 3 | DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA.....                        | 3 |
| 4 | TERMOS E DEFINIÇÕES .....                            | 3 |
| 5 | DESCRIÇÃO DOS REQUISITOS FUNCIONAIS E TÉCNICOS ..... | 3 |
| 6 | REQUISITOS TÉCNICOS COMPLEMENTARES.....              | 5 |
| 7 | DOCUMENTAÇÃO .....                                   | 6 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                       |                                 |              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------------------------|--------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA | Nº ET-2000.00-1100-000-PPQ-010  | REV. 0       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | POCOS                 |                                 | FOLHA 3 de 6 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | TÍTULO:               | PASTAS PARA CIMENTAÇÃO DE POÇOS | PÚBLICO      |
| POCOS/CTPS/QC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                       |                                 |              |
| <h2>1 INTRODUÇÃO</h2> <p>Este documento tem por objetivo definir as especificações técnicas das pastas de cimento para o Serviço de Cimentação de Poços, conforme descrição apresentada no documento ET-2000.00-1100-000-PPQ-010.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                       |                                 |              |
| <h2>2 ESCOPO</h2> <p>2.1 Definição das características técnicas das pastas de cimento a serem utilizadas nas atividades de isolamento hidráulico e/ou cimentações estruturais de poços de petróleo.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                       |                                 |              |
| <h2>3 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA</h2> <ul style="list-style-type: none"> <li>• PROCELAB – Manual de procedimentos de laboratório para cimentação de poços de petróleo.</li> <li>• API SPEC 10A – Specification for cements and materials for well cementing.</li> <li>• NBR 9831 – Cimento Portland destinado à cimentação de poços petrolíferos.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                       |                                 |              |
| <h2>4 TERMOS E DEFINIÇÕES</h2> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>ppg</b> - Unidade de medida para peso específico de fluidos, que corresponde a pounds per gallon (libra por galão).</li> <li>• <b>psi</b> – Unidade de medida para pressão, expressa em pounds per square inch (libras por polegada quadrada).</li> <li>• <b>CPP-AT</b> – Cimento para poços de petróleo com alta temperatura.</li> <li>• <b>CPP-BT</b> – Cimento para poços de petróleo com baixa temperatura.</li> <li>• <b>BHP</b> – bentonita pré hidratada.</li> <li>• <b>Cimento Portland</b> – material em pó obtido por processo de produção específico e que quando hidratado desenvolve resistência compressiva, resultando em material com dureza.</li> <li>• <b>Cimento misto</b> – composição formada pela mistura de diferentes tipos de cimento e/ou cimento Portland de diferentes bateladas.</li> <li>• <b>Aditivo</b> - material inerte ou produto químico necessário para ajustar as propriedades físico-químicas das pastas de cimento, do próprio cimento e dos colchões.</li> </ul> |                       |                                 |              |
| <h2>5 DESCRIÇÃO DOS REQUISITOS FUNCIONAIS E TÉCNICOS</h2> <p>5.1 Durante a construção dos poços de petróleo marítimos, as pastas de cimento deverão ter suas características físico-químicas ajustadas, com produtos químicos, em sua grande maioria das PRESTADORAS DE SERVIÇOS, com o objetivo de viabilizar a obtenção de isolamento hidráulico e/ou a cimentação estrutural de poços de perfuração de forma segura, eficiente e eficaz, atendendo as normas e os regulamentos aplicáveis.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                       |                                 |              |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                       |                                 |              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------------------------|--------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA | Nº ET-2000.00-1100-000-PPQ-010  | REV. 0       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | POCOS                 |                                 | FOLHA 4 de 6 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | TÍTULO:               | PASTAS PARA CIMENTAÇÃO DE POÇOS | PÚBLICO      |
| POCOS/CTPS/QC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                       |                                 |              |
| <p>5.2 As pastas devem ter a capacidade de manter as propriedades físico-químicas, previamente definidas, apresentando estabilidade desde o momento de preparo até quando forem submetidas à pressão, à temperatura e a outras condições intrínsecas das operações de isolamento hidráulico e de cimentação estrutural de poços.</p> <p>5.3 Dessa forma, através da adequação das características físico-químicas, as pastas de cimento deverão ser capazes de apresentar os parâmetros descritos a seguir:</p> <p>5.4 <b>Blends</b> - pasta que utiliza mistura cimentícea de base cimento Portland e aditivos fornecidos pela PRESTADORA DE SERVIÇOS.</p> <p>5.5 <b>Pastas Leves</b> - pastas de cimento com densidade menor ou igual 14,5ppg que utilizam cimento Portland puro, cimento misto, cimento Portland misturado com sílica, cimento CPP-AT, cimento CPP-BT e/ou outro cimento de propriedade da PETROBRAS e aditivos fornecidos pela PRESTADORA DE SERVIÇOS (quando especificado, algum aditivo poderá ser fornecido pela PETROBRAS).</p> <p>5.6 <b>Pastas Convencionais</b> - pastas de cimento com densidade menor ou igual 17 ppg que utilizam cimento Portland puro, cimento Portland misto, cimento Portland misturado com sílica, cimento CPP-AT, cimento CPP-BT ou outro cimento de propriedade da PETROBRAS e os demais aditivos fornecidos pela PRESTADORA DE SERVIÇOS.</p> <p>5.7 <b>Pastas Salinas</b> - PRESTADORA DE SERVIÇOS – adição de sal(is), fornecido(s) pela PRESTADORA DE SERVIÇOS e outros aditivos também fornecidos pela PRESTADORA DE SERVIÇOS às pastas leves, convencionais e pesadas, compatíveis com o fluidos do poços, com o objetivo de aplicar essas pastas em cenários onde a dissolução de formações deva ser evitada.</p> <p>5.8 <b>Pastas Salinas</b> - PETROBRAS - adição de sal(is), fornecido(s) pela PETROBRAS e outros aditivos fornecidos pela PRESTADORA DE SERVIÇOS às pastas leves, convencionais e pesadas, compatíveis com o fluidos do poços, com o objetivo de aplicar essas pastas em cenários onde a dissolução de formações deva ser evitada.</p> <p>5.9 <b>Pastas Pesadas</b> - pastas de cimento com adição de agente (s) adensante (s) às pastas convencionais, fornecido (s) pela PRESTADORA DE SERVIÇOS, com objetivo de aumentar acima de 17ppg a densidade das pastas convencionais.</p> <p>5.10 <b>Blends especiais</b> - pastas de cimento que utilizam uma mistura cimentícea e os aditivos fornecidos pela PRESTADORA DE SERVIÇOS, para aplicação em cenários que exijam resistências específicas da pasta de cimento, como, por exemplo, mas não exclusivamente, à corrosão na presença de CO<sub>2</sub>, resiliência e/ou elasticidade, autorregeneração, controle de influxo de água e/ou gás nas fases iniciais do poço (<i>shallow hazards</i>), alta pressão e alta temperatura.</p> <p>5.11 <b>Microcimento</b> – pastas de cimento que utilizam uma mistura cimentícea seca, aglomerante inorgânica, com distribuição granulométrica média menor ou igual a 10microns, e os aditivos fornecidos pela PRESTADORA DE SERVIÇOS.</p> <p>5.12 <b>Aglomerante não Portland</b> – material de base não Portland fornecido pela PRESTADORA DE SERVIÇOS, em estado líquido ou viscoso, com a propriedade de</p> |                       |                                 |              |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                       |                                 |              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------------------------|--------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA | Nº ET-2000.00-1100-000-PPQ-010  | REV. 0       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | POCOS                 |                                 | FOLHA 5 de 6 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | TÍTULO:               | PASTAS PARA CIMENTAÇÃO DE POÇOS | PÚBLICO      |
| POCOS/CTPS/QC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                       |                                 |              |
| <p>solidificar com temperatura e/ou tempo, podendo ser utilizado puro ou misturado à pasta de cimento. Os aglomerantes não Portland devem ser dos seguintes tipos: inorgânico (exemplos: cimento magnesiano e cimento a base de alumínio) e orgânico (exemplos: polímeros e resinas).</p> <p>5.13 <b>Pastas Especiais Nitrogenadas</b> - pastas de cimento com adição de nitrogênio e estabilizadores de espuma (s) às pastas convencionais, fornecido (s) pela PRESTADORA DE SERVIÇOS.</p> <p>5.14 <b>Pastas Especiais com Agente Expansor</b> - pastas de cimento com adição de materiais sólidos ou líquidos à água de mistura com o objetivo de provocar a expansão volumétrica da pasta após seu posicionamento no poço.</p> <p><b>6 REQUISITOS TÉCNICOS COMPLEMENTARES</b></p> <p>6.1 Os ensaios das pastas que exigirem amostras de fluido de perfuração deverão ser feitos com fluido de perfuração proveniente da sonda coletados o mais próximo possível do fim da perfuração, salvo quando houver autorização da PETROBRAS para utilizar fluido de outra fonte.</p> <p>6.2 As propriedades das pastas deverão ser verificadas de acordo com o preconizado no PROCELAB.</p> <p>6.3 <b><u>Pastas de Cimento Espumadas:</u></b></p> <p>6.4 Os serviços especializados de fluidos espumados consistem na redução da massa específica dos fluidos através da injeção de gás e líquido surfactante nestes fluidos. Todos os equipamentos e insumos necessários para estes serviços, como, por exemplo, mas não exclusivamente, tanques de nitrogênio, nitrogênio, fluido surfactante-estabilizador, unidades de bombeio de nitrogênio, linhas, bombas para injeção de surfactante-estabilizador, medidores e registradores de fluxo, devem ser fornecidos pela PRESTADORA DE SERVIÇOS.</p> <p>6.5 O sistema para execução dos serviços especializados de fluidos espumados deve controlar e ajustar automaticamente, com contingência de acionamento manual, as vazões de injeção de fluidos (nitrogênio e fluido surfactante-estabilizador). O sistema deve, ainda, ser dotado de medidor de fluxo a jusante do ponto de mistura dos fluidos e equipamento para quebra de espuma.</p> <p>6.6 Quando requerido, a PRESTADORA DE SERVIÇOS deve prover medidor de fluxo adicional, para ser instalado a montante do ponto de mistura, na linha de injeção do fluido cuja massa específica pretende-se reduzir.</p> <p>6.7 <b><u>Agente Expansor:</u></b> O mecanismo de expansão deve ser por hidratação de cristais ou reação química com componentes da pasta de cimento ou formação. A expansão deve ser controlada de maneira que não haja degeneração da integridade, qualidade e durabilidade da bainha de cimento. Não é permitido o uso de aditivos líquidos com base em Hidrogênio em metalurgias de revestimento especiais (Cromo, SuperCromo, Duplex e Super Duplex).</p> |                       |                                 |              |

|                                                                                   |                                            |                                |               |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------|---------------|
|  | ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA                      | Nº ET-2000.00-1100-000-PPQ-010 | REV. 0        |
|                                                                                   | POÇOS                                      |                                | FOLHA 6 de 6  |
|                                                                                   | TÍTULO:<br>PASTAS PARA CIMENTAÇÃO DE POÇOS | PÚBLICO                        |               |
|                                                                                   |                                            |                                | POÇOS/CTPS/QC |

## 7 DOCUMENTAÇÃO

- 7.1 Deverá ser mantido registro dos ensaios realizados nas pastas.
- 7.2 Deverá ser mantido registro de inspeção, testes e ensaios de todos os equipamentos utilizados para realizar os ensaios nas pastas.

(FIM DO DOCUMENTO)