

 PETROBRAS	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA		Nº: ET-3010.00-1260-010-PNG-136			
	CLIENTE: E&P		FOLHA: 1 de 8			
	PROGRAMA: -					
	ÁREA: -					
TÍTULO: QUALIFICAÇÃO DE TENSOATIVO PARA TRATAMENTO ÁCIDO EM POÇOS DE REINJEÇÃO DE ÁGUA PRODUZIDA EM RESERVATÓRIOS		GPP-E&P/EAEP/PMPQ/GIPQ				
		PÚBLICO				
ÍNDICE DE REVISÕES						
REV.	DESCRIÇÃO E/OU FOLHAS ATINGIDAS					
0	Revisão Original.					
	REV. 0				REV. D	REV. E
DATA	03/06/2025					
EXECUÇÃO	BA9J, CTZC, AMA0					
VERIFICAÇÃO	BG1Q, M300					
APROVAÇÃO	EK6A					
DE ACORDO COM A DI-1PBR-00337, AS INFORMAÇÕES DESTE DOCUMENTO SÃO PROPRIEDADE DA PETROBRAS, SENDO PROIBIDA A UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE.						
FORMULÁRIO PADRONIZADO PELA NORMA PETROBRAS N-381-REV.M.						

**SUMÁRIO**

1. Introdução.....	3
2. Referências normativas.....	3
3. Requisitos iniciais	3
4. Requisitos para qualificação do tensoativo	4
4.1. Ensaio de compatibilidade	4
4.1.1. Solubilidade em meio ácido	4
4.1.2. Solubilidade em água produzida sintética.....	4
4.2. Teste de filtração de emulsão O/A	5
4.3. Teste de injetividade em rocha reservatório	5
5. Apresentação dos resultados	7
5.1. Ensaio de compatibilidade	7
5.2. Testes de filtração de emulsão O/A	7
5.3. Teste de injetividade em rocha reservatório	7
6. Critério de aprovação	7

**ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA**Nº: **ET-3010.00-1260-010-PNG-136**REV. **0**CLIENTE: **E&P**FOLHA: **3 de 8**TÍTULO: **QUALIFICAÇÃO DE TENSOATIVO PARA TRATAMENTO
ÁCIDO EM POÇOS DE REINJEÇÃO DE ÁGUA PRODUZIDA
EM RESERVATÓRIOS**

GPP-E&P/EAEP/PMPQ/GIPQ

PÚBLICO

1. INTRODUÇÃO

Este documento define os requisitos de qualificação de **TENSOATIVO** para uso concomitante à acidificação em sistemas de reinjeção de água produzida.

Os critérios abordados incluem compatibilidade, filtração de emulsão e injetividade em rocha reservatório.

Essa avaliação é uma atribuição exclusiva da PETROBRAS, sendo aceito apenas o laudo autorizado pela PETROBRAS para a verificação do cumprimento dos requisitos estabelecidos.

2. REFERÊNCIAS NORMATIVAS

Os documentos relacionados a seguir são citados no texto e contêm prescrições válidas para a presente especificação técnica.

- ABNT NBR 14725: Produtos químicos - Informações sobre segurança, saúde e meio ambiente - Aspectos gerais do Sistema Globalmente Harmonizado (GHS), classificação, FDS e rotulagem de produtos químicos;
- NR-26: Sinalização de segurança;
- ASTM D92: *Standard Test Method for Flash and Fire Points by Cleveland Open Cup Tester*;
- API RP 45: *Recommended Practice for Analysis of Oilfield Waters, Third Edition*;
- SM 2540: *Solids (Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater)*.

Para referências não datadas, aplicam-se as edições mais recentes dos referidos documentos (incluindo emendas).

3. REQUISITOS INICIAIS

O fornecedor deve entregar 1 L (divididos em dois frascos de 500 mL) de amostra em recipiente compatível com o fluido, íntegro, sem vazamentos, estufamento ou qualquer tipo de degradação, atendendo os seguintes requisitos:

- O rótulo do produto químico deve ser confeccionado em material que resista às condições normais de uso, transporte e armazenagem dentro do prazo de validade do produto;
- Todas as informações de segurança constantes no rótulo de produto químico comercializado no mercado nacional devem estar redigidas no idioma nacional;
- De acordo com a NR-26, a rotulagem de produto químico deve seguir a norma ABNT NBR 14725;
- Incluir no rótulo do recipiente o número sequencial do cenário de pré-qualificação/licitação definido na oportunidade a que a amostra se relaciona;
- Providenciar a assinatura do protocolo de recebimento de amostras pelo responsável da PETROBRAS, coletando assinatura e a data da entrega;
- Entregar cópia da Ficha com Dados de Segurança (FDS), em conformidade com a norma ABNT NBR 14725.



Após o recebimento, a amostra deverá ser verificada visualmente quanto à formação de borras, precipitados, turvação e separação de fases. Caso alguma dessas características seja identificada, o produto será reprovado.

A PETROBRAS deve preparar um laudo de análises com o tensoativo de acordo com a metodologia descrita nessa especificação técnica. Além dessas informações, o relatório deve conter, no mínimo:

- Identificação do responsável técnico pela realização dos ensaios;
- Dados da instituição responsável pela execução dos ensaios;
- Data de emissão do relatório;
- Identificação do produto avaliado.

4. REQUISITOS PARA QUALIFICAÇÃO DO TENSOATIVO

4.1. Ensaios de compatibilidade

Para o cenário de aplicação do produto no sistema de reinjeção de água produzida, será realizado teste de solubilidade em meio ácido e em água produzida sintética, conforme descrição a seguir, para avaliação da compatibilidade. A avaliação em meio ácido pode ser eventualmente suprimida caso a aplicação não seja conjunta com a acidificação de poços.

4.1.1. Solubilidade em meio ácido

- Considerando um volume de 100 mL de uma solução contendo ácido clorídrico, cujo valor de pH final deve ser de 1, adicionar volume de tensoativo a ser testado que seja equivalente a 10 % em volume da solução;
- Agitar vigorosamente a mistura e avaliar se há a separação de fases;
- Repetir após um tempo total de 30 minutos para comparação;
- Avaliar a solubilidade do tensoativo, fazendo registro fotográfico e classificando o produto como "totalmente solúvel" (não há separação de fases), "parcialmente solúvel" (há separação de fases, sem turvação ou formação de depósitos) ou "insolúvel" (há separação de fases, com turvação e/ou formação de depósitos) em cada condição avaliada. Preencher resultados conforme a Tabela I.

4.1.2. Solubilidade em água produzida sintética

- Considerando um volume de 100 mL de água produzida sintética (com óleo emulsionado), adicionar volume de tensoativo a ser testado que seja equivalente a 10 % em volume da solução;
- Agitar vigorosamente a mistura e avaliar se há a formação de fases;
- Repetir após um tempo total de 30 minutos para comparação;
- Avaliar a solubilidade do tensoativo, fazendo registro fotográfico e classificando o produto como "totalmente solúvel" (não há separação de fases), "parcialmente solúvel" (há separação de fases, sem turvação ou formação de depósitos) ou "insolúvel" (há separação de fases, com turvação e/ou formação de depósitos) em cada condição avaliada. Preencher resultados conforme a Tabela I.

**ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA**Nº: **ET-3010.00-1260-010-PNG-136**REV. **0**CLIENTE: **E&P**FOLHA: **5 de 8**TÍTULO: **QUALIFICAÇÃO DE TENSOATIVO PARA TRATAMENTO
ÁCIDO EM POÇOS DE REINJEÇÃO DE ÁGUA PRODUZIDA
EM RESERVATÓRIOS**

GPP-E&P/EAEP/PMPQ/GIPQ

PÚBLICO

Nota 1: A água produzida sintética deve ter salinidade entre 50.000 e 100.000 mg/L (NaCl equivalente) e concentrações de cálcio e magnésio variando entre 500 e 3.000 mg/L.

4.2. Teste de filtração de emulsão O/A

O teste de filtração de água oleosa (emulsão de óleo em água) tem por objetivo avaliar a capacidade do produto em facilitar o escoamento do óleo na membrana, considerando uma emulsão preparada com petróleo em água sintética. Sistemas incompatíveis tendem a aumentar o tempo de filtração da emulsão O/A de forma significativa.

- (a) Preparar uma dispersão contendo em torno de 30 ppm de petróleo disperso em um volume de 500 mL;
- (b) Submeter à filtração em kitassato, com auxílio de bomba de vácuo e utilização de membrana de éster misto de celulose de 0,45 micra de diâmetro de poro e 47 mm de diâmetro;
- (c) Realizar o procedimento de preparo e filtração em triplicata, sendo medido o tempo de filtração. Preencher resultados conforme a Tabela II. Este primeiro teste é considerado como branco de referência;
- (d) Na sequência, preparar a mesma emulsão O/A, adicionando à essa solução um volume de tensoativo equivalente a 1 %;
- (e) Imediatamente, filtrar a mistura (preparo em triplicata), avaliando o tempo de filtração. Preencher resultados conforme a Tabela II.

4.3. Teste de injetividade em rocha reservatório

O teste de injetividade em testemunho de rocha reservatório tem por objetivo avaliar se a adição do tensoativo ao ácido melhora a restauração da permeabilidade em comparação à injeção de ácido puro. A metodologia desse teste se baseia no ensaio de escoamento em meio poroso. A unidade de teste foi concebida de forma que as amostras sejam analisadas aos pares, isto é, o sistema de escoamento utilizado permite que o escoamento de água produzida pelos testemunhos seja feito em paralelo. Dessa forma, cada amostra pode receber um tipo de tratamento e é possível garantir que as amostras sejam submetidas a uma mesma qualidade de água produzida. Sendo assim, a única diferença entre os testes é de fato a injeção do produto em avaliação.

- (a) Para avaliação da eficiência da adição do tensoativo ao ácido, submeter duas amostras à injeção de água produzida sintética. Em função da presença de óleo disperso e sólidos suspensos, há formação de dano nos meios porosos, conseqüentemente, a injetividade é reduzida entre 20 e 50 % do valor original;
- (b) Uma vez danificadas, enviar as amostras para a etapa de tratamento, que consiste em um *soaking* com os produtos estudados. Uma das amostras deverá ser tratada apenas com o método convencional: acidificação com ácido clorídrico (será o branco ou referência). A outra, deverá ser tratada com uma mistura do mesmo ácido e 1% do tensoativo em volume;
- (c) Injetar 5 volumes porosos do tratamento em cada amostra e, após 30 minutos, retomar o fluxo da água produzida sintética. O melhor tensoativo será aquele que apresentar o maior incremento de permeabilidade (comparando com o valor final estimado após o primeiro fluxo de água produzida). Preencher resultados conforme a Tabela III;

Nota 2: O Teor de Óleo e Graxa (TOG) varia entre 50 e 150 mg/L e o Teor de Sólidos Suspensos Totais (SST), entre 1 e 10 mg/L.

Nota 3: São utilizadas amostras de afloramento, com as mesmas características de porosidade e permeabilidade, permitindo a comparação dos ensaios em paralelo.

Nota 4: São utilizados plugues de 1,5 polegada de diâmetro e aproximadamente 7 cm de comprimento que são saturados com água e confinados em *holder*. Ao longo do teste registram-se, a pressão e a vazão ao longo do tempo. A pressão é medida com manômetros, sendo a saída do teste aberta para atmosfera. A medição de vazão é manual: um volume de efluente é coletado em tubo e é registrado o intervalo de tempo para preencher este volume. Os testes são realizados na temperatura ambiente. A montagem do sistema pode ser observada na Figura 1.

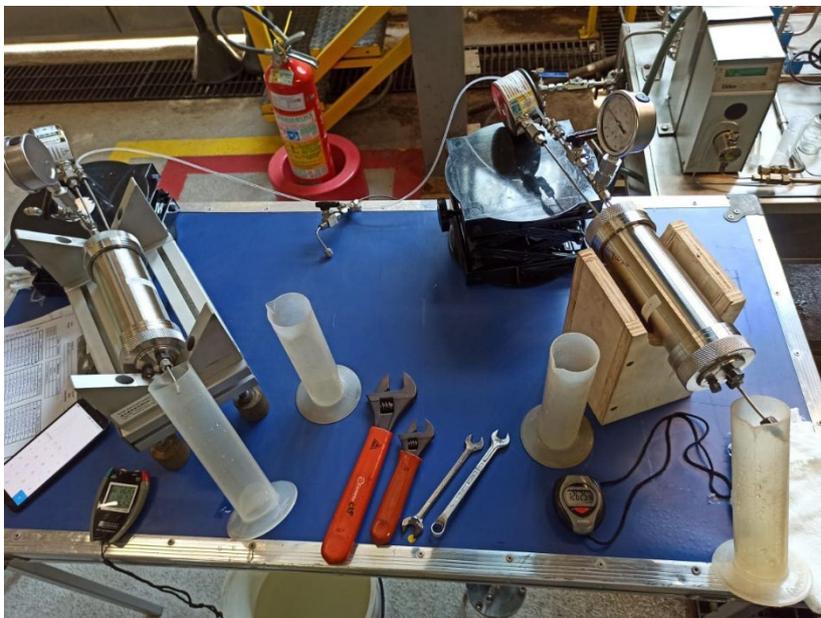


Figura 1 - Montagem dos sistemas de escoamento de água em testemunhos de rocha, em paralelo, para avaliar a restauração da injetividade nos ensaios em meio poroso.

(d) Comparando-se as duas amostras testadas em paralelo, avaliar em qual houve maior restauração da injetividade: no branco, que foi tratado apenas com ácido, ou na amostra tratada com ácido + tensoativo. O critério de aceitação nesse ensaio é a melhor restauração em comparação ao tratamento de referência.

Nota 5: Para uma avaliação de dosagem contínua do tensoativo, o processo é similar até a primeira injeção de água produzida. Após danificar as amostras seguindo o mesmo critério anterior, é iniciada a dosagem contínua do tensoativo, dosado na própria água produzida sintética, em uma delas. A outra segue recebendo a mesma água da etapa anterior, sem aditivos. A ideia dessa abordagem é avaliar a redução na taxa de declínio de injetividade pela adição de produtos. É importante que a dosagem seja baixa (preferencialmente menor que 10 ppm). O melhor produto será aquele que reduzir de forma mais significativa a taxa de perda de injetividade. A avaliação utilizando a dosagem contínua pode ser eventualmente suprimida caso a abordagem não seja o objetivo da aplicação.

5. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

5.1. Ensaios de compatibilidade

Os resultados, tanto para o teste de solubilidade em meio ácido bem como em água produzida sintética, devem ser apresentados conforme modelo da Tabela I.

Tabela I – Modelo para apresentação dos resultados dos ensaios de compatibilidade

MISTURA - TEMPO	SOLUBILIDADE (informar se: totalmente solúvel / parcialmente solúvel / insolúvel)	OBSERVAÇÕES (informar se: apresentou turbidez / precipitação / separação de fases / formação de borras)	FOTO
Logo após agitação			
Após 30 minutos			

5.2. Testes de filtração de emulsão O/A

Os resultados devem ser apresentados conforme modelo da Tabela II.

Tabela II – Modelo para apresentação dos resultados dos ensaios de filtração de emulsão O/A.

FLUIDO DE TESTE	TEMPO DE FILTRAÇÃO (min)
Branco de referência (replicata 1)	
Branco de referência (replicata 2)	
Branco de referência (replicata 3)	
Com 1% de tensoativo (replicata 1)	
Com 1% de tensoativo (replicata 2)	
Com 1% de tensoativo (replicata 3)	

5.3. Teste de injetividade em rocha reservatório

Os resultados devem ser apresentados conforme modelo da Tabela III.

Tabela III – Modelo para apresentação dos resultados dos ensaios de compatibilidade

FLUIDO DE TESTE	RESTAURAÇÃO DA PERDA DE INJETIVIDADE (%)
Branco de referência	
Com tensoativo	

6. CRITÉRIO DE APROVAÇÃO

O tensoativo será considerado aprovado se atender aos seguintes requisitos:

**ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA**Nº: **ET-3010.00-1260-010-PNG-136**REV. **0**CLIENTE: **E&P**FOLHA: **8 de 8**TÍTULO: **QUALIFICAÇÃO DE TENSOATIVO PARA TRATAMENTO
ÁCIDO EM POÇOS DE REINJEÇÃO DE ÁGUA PRODUZIDA
EM RESERVATÓRIOS**

GPP-E&P/EAEP/PMPQ/GIPQ

PÚBLICO

- (a) Tanto para o teste de solubilidade em meio ácido bem como em água produzida sintética, o produto deve ser totalmente solúvel nas condições testadas, sem tolerância de turvação, sem formação de precipitados ou separação de fases (itens 4.1.1 e 4.1.2);
- (b) O produto não deve promover um tempo de filtração mais elevado, quando comparado com o tempo de filtração da amostra branco de referência (item 4.2);
- (c) O produto deve promover uma maior redução na taxa de perda de injetividade no testemunho da rocha reservatório, quando comparado ao teste realizado com a amostra branco de referência (item 4.3).