 PETROBRAS	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA		Nº: ET-3010.00-1260-010-PNG-116			
	CLIENTE: E&P			FOLHA: 1 de 8		
	PROGRAMA: -					
	ÁREA: -					
TÍTULO: QUALIFICAÇÃO DE POLIELETRÓLITO PARA TRATAMENTO DE ÁGUA PRODUZIDA			GPP-E&P/EAEP/EOPM			
			PÚBLICO			
ÍNDICE DE REVISÕES						
REV.	DESCRIÇÃO E/OU FOLHAS ATINGIDAS					
0	Revisão Original					
	REV. 0	REV. A	REV. B	REV. C	REV. D	REV. E
DATA	10/07/2023					
EXECUÇÃO	BG2J, N45U					
VERIFICAÇÃO	BE3W, EK6A					
APROVAÇÃO	CJCL					
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.						

PÚBLICA

**Sumário**

1. Introdução.....	3
2. Documentos de referência.....	3
3. Requisitos iniciais.....	3
4. Metodologia.....	3
4.1. Preparo do fluido de testes (água oleosa).....	4
4.2. Ensaio de coagulação e flotação em bancada.....	4
4.3. Ensaio de tendência à formação de espuma.....	5
5. Apresentação dos resultados.....	6
5.1. Caracterização do petróleo.....	6
5.2. Curva de calibração do TOG.....	7
5.3. Preparo da água oleosa e ensaio de coagulação e flotação.....	7
5.4. Ensaio de tendência à formação de espuma.....	8
6. Critério de aprovação.....	8

1. INTRODUÇÃO

Este documento define os requisitos mínimos de qualificação de POLIELETRÓLITO para aplicação no tratamento de água produzida oriunda do processamento primário de petróleo.

O objetivo da avaliação do desempenho do polieletrólito é demonstrar a melhoria da qualidade da água produzida (água oleosa) para descarte no mar, após o tratamento. A avaliação de desempenho depende das características físico-químicas da água produzida de cada campo produtor.

2. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

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

SM 5520B *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - Part 5520B: Oil and Grease;*

ABNT NBR 7353 Soluções aquosas - Determinação do pH com eletrodos de vidro;

ASTM D1293 *Standard Test Methods for pH of Water;*

ASTM E70 *Standard Test Method for pH of Aqueous Solutions with the Glass Electrode;*

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

3. REQUISITOS INICIAIS

O fornecedor deve apresentar relatório de testes com o polieletrólito de acordo com essa especificação técnica para os itens que forem solicitados no Edital da oportunidade. 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;
- Condições de teste detalhadas;
- Descrição do equipamento utilizado;
- Ensaios em branco;
- Resultados comentados;
- Conclusões com a indicação do produto e da dosagem.

4. METODOLOGIA

A seguir são apresentados procedimentos de forma a orientar a realização dos ensaios de desempenho do polieletrólito. Dados adicionais relativos à oportunidade serão informados na ET de cenário.



Onde não estiverem definidos detalhes, tais como tipo do aparato experimental, rotação, tempo, volume, temperatura etc., é permitido que esses sejam selecionados pelo fornecedor, que deve informá-los em seu relatório (vide item 3).

4.1. Preparo do fluido de testes (água oleosa)

Utilizando as amostras do cenário de petróleo e a água produzida fornecidas pela PETROBRAS, conforme edital da oportunidade, preparar o fluido de teste seguindo o procedimento proposto a seguir:

- Adição de massa conhecida de óleo no volume de água produzida;
- Emulsão com a utilização de homogeneizador de alto cisalhamento (*Turrax* ou similar);
- Repouso (decantação) seguido da remoção da camada de óleo livre decantada;
- Determinação do pH e do TOG (absorção molecular e gravimétrico) da água oleosa preparada.

Caso não seja disponibilizada amostra de água produzida do campo pela PETROBRAS, será necessário preparar uma solução sintética com a mesma salinidade equivalente em NaCl da água produzida do campo (informação disponível na ET de cenário).

Realizar o registro fotográfico das etapas de preparo da água oleosa e incluir as fotografias no relatório de testes com comentários e observações ocorridas no preparo. Informar também os parâmetros que foram utilizados no preparo como rotação (rpm) do homogeneizador, tempo de cisalhamento, massa de óleo, volume de água produzida etc.

4.2. Ensaio de coagulação e flotação em bancada

Ensaio que utiliza conjunto de jarros com palhetas (*jar test* ou similar) que misturam o polieletrólito com a água oleosa, simulando diferentes etapas de processos de tratamento. Cada fase do ensaio possui uma rotação adequada das palhetas que varia entre rápida, para incorporar produto e lenta, que promove a coagulação e floculação.

A dispersão de gás nitrogênio (borbulhador de gás) pode ser usado como agente simulador do processo de floculação e flotação, onde colóides (óleo e sólidos suspensos na água) saem de suspensão na forma de agregados formando partículas maiores "flocos".

O fornecedor deve informar no relatório qual a diluição que o produto polieletrólito sofreu antes do uso no teste de desempenho e o tipo de diluente utilizado, se aplicável.

O limite máximo de dosagem em campo do polieletrólito, será informado na ET de cenário. Esta informação deverá ser levada em consideração para a escolha da(s) concentração(ões) de teste em bancada pelo fornecedor.

Após preparo da água oleosa do item 4.1 (fluido de teste), proceder a avaliação de desempenho do polieletrólito, em triplicata, conforme o procedimento sugerido a seguir:

- Transferir o volume de água oleosa para cada jarro de teste conforme na(s) concentração(ões) do polieletrólito a ser(em) testada(s). Informar no relatório como o polieletrólito diluído foi dosado no jarro (antes ou depois da adição da água oleosa conforme procedimento escolhido pelo fornecedor);

- (b) Proceder a etapa de incorporação do produto (agitação rápida) seguida da etapa de coagulação e floculação (agitação lenta) descrevendo no relatório os tempos e valores da agitação (rpm) praticados;
- (c) Após tempo de repouso (decantação), colher amostras para leitura do Teor de óleos e graxas (TOG), da turbidez (NTU) e do pH de cada jarro de teste;
- (d) Relatar características dos flocos formados como tamanho, estabilidade, velocidade de flotação e posição (topo ou fundo).

Realizar o registro fotográfico no início e no final do teste e incluir as fotografias no relatório de testes com comentários e observações ocorridas no ensaio.

O método de absorção molecular é utilizado para monitoramento do TOG a bordo e a especificação de descarte é definida pelo IBAMA que considera o método gravimétrico SM 5520B. No relatório de testes, fornecedor deverá indicar o método escolhido para determinação do TOG por absorção molecular. Já para o TOG gravimétrico, é indicado seguir o método SM 5520B.

Para aprovação no ensaio de coagulação e flotação de bancada, o teste com o polieletrólito deve apresentar os seguintes resultados:

- Clarificação da água tratada com registro fotográfico e com a análise de turbidez;
- Posicionamento dos flocos formados no topo do jarro de teste com registro fotográfico;
- Redução significativa do TOG na água tratada comprovada pelo cálculo do percentual de remoção do TOG (ER) conforme equação 1 do item 5.3.

Os critérios de aprovação citados acima são apenas válidos para o ensaio de bancada, sendo considerada uma etapa necessária para seleção do produto que será indicado para teste de campo.

O teste de campo é a etapa final de aprovação do produto onde será avaliado, em escala real, se o uso do polieletrólito é capaz de promover a redução do TOG abaixo de 29 mg/L (método absorção molecular e gravimétrico) com o limite máximo de dosagem estabelecido na ET do cenário em questão.

4.3. Ensaio de tendência à formação de espuma

Ensaio necessário para avaliar a tendência do produto polieletrólito em formar espuma durante a etapa de transferência para tanque. Proceder a avaliação de tendência à formação de espuma do polieletrólito, em triplicata, conforme o procedimento descrito a seguir:

- (a) Colocar em uma proveta de 250 mL (diâmetro externo de 45 mm e altura da parte graduada de 225 mm), 100 mL do polieletrólito;
- (b) Instalar um borbulhador de gás (tubo de vidro com um cilindro de vidro sinterizado de porosidade média – P160), que deve ser inserido no centro da proveta e ficar imerso numa profundidade de 50 mL a partir da interface do líquido com o ar;
- (c) Borbulhar N₂ ou ar comprimido na proveta controlando a vazão através de um rotâmetro em 100 L/h durante 2 minutos;
- (d) Medir o volume de espuma que se forma após 1 minuto de borbulhamento, ao fim de 2 minutos e o tempo total de quebra da espuma formada;

- (e) Fotografar o aspecto da proveta antes do teste iniciar (0 min), após 1 minuto de borbulhamento e ao fim de 2 minutos conforme Figura 1;
- (f) Realizar os ensaios em triplicata.

Para aprovação no ensaio de tendência a formação de espuma, os resultados do produto devem atender os seguintes critérios:

- Altura máxima da espuma (H) durante o borbulhamento não ultrapassar 50% do volume inicial, ou seja, altura máxima total (líquido + espuma) de 150 mL;
- Tempo de quebra da espuma após o término do borbulhamento inferior a 2 minutos.

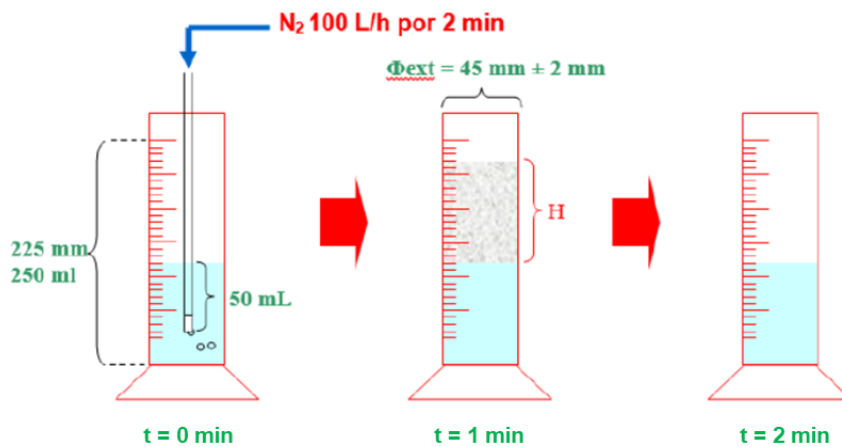


Figura 1 - Desenho esquemático do aparato do teste de formação de espuma. H = altura da espuma.

5. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Os resultados a serem apresentados no relatório de teste do fornecedor permitem uma análise comparativa de desempenho do polieletrólito em relação ao ensaio branco.

5.1. Caracterização do petróleo

A amostra de petróleo fornecida pela PETROBRAS, conforme edital da oportunidade, deve ser caracterizada e os resultados apresentados conforme a Tabela I.

Tabela I - Apresentação dos resultados de caracterização da amostra de petróleo

Parâmetro	Resultado
Teor de água (% m/m)	
Densidade API @ 15 °C	

5.2. Curva de calibração do TOG

Deve ser apresentado o gráfico da curva de calibração (método de absorção molecular) utilizada para cálculo do TOG nos ensaios na amostra Branco e na presença do polieletrólito do item 4.2 com os comentários e observações pertinentes.

5.3. Preparo da água oleosa e ensaio de coagulação e flotação

Deve ser apresentado o registro fotográfico das etapas do preparo da água oleosa do item 4.1 com os comentários e observações. Informar também os parâmetros utilizados no preparo como rotação (rpm), tempo de cisalhamento, massa de óleo, volume de água produzida etc.

Os resultados das análises de TOG, Turbidez e pH da amostra Branco (sem polieletrólito) e da amostra de água tratada com polieletrólito, devem ser reportados conforme exemplo da Tabela II. Os registros fotográficos da água tratada também devem ser reportados assim como os demais parâmetros utilizados no ensaio como rotação das palhetas nas fases rápida, incorporação do produto e lenta, vazão de borbulhamento do nitrogênio (caso utilizado) etc.

Tabela II – Resultados dos testes de coagulação e flotação em bancada.

Dosagem do Polieletrólito	Amostra	TOG (mg/L)	Turbidez (NTU)	pH	Eficiência de remoção do TOG (%)
0 ppm (Branco)	Replicata 1				-
	Replicata 2				-
	Replicata 3				-
	Média				-
____ ppm	Replicata 1				
	Replicata 2				
	Replicata 3				
	Média				

A eficiência de remoção do TOG deve ser calculada conforme a Equação 1.

$$ER = \frac{(TOG_i - TOG_f)}{TOG_i} \times 100 \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

ER (%) é o percentual de eficiência de remoção do TOG;

TOG_i é o TOG inicial (mg/L);

TOG_f é o TOG final (mg/L).

5.4. Ensaio de tendência à formação de espuma

Os resultados do ensaio de tendência à formação de espuma devem ser apresentados conforme exemplos da Tabela III.

Tabela III - Representação dos resultados de avaliação da formação de espuma do polieletrólito.

Replicata	Volume de Espuma (mL)		
	Após 1 min durante o borbulhamento	Ao fim de 2 min de borbulhamento	Tempo total de quebra de espuma (min)
1			
2			
3			
Média			

6. CRITÉRIO DE APROVAÇÃO

O produto será considerado apto para o teste em campo se o relatório de teste do fornecedor comprovar os seguintes requisitos:

- Ensaio de coagulação e flotação em bancada (itens 4.2 e 5.3):
 - Clarificação da água tratada com registro fotográfico e com análise de turbidez;
 - Posicionamento dos flocos formados no topo do jarro de teste com registro fotográfico;
 - Redução significativa do TOG na água tratada pelo cálculo do percentual de remoção do TOG.
- Ensaio de tendência à formação de espuma (itens 4.3 e 5.4):
 - Altura máxima da espuma não ultrapassar 150 mL;
 - Tempo de quebra da espuma inferior a 2 minutos.