 PETROBRAS	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA		Nº: ET-3010.00-1260-010-PNG-097			
	CLIENTE: E&P			FOLHA: 1 de 10		
	PROGRAMA: -					
	ÁREA: -					
TÍTULO: QUALIFICAÇÃO DE ANTIESPUMANTES DE BAIXO TEOR DE SILÍCIO E ALTO DESEMPENHO PARA USO EM UNIDADES DE PRODUÇÃO OFFSHORE			GPP-E&P/EAEP/EOPM			
			PÚBLICO			
ÍNDICE DE REVISÕES						
REV.	DESCRIÇÃO E/OU FOLHAS ATINGIDAS					
0	Revisão Original					
A	Revisão do texto do item 1, melhoria na descrição do procedimento experimental (itens 2 e 3), revisão do item 4 (inserida caracterização do petróleo) e alteração do critério de aprovação (item 5). Atualização do formulário da ET segundo norma PETROBRAS N-0381 rev. M.					
B	Correção no item 2.3 (solução antiespumante de referência), concentração é na base volumétrica (v/v).					
	REV. 0	REV. A	REV. B	REV. C	REV. D	REV. E
DATA	26/08/2021	17/02/2023	17/08/2023			
EXECUÇÃO	UPRB	UPRB	UPRB, BE3W			
VERIFICAÇÃO	B97J	BE3W	EK6A			
APROVAÇÃO	CJCL	CJCL	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.						

**ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA**Nº: **ET-3010.00-1260-010-PNG-097**REV. **B**CLIENTE: **E&P**FOLHA: **2 de 10**TÍTULO: **QUALIFICAÇÃO DE ANTIESPUMANTES DE BAIXO TEOR DE SILÍCIO E ALTO DESEMPENHO PARA USO EM UNIDADES DE PRODUÇÃO OFFSHORE****GPP-E&P/EAEP/EOPM****PÚBLICO****Sumário**

1. Introdução.....	3
2. Descrição experimental.....	3
2.1. Materiais.....	4
2.2. Aparato experimental.....	4
2.3. Preparo da solução antiespumante de referência.....	4
3. Avaliação do desempenho da ação antiespumante.....	6
3.1. Procedimento experimental.....	6
3.2. Determinação do percentual de espuma.....	7
3.3. Cálculo do DEF, ICE e DPA.....	7
4. Apresentação dos resultados.....	8
4.1. Caracterização do petróleo.....	8
4.2. Avaliação do desempenho da ação antiespumante.....	8
5. Critério de aprovação.....	10

**ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA**Nº: **ET-3010.00-1260-010-PNG-097**REV. **B**CLIENTE: **E&P**FOLHA: **3 de 10**TÍTULO: **QUALIFICAÇÃO DE ANTIESPUMANTES DE BAIXO TEOR DE SILÍCIO E ALTO DESEMPENHO PARA USO EM UNIDADES DE PRODUÇÃO OFFSHORE****GPP-E&P/EAEP/EOPM****PÚBLICO**

1. INTRODUÇÃO

Este documento define os requisitos de qualificação de ANTIESPUMANTE DE BAIXO TEOR DE SILÍCIO E ALTO DESEMPENHO para aplicação no processamento primário de petróleo em unidades de produção *offshore*.

O fornecedor deve apresentar relatório de testes com o antiespumante de acordo com a metodologia descrita a seguir. 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 antiespumante para petróleo avaliado.

Caso haja necessidade de entrega de amostra do produto para realização de testes pela Petrobras, os seguintes requisitos devem ser atendidos:

- Fornecer 500 mL (divididos em dois frascos de 250 mL) de amostra em recipiente compatível com o fluido, íntegro, sem vazamentos, estufamento ou qualquer tipo de degradação.
- 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 NR26, a rotulagem de produto químico deve seguir a norma ABNT NBR 14725 parte 3;
- Incluir no rótulo do recipiente o número sequencial do cenário de pré-qualificação/licitação publicado no Edital 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 de Informações de Segurança do Produto Químico – FISPQ, em conformidade com a norma ABNT NBR 14725 parte 4.

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

2. DESCRIÇÃO EXPERIMENTAL

A avaliação do desempenho da ação antiespumante é conduzida em laboratório com célula de geração de espuma utilizando petróleo e gás inerte.

A temperatura de teste é função do tipo de petróleo disponibilizado como amostra. Petróleos muito leves possuem dificuldade em gerar espuma. Petróleos muito pesados precisam de temperatura de teste elevada, gerando impedimentos na realização do ensaio em bancada.

**ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA**Nº: **ET-3010.00-1260-010-PNG-097**REV. **B**CLIENTE: **E&P**FOLHA: **4 de 10**TÍTULO: **QUALIFICAÇÃO DE ANTIESPUMANTES DE BAIXO TEOR DE SILÍCIO E ALTO DESEMPENHO PARA USO EM UNIDADES DE PRODUÇÃO OFFSHORE****GPP-E&P/EAEP/EOPM****PÚBLICO**

Como regra geral, a temperatura de ensaio deve ser selecionada conforme dados a seguir:

- Petróleos com densidade entre 20°API e 27°API, temperatura de ensaio deve ser aquela na qual a viscosidade cinemática do petróleo fique na ordem de 30 cSt;
- Petróleos com densidades superiores à 28°API - 30°API e viscosidade à temperatura ambiente menor que 30 cSt, temperatura de ensaio é ambiente.

2.1. Materiais

- (a) Amostra de petróleo (2 L) fornecida pela PETROBRAS conforme edital da oportunidade;
- (b) Óleo de silicone (*silicone oil*), viscosidade 100 cSt a 25°C, oriundo da Sigma-Aldrich (número do produto 378364);
- (c) Querosene;
- (d) Ar comprimido ou nitrogênio comprimido (cilindro de alta pressão).

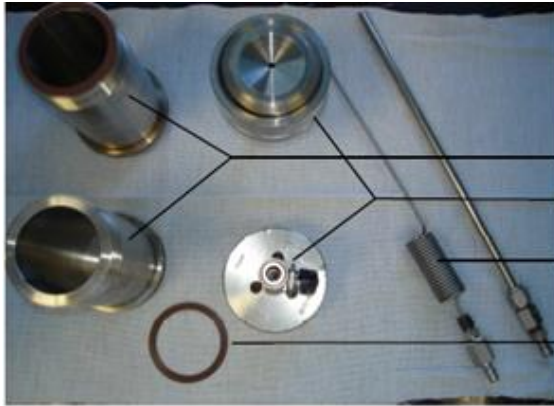
2.2. Aparato experimental

Na realização do ensaio serão necessários os seguintes materiais (idênticos ou tecnicamente similares):

- (a) Célula de pressão para compressão do petróleo, Fann modelo 210285, com tapa rosqueável e junta de vedação (o-ring) compatível para estanqueidade da célula (Figura 1);
Volume hidráulico da célula de pressão: 500 mL
- (b) Haste de tubo com 1/8 pol OD (espessura de parede de 0,028 pol) de aço inoxidável com engate rápido body Swagelok SS-QF4-B-4PF; niple duplo de ¼ NPT macho; válvula esfera Swagelok SS-43 GF4; porca e anilha de 1/8 pol OD; engate rápido stem Swagelok SS-QF4-S-4PF (Figura 1);
A haste de tubo espiral a ser utilizada (20, 40 ou 60 voltas) é escolhida conforme o °API do petróleo disponibilizado e que melhor responde para o ensaio.
- (c) estufa *roller oven* Fann modelo 705ES (Figura 2) para condicionamento da temperatura da célula de compressão e para incorporação do gás ao petróleo de teste e geração da espuma;
- (d) estufa de aquecimento com janela de vidro para aquecimento de provetas e haste de tubo espiral (somente para ensaios acima da temperatura ambiente);
- (e) provetas de 250 mL e 100 mL;
- (f) suporte para acomodar a célula de pressão e permitir a despressurização (Figura 2);
- (g) micropipeta ajustável de 1 µL a 10 µL.

2.3. Preparo da solução antiespumante de referência

Preparar uma solução contendo 30% (v/v) do óleo de silicone de 100 cSt (Sigma-Aldrich) em querosene. Essa solução tem validade de 7 dias se conservada em frasco âmbar e temperatura ambiente.



- célula de envelhecimento 210285, da Fann
- tampa da célula de envelhecimento
- haste de tubo 1/8 de aço inoxidável, com 20 espiras
- junta de buna N, com 76 mm de diâmetro externo, 64 mm de diâmetro interno e 1,5 mm de espessura



- engate rápido *body* Swagelok SS-QF4-B-4PF
- niple duplo de 1/4 NPT macho
- válvula esfera Swagelok SS-43 GF4
- porca e anilha de 1/8 OD
- engate rápido *stem* Swagelok SS-QF4-S-4PF

Figura 1 – Exemplo e aspecto dos materiais utilizados no conjunto para a compressão do petróleo.



(1)



(2)



(3)

Figura 2 – Exemplos dos equipamentos: (1) estufa *roller oven* FANN modelo 705ES, (2) suporte para acomodar a célula de pressão e (3) detalhe da acomodação da haste de tubo espiral dentro da proveta.



3. AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DA AÇÃO ANTIESPUMANTE

3.1. Procedimento experimental

1. Ligar aquecimento da estufa de rolamento na temperatura de ensaio definida no item 2;
2. Colocar haste de tubo espiral e provetas na estufa auxiliar para aquecimento na temperatura de ensaio definida no item 2;
3. Transferir uma amostra de 150 mL do petróleo (temperatura ambiente) para a célula de pressão;
4. Fechar a célula de pressão com a tampa rosqueável;
5. Colocar a válvula de bloqueio de passagem de gás na posição fechada;
6. Transferir a célula de pressão para a estufa de rolamento e manter por 2 horas na temperatura de ensaio definida no item 2;
7. Após 2 horas na estufa, a célula deve ser retirada e pressurizada até 200 psi com ar comprimido ou nitrogênio comprimido e transferida novamente para a estufa de rolamento e mantida por 1 hora para incorporação do gás ao petróleo;
8. Retirar a célula de pressão da estufa e fazer o engate rápido da haste de tubo (20, 40 ou 60 voltas), previamente aquecida na temperatura do ensaio, em sua tampa;
Obs: O número de voltas da espira é muito dependente de características construtivas e do tempo de uso. Por isso, o teste tem que ser comparativo. A espira a ser utilizada será de livre escolha.
9. Colocar a célula de pressão na posição vertical, com a haste voltada para baixo. Iniciar a depressurização da célula, com abertura plena e rápida da válvula de bloqueio, com a ponta da espira posicionada para dentro da proveta graduada de 100 mL (previamente acondicionada na temperatura do ensaio), conforme apresentado na Figura 2;
10. A depressurização é mantida até que seja atingido um volume total (petróleo + espuma) de aproximadamente 80 mL, no interior da proveta;
11. Imediatamente, após atingir 80 mL de volume (petróleo + gás), a válvula de bloqueio deve ser fechada totalmente e um cronômetro acionado, medindo-se o volume total do conteúdo (petróleo + espuma) a cada 15 segundos, até que seja observada estabilização da altura de fluidos, indicativo de quebra total da espuma, finalizando o ensaio. Após acionamento do cronômetro e durante todo o período de leitura, a proveta deve ser mantida dentro da estufa à temperatura de ensaio;
12. Esse teste deve ser realizado, no mínimo, em duplicata, com o petróleo:
 - Sem antiespumante (branco);
 - Com 20 ppm (v/v) da solução antiespumante de referência (item 2.3);
 - Com 20 ppm (v/v) do produto antiespumante de baixo teor de silício e alto desempenho a ser avaliado.

Todos os ensaios devem ser realizados com a mesma haste de tubo espiral, ou seja, não pode ser realizado ensaios com espirais diferentes, mesmo que semelhantes entre si. Após cada depressurização, a espiral deve ser limpa com clorofórmio até que todo o resíduo oleoso seja retirado, seca com auxílio de ar comprimido (para retirar todo o clorofórmio) e aquecida até temperatura de ensaio.



3.2. Determinação do percentual de espuma

O percentual de espuma (PE) para cada intervalo de tempo deve ser calculado conforme a equação 1:

$$PE = \frac{(V_t - V_f)}{V_f} \times 100 \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

PE é o percentual de espuma para cada intervalo de tempo "t", (%);

V_t é o volume total de fluido (petróleo + espuma) para cada intervalo de tempo "t";

V_f é o volume final de fluido (petróleo + espuma) medido após a quebra total.

O percentual de espuma do ensaio sem o produto antiespumante (ESP), com a solução antiespumante de referência (ECR) e produto antiespumante (ECP) no tempo "t" deve ser determinado calculando-se a média aritmética dos valores de percentual de espumas (PE) calculados em cada duplicata.

3.3. Cálculo do DEF, ICE e DPA

A diferença da espuma inicialmente formada (DEF) entre os ensaios sem a presença de aditivo antiespumante e na presença da solução antiespumante de referência deve ser calculado conforme apresentado na equação 2:

$$DEF = PES_{15s} - PEAR_{15s} \quad \text{Equação 2}$$

O Índice de Combate a Espuma (ICE) deve ser calculado para a solução antiespumante de referência conforme a equação 3:

$$ICE = \frac{(\sum PES - \sum PEAR)}{\sum PES} \quad \text{Equação 3}$$

O Desempenho do Produto Antiespumante (DPA) deve ser calculado conforme a equação 4:

$$DPA = \frac{\sum PEAR}{\sum PEP} \quad \text{Equação 4}$$

Onde:

DEF = Diferença de espuma inicialmente formada;

PES_{15s} = percentual de espuma no tempo de 15 s do ensaio sem antiespumante;

PEAR_{15s} = percentual de espuma no tempo de 15 s do ensaio com 20 ppm da solução antiespumante de referência;

ICE = Índice de Combate a Espuma;

DPA = Desempenho do Produto Antiespumante;

**ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA**Nº: **ET-3010.00-1260-010-PNG-097**REV. **B**CLIENTE: **E&P**FOLHA: **10 de 10**TÍTULO: **QUALIFICAÇÃO DE ANTIESPUMANTES DE BAIXO TEOR DE SILÍCIO E ALTO DESEMPENHO PARA USO EM UNIDADES DE PRODUÇÃO OFFSHORE****GPP-E&P/EAEP/EOPM****PÚBLICO**

Deve também ser apresentado gráfico (Figura 3) com as curvas do percentual de espuma médio das duplicatas em relação ao tempo, ou seja, apresentando os valores de espumas médias dos ensaios das duplicatas sem antiespumante, com 20 ppmv da solução antiespumante de referência e com 20 ppmv do produto antiespumante.

5. CRITÉRIO DE APROVAÇÃO

Será considerado válido os ensaios realizados com a amostra de petróleo enviada pela PETROBRAS e com apresentação de relatório de resultados, nesse procedimento descrito.

O produto será considerado aprovado se atender os requisitos definidos na Tabela IV. Os ensaios com a solução antiespumante de referência possuem como objetivo, comprovar a eficácia do procedimento experimental.

Tabela IV – Critérios de aprovação na avaliação de desempenho do produto antiespumante.

Critérios de aprovação	Solução antiespumante de referência	Produto antiespumante de alto desempenho
DEF	$\geq 50\%$	-
ICE	$\geq 0,25$	-
DPA	-	$> 1,30$