

 <b>PETROBRAS</b>	<b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</b>		Nº: <b>ET-3010.00-1260-010-PNG-129</b>			
	CLIENTE: <b>E&amp;P</b>			FOLHA: <b>1 de 6</b>		
	PROGRAMA: <b>-</b>					
	ÁREA: <b>-</b>					
TÍTULO: <b>AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE DISSOLUÇÃO DE CARBONATO DE CÁLCIO POR INIBIDOR E REMOVEDOR DE INCRUSTAÇÃO PARA APLICAÇÃO EM RESERVATÓRIOS (SQUEEZE)</b>		GPP-E&P/EAEP/PMPQ/GIPQ				
		<b>PÚBLICO</b>				
<b>ÍNDICE DE REVISÕES</b>						
<b>REV.</b>	<b>DESCRIÇÃO E/OU FOLHAS ATINGIDAS</b>					
0	Revisão Original.					
	REV. 0	REV. A	REV. B	REV. C	REV. D	REV. E
DATA	30/08/2024					
EXECUÇÃO	BHP8, CXZW					
VERIFICAÇÃO	CXZX, BECK, BE3W, 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.						

**PÚBLICA**

 <b>PETROBRAS</b>	<b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</b>	Nº: <b>ET-3010.00-1260-010-PNG-129</b>	REV. <b>0</b>	
	CLIENTE: <b>E&amp;P</b>	FOLHA: <b>2 de 6</b>		
	TÍTULO: <b>AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE DISSOLUÇÃO DE CARBONATO DE CÁLCIO POR INIBIDOR E REMOVEDOR DE INCRUSTAÇÃO PARA APLICAÇÃO EM RESERVATÓRIOS (SQUEEZE)</b>		GPP-E&P/EAEP/PMPQ/GIPQ	
				<b>PÚBLICO</b>

## SUMÁRIO

1. Introdução.....	3
2. Referências normativas.....	3
3. Requisitos iniciais .....	3
4. Requisitos para qualificação do Inibidor e Removedor de Incrustação para <i>Squeeze</i> .....	4
4.1. Preparo da solução aquosa para avaliação .....	4
4.2. Capacidade de dissolução de carbonato de cálcio .....	4
5. Apresentação dos resultados .....	5
5.1. Capacidade de dissolução de carbonato .....	5
6. Critério de aprovação.....	6

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº: ET-3010.00-1260-010-PNG-129	REV. 0	
	CLIENTE: E&P	FOLHA: 3 de 6		
	TÍTULO: AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE DISSOLUÇÃO DE CARBONATO DE CÁLCIO POR INIBIDOR E REMOVEDOR DE INCRUSTAÇÃO PARA APLICAÇÃO EM RESERVATÓRIOS (SQUEEZE)		GPP-E&P/EAEP/PMPQ/GIPQ	
			PÚBLICO	

## 1. INTRODUÇÃO

Este documento define os requisitos de qualificação de INIBIDOR DE INCRUSTAÇÃO com função adicional de REMOVEDOR DE INCRUSTAÇÃO de carbonatos, destinado à injeção em rochas-reservatório do tipo carbonático nas operações de *squeeze*.

O objetivo é avaliar a eficácia de formulações contendo Inibidor e Removedor de Incrustação para *Squeeze* na remoção de incrustações de carbonato de cálcio.

## 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;
- ABNT NBR 7353: Soluções aquosas - Determinação do pH com eletrodos de vidro;
- ASTM D1193: *Standard Specification for Reagent Water*;
- ASTM D1293: *Standard Test Methods for pH of Water*;
- ASTM E70: *Standard Test Method for pH of Aqueous Solutions with the Glass Electrode*;
- ASTM D1976: *Standard Test Method for Elements in Water by Inductively-Coupled Argon Plasma Atomic Emission Spectroscopy*.

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 Inibidor e Removedor de Incrustação para *Squeeze* 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.

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

- 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;
- 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;

 <b>PETROBRAS</b>	<b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</b>	Nº: <b>ET-3010.00-1260-010-PNG-129</b>	REV. <b>0</b>
	CLIENTE: <b>E&amp;P</b>	FOLHA: <b>4 de 6</b>	
	TÍTULO: <b>AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE DISSOLUÇÃO DE CARBONATO DE CÁLCIO POR INIBIDOR E REMOVEDOR DE INCRUSTAÇÃO PARA APLICAÇÃO EM RESERVATÓRIOS (SQUEEZE)</b>	GPP-E&P/EAEP/PMPQ/GIPQ	
		<b>PÚBLICO</b>	

- 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.

#### **4. REQUISITOS PARA QUALIFICAÇÃO DO INIBIDOR E REMOVEDOR DE INCRUSTAÇÃO PARA SQUEEZE**

##### **4.1. Preparo da solução aquosa para avaliação**


- (a) Preparar uma solução de Inibidor e Removedor de Incrustação para *Squeeze* com fração de volume a 10 % contendo 20 g/L de cloreto de potássio (KCl), utilizando água ultrapura (Tipo I ou II) conforme ASTM D1193 e, posteriormente, filtrada com membrana de acetato de celulose de 0,45 µm.

**Nota:** Para os cenários de campos produtores do Pólo Pré-Sal da Bacia de Santos, preparar uma solução de Inibidor e Removedor de Incrustação para *Squeeze* com fração de volume a 20 % contendo 20 g/L de KCl.

- (b) O pH dessa solução não deve ser ajustado, no entanto deve ser medido utilizando um pHmetro devidamente calibrado e registrado com precisão de duas casas decimais e incluído no relatório final, juntamente com a temperatura na qual a medição foi realizada.

##### **4.2. Capacidade de dissolução de carbonato de cálcio**

- (a) Transferir volumes iguais da solução preparada conforme descrito no item 4.1 para três frascos distintos. Esses recipientes devem atender a critérios específicos: devem ser de vidro borossilicato, transparentes e incolores. É crucial que os frascos possuam tampas que permitam um fechamento hermético, evitando qualquer evaporação durante o experimento.
- (b) Colocar os frascos em um banho termostático ou estufa na temperatura definida no cenário. Para temperaturas até 90 °C, os frascos devem ser mantidos nessa condição até o início do ensaio. Contudo, para cenários com temperatura superior a 90 °C, a solução deve ser inicialmente mantida a 90 °C e só então submetida à temperatura do cenário após o início do ensaio.

	<b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</b>	Nº: <b>ET-3010.00-1260-010-PNG-129</b>	REV. <b>0</b>
	CLIENTE: <b>E&amp;P</b>	FOLHA: <b>5 de 6</b>	
	TÍTULO: <b>AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE DISSOLUÇÃO DE CARBONATO DE CÁLCIO POR INIBIDOR E REMOVEDOR DE INCRUSTAÇÃO PARA APLICAÇÃO EM RESERVATÓRIOS (SQUEEZE)</b>	GPP-E&P/EAEP/PMPQ/GIPQ	
		<b>PÚBLICO</b>	

- (c) Adicionar de sal carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$  P.A., Número CAS 471-34-1) a cada um dos três frascos. A quantidade adicionada deve ser calculada para atingir uma concentração final de 50 gramas de carbonato de cálcio por litro de solução de Inibidor e Removedor de Incrustação para *Squeeze*.
- (d) Imediatamente após a adição do carbonato de cálcio, iniciar o processo de documentação. Cada frasco deve ser fotografado em sua totalidade, com especial atenção à visualização clara do fundo do recipiente. Além disso, deve-se registrar a cor e o aspecto visual de cada solução, observando se está límpida ou turva e se há presença de sólidos.
- (e) Os frascos devem ser então acondicionados na temperatura especificada no cenário. A partir desse momento, iniciar um processo de monitoramento periódico. Análises idênticas às iniciais (registro fotográfico, descrição da cor e do aspecto visual) devem ser repetidas após 1 hora, 2 horas e 24 horas de exposição. Durante estas observações, é importante evitar agitar ou perturbar os frascos, pois isso poderia influenciar o processo de dissolução em curso.
- (f) Após 24 horas de ensaio, proceder à análise final. Uma alíquota de cada frasco é retirada e, após atingir a temperatura ambiente, é filtrada com membrana de acetato de celulose de  $0,45 \mu\text{m}$ . Os filtrados resultantes são então submetidos à análise da concentração de cálcio, seguindo o procedimento descrito na Norma ASTM D1976.
- (g) Por fim, compilar todos os dados coletados em um relatório. Este documento deve reportar os registros fotográficos realizados, uma análise detalhada da cor e do aspecto visual das misturas em cada etapa do processo, bem como os resultados da análise de concentração de cálcio, expressos em g/L, para cada um dos frascos.

## 5. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

### 5.1. Capacidade de dissolução de carbonato

Os resultados da análise visual devem ser apresentados na forma de registro fotográfico e tabelas, conforme exemplos na Figura 1 e nas Tabelas I e II.

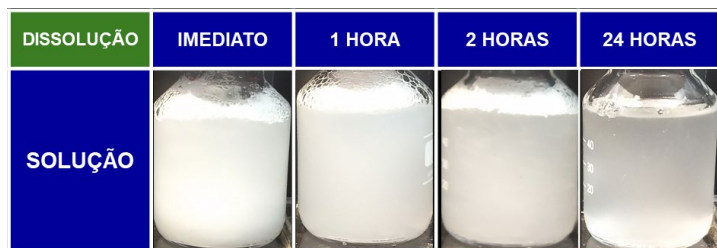


Figura 1. Exemplo de apresentação de resultados de capacidade de dissolução: "Ensaio de dissolução de  $\text{CaCO}_3$  com uma solução do Inibidor e Removedor de Incrustação para *Squeeze* [informar o nome comercial do produto] [10 ou 20] % volume a [informar a temperatura] °C".


	<b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</b>		Nº: <b>ET-3010.00-1260-010-PNG-129</b>	REV. <b>0</b>	
	CLIENTE: <b>E&amp;P</b>			FOLHA: <b>6 de 6</b>	
	TÍTULO: <b>AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE DISSOLUÇÃO DE CARBONATO DE CÁLCIO POR INIBIDOR E REMOVEDOR DE INCRUSTAÇÃO PARA APLICAÇÃO EM RESERVATÓRIOS (SQUEEZE)</b>			GPP-E&P/EAEP/PMPQ/GIPQ	
				<b>PÚBLICO</b>	

Tabela I – Exemplo de apresentação de resultados de capacidade de dissolução: “Ensaio de dissolução de CaCO<sub>3</sub> com uma solução do Inibidor e Removedor de Incrustação para *Squeeze* [informar o nome comercial do produto] [10 ou 20] % volume a [informar a temperatura] °C”.

DISSOLUÇÃO	IMEDIATO	1 HORA	2 HORAS	24 HORAS
SOLUÇÃO	Precipitado	Precipitado	Precipitado	Precipitado

Quanto aos resultados das concentrações de cálcio, estes devem ser reportados como exemplo da Tabela II.

Tabela II - Exemplo de apresentação de resultados de capacidade de dissolução: “Concentrações de cálcio ao final do ensaio de dissolução de CaCO<sub>3</sub> com uma solução do Inibidor e Removedor de Incrustação para *Squeeze* [informar o nome comercial do produto] [10 ou 20] % volume a [informar a temperatura] °C”, em g/L”.

Frascos	Concentrações de cálcio (g/L)
1	9,61
2	10,23
3	9,82

## 6. CRITÉRIO DE APROVAÇÃO

O Inibidor e Removedor de Incrustação para *Squeeze* será aprovado para uso em campo para remoção de incrustações carbonáticas se atender ao critério de aprovação:

- Apresentar uma concentração final de cálcio superior ao estabelecido na Especificação Técnica de cenário.