
	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA		Nº: ET-3010.00-1260-010-PNG-125			
	CLIENTE: E&P			FOLHA: 1 de 12		
	PROGRAMA: -					
	ÁREA: -					
TÍTULO: COMBO ÁCIDO GLICÓLICO 70% E INIBIDOR DE CORROSÃO			GPP-E&P/EAEP/PMPQ/GIPQ			
			PÚBLICO			
ÍNDICE DE REVISÕES						
REV.	DESCRIÇÃO E/OU FOLHAS ATINGIDAS					
0	Revisão Original.					
A	Revisão do item 3.1, com a inclusão do termo FDS (Ficha de Dados de Segurança), conforme Norma NBR 14725, publicada em 3 de julho de 2023, que estabelece diretrizes para substituição da antiga FISPQ pela FDS. Revisão no item 2 do título da Norma NBR 7503 e a inclusão no item 3.1 da declaração atestando que o produto químico é classificado como não perigoso, dispensando a emissão da FE para transporte terrestre. Revisão do item 4 com flexibilização da cor para "Anotar" e alteração do método de teor de não voláteis. No anexo B, redução da vazão do gás no teste de espuma de 100 L/h para 50 L/h (anexo B) e no anexo D, incluído a temperatura de teste de 25°C e melhorias no texto sobre o pH de teste (Nota 2 e reportar volume de ácido gasto para atingir pH = 5,0).					
B	Revisão do item 4., com a inclusão da análise de cloreto (máx. 70 mg/L). Incluído no Anexo B o procedimento do ensaio de compatibilidade do produto puro com aço inoxidável.					
C	Revisão do item 4., com ajuste da especificação da concentração de ácido glicólico (mín. 68 %) e inclusão do requisito sobre classificação de inflamabilidade.					
	REV. 0	REV. A	REV. B	REV. C	REV. D	REV. E
DATA	30/11/2023	28/03/2024	19/06/2024	22/08/2024		
EXECUÇÃO	M300, BE3W	M300, UP9J	BE3W, M300	M300		
VERIFICAÇÃO	EK6A	BE3W	UP9J	BE3W		
APROVAÇÃO	CJCL	EK6A	EK6A	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.						

 PETROBRAS	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº: ET-3010.00-1260-010-PNG-125	REV. C
	CLIENTE: E&P	FOLHA: 2 de 12	
	TÍTULO: COMBO ÁCIDO GLICÓLICO 70% E INIBIDOR DE CORROSÃO	GPP-E&P/EAEP/PMPQ/GIPO	
			PÚBLICO

1. ESCOPO


Esta especificação técnica fixa as características exigíveis para a aceitação do COMBO formado por solução aquosa de **ÁCIDO GLICÓLICO (CAS 79-14-1) A 70% COM INIBIDOR DE CORROSÃO**, usado no tratamento de água produzida em instalações de produção de petróleo.

Esta especificação técnica é válida a partir da data de sua edição.

Esta especificação contém requisitos técnicos e práticas recomendadas.

2. REFERÊNCIAS NORMATIVAS

ABNT NBR 5764	Produtos químicos industriais líquidos de uma só fase — Amostragem;
ABNT NBR 7500	Identificação para o Transporte Terrestre, Manuseio, Movimentação e Armazenamento de Produtos;
ABNT NBR 7503	Transporte terrestre de produtos perigosos - Ficha de emergência — Requisitos mínimos;
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 15308	Ecotoxicologia aquática — Toxicidade aguda — Método de ensaio com misídeos (<i>Crustacea</i>);
ABNT NBR 15350	Ecotoxicologia aquática — Toxicidade crônica de curta duração — Método de ensaio com ouriço-do-mar (<i>Echinodermata: Echinoidea</i>);
ABNT NBR 15469	Ecotoxicologia - Coleta, preservação e preparo de amostras;
ASTM D4052	<i>Standard Test Method for Density, Relative Density, and API Gravity of Liquids by Digital Density Meter;</i>
ASTM D664	<i>Standard Test Method for Acid Number of Petroleum Products by Potentiometric Titration;</i>
ASTM D4691	<i>Standard Practice for Measuring Elements in Water by Flame Atomic Absorption Spectrophotometry;</i>
ASTM D1976	<i>Standard Test Method for Elements in Water by Inductively-Coupled Argon Plasma Atomic Emission Spectroscopy;</i>
ASTM D5808	<i>Standard Test Method for Determining Chloride in Aromatic Hydrocarbons and Related Chemicals by Microcoulometry;</i>
ASTM D4327	<i>Standard Test Method for Anions in Water by chemically Suppresses Ion Chromatography;</i>
ASTM D56	<i>Standard Test Method for Flash Point by Tag Closed Cup Tester;</i>
ASTM D93	<i>Standard Test Methods for Flash Point by Pensky-Martens Closed Cup Tester;</i>
OECD 107	<i>OECD Guidelines for the Testing of Chemicals. Partition Coefficient (n-octanol/water): Shake Flask Method;</i>
OECD 117	<i>OECD Guidelines for the Testing of Chemicals. Partition Coefficient (n-octanol/water), HPLC Method;</i>
OECD 123	<i>OECD Guidelines for the Testing of Chemicals. Partition Coefficient (1-Octanol/Water): Slow-Stirring Method;</i>

 PETROBRAS	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº: ET-3010.00-1260-010-PNG-125	REV. C
	CLIENTE: E&P	FOLHA: 3 de 12	
	TÍTULO: COMBO ÁCIDO GLICÓLICO 70% E INIBIDOR DE CORROSÃO	GPP-E&P/EAEP/PMPQ/GIPO PÚBLICO	

OECD 306

OECD *Guidelines for the Testing of Chemicals. Biodegradability in Seawater.*

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


3. CONDIÇÕES GERAIS

3.1. Documentos

O fornecedor deve apresentar os seguintes documentos do produto conforme definido na oportunidade:

- a. Ficha com Dados de Segurança (FDS), em português, em acordo com a Norma ABNT NBR 14725;
- b. Ficha de Emergência (FE), em português, em acordo com a Norma ABNT NBR 7503 ou declaração atestando que o produto químico é classificado como não perigoso;
- c. Laudo de análise assinado por técnico credenciado junto ao Conselho Regional de Química (CRQ), conforme legislação vigente, constando todos os resultados dos ensaios prescritos no item 4;
- d. Laudos das análises de ecotoxicidade em português conforme Normas ABNT NBR 15308 (aguda) e ABNT NBR 15350 (crônica). Para o ensaio agudo, usar como organismo teste o *Mysidopsis juniae*. Para o ensaio crônico de curta duração, adotar como organismo teste o ouriço-do-mar, e para os demais ensaios, usar *Echinometra lucunter* no lugar do *Lytechinus variegatus* pois este último encontra-se inserido na lista de espécies ameaçadas de extinção do Ministério do Meio Ambiente – Portaria MMA 445/2014). No que concerne ao preparo da amostra para a realização do ensaio, deve-se atentar para o grau de solubilidade do produto em água, prazo de validade e condições de preservação e armazenamento da amostra em laboratório conforme especificação técnica do produto e da Norma ABNT NBR 15469. Os ensaios deverão ser realizados usando como água de diluição água do mar sintética, com no mínimo 5 concentrações de teste e mais uma de controle. Ensaio preliminar que indique uma concentração que não promove efeito e uma que promove o efeito sobre 100% dos organismos expostos deve ser realizado antes do teste definitivo para definição das concentrações que serão avaliadas. Todos os tratamentos deverão ser avaliados em triplicata (no mínimo) ou conforme a norma de ensaio específica (o que for mais restritivo);
- e. Laudo de biodegradabilidade em português do produto completo ou dos componentes orgânicos (laudo de cada componente orgânico ou laudo integrado de todos os componentes orgânicos) utilizando a metodologia OECD 306 (Teste Marinho), apresentando o valor exato do percentual de biodegradação em 28 dias. A apresentação do laudo analítico referente ao potencial de biodegradabilidade será dispensável quando o resultado deste ensaio estiver disponível na seção 12.2 da FDS do produto, com as metodologias aplicadas devidamente declaradas neste item e referenciadas na Seção 16 da FDS;
- f. Laudo de potencial de bioacumulação em português utilizando metodologias de avaliação experimental ou de cálculo do coeficiente de partição *n*-octanol/água usando metodologias da OECD 107, OECD 117 e OECD 123. A apresentação do laudo analítico referente ao potencial de bioacumulação do produto será dispensável quando o resultado deste ensaio estiver disponível na seção 12.3 da FDS do produto, com as metodologias aplicadas devidamente declaradas neste item e referenciadas na Seção 16 da FDS.

A apresentação dos laudos referentes aos itens d), e) e f) não exige a necessidade de fornecer as informações demandadas nos itens da Seção 12 da FDS, incluindo todos os resultados disponíveis de

 PETROBRAS	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº: ET-3010.00-1260-010-PNG-125	REV. C
	CLIENTE: E&P	FOLHA: 4 de 12	
	TÍTULO: COMBO ÁCIDO GLICÓLICO 70% E INIBIDOR DE CORROSÃO	GPP-E&P/EAEP/PMPQ/GIPO PÚBLICO	

ensaios de ecotoxicidade, biodegradabilidade e potencial de bioacumulação, realizados com outras metodologias de avaliação.

O fornecedor deve apresentar durante o suprimento do produto os seguintes documentos:

- g. Ficha com Dados de Segurança (FDS), em português, em acordo com a Norma ABNT NBR 14725;
- h. Ficha de Emergência, em português, em acordo com a Norma ABNT NBR 7503;
- i. Certificado de análise assinado por técnico credenciado junto ao Conselho Regional de Química (CRQ), conforme legislação vigente, constando todos os resultados dos ensaios prescritos no item 4.

Essas informações deverão ser apresentadas para cada lote de produto entregue, exceto para análise de teor de sólidos (quando aplicável) que deve ser apresentada por embalagem.

3.2. Embalagem e Transporte

O produto deverá ser acondicionado e transportado em barris fabricados em aço inox 316L com certificado de inspeção de fabricação (ou outra alternativa técnica, desde que comprovada compatibilidade química com ácido glicólico), garantindo a sua perfeita preservação e que suportem os riscos inerentes ao transporte e manuseio, inclusive marítimo, se aplicável.


Requisitos adicionais de embalagem (capacidade, tipo, características etc.) e de transporte poderão ser definidos no processo de aquisição.

3.3. Identificação

Nas embalagens do produto deverão constar, no mínimo:

- a. Nome comercial do produto;
- b. Função: **COMBO ÁCIDO GLICÓLICO 70% E INIBIDOR DE CORROSÃO**;
- c. Nome do fabricante;
- d. Nome do fornecedor;
- e. Número de lote;
- f. Massa bruta (kg);
- g. Massa líquida (kg);
- h. Volume líquido (L ou m³), se aplicável;
- i. Data de fabricação;
- j. Data de validade;
- k. Advertência de riscos e perigos (Diamante de Hommel);
- l. Rotulagem de risco, conforme Norma ABNT NBR 7500;
- m. Exigências de legislação específica, quando aplicável.

A função do produto deverá estar em destaque em relação às demais informações, devendo ter legibilidade suficiente em condições de baixa luminosidade e/ou à distância.

 PETROBRAS	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº: ET-3010.00-1260-010-PNG-125	REV. C
	CLIENTE: E&P	FOLHA: 5 de 12	
	TÍTULO: COMBO ÁCIDO GLICÓLICO 70% E INIBIDOR DE CORROSÃO	GPP-E&P/EAEP/PMPQ/GIPO	
			PÚBLICO

4. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS

ENSAIO	MÉTODO	ESPECIFICAÇÃO	UNIDADE
Aspecto	Visual	Líquido, límpido, sem material em suspensão, depósitos ou sobrenadantes.	-
Cor	Visual	Anotar ^{(a)(b)}	-
Densidade (20 °C / 4 °C)	ASTM D4052	Anotar ^(a) ± 0,04	-
Concentração de ácido glicólico	ASTM D664	68 mínimo	% massa
Teor de não voláteis	Radiação infravermelha, 5 g @ 110 °C / até peso constante ($\Delta t = 1$ min)	Anotar ^(a) valor mínimo	% massa
Teor de Ferro ^(c)	ASTM D4691 ASTM D1976	Anotar ^(a)	mg/L
Teor de Cloreto ^(c)	ASTM D5802 ASTM D4327	70 máximo	mg/L
Classificação de inflamabilidade do produto	NFPA 30	Anotar ^(a) (informar se é inflamável ou combustível ou não ignitável)	-
Ponto de Fulgor ^{(c)(d)}	ASTM D56 ASTM D93	61 mínimo	°C
Tendência à formação de espuma ^(e)	Anexo B.1	Altura < 150 mL e tempo de quebra < 2 min	-
Tendência à formação de emulsão ^(e)	Anexo B.2	Quebra > 90 % após 5 minutos, límpido e sem emulsão estável	-
Compatibilidade com aço inoxidável AISI 316L ^(e)	Anexo B.3	Taxa de corrosão < 0,05 mm/ano e ausência de corrosão na superfície	-
Eficiência de inibição ^(e)	Anexo C	Superior a 90 %	-


(a) Onde constar "Anotar", o fornecedor deverá informar o valor por ocasião da aprovação e/ou contratação do fornecimento do produto. Este valor será utilizado como referência para aquisições futuras.

(b) O fornecedor deverá indicar a faixa de variação. Esta faixa será utilizada como referência para aquisições futuras.

(c) Ensaio obrigatório para qualificação e opcional para certificado de análise.

(d) Aplicável apenas a produtos classificados como inflamáveis ou combustíveis (ignitáveis).

(e) Teste obrigatório para qualificação de acordo com metodologias definidas nos anexos A, B e C. O fornecedor deve entregar, separadamente, um relatório de testes que comprove o atendimento aos requisitos mencionados nestes anexos.

 PETROBRAS	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº: ET-3010.00-1260-010-PNG-125	REV. C
	CLIENTE: E&P	FOLHA: 6 de 12	
	TÍTULO: COMBO ÁCIDO GLICÓLICO 70% E INIBIDOR DE CORROSÃO	GPP-E&P/EAEP/PMPQ/GIPO	
			PÚBLICO

5. ACEITAÇÃO

A PETROBRAS, para critérios de aceitação do lote durante o fornecimento, se reserva o direito de ensaiar o produto para verificação dos requisitos certificados.

6. REQUISITOS DO CERTIFICADO DE ANÁLISE DO PRODUTO FORNECIDO

O certificado de análise do produto entregue deverá conter as seguintes informações:

- a) Nome do fornecedor;
- b) Número do certificado;
- c) Função: **COMBO ÁCIDO GLICÓLICO 70% E INIBIDOR DE CORROSÃO**;
- d) Marca comercial;
- e) Número do lote;
- f) Data de fabricação;
- g) Data de validade;
- h) Nome do técnico responsável;
- i) Número do CRQ do técnico responsável;
- j) Data de emissão do certificado;
- k) Coluna Ensaio com os itens obrigatórios constantes no item 4 desta especificação técnica;
- l) Coluna Método com os itens obrigatórios constantes no item 4 desta especificação técnica;
- m) Coluna Especificação com os itens obrigatórios constantes no item 4 desta especificação técnica;
- n) Coluna Resultados com os itens obrigatórios constantes no item 4 desta especificação técnica;
- o) Coluna Unidade com os itens obrigatórios constantes no item 4 desta especificação técnica;
- p) Endereço de e-mail e telefone para contato;
- q) Campo para observações que o emissor do laudo considerar relevantes.

ANEXO A – DADOS DE PREPARO DA SALMOURA DE TESTE

Para os ensaios de compatibilidade e eficiência de inibição, deve-se preparar uma salmoura contendo 60.000 mg/L de íons cloreto e 500 mg/L de íons bicarbonato (balanço iônico com sódio) utilizando água desmineralizada.

ANEXO B – ENSAIOS DE COMPATIBILIDADE

B.1. Ensaio de avaliação da formação de espuma

- B.1.1. Colocar em uma proveta de 250 mL (diâmetro externo de 45 mm e altura da parte graduada de 225 mm), 100 mL da salmoura preparada no Anexo A e aditivar com 1.000 ppm do produto a ser testado (Combo Ácido Glicólico 70% e Inibidor de Corrosão);
- B.1.2. 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;
- B.1.3. Borbulhar N₂ ou ar comprimido na proveta controlando a vazão através de um rotâmetro em 50 L/h durante 2 minutos;
- B.1.4. Medir o volume de espuma que se forma e o tempo de quebra da mesma (preencher Tabela I);
- B.1.5. Fotografar o aspecto da solução antes do teste iniciar (0 min), após 1 minuto de borbulhamento e depois do ensaio, conforme Figura 1. Apresentar no relatório de testes as fotografias com comentários e observações ocorridas no ensaio (tamanho de bolhas, características da espuma, formação de borra etc.);

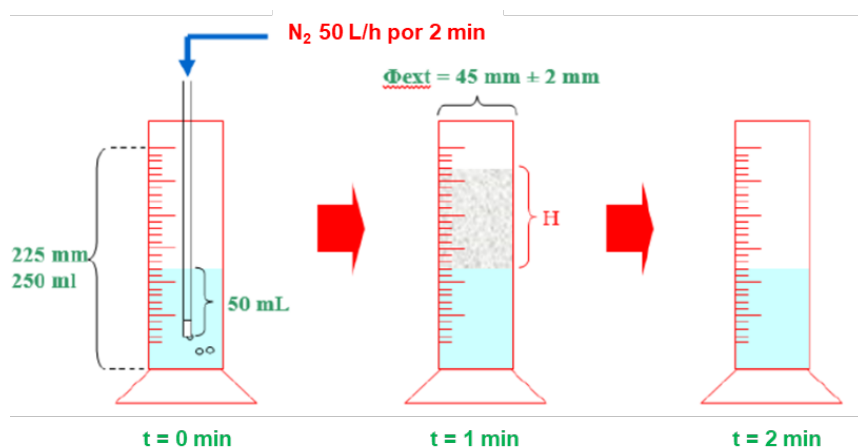


Figura 1 - Desenho esquemático do ensaio de avaliação da formação de espuma com o Combo Ácido Glicólico 70% e Inibidor de Corrosão. H = altura da espuma.

- B.1.6. Repetir o mesmo procedimento anterior, mas sem utilizar o Combo Ácido Glicólico 70% e Inibidor de Corrosão. Nesse caso, deve-se utilizar 1.000 ppm de ácido glicólico 70% (sem inibidor) como branco;
- B.1.7. Reportar os resultados no relatório conforme indicado na Tabela I.

O produto Combo Ácido Glicólico 70% e Inibidor de Corrosão será considerado aprovado no ensaio de tendência à formação de espuma quando:

- 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, deverá ser de até 2 minutos.

Os resultados do ensaio de avaliação da formação de espuma devem ser apresentados conforme exemplos da Tabela I.

Tabela I - Representação dos resultados de avaliação da formação de espuma do produto Combo Ácido Glicólico 70% e Inibidor de Corrosão.

Amostra	Volume de Espuma (mL)		Tempo total de quebra de espuma (min)
	Após 1 min durante o borbulhamento	Após 2 min de borbulhamento	
Branco (Ácido glicólico 70%)			
Combo Ácido Glicólico 70% e Inibidor de Corrosão			

B.2. Ensaio de avaliação da formação de emulsão

B.2.1. Colocar em um béquer de 250 ml, 100 ml da salmoura preparada no **Anexo A** e 100 ml de uma fase orgânica (por exemplo: heptano, querosene de aviação etc.);

B.2.2. Adicionar 2 mL do produto a ser testado (Combo Ácido Glicólico 70% e Inibidor de Corrosão);

B.2.3. Colocar o béquer em um agitador mecânico com hélice de 2 pás ($\Phi = 40\text{mm}$, ver Figura 2 e misturar por 30 segundos na velocidade de 2.400 rpm (o aumento da rotação do agitador deve ser gradual);

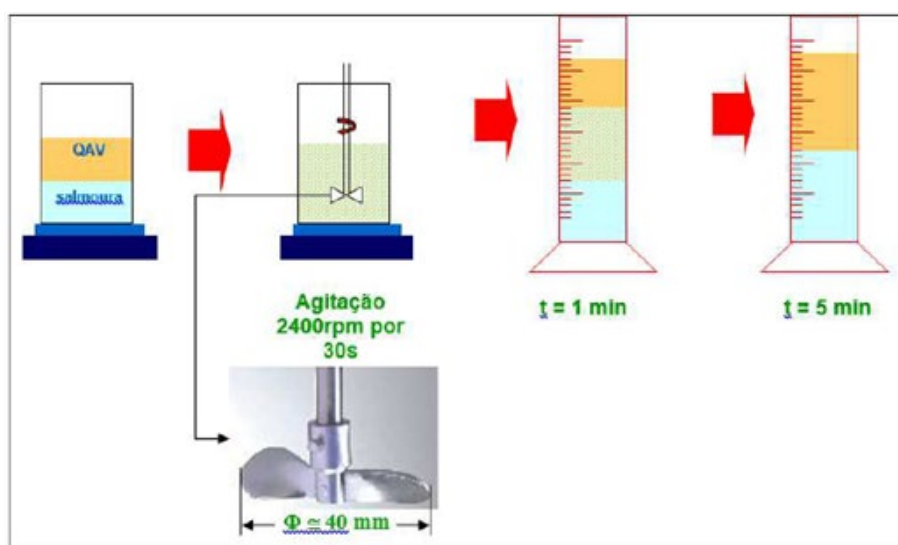


Figura 2 - Desenho esquemático do ensaio de avaliação da formação de emulsão do produto Combo Ácido Glicólico 70% e Inibidor de Corrosão.

- B.2.4. Transferir para uma proveta, e anotar as alturas das fases água, óleo, em intervalos de tempo de 1 min, 5 min, 10 min, 20 min, observando se há a formação de uma terceira fase que caracteriza uma emulsão estável entre as fases água e óleo, ou se há turvação de alguma das fases (Figura 2);
- B.2.5. Fotografar o aspecto da solução nos intervalos de tempo citados e preencher a Tabela II.
- B.2.6. Repetir o mesmo procedimento anterior, mas sem utilizar o produto Combo Ácido Glicólico 70% e Inibidor de Corrosão. Nesse caso, deve-se utilizar 2 mL de ácido glicólico 70% (sem inibidor) como branco. Reportar os resultados no relatório conforme indicado na Tabela II.

Tabela II - Representação dos resultados de avaliação da formação de emulsão com o produto Combo Ácido Glicólico 70% e Inibidor de Corrosão.

AMOSTRA	Fase (Figura 3)	Tempo (min)			
		1	5	10	20
Branco (ácido glicólico 70%)	A				
	E				
	O				
	% quebra				
	Observações				
Combo Ácido Glicólico 70% e Inibidor de Corrosão	A				
	E				
	O				
	% quebra				
	Observações				

O Combo Ácido Glicólico 70% e Inibidor de Corrosão testado deve apresentar, pelo menos, 90% de quebra de emulsão em relação ao teste branco (ácido glicólico 70% sem inibidor), avaliado após 5 minutos depois de interrompido o borbulhamento, com aspecto visual límpido e sem formação de emulsão estável (E = 0, ver Figura 3).

Nota 1: a turvação de cada fase separadamente não deve ser considerada formação de emulsão, devendo ser essa característica atribuída à partição do produto.

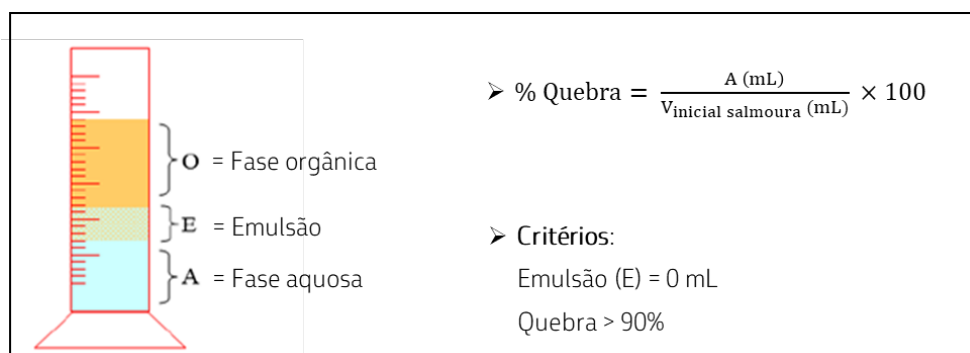



Figura 3 - Representação do critério de avaliação do teste de emulsão: % Quebra = percentual de quebra da emulsão e $V_{\text{inicial salmoura}}$ = Volume inicial da fase aquosa.

 PETROBRAS	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº: ET-3010.00-1260-010-PNG-125	REV. C
	CLIENTE: E&P	FOLHA: 10 de 12	
	TÍTULO: COMBO ÁCIDO GLICÓLICO 70% E INIBIDOR DE CORROSÃO	GPP-E&P/EAEP/PMPQ/GIPO	
			PÚBLICO

B.3. Ensaio de compatibilidade com aço inoxidável AISI 316L

A corrosividade do produto puro (Combo Ácido Glicólico 70% e Inibidor de Corrosão) com o material do sistema de injeção deve ser avaliada em ensaio do tipo “carrossel rotatório”, conforme descrito na Norma ASTM G184-06. Os corpos-de-prova retangulares são fixos em um suporte giratório que roda com velocidade controlada. A taxa de corrosão do aço inoxidável AISI 316L deve ser avaliada pela técnica de perda de massa, determinada conforme a Norma ASTM G1-03 e ASTM G31-21. Deverá ser realizada análise de corrosão localizada conforme orientação da ASTM G46-21. O ensaio de imersão deve ser realizado nas condições indicadas na Tabela III.

Tabela III – Condições de ensaio para o teste de carrossel rotatório para a avaliação da compatibilidade do Combo Ácido Glicólico 70% e Inibidor de Corrosão com aço inoxidável AISI 316L.

Condições de ensaio para carrossel rotatório	
Material dos corpos-de-prova	AISI 316L
Temperatura	50 °C
Tensão de cisalhamento	100 Pa
Tempo de teste	10 dias
Relação volume/área	> 40 mL/cm ²

Nesse ensaio, todos os corpos-de-prova devem ser montados na autoclave vazia e posteriormente desaeerada onde após isso deve ser inserido o produto puro para imersão completa dos corpos de prova.

O produto Combo Ácido Glicólico 70% e Inibidor de Corrosão será considerado aprovado no ensaio de compatibilidade com aço inoxidável quando:

- Taxa de corrosão por perda de massa inferior a 0,05 mm/ano;
- Ausência de corrosão na superfície interna dos corpos de prova avaliados.

Apresentar no relatório de testes as fotografias com comentários e observações ocorridas no ensaio.

ANEXO C – PROCEDIMENTO PARA AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE INIBIÇÃO (SALMOURA SINTÉTICA)

Nesse teste, a eficiência de inibição da corrosão do produto Combo deve ser avaliada em ensaio do tipo “bubble test” (Figura 4), em que a taxa de corrosão do aço carbono deve ser avaliada pelas técnicas de perda de massa e técnica eletroquímica de Resistência de Polarização Linear (RPL) conforme Norma ASTM G96-90 (2018), medidas simultaneamente na mesma célula de teste. Para a avaliação da taxa de corrosão por RPL, o sistema deve ser composto por um eletrodo de trabalho em aço carbono baixa liga, um contra-eletrodo em Hastelloy®, e um eletrodo de referência também em Hastelloy®. Para a avaliação da taxa de corrosão por perda de massa, corpos-de-prova de aço carbono baixa liga devem ser testados em duplicata, e a taxa de corrosão determinada conforme a Norma ASTM G31-21.

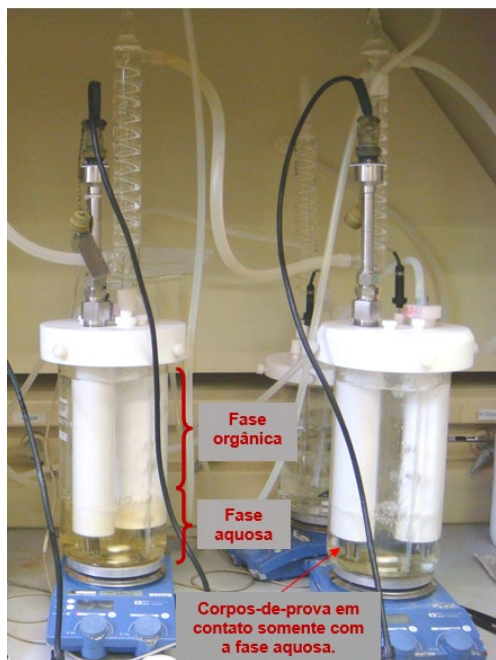


Figura 4 - Exemplo de montagem do ensaio tipo "bubble test".

O ensaio deve ser realizado à pressão atmosférica com borbulhamento contínuo de CO₂ e com temperatura de 25 °C ± 1 °C conforme Tabela IV.

Tabela IV - Condição do teste de eficiência de inibição da corrosão do produto Combo.

Tipo de Ensaio	Pressão parcial de CO ₂ [bar(a)]	Temperatura [°C]	Salinidade em íons cloreto [mg/L]	Bicarbonato [mg/L]	BSW [%]
Bubble test	1	25 ± 1	60.000	500	70

A fase líquida do ensaio deve ser composta de 70% da salmoura preparada no anexo A e de 30% de uma fase orgânica (por exemplo: heptano, querosene de aviação etc.). A célula de teste deve ser preenchida com as fases aquosa e orgânica e purgada continuamente com o gás por 3,5 horas, até que o sistema esteja totalmente saturado. Deve ser promovida uma leve agitação no fundo da célula e a vazão de gás deve ser a máxima possível, sem que haja turbilhonamento entre as fases ou formação de espuma. O pH da fase aquosa deve ser medido continuamente durante todo o período de teste.

Nota 2: Importante destacar que o pH deve ser mantido em 5,0 durante todo o teste. Caso seja inviável acoplar um pHmetro na célula de teste para leitura do pH continuamente, é aceitável que a medição do pH seja no início e no final do teste.

Devem ser realizados dois testes:

a) Um teste em branco, ou seja, **sem** adição do produto Combo: nesse caso, a fase aquosa deve ter o pH ajustado em 5,0 pela adição de ácido glicólico 70% (sem inibidor) na fase orgânica, após a saturação do meio com CO₂ e antes de inserir a sonda de RPL;

Nota 3: para obter uma estimativa da quantidade de ácido glicólico 70% (sem inibidor) necessária para ajustar o pH da fase aquosa do teste em branco, sugere-se realizar um teste prévio em outra célula, contendo somente a salmoura (num volume menor) sob purga contínua de CO₂.

b) Um teste com o produto Combo Ácido Glicólico 70% e Inibidor de Corrosão: a dosagem deve ser feita na fase orgânica, após saturação do sistema com CO₂, antes de inserir a sonda de RPL, e deve ser suficiente para que o pH da fase aquosa seja igual a 5,0.

Nota 4: para obter uma estimativa da quantidade de produto Combo Ácido Glicólico 70% e Inibidor de Corrosão necessária para ajustar o pH da fase aquosa, sugere-se realizar um teste prévio em outra célula, contendo somente a salmoura (num volume menor) sob purga contínua de CO₂.

Deverão ser reportados, no relatório de teste, o volume de ácido glicólico 70% (para o branco) e o volume de Combo Ácido Glicólico 70% e Inibidor de Corrosão utilizados para ajustar o pH da fase aquosa em 5,0.

Os corpos-de-prova metálicos do teste de RPL devem ser instalados na célula de teste, evitando que entrem em contato com a fase orgânica (sugere-se a inserção dos corpos-de-prova via tubos de Teflon®, conforme demonstrado na Figura 4. Iniciar a primeira medição de Resistência de Polarização (Rp) após 30 minutos da inserção dos corpos-de-prova. Aguardar finalizar a determinação do primeiro valor de Rp e inserir os corpos-de-prova de perda de massa. Manter a medição de Rp a cada 30 minutos pelo período de 48 horas.

A eficiência do inibidor de corrosão presente no Combo deve ser calculada pela equação 1:

$$E(\%) = \frac{(TC_s - TC_c)}{TC_s} \times 100 \quad \text{Eq. (1)}$$

Onde:

E(%) é a eficiência do inibidor de corrosão do Combo; TC_s é a taxa de corrosão média determinada pela perda de massa do ensaio sem o inibidor (branco);

TC_c é a taxa de corrosão média determinada pela perda de massa do ensaio com o Combo.

O Combo Ácido Glicólico 70% e Inibidor de Corrosão será considerado aprovado no teste de eficiência de inibição da corrosão se apresentar eficiência superior a 90%. No relatório de teste, deve ser apresentado um gráfico com os resultados conforme o da Figura 5.

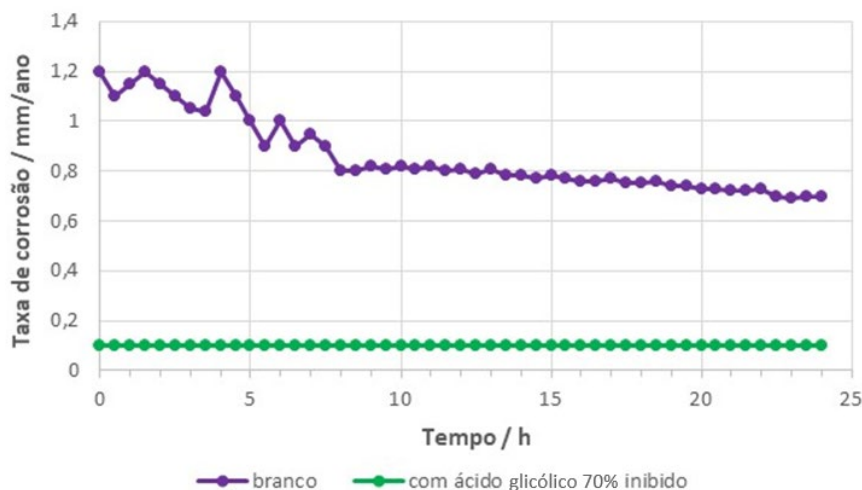


Figura 5 - Exemplo de apresentação de resultados de taxa de corrosão determinada por RPL em meio com inibidor de corrosão (Combo Ácido Glicólico 70% e Inibidor de Corrosão) e em meio sem inibidor de corrosão (branco).