

	<b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</b>		Nº <b>ET-3010.00-1260-010-PNG-094</b>						
	CLIENTE:			FOLHA 1 de 6					
	PROGRAMA:								
	ÁREA:								
TÍTULO: <b>QUALIFICAÇÃO DE AMINAS ATIVADAS PARA UNIDADES DE ADOÇAMENTO DE GÁS</b>			PUBLICO GIA-E&P/EAEP/EOPM						
<b>ÍNDICE DE REVISÕES</b>									
<b>REV.</b>	<b>DESCRIÇÃO E/OU FOLHAS ATINGIDAS</b>								
0	Emissão Inicial								
A	Exclusão do componente glioxalato dos anexos 1 e 2.								
B	Alteração do tempo total estimado de teste (60 h), inclusão da solução de ensaio de referência e revisão geral dos valores esperados do teste de desempenho do item 3.2. Inclusão no anexo 2 do critério de aprovação caso a variação do teor do componente seja inferior a 250 ppm.								
	REV. 0	REV. A	REV. B	REV. C	REV. D	REV. E	REV. F	REV. G	REV. H
DATA	26/07/2021	15/09/2021	05/08/2022						
PROJETO	GIA-E&P/EAEP/EOPM	GIA-E&P/EAEP/EOPM	GIA-E&P/EAEP/EOPM						
EXECUÇÃO	B97J	U479	U479						
VERIFICAÇÃO	U479	B97J	BE3W						
APROVAÇÃO	CJCL	CJCL	CJCL						
AS INFORMAÇÕES DESTE DOCUMENTO SÃO PROPRIEDADE DA PETROBRAS, SENDO PROIBIDA A UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE.									

## 1. Introdução

Este documento define os requisitos de qualificação de produto com função **Amina Ativada** para aplicação no adoçamento de gás em Unidades Estacionárias de Produção (UEP) e Unidades de Tratamento de Gás (UTG).

É necessária a entrega de amostra do produto para realização dos ensaios de determinação do desempenho na remoção de CO<sub>2</sub> de gás natural pela Petrobras. Os seguintes requisitos devem ser atendidos:

- Fornecer 2 L (divididos em dois frascos de 1 L) 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 mínimo de 2 anos;
- 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 pela Petrobras, a amostra será verificada visualmente quanto à formação de borras, precipitados e separação de fases. Caso alguma dessas características seja identificada, o produto será reprovado.

## 2. Referências

ABNT NBR 14725-3	Produtos Químicos – Informações sobre segurança, saúde e meio ambiente. Parte 3: Rotulagem
ABNT NBR 14725-4	Produtos Químicos – Informações sobre segurança, saúde e meio ambiente. Parte 4: Ficha de Informações de segurança de produtos químicos (FISPQ)

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

## 3. Avaliação das propriedades do produto

### 3.1. Determinação da composição

A composição majoritária da amina ativada será verificada por análise de ressonância magnética nuclear para determinação dos teores de metildietanolamina (MDEA) e de piperazina (PZ), descritos na Especificação Técnica do cenário. Os componentes minoritários listados no Anexo 1 devem também ser verificados conforme a técnica analítica específica indicada no mesmo Anexo.

Os componentes majoritários do produto devem apresentar a composição igual ou superior ao valor descrito no cenário, enquanto os componentes minoritários devem apresentar composição igual ou inferior ao valor de referência indicado no Anexo 1 (quando houver).

### 3.2. Teste de desempenho e compatibilidade

A capacidade de remoção de CO<sub>2</sub> da amina ativada será avaliada em uma unidade de bancada em laboratório, em que uma solução de ensaio circula enquanto uma corrente de gás natural sintético (mistura de metano e CO<sub>2</sub> em concentração igual a 4% molar) é purgada continuamente, até que o volume do cilindro de gás se esgote (aproximadamente 60 h). As condições de teste descritas na Tabela I devem ser definidas no cenário.

Tabela I - Condições para os testes de compatibilidade de aminas ativadas para remoção de CO<sub>2</sub>.

Parâmetro	Unidade
Pressão do teste	bar
Temperatura da regeneração da amina	°C
Vazão de solução de amina	mL/min
Vazão de gás	g/h
Duração do teste	h

Os testes de bancada devem ser realizados com três soluções de ensaio:

- Produto amina ativada diluída em água desmineralizada a 50% em massa;
- Solução de amina em uso do respectivo cenário a ser testado (solução de ensaio de referência):
  - o amostra da Unidade de Tratamento de Gás Natural de Cabiúnas (UTGCAB) ou;
  - o amostra da Unidade Estacionária de Produção (P-58).
- Mistura 1:1 da solução do item a) com a solução do item b) diluída a 50% em massa com água desmineralizada;

Antes de iniciar o ensaio, amostras da solução de ensaio são coletadas para determinação da composição majoritária e da composição minoritária, conforme Anexo 2.

Cada solução de ensaio será submetida ao teste de absorção à temperatura ambiente (demais condições conforme tabela I), no qual o gás contendo CO<sub>2</sub> é continuamente posto em contato com a solução de ensaio. Este teste terá uma etapa de circulação aberta, em que a solução de ensaio é coletada e regenerada na temperatura definida na tabela I, seguida de circulação fechada.

Amostras do gás após contato com a solução de ensaio são coletadas durante todo o período de teste para determinação do teor de CO<sub>2</sub> absorvido. A duração da etapa de circulação aberta em todos os testes é definida pelo tempo necessário para estabilização do teor de CO<sub>2</sub> obtido no teste com a solução de ensaio b). A capacidade de absorção de CO<sub>2</sub> é então calculada pela diferença entre o teor de CO<sub>2</sub> inicial da solução e o teor de CO<sub>2</sub> após estabilização.

As soluções de ensaio a) e c) devem ser capazes de reduzir o teor de CO<sub>2</sub> da saída e apresentar capacidade de absorção conforme valores descritos na Tabela II.

Tabela II – Resultados esperados do teste de desempenho e compatibilidade.

Parâmetro	CENÁRIO	
	Unidade Estacionária de Produção (UEP)	Unidades de Tratamento de Gás Natural
Teor de CO <sub>2</sub> saída (%)	≤ 2,5	≤ 3,0
Capacidade de absorção (mol de CO <sub>2</sub> por mol de amina)	≥ 0,15	≥ 0,10

Adicionalmente, os resultados obtidos do teste de desempenho e compatibilidade das soluções de ensaio a) e c) serão comparados com os resultados obtidos da solução de ensaio b) - solução de ensaio de referência - conforme descrito na Tabela III.

Tabela III – Critérios de aceitação dos resultados de desempenho das soluções a) e c) em comparação com a solução de ensaio de referência b).

Parâmetro	Comparativo com solução b)	Tolerância
Teor de CO <sub>2</sub> saída (%)	menor ou igual	± 10%
Capacidade de absorção (mol de CO <sub>2</sub> por mol de amina)	maior ou igual	± 20%

O término do ensaio é determinado pelo tempo necessário para esgotar o volume do cilindro de gás, e geralmente é em torno de 60 h. Nesse momento também é coletada uma amostra da solução de ensaio para determinação da composição majoritária e composição minoritária, conforme descrito no item 3.1. A variação da composição de cada componente antes e depois do teste, nas soluções de ensaio a) e c), deve estar dentro dos limites estabelecidos no Anexo 2.

### 3.3. Teste de tendência à formação de espuma

Nesse teste a tendência à formação de espuma na solução aquosa de amina (solução de ensaio do item 3.2 a) é avaliada. Um volume de 200 mL da solução é adicionado a uma proveta de 1.000 mL (diâmetro externo de aproximadamente 65 mm e altura da parte graduada de aproximadamente 465 mm), com borbulhamento contínuo de nitrogênio na vazão de 4 L/min e mantido por 5 minutos, registrando-se a altura da espuma. Ao fim desse tempo o borbulhamento é interrompido e inicia-se a contagem do tempo para quebra total da espuma.

O produto amina ativada será considerado aprovado no teste de formação de espuma se a altura da espuma durante o borbulhamento for inferior a 200 mL e se o tempo de quebra total da espuma após interrompido o borbulhamento de ar for inferior a 5 segundos.

## 4. Critérios para Aprovação do Produto na Função Amina Ativada

O produto amina ativada será considerado aprovado na qualificação se atender simultaneamente os critérios definidos nos itens 3.1, 3.2 e 3.3.

**ANEXO 1 – TABELA DE COMPONENTES MINORITÁRIOS PARA ANÁLISE DE AMINA ATIVADA**

ANÁLISE/MÉTODO	COMPONENTE	REFERÊNCIA
Cromatografia de íons (ácidos carboxílicos) mg/L	Acetato	1.000
	Formiato	500
	Propionato	
	Butirato	
	Oxalato	250
	Glicolato	
Cromatografia de íons (aminas) mg/L	Bicina	250
	Amônio (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	
	Etanolamina (MEA)	
	MA	
	Dietanolamina (DEA)	
	EA	
	DMA	
	2-metilaminoetanol (MMEA)	
	TEA	
	Porpilamina (PA)	
	Morfolina	
	Sec-butlamina (SBA)	
	Metoxipropilamina (MOPA)	
	Dimetilaminoetanol (DMEA)	
	DIETILamina	
	Terc-butlamina (TBA)	
Dimetilisopropilamina (DMiPA)		
n-metilmorfolina (MeMOR)		
Ciclohexilamina		
Etilmorfolina		
Cromatografia de íons (ácidos inorgânicos) mg/L	Cloreto	250
	Sulfato	500
	Sulfito	
	Fosfato	
	Nitrato	
	Nitrito	
	Brometo	
	Tiosulfato	10.000
Tiocianato	10.000	
Absorção atômica/ICPOES (metais pesados) mg/kg	Na	
	K	
	Fe	
	Cr	
	Ni	
	Cu	
	Ca	
	Mg	
	Mn	
	Si	
	Sb	
	As	
	V	
Karl Fisher	Água	
Cromatografia Gasosa (CG-MS)	Caracterização do produto	

**ANEXO 2 – COMPONENTES MAJORITÁRIOS, MINORITÁRIOS E VARIAÇÕES MÁXIMAS PARA O TESTE DE DESEMPENHO E COMPATIBILIDADE.**

<b>ANÁLISE/MÉTODO</b>	<b>COMPONENTE</b>	<b>VARIAÇÃO MÁXIMA</b>
Cromatografia de íons (ácidos carboxílicos) mg/L	Acetato	+25% *
	Formiato	
	Propionato	
	Butirato	
	Oxalato	
	Glicolato	
Cromatografia de íons (aminas) mg/L	Bicina	+50% *
	Amônio (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	
	Etanolamina (MEA)	
	MA	
	Dietanolamina (DEA)	
	EA	
	DMA	
	2-metilaminoetanol (MMEA)	
	TEA	
	Propilamina (PA)	
	Morfolina	
	Sec-butlamina (SBA)	
	Metoxipropilamina (MOPA)	
	Dimetilaminoetanol (DMEA)	
	DIETILamina	
Terc-butlamina (TBA)		
Dimetilisopropilamina (DMiPA)		
n-metilmorfolina (MeMOR)		
Ciclohexilamina		
Etilmorfolina		
Ressonância magnética nuclear (Aminas majoritárias) %	MDEA	-10% *
	Piperazina	-25% *

\* Caso a variação do teor do componente seja inferior a 250 ppm, o produto será considerado aprovado, independentemente do cálculo percentual.