

# **PETRÓLEO BRASILEIRO S.A. PETROBRÁS**

**APLICAÇÃO DE MASSA BOMBEÁVEL E REPAROS DE CONCRETO  
ISOLANTE NA ZONA DE TRANSIÇÃO DO FORNO  
CILÍNDRICO VERTICAL F-20401**



## **RELATÓRIO FINAL**

**UNIDADE DE NEGÓCIOS DE EXPLORAÇÃO DE PRODUÇÃO  
DE SERGIPE E ALAGOAS (UN-SEAL)**

**PERÍODO: 14 / 03 à 23 / 03 / 2006**

## **RELATÓRIO FINAL DE APLICAÇÃO**

**PERÍODO: 14 / 03 à 23 / 03 / 2006**

### **1. OBJETIVO / ALCANCE:**

O Presente Relatório tem por objetivo apresentar todas as informações obtidas no decorrer da aplicação de massa bombeável e reparos de concreto isolante na zona de transição do Forno Cilíndrico Vertical F-20401 (Forno Refervedor da Fracionadora), localizado na Unidade de Processamento de Gás Natural de Atalaia (Aracajú/SE), da Unidade de Negócios de Exploração de Produção de Sergipe e Alagoas (UN-SEAL), de forma sistemática, oportuna e significativa, para uma melhor avaliação do empreendimento.

As informações e parâmetros contidos neste relatório são somente determinantes para o controle do processo de execução.

### **2. MOTIVO DA REMOÇÃO DO REVESTIMENTO REFRAATÁRIO EXISTENTE:**

O isolamento térmico atual da zona de transição composto por uma única camada de concreto isolante do tipo HVL 241, apresentava-se laminado, com desgastes excessivos na região da face quente, além trincas transversais e longitudinais, sendo necessários reparos nas áreas demarcadas.

Esta situação ocasionava uma condução direta de temperatura na região da face quente para a chaparia externa do equipamento, ocasionando "Pontos Quentes" localizados.

### **3. DIRETRIZES DE SEGURANÇA, MEIO AMBIENTE E SAÚDE OCUPACIONAL:**

Com a finalidade de atenuar os índices de eventos indesejados ao meio ambiente e ao ser humano durante a Parada de Manutenção da UPGN (Atalaia) foi elaborada a APR (Análise Preliminar de Riscos - Nível 2) sendo analisada em cada etapa do trabalho, os potenciais de riscos de acidente, os procedimentos seguros para a realização dos serviços, medidas preventivas e mitigadoras afim de garantir o atendimento das diretrizes de segurança, meio ambiente e saúde, em cumprimento à Portaria 3214/78 do MTE, Lei 6514/77 e normas vigentes na PETROBRAS e na ABNT.

### **4. CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES:**

Após as etapas preliminares (resfriamento, aeração do forno, retirada dos queimadores, etc), foi montado andaime interno em toda a extensão do F-20401 para ser feita a inspeção e posterior execução dos serviços.

## **5. DETALHAMENTO DOS SERVIÇOS:**

### **5.1- DEMARCAÇÃO DO LOCAL:**

Em virtude do concreto refratário apresentar-se laminado, com desgastes excessivos na região da face quente, além trincas transversais e longitudinais, a inspeção em comum acordo com a fiscalização e a Risoterm, delimitaram as áreas a serem reparadas.

Este local foi demarcado com a utilização de spray, delimitando nitidamente a área de recuperação que apresentasse alguma das seguintes características:

- ⇒ Largura da trinca superior a 1 mm;
- ⇒ Profundidade da trinca superior à 1/3 da espessura do revestimento existente;
- ⇒ Espaçamento entre trincas superior a 300 mm.

A área a ser reparada compreendeu um número mínimo de 3 (três) ancoragens para o concreto.

### **5.2- DEMOLIÇÃO:**

Foi executada a remoção total do material refratário da área demarcada na zona de transição, com a utilização de martetele elétrico e ferramentas manuais (marretas e ponteiras).

Os cantos (região de contato do material remanescente com o reparo) foram chanfrados para dentro do refratário originalmente aplicado (aproximadamente 45°). Esta região chanfrada ficou com rugosidade obtida através de apicoamento, para proporcionar melhor aderência ao novo concreto.



### **5.3- "BOTA FORA" DO MATERIAL DEMOLIDO:**

Depois de concluída a demolição do concreto refratário, foi feita uma limpeza geral dos pranchões nos andaimes e posterior limpeza pela saída do queimador, com auxílio de pás e vassoura e logo em seguida transportada para uma caçamba cedida pela PETROBRAS.

O descarte final do entulho gerado durante a demolição ficou por conta da PETROBRAS.

#### **5.4- DESENVOLVIMENTO:**

##### **5.4.1- EQUIPAMENTOS UTILIZADOS**

- ⇒ Misturador horizontal;
- ⇒ Maseira;
- ⇒ Caixa d'água;
- ⇒ Recipiente graduado em até 2.000 ml;
- ⇒ Regador;

##### **5.4.2- APLICAÇÃO PROPRIAMENTE DITA:**

O concreto especificado para utilização no revestimento refratário do F-20401 foi o **LICOFEST PC 124** (Concreto refratário sílico-aluminoso, isolante, para vertimento, de pega hidráulica), fabricado pela **SAFFRAN LINCO**.

Pertencente ao grupo dos concretos isolantes, o **LICOFEST PC 124**, apresenta uma mistura de cimento refratário com agregados de baixa densidade, obtendo-se uma massa específica aparente final inferior a 1300 kg/m<sup>3</sup>, após a secagem a 110 °C.

O concreto foi armazenado em local bem ventilado, seco, não sujeito a calor excessivo e protegido de raios diretos do sol.

As formas foram feitas de madeira e com vedação nas emendas, de modo a não perder a água necessária para as reações de hidratação do cimento e instaladas de tal modo que assegurasse a espessura final do revestimento.

Todas as formas da zona de transição foram rigorosamente ajustadas e niveladas ponto a ponto, afim de garantir a espessura final de projeto - seção horizontal em 150 mm (6") e seção vertical em 125 mm (5").

Foram tomados cuidados para conseguir uma perfeita vedação (estanqueidade), afim de não haver vazamentos, ou seja, todos os possíveis pontos de escoamento do concreto foram vedados.

Paralelamente a este ajuste e nivelamento, a forma foi escorada com tubos de andaime para evitar o esbojamento do concreto, excedendo a espessura final de aplicação.

O concreto foi homogeneizado a seco em um misturador horizontal, posicionado estrategicamente na base do forno, por um tempo máximo de 1 minuto, antes da adição de água. O percentual da água de adição foi de 45 litros de água para cada 100 kg de material até que atingisse a fluidez ideal para aplicação, de acordo com as instruções fornecidas pelo fabricante do concreto (SAFFRAN LINCO)

A água usada na mistura e no umedecimento foi potável, isenta de sulfatos e com teor de cloretos inferior a 50 ppm.

A superfície a ser refratada foi limpa de modo que ficasse isenta de resíduos de areia, poeira e óleo.

Após a homogeneização do concreto a seco, o material foi pré-umedecido e umedecido lentamente por meio de um dosador (recipiente graduado), na porcentagem citada no item anterior.

Normalmente as misturas não passavam de 100 Kg.

O concreto após a sua mistura apresentava-se bem misturado visto que não se notava segregação entre grãos, não se notava regiões umedecidas diferentemente e estava sendo atingida a consistência adequada.

Este concreto foi descarregado na masseira e transportado até o local da aplicação por meio de roldanas e baldes metálicos, pela área externa do Forno.

O refratário original (remanescente) foi abundantemente molhado com água de qualidade semelhante a da usada na mistura, em toda periferia do reparo, evitando-se assim que este absorva a água necessária para reação do material a ser aplicado no reparo.



A queda livre de derramamento foi de 0,5 metro de altura, procurando evitar a segregação do material no local da aplicação.

O derramamento do concreto foi feito continuamente de modo que não houvesse interrupção na aplicação.

Após 6 horas as formas de madeira foram removidas.

A aplicação do concreto isolante seguiu rigorosamente as instruções de uso do fabricante (SAFFRAN LINCO).

Após remoção das formas, o concreto refratário apresentava-se em excelente estado, fato este constatado pela inspeção PETROBRAS, visto que não apresentaram-se vazios, porosidade excessiva, laminação e/ou segregação.





## 6. INJEÇÃO DE MASSA BOMBEÁVEL:

O **Fillfrax** é uma massa isolante extremamente versátil, que foi introduzida por bombeamento nas áreas que outras técnicas dificilmente acessariam. Este produto é composto por fibra cerâmica e ligante para alta temperatura. Quando seco, resulta em uma estrutura isolante de baixa condutibilidade térmica e alta resistência mecânica.

A capilaridade do **Fillfrax** permite realizar isolamento em espaços anulares onde somente era previsto o uso de concretos com elevado percentual de água para facilitar o escoamento entre os tubos. Este processo retarda o uso do equipamento devido a necessidade de eliminar a água adicionada, o que não acontece com a massa **Fillfrax**, onde a umidade é de ligantes que reagem com a temperatura solidificando o produto.

PROPRIEDADES FÍSICAS TÍPICAS	
Aparência	Massa Lisa
Classe de Temperatura	1.260 °C
Perda ao fogo	7 a 8 %
Densidade a seco	320 kg/m <sup>3</sup>
Retração linear - 24 h a 1.100 °C	6%

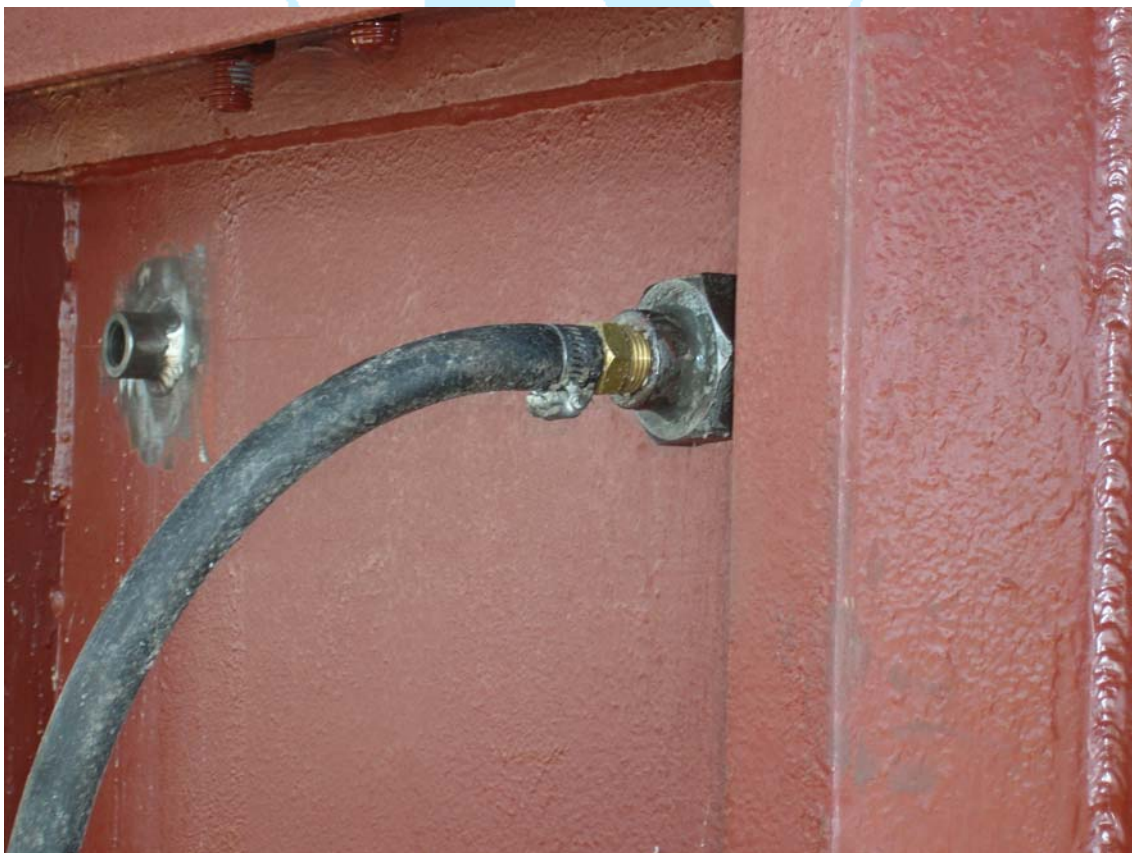
Inicialmente foram definidas as áreas dos "pontos quentes". Em seguida foram executados furos de 1/2" e soldadas Luvas de Aço Carbono 3.000 NPT A-105 de 1/2" na região afetada das laterais Norte e Sul da convecção, para acoplamento da mangueira de bombeamento do Fillfrax. O espaçamento entre as conexões foi feito para garantir o total preenchimento das falhas existentes nos pontos quentes.





O bombeamento foi iniciado pelo ponto mais baixo, deixando os demais pontos abertos até que a massa saísse em um deles. Quando isso ocorria, fechava os pontos abaixo deste, e reiniciava o bombeamento à partir daquele que o produto vazou até completar todo o preenchimento.

O Fillfrax foi aplicado com a utilização de uma bomba pneumática manual aplicada pelo processo de injeção com uma pressão controlada de 5 à 7 Kg/cm<sup>2</sup>, assegurando a máxima penetração em juntas, rachaduras ou vazios no refratário do F-20401. Sua secagem ocorrerá naturalmente à temperatura ambiente, sendo acelerada quando o material for exposto à temperatura de operação do Forno.





Com uma densidade a seco de aproximadamente 320 kg/m<sup>3</sup>, o **Fillfrax** constituiu uma estrutura isolante de baixa densidade e alta resistência a vibrações.

Ao final da injeção, foi rosqueado um bujão de Aço Carbono, cabeça quadrada 3.000 NPT A-105/96 de 1/2", conforme ASME B 16.11/96.

## **7. CONSIDERAÇÕES FINAIS:**

A execução dos serviços foi feita buscando um bom padrão de qualidade atendendo às técnicas exigidas e garantindo a performance do material a ser vertido e injetado, sendo de um modo geral beneficiada com o apoio prestado do Eng.º Josino Carlos Farias de Mendonça durante todo o decorrer dos serviços.

Esse apoio nos garantiu um melhor aproveitamento no prazo e na qualidade da execução.

Esperando ter atendido às expectativas, colocamo-nos à disposição para quaisquer esclarecimentos que considerem necessários.

Atenciosamente,

### **Elaboração:**

Jáder de Oliveira Norberto  
**Engenheiro (CREA-BA 32.754/D)**

### **Aprovação:**

Eng.º Paulo Roberto Gomes Mesquita  
**Diretor (CREA-BA 11.639)**

## **8. ANEXOS:**

**8.1-** Folha de Dados Técnicos (MASSA BOMBEAVEL FILLFRAX);

**8.2-** Folha de Dados Técnicos (LICOFESE PC 124);

**8.3-** Lista de Frequência para Treinamento;

**8.4-** RDO (Relatório Diário de Obra);

**8.5-** Análise Preliminar de Riscos - Nível 2;



## Massa Bombeável

### Fillfrax GS®

**Fiberfrax® Fillfrax GS** é uma massa isolante extremamente versátil, que pode ser rápida e facilmente introduzida por bombeamento em áreas que outras técnicas dificilmente acessariam. Este produto é composto por fibra cerâmica Fiberfrax e ligante para alta temperatura. Quando seco, resulta em uma estrutura isolante de baixa condutibilidade térmica e alta resistência mecânica.

**Fillfrax GS** é aplicado através de um sistema convencional de bombeamento, fazendo com que o material preencha juntas e rachaduras no refratamento de caldeiras e fornos. Sua secagem ocorre naturalmente à temperatura ambiente, podendo ser acelerada quando o material é exposto à temperatura de operação.

Quando o **Fillfrax GS** é aplicado nos pontos quentes de caldeiras ou revestimentos de fornos são utilizadas normalmente conexões que podem ser facilmente instaladas nas carcaças dos equipamentos através de solda ou rosca. Um espaçamento de 500 a 1200 mm entre as conexões é apropriado para garantir o total preenchimento das falhas existentes nos pontos quentes.

Trincas e espaços vazios em revestimentos refratários, batentes de portas de fornos, tubos termopares, tubos de penetração e outras áreas de difícil acesso para selagem são facilmente preenchidas com **Fillfrax GS**. Uma variedade de bicos para aplicação pode ser empregada a fim de alcançar fendas estreitas e irregulares. A aplicação de **Fillfrax GS** é feita com uma pressão controlada, assegurando a máxima penetração em juntas ou vazios onde o isolamento se faz necessário.

Com uma densidade a seco de aproximadamente 320 kg/m<sup>3</sup>, **Fillfrax GS** constitui uma estrutura isolante de baixa densidade e alta resistência a vibrações.



### Aplicações Típicas

- Reparos a quente ou a frio de isolamento de caldeiras.
- Reparos a quente ou a frio de refratamentos.
- Selagem de batentes de porta de coqueria ou fornos.
- Selagem de tubos de penetração e termopares.
- Reparos a quente ou a frio de blocos queimadores e janelas de inspeção.
- Selagem de juntas de dilatação.

### Propriedades Físicas Típicas

<i>Aparência</i>	Massa Lisa
<i>Classe de Temperatura *</i>	1260°C
<i>Perda ao fogo</i>	7 a 8%
<i>Densidade a seco</i>	320 kg/m <sup>3</sup>
<i>Retração linear - 24 h a 1100 °C</i>	6%

\* A Classe de Temperatura dos produtos FIBERFRAX® é determinado pelo critério de mudança linear irreversível e não pelo ponto de fusão.

---

## Disponibilidade

---

Fillfrax GS é fornecido em embalagens de 20 kg.

---

## Estocagem

---

O tempo aproximado do material em almoxarifado é de 6 (seis) meses para embalagens que não tenham sido abertas.

As embalagens devem ser guardadas seladas e à temperatura estável.

Temperaturas muito baixas ou muito elevadas podem causar danos irreversíveis ao material.

---

## Secagem

---


O processo natural de secagem ao ar pode ser demorado. Mesmo assim, a secagem não é uma fase crítica, uma vez que com a elevação da temperatura do forno a umidade será rapidamente eliminada em forma de vapor, fase em que é necessário manter certa ventilação.



As informações, recomendações e opiniões aqui contidas são apresentadas somente para consideração, informação e verificação, e não deverão ser, em parte ou no todo, entendidas como garantia ou declaração, pela qual assumamos qualquer responsabilidade. Isto não deverá ser interpretado como licença de uso de patente ou marca.

Efetivo Fevereiro / 2001

**Unifrax Brasil Ltda.**  
Av. Independência, 7033  
13280-000 - Vinhedo - SP - Brazil  
Phone: (55) 19 - 3886.9010  
Fax: (55) 19 - 3886.9021  
[www.unifrax.com.br](http://www.unifrax.com.br)  
Dpto. de Vendas: [vendas@unifrax.com.br](mailto:vendas@unifrax.com.br)  
Dpto. Técnico: [tecnico@unifrax.com.br](mailto:tecnico@unifrax.com.br)

<b>FOLHA DE DADOS TÉCNICOS</b>	Identificação: <b>FDT-CQ.210</b>	<b>SAFFRAN-Inco</b> Refratários Especiais 
Título: <b>LICOFEST PC124</b>	Rev.: 08-16/11/05	
		Página: 1/01

• ASSINATURAS

	Elaboração	Análise Crítica/Aprovação		
Órgão/Função	INCP-L/Supervisor	GIN-L/Gerente	GPD/Gerente	GCO-A/Gerente
Nome	Antônio J. E. Rodrigues	Eduardo A T Pinto	Tarcísio S. Andrade	Jésus Marinho
Visto	Documento elaborado, analisado e aprovado eletronicamente, não necessitando das assinaturas dos responsáveis.			

**DESCRIÇÃO:** Concreto refratário silico-aluminoso, isolante, para vertimento ou vibração, de pega hidráulica.

**UTILIZAÇÃO:** Uso geral.

1 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS	Valores típicos	Especificações (%)
1.1 SiO <sub>2</sub>	40,3	36 a 44
1.2 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	38,1	34 a 42
1.3 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,4	Máximo 10
1.4 CaO	14,8	Máximo 15
1.5 Álcalis	3,4	Máximo 3,5

2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	Temperatura (°C)	Valores típicos	Especificações
2.1 Massa específica aparente - Relação m/V (g/cm <sup>3</sup> ):	110	0,98	0,80 a 1,00
2.2 Resistência à compressão à temperatura ambiente (MPa):	110	4,3	Mínimo 2,4
	815	3,4	Mínimo 1,2
2.3 Variação linear dimensional (%):	110	-0,5	0,0 a -0,50
	815	-0,28	0,0 a -1,20
2.4 Tempo de pega final (min): em condições climáticas controladas: temperatura de (25 ± 2)°C e umidade relativa do ar > 80%		155	90 a 300

3 CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS	Temperatura (°C)	W/m.K (Valores típicos)	kcal/m.h.°C (Valores típicos)
3.1 Condutividade térmica – Método Calorimétrico – ASTM C.201	200	0,219	0,188
	400	0,250	0,215
	600	0,287	0,247
	800	0,321	0,276

**4 INFORMAÇÕES TÉCNICAS**

4.1 Temperatura máxima de uso: 1100°C
4.2 Recomendamos homogeneizar o material seco em um misturador mecânico por um tempo máximo de 1min. Após, adicionar 45 a 60 litros de água potável (temperatura máxima de 30°C) para cada 100kg de material até atingir fluidez ideal para aplicação. Misturar no máximo 5 minutos.
4.3 Embalagem: O concreto é embalado em sacos de papel valvulado, multifoldado, sendo uma protegida com betume ou filme de polietileno, com peso líquido nominal de 20kg.
4.4 Tempo máximo de estocagem: 6 meses, armazenado em área coberta, ao abrigo de calor e umidade.

**5 ADVERTÊNCIAS AO USUÁRIO**

5.1 Recomendamos consultar a Folha de Dados de Segurança (FDS) do produto, fornecida pelo Grupo Saffran;
5.2 Em caso de dúvidas, consultar a área de Segurança da sua empresa ou o Grupo Saffran, para maiores informações do produto.

Os dados típicos informados, são resultados de ensaios de laboratório. Os dados estão sujeitos a variações do processo produtivo. As metodologias de ensaios adotadas são as da Saffran, as quais são baseadas em normas técnicas nacionais e/ou outras metodologias quando requeridas.