



APLICAÇÃO NÃO FORMADOS

CÓPIA CONTROLADA

| | | |
|---|------------------------------------|-------------------------|
|  | INSTRUÇÃO DE TRABALHO | IT.R.02 |
| | REFRATÁRIOS NÃO CONFORMADOS | Data: 25/08/2025 |
| | | Revisão: 14 |

ÍNDICE

| | |
|--|-----------|
| 1. OBJETIVO | 02 |
| 2. DEFINIÇÃO | 02 |
| 3. RESPONSABILIDADES | 02 |
| 4. DOCUMENTOS EXTERNOS / FONTES DE CONSULTA | 02 |
| 5. DETALHAMENTO DAS ATIVIDADES | 02 |
| 5.1 Equipamentos / Ferramentas Utilizadas | 02 |
| 5.2 Tipos de Produtos Não Formados | 02 |
| 5.3 Inspeção da Superfície a Ser Revestida..... | 04 |
| 5.4 Recomendações Gerais..... | 05 |
| 5.5 Aplicação de Concreto Refratário de Pega Química..... | 08 |
| 5.6 Aplicação de Concreto por Projeção Pneumática..... | 09 |
| 5.7 Aplicação de Concreto Refratário por Derramamento..... | 10 |
| 5.8 Socagem Manual..... | 11 |
| 5.9 Massa de socar | 11 |
| 5.10. Ancoragem | 12 |
| 5.10. Secagem e Queima do Refratário | 13 |
| 5.11. Controle de processo | 14 |
| 6. INSPEÇÃO / CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO | 15 |
| 7. SEGURANÇA DO TRABALHO | 16 |
| 8. MEIO AMBIENTE | 16 |
| 9. QUADRO DE REGISTROS | 16 |
| 10. ANEXOS | 17 |
| 11. NATUREZA DAS ALTERAÇÕES | 17 |
| 12. APROVAÇÃO | 18 |

| | | |
|---|-----------------------------|------------------|
|  | INSTRUÇÃO DE TRABALHO | IT.R.02 |
| | REFRATÁRIOS NÃO CONFORMADOS | Data: 25/08/2025 |
| | | Revisão: 14 |

1. OBJETIVO

Estabelecer os critérios para aplicação de refratário não conformados.

2. DEFINIÇÃO

Refratários Não Conformados: Os refratários não formados, podem ser fornecidos prontos ou ser misturado com água ou aditivos químicos. Podem ser aplicados por derramamento, projeção pneumática e socagem manual, formando revestimentos monolíticos.

3. RESPONSABILIDADES

A responsabilidade por este procedimento são os líderes, encarregados e pedreiros refrataristas, carpinteiros, aplicadores e operadores de máquina.

4. DOCUMENTOS EXTERNOS / FONTE DE CONSULTA

Norma Petrobras: N-1617, N-1728 e N-1910


5. DETALHAMENTO DAS ATIVIDADES

5.1 Equipamentos / Ferramentas Utilizadas

- Ferramentas manuais;
- Máquina de projeção;
- Compressor de Ar;
- Dosador (recipiente graduado em 1.000 ml);
- Batedeira Planetária;
- Maseira;
- Misturador de concreto;
- Socador de argamassa;
- Batedor de argamassa;
- Cronômetro;
- Medidor de temperatura;
- Vibrador de imersão.

5.2 Tipos de Produtos Não Conformados

Concretos refratários: Classe de materiais mais importante entre os produtos monolíticos, consistem de agregados refratários secos, combinado com agente ligante, normalmente cimentos ativados hidraulicamente e outros, podem ser de pega hidráulica ou química. Em função dos inúmeros locais e metodologia de aplicação (vertimento, projeção, vibração, auto-escoantes, gunning, shotcrete) os concretos refratários são produtos complexos

| | | | |
|---|------------------------------------|--|-------------------------|
|  | INSTRUÇÃO DE TRABALHO | | IT.R.02 |
| | REFRATÁRIOS NÃO CONFORMADOS | | Data: 25/08/2025 |
| | | | Revisão: 14 |

em termos de composição, fornecidos secos e adquirem alta resistência quando misturados com água. São constituídos por uma combinação de diversas matérias primas tanto naturais como sintéticas. Possuem uma ampla faixa granulométrica e com tamanho máximo de grão de até 10 mm. A sua composição química é função do local de aplicação.

Podem ser divididos em:

- Alto teor de cimento – ATC (>5 %CaO)
- Concretos convencionais – CC (>2,5 %CaO)
- Baixo teor de cimento – BTC (1 a 2% CaO);
- Ultra baixo teor de cimento – UBTC (>0,2 a 1% CaO)
- Sem cimento – NCC (<0,2% CaO).


Características do concreto refratário:

| Características | Densos | | | | | | Semi isolantes | Isolantes | | | Unidade |
|---|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------------|-------------------|-------------|-------------|-------------|---------|
| | Antierosivos | | | Regulares | | Alta alumina | | Classe A | Classe B | Classe C | |
| | Classe A | Classe B | Classe C | Classe A | Classe B | | | | | | |
| Massa específica aparente: - seco a 110° C | ≥2500 | ≥2500 | ≤2600 | ≥2300 | ≤2300 | ≥2600 | ≤1750 | ≤1300 | ≤ 1000 | ≤850 | Kg/m³ |
| Resistência mínima de compressão: - seco a 110° C | 510 | 459 | 357 | 408 | 204 | 306 | 70 | 55 | 25 | 7 | Kgf/cm² |

- **Massas de projeção (e concretos de projeção):** consistem de agregados refratários e ligantes, podendo conter agentes plastificantes. São fornecidas secas e a água é adicionada na saída da massa durante a projeção.

No mercado, existem diversos tipos e conceitos de máquinas de projeção (contínua com pressão de linha, pressurizada com 1 ou 2 câmaras, máquinas de bombeamento, etc.).

- **Argamassas secas e úmidas:** Massas de assentamento, podendo ser de liga cerâmica (argila) ou de liga química (silicato de sódio, fosfatos, etc.) onde, de acordo com a aplicação, são fabricadas tanto no estado úmido como a seco. Após a mistura em misturadores de alta intensidade, os produtos são acondicionados em baldes plásticos ou em sacos de papel (produto seco). Os testes de controle de qualidade são: umidade; consistência; distribuição granulométrica e tempo de retenção de água.
- **Massas plásticas:** Os plásticos possuem diferentes trabalhabilidades em função do local e da forma de aplicação. São normalmente produzidos em misturadores de alta energia visando desenvolver uma alta plasticidade final.

| | | |
|---|-----------------------------|------------------|
|  | INSTRUÇÃO DE TRABALHO | IT.R.02 |
| | REFRATÁRIOS NÃO CONFORMADOS | Data: 25/08/2025 |
| | | Revisão: 14 |

Em alguns casos, após a mistura, os plásticos são extrudidos em placas de 200x200 mm por 50 mm de espessura; embalados em sacos plásticos e depositados em caixas de papelão. Em outros casos são acondicionados em sacos plásticos e a seguir em baldes plásticos.

São produtos prontos para o uso, de liga cerâmica ou química, aplicadas por marteleto, por guning ou manualmente. Normalmente adquirem resistência mecânica após aquecimento.

- **Massas de socar:** No caso das massas de socar, o processo de fabricação é semelhante, no entanto, a textura do material é mais solta devido ao menor teor de umidade. As massas de socar são normalmente acondicionadas em baldes plásticos. Os produtos contendo liga fosfática, possuem um tempo de armazenamento mais curto, em torno de 3 meses, nos outros casos este tempo é de 6 meses.


Os ensaios normalmente usados para aceitação/rejeição são: distribuição granulométrica e umidade.

Normalmente são aplicadas por socador e sua estrutura refratária é mais forte do que a encontrada com os plásticos refratários. Em alguns casos, aditivos especiais são adicionados antes do uso. O endurecimento ocorre após o aquecimento.

- **Massas vibradas a seco:** São materiais granulados secos e normalmente são aplicados pelo processo de vibração a seco. O processo de fabricação é semelhante a dos concretos, no entanto, necessitam de cuidados especiais como a distribuição granulométrica e a eliminação de qualquer material estranho, devido a sua aplicação a seco.

Os testes realizados para a liberação do produto são: distribuição granulométrica, densidade solta e alguns casos, testes de sinterização em temperaturas de 800°C a 1300 ° C.

- **Concretos Isolantes:** Produtos de pega hidráulica, contendo agregados de baixa densidade e são classificados em função da temperatura de uso. Podem ser aplicados pela técnica de derramamento, vibração, projeção e/ou por spray.

| | | | |
|--|------------------------------------|--|-------------------------|
|  Risoterm Isolantes Térmicos Ltda | INSTRUÇÃO DE TRABALHO | | IT.R.02 |
| | REFRATÁRIOS NÃO CONFORMADOS | | Data: 25/08/2025 |
| | | | Revisão: 14 |

5.3 Inspeção da superfície a ser revestida

Os equipamentos recebidos para aplicação do revestimento refratário, serão inspecionados quanto às condições de limpeza da superfície (grau de limpeza será definido pela contratante), e isento de óleo, graxa, óxidos ou outros contaminantes.

Executar inspeção nas ancoragens em relação ao seu dobramento, tamanho em relação à espessura do revestimento e arranjo dos grampos (posicionamento e espaçamento):


- Os grampos "V", "Y" e tridente devem ter formação triangular, distribuídas de forma desencontrada;
- A altura da ancoragem deverá ser 3/4 da espessura do revestimento refratário;
- Com relação ao espaçamento entre âncoras, este valor deverá ser entre duas a três vezes a espessura do refratário;

Nos grampos "V", "Y" e tridente devem ser aplicados fita crepe ou mangueira plástica transparente de forma a obter 1 mm de espessura e 30 mm de comprimento, medindo a partir da extremidade do grampo, no sentido de criar-se uma folga que irá absorver as dilatações diferenciais que surgem entre o refratário e a âncora;


5.4 Recomendações Gerais

Cabe aos colaboradores envolvidos, seguirem as seguintes recomendações:


- Quando solicitado pelo cliente, realizar os ensaios de recebimento do material, registrando os resultados em planilha específica;
- Checar a validade do material antes da aplicação do mesmo;
- Posicionar estrategicamente os equipamentos de aplicação em local que facilite o transporte rápido e seguro do material a ser aplicado;
- Antes de iniciar a aplicação, os seguintes itens deverão ser definidos: tipo de forma a ser utilizada, altura de cada lance (área que se consegue refratar, antes que o material aplicado no início do refratamento tenha alcançado o início de pega), tempo para completar o lance, técnica de compactação e tempo para desforma.
- Efetuar uma pré-montagem das formas, quando aplicável;
- Caso necessário, aplicar um desmoldante na superfície da forma que fica em contato com o concreto durante a sua montagem, a fim de facilitar a sua desmoldagem;
- Aplicar, quando necessário, uma impermeabilização as formas e guias mestras instaladas, impedindo assim que haja absorção de água do concreto utilizado;
- Montagem das formas de madeira ou de chapa metálica, observando a sua perfeita vedação nas emendas (estanqueidade), dimensões exatas, ajustes e nivelamentos, a fim de evitar o esbojamento do concreto, garantindo a espessura final do projeto;
- Poderão ser instaladas guias mestras, na espessura total do concreto refratário, sendo removidas após a sua aplicação;

| | | | |
|--|------------------------------------|--|-------------------------|
|  Risoterm Isolantes Térmicos Ltda | INSTRUÇÃO DE TRABALHO | | IT.R.02 |
| | REFRATÁRIOS NÃO CONFORMADOS | | Data: 25/08/2025 |
| | | | Revisão: 14 |

- No caso de concretos refratários de fluência livre, a vedação das formas poderá ser feita com silicone (material plástico que não contamina o concreto);
- A água usada na mistura e no umedecimento deverá ser potável, isenta de sulfatos e com teor de cloretos inferior a 50 ppm ou conforme definido em ficha técnica do material;
- Efetuar a limpeza da superfície garantindo a isenção de óleo, graxa, óxidos, remoção das escórias de solda e outros contaminantes;
- Preferencialmente, a mistura deve ser feita com uso de misturador, de preferência, fechado, para evitar evolução de pó. O peso do refratário a ser misturado de cada vez é em função da capacidade do misturador e do tipo de concreto a ser usado. Normalmente, os de baixo cimento devem ser misturados em menor quantidade por vez. Atenção especial deve ser dada aos concretos com agulhas metálicas, de difícil movimentação no misturador, exigindo menores quantidades por mistura;
- Precedendo-se a umidificação é importante a mistura a seco do material, durante cerca de 1 a 2 minutos, eliminando-se assim a segregação de transporte e armazenamento;
- É importantíssimo seguir rigorosamente a instrução do fabricante quanto a proporção de água a ser adicionada e o tempo desta adição. Outro ponto importante é a temperatura da água, que deve seguir a orientação do fabricante. Água mais quente acelera a reação hidráulica e mais fria, a retarda;
- Recomendável nos fornos a aplicação de massa anticorrosiva na chaparia, após instalação das ancoragens;
- Caso aplicável, fazer o sarrafeamento do concreto, executando um corte perfeito do material, obedecendo a espessura final do concreto;
- Quando a aplicação necessitar ser interrompida, por um período superior ao tempo de início de pega do concreto, deve-se:
 - 1) tornar as laterais rugosas para ajudar a ancoragem do novo concreto a ser aplicado,
 - 2) cortar a região não concluída em chanfro de 45º aproximadamente,
 - 3) umedecer a superfície quando do reinício da aplicação a fim de se evitar trincas,
 - 4) limpar completamente os grampos de ancoragem e superfícies expostas antes do reinício da aplicação;
- O tempo de remoção das formas varia de acordo com a classe do material aplicado;
- Deverá ser montada uma bancada de 6,00 x 6,00 metros e a 1,70 metros acima do piso onde será instalado o misturador e depositado paletes de concreto. Essa bancada deverá ter cobertura e fechamento lateral a fim de evitar contaminação ambiental;
- Em aplicação de camada dupla de concreto isolante e antierosivo em malha hexagonal, as roscas dos grampos roscados terão que ser também protegidas com fita antes da camada isolante para não dificultar a instalação das chapas de apoio das malhas;
- No caso do concreto agulhado, a adição das agulhas deverá ser realizada a seco (durante a homogeneização), passando através de peneira, de malha especificada pelo fabricante, de modo a distribuí-las uniformemente em todo o volume do concreto e depois incorporar a água;
- Caso os sacos de concretos apresentarem aglomerados (empedramento) os mesmos devem ser rejeitados, ou seja, caso os torrões não se esfarelem nos dedos, deverá ser descartado;

| | | |
|---|------------------------------------|-------------------------|
|  | INSTRUÇÃO DE TRABALHO | IT.R.02 |
| | REFRATÁRIOS NÃO CONFORMADOS | Data: 25/08/2025 |
| | | Revisão: 14 |

- A quantidade de água adicionada ao concreto deve ser a mínima, de acordo com a quantidade estabelecida na ficha técnica, suficiente para desenvolver a reação de hidratação do cimento. A quantidade de água ideal é aquela que propicia ao concreto uma consistência plástica satisfatória para ser aplicado, variando em função do tipo de concreto, bem como da forma como deverá ser aplicado;
- Quando adicionada em excesso, será responsável por uma maior porosidade final, com consequente redução da resistência mecânica e refratariedade. Além disso, exigirá maiores cuidados durante a secagem, uma vez que haverá tendência a uma maior retração e consequentemente aparecimento de trincas. Por outro lado, quantidade insuficiente de água dificultará a mobilidade dos elementos componentes, dificultando a aderência entre eles, ou seja, os agregados maiores destacam-se facilmente da pasta, separando-se ao serem lançados nas fôrmas e depois de endurecido, haverá grande quantidade de vazios;
- Quando necessário, conforme temperatura especificada em ficha técnica, poderá ser utilizado gelo para resfriar a água da mistura, com a finalidade de adequar o tempo de pega do concreto refratário com a aplicação;
- Durante as fases de aplicação e cura hidráulica, se a temperatura ambiente estiver superior a 30 °C, cuidados deverão ser tomados para manter a temperatura da chaparia abaixo de 30 °C (ex: aspersão de água). Temperaturas acima de 30 °C reduzem o tempo de início de pega do concreto;
- Nunca tentar recuperar a trabalhabilidade da mistura já com início de pega (início de endurecimento) adicionando água. A adição de mais água ao produto pronto reduz completamente a sua resistência mecânica;
- O tempo de remoção das formas varia de acordo com a classe do material aplicado;
- Juntas de dilatação devem compensar a expansão do concreto e sua necessidade aumenta de acordo com a espessura e a área do concreto a ser aplicado, principalmente quando se usa formas para moldagem;
- Após o refratamento, o tempo mínimo para movimentação das peças será de 24 horas, a fim de evitar danos estruturais ao concreto;
- No caso dos concretos de pega química bicomponentes, seguir a recomendação do fabricante quanto à quantidade de aditivo líquido à ser adicionado;
- Nunca utilizar água na mistura dos concretos de pega química bicomponentes. Água na mistura pode ocasionar falhas catastróficas, inclusive explosões.


| | | |
|---|-----------------------------|------------------|
|  | INSTRUÇÃO DE TRABALHO | IT.R.02 |
| | REFRATÁRIOS NÃO CONFORMADOS | Data: 25/08/2025 |
| | | Revisão: 14 |

5.5 Aplicação de Concreto Refratário de Pega Química

Os concretos refratários de pega química são utilizados como alternativa ao concreto de pega hidráulica em algumas situações específicas, devido à cura acelerada, curvas de secagem mais rápidas, e reparos / recomposição de espessura dos revestimentos existentes, devido à característica de ter aderência à refratários já queimados, minimizando impactos de juntas frias.

Abaixo algumas recomendações para aplicação:

- O material deve ser homogeneizado com utilização de misturadores planetários. Se a quantidade de material à ser misturado for inferior a uma unidade inteira, homogeneizar a seco a quantidade necessária antes de adicionar o líquido ativador;
- Os materiais de pega química bicomponentes são compostos pelo componente sólido (agregados) e líquido ativador. Consultar a ficha dos fabricantes e instruções de aplicação para seguir a proporção correta de ativador para cada formulação;
- Seguir o tempo de mistura recomendada pelos fabricantes. Misturar por tempo excessivo no misturador fará com que o material comece a endurecer, reduzindo significativamente o tempo disponível para aplicar adequadamente o material.
- Realizar a preparação do material o mais próximo possível do local de aplicação, devido à pega acelerada que proporciona pouco tempo de trabalhabilidade;
- Para realizar a mistura, despejar inicialmente todo o líquido ativador na cuba;
- Após despejar líquido, adicionar o material seco na cuba e iniciar a mistura. Deixe o misturador operar até que o material "se dobre" sobre si mesmo e pareça homogêneo. O tempo de mistura pode variar de acordo com a fórmula que está sendo utilizada;
- **NUNCA** misture os concretos refratários de pega química com água. Pode gerar reação catastrófica, inclusive explosão;
- Para reparos, antes de iniciar a aplicação deve ser garantido que a superfície a ser reparada está seca, limpa e firme. Não aplicar sobre refratário danificado e com risco de deslocamento;
- Para recomposição de espessura, aplicar primeira camada fina do refratário de pega química. Após camada fina, se necessário, camadas adicionais para atingir espessura desejada podem ser aplicadas;
- Na aplicação do refratário de pega química em capotes, é recomendada abertura de furos na chapa onde será aplicado o revestimento, para saída dos gases resultantes da reação exotérmica;
- O tipo de aplicação pode variar de cada fórmula, consultar fichas dos fabricantes.


| | | |
|---|------------------------------------|-------------------------|
|  | INSTRUÇÃO DE TRABALHO | IT.R.02 |
| | REFRATÁRIOS NÃO CONFORMADOS | Data: 25/08/2025 |
| | | Revisão: 14 |

5.6 Aplicação de Concreto Refratário por Projeção Pneumática

A aplicação por Projeção Pneumática, consiste em projetar o concreto pré-umedecido de encontro a parede do equipamento usando-se para isso misturador horizontal e máquina de projeção, que acoplada a um compressor de 750 pcm produz uma pressão entre 2,5 e 7 kgf/cm², conforme a compactação desejada e a, obtendo com isso velocidade de saída de 85 a 120 m/s ou até 145 m/s. Essa regulação depende muito da distância e altura da máquina de projeção, canhão, local da aplicação e sensibilidade do aplicador.

Realizar a aplicação conforme orientações abaixo:


- O operador deverá verificar se a máquina está em condições de operação, limpa, com manômetro aferido, válvulas em bom estado, borrachas de vedação perfeita, engates e braçadeiras seguras;
- O material, após misturado é despejado na máquina de projeção através de uma calha. Procede-se o fechamento da câmara e a pressurização da máquina;
- A máquina de projeção possui duas câmaras, uma para carga e outra para descarga de material; o operador procederá à transferência entre as câmaras com rapidez e sem perda excessiva de pressão;
- Deve ser do conhecimento do operador dos limites de pressão a serem utilizados durante a aplicação. A pressão ideal será definida no ato da qualificação do procedimento;
- A mistura é feita em peso de aproximadamente 100 Kg;
- O aplicador deverá ajustar a velocidade de saída do material da máquina de acordo com a distância e altura da máquina de projeção, canhão e local da aplicação;
- Antes de ser lançado na máquina de projeção, o concreto é pré-umedecido com 2 a 4% de água, para evitar que durante a mistura haja perda dos grãos finos que é o cimento e depositado no misturador horizontal.
- No caso do concreto agulhado, a adição das agulhas deverá ser realizada a seco (durante a homogeneização), passando através de peneira, de malha especificada pelo fabricante, de modo a distribuí-las uniformemente em todo o volume do concreto e depois incorporar a água;
- O material deverá ser pré-umidificado e umedecido lentamente por meio de um dosador (recipiente graduado), conforme Folha de Dados Técnicos do material. A porcentagem será definida no ato da qualificação do procedimento;
- Executar o refratamento nas posições "vertical" ou "sobre-cabeça", com base nos parâmetros encontrados na qualificação do procedimento de aplicação, anteriormente executados e aprovados pelo cliente;
- O refratamento deverá sempre iniciar de baixo para cima em equipamentos cilíndricos, onde cada lance, deve fechar o anel antes do início da pega do material para se evitar juntas frias;

| | | | |
|--|------------------------------------|--|-------------------------|
|  Risoterm Isolantes Térmicos Ltda | INSTRUÇÃO DE TRABALHO | | IT.R.02 |
| | REFRATÁRIOS NÃO CONFORMADOS | | Data: 25/08/2025 |
| | | | Revisão: 14 |

- Começar a aplicação pela parte inferior em direção a superior da região a ser revestida;
- Cabe ao aplicador o perfeito controle da mistura material/água no canhão;
- No caso de equipamentos cilíndricos, dividi-los circunferencialmente em lances de 1,5 a 2 m de altura por 1,5 m de largura, os quais serão preenchidos, anel por anel até o seu topo.
- O percentual de rebote depende muito do aplicador e das condições do local de aplicação. Quando mais agudo o ângulo de incidência, os grãos mais grossos podem não aderir e cair. A perda por rebote em condições normais é de 5 a 20% e ainda mais elevada se a mistura e granulometria não forem adequadas.

5.7 Aplicação de Concreto Refratário por derramamento

- Despejar o concreto refratário no misturador, de acordo com a quantidade indicada na Folha de Dados Técnicos do material e de acordo com a capacidade do equipamento;
- Homogeneizar o concreto a seco antes da adição de água, conforme Folha de Dados Técnicos do material;
- O material deverá ser pré-umedecido e umedecido lentamente por meio de um dosador (recipiente graduado), conforme Folha de Dados Técnicos do material;
- O concreto deve estar bem misturado quando não se notar segregação entre grãos, não se notar regiões umedecidas diferentemente e quando atingir a consistência adequada;
- Descarregar o concreto refratário na masseira;
- O material deve ser transportado ao local de aplicação no menor prazo possível. Uma alimentação contínua de material, preparado no local de aplicação é imprescindível, no sentido de evitar juntas frias ou planos de laminação no revestimento. Os recipientes de transporte devem estar perfeitamente isentos de contaminações e umedecidos;
- O transporte do material preparado nunca deve ser feito em percursos longos. Uma vez iniciado um lance de revestimento, este deve ir até o final, para se evitar problemas causados por juntas frias;
- Concretos de fluência livre devem ser tomados cuidados para se evitar a formação de bolsões de ar no interior do revestimento;
- Ao iniciar o derramamento, a compactação deverá ser feita em camadas sucessivas de modo que o concreto se acomode totalmente, sem deixar vazios, principalmente em locais de cantos vivos;
- Neste processo de derramamento, a queda livre máxima deve ser de 2,5 metros de altura ou conforme estabelecido na ficha técnica, procurando evitar a segregação dos materiais;
- Nas regiões de piso, os painéis deverão ser intercalados;
- Aplicar juntas, quando necessário. As juntas de dilatação devem compensar a expansão do concreto. A necessidade de junta, pode também, estar relacionada com a espessura e a área do concreto a ser aplicado, principalmente quando se usa formas para moldagem;
- A secagem com aquecimento deve ser feita levando-se em consideração o tipo, a classe, a espessura, o volume e o método de aplicação do concreto e respeitando curva de aquecimento estabelecida pelo fabricante;
- Caso necessário, o adensamento poderá ser feito com auxílio de vibradores de imersão;

| | | |
|---|------------------------------------|-------------------------|
|  | INSTRUÇÃO DE TRABALHO | IT.R.02 |
| | REFRATÁRIOS NÃO CONFORMADOS | Data: 25/08/2025 |
| | | Revisão: 14 |

- A desmoldagem das formas deverá ser realizada após o período de cura hidráulica (24 horas), podendo ser antecipada desde que sejam tomados os devidos cuidados para evitar danos estruturais ao material;
- Concluída a aplicação, o pessoal da mistura deve proceder à limpeza total do misturador e do local de trabalho.


5.8. Socagem Manual

Processo utilizado para aplicação de concretos densos e resistente a erosão.

- A preparação do concreto deverá ser feita com utilização de batedeira planetária;
- O concreto deverá ser socado em malha hexagonal ou grampo "S" com martelo de borracha, garantindo assim grande compactação do material;
- Após a socagem, recortar o excesso de material com colher de pedreiro pequena, até o material ficar faceado totalmente com o metal da ancoragem, que deve ficar aparente;
- Os concretos que são de pega química e hidráulica são formulados para pega muito rápida. Por isso, recomenda-se a preparação para aplicação em no máximo 15 min;
- Quando a temperatura ambiente ultrapassar 25°C, faz-se necessário o uso de água resfriada (4 a 15°C) para retardar o início e fim da pega do material, permitindo uma melhor aplicação.
- As superfícies revestidas não devem ser alisadas.

5.9. Massa de socar

- A massa plástica é fornecida em placas, prontas para serem utilizadas;
- As placas devem ser sobrepostas com espaçamento de 50 mm visando garantir a homogeneização;
- A união dessas placas deve ser realizada através do método de socagem com utilização de socador pneumático com cabeça de aço. A socagem deve ser feita perpendicularmente a âncora refratária de forma a preencher todas as ranhuras das peças. Não fazer interrupções durante a atividade, garantindo total aderência entre as camadas;
- Após a socagem, devem ser feitos cortes na profundidade de 50 mm a cada metro para controlar e direcionar as trincas provenientes da contração;
- No sentido de facilitar o escape da umidade, realizar furos com 5 mm de diâmetro e 50 mm de profundidade a cada 250 mm de distância.

| | | |
|---|-----------------------------|------------------|
|  | INSTRUÇÃO DE TRABALHO | IT.R.02 |
| | REFRATÁRIOS NÃO CONFORMADOS | Data: 25/08/2025 |
| | | Revisão: 14 |

5.10. Ancoragem

Os dispositivos de ancoragem são utilizados na sustentação necessária ao revestimento refratário no equipamento e devem atender necessariamente algumas exigências:

- Ter formato, dimensões e distribuição de forma a não provocar danos ao revestimento e ao equipamento;
- Não deve conduzir calor para o casco do equipamento;
- Permitir uma certa quantidade de movimento do equipamento em relação ao refratário;
- Ser de material compatível com a temperatura de operação e corrosividade do meio.

5.10.1. Tipos de Ancoragem

Segue alguns dos principais tipos de ancoragens mais utilizadas:

- **Grampo V:** Para aplicação em concreto isolante e semi-isolante.

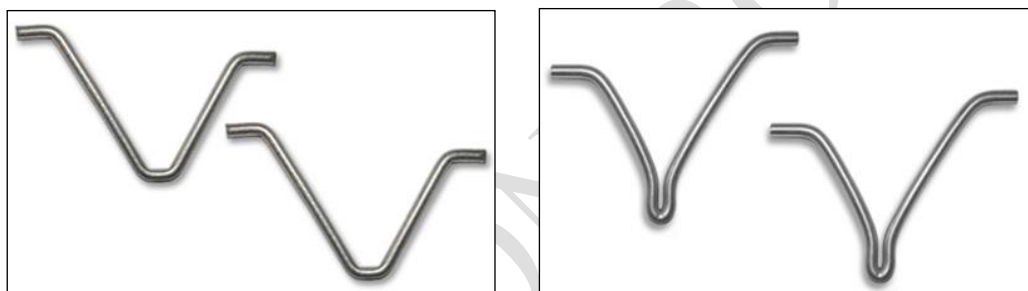



FIGURA 01: Grampo V para soldagem em Stud Welding.

FIGURA 02: Grampo V para soldagem convencional.

- **Grampo Tridente:** Para aplicação em concreto isolante e semi-isolante.



FIGURA 03: Grampo Tridente.

| | | |
|---|-----------------------------|------------------|
|  | INSTRUÇÃO DE TRABALHO | IT.R.02 |
| | REFRATÁRIOS NÃO CONFORMADOS | Data: 25/08/2025 |
| | | Revisão: 14 |

- **Grampo Y:** Para aplicação em dupla camada.



FIGURA 04: Grampo Y.

- **Grampo G:** Para instalação de tela para aplicação de concreto em tampas de caixa de curvas de fornos, fireproofing etc.



FIGURA 05: Grampo G.

- **Malha hexagonal:** Para aplicação em camada única de concreto anti-erosivo.




FIGURA 06: Malha Hexagonal.

5.11. Secagem e Queima do Refratário

O processo de queima é uma das etapas mais importantes no processamento dos produtos refratários. É durante essa etapa que o material sofre as reações e transformações químicas e físicas necessárias para conceder ao produto final microestruturas com as propriedades requeridas.

A secagem e o aquecimento devem ser feitos de acordo com a curva de aquecimento, fornecida pelo fabricante, e levando-se em consideração o tipo, classe e espessura do mesmo.

A curva de aquecimento é um gráfico de temperatura em função do ganho de calor, ou seja, é um diagrama que demonstra os diversos estados físicos do material conforme sua temperatura aumenta em função do aquecimento.

| | | |
|---|------------------------------------|-------------------------|
|  | INSTRUÇÃO DE TRABALHO | IT.R.02 |
| | REFRATÁRIOS NÃO CONFORMADOS | Data: 25/08/2025 |
| | | Revisão: 14 |


- Secagem: é a fase que está compreendida entre a temperatura ambiente e a temperatura de 100°. Durante este período ocorre a eliminação da umidade.
- Queima: durante esta fase ocorre a cura final, ou seja, a queima do refratário.

Em geral, concreto convencional, apesar de exigir maior teor de água na sua aplicação, permite a sua saída com mais facilidade e assim é menos sensível ao aquecimento. Nos concretos baixo cimento, a estrutura é mais fechada/rígida, dificultando a saída da água, sendo além disto, mais sensível ao aumento de temperatura, apresentando assim maior facilidade de apresentar trincas durante o aquecimento, possuindo curva de aquecimento que requer maiores cuidados e maior tempo de aquecimento em relação aos concretos convencionais.

5.12. Controle de processo

Antes e durante a aplicação deverão ser verificados os seguintes pontos:

- Faz-se necessário uma simulação da aplicação do concreto projetado a fim de determinarmos todos os parâmetros a serem utilizados nos serviços como: pressão exata de saída de ar da máquina, controle água/material no canhão, determinação do percentual previsto de rebote por tipo de material;
Para executar esta simulação, serão instalados no pipe shop painéis de teste (dimensões de 1000 x 100 x 100 mm) na mesma posição em que os serviços serão executados (vertical e sobre cabeça);
- Quando necessário, deverá ser realizada uma simulação da aplicação do concreto derramado, a fim de determinarmos todos os parâmetros a serem utilizados nos serviços como: controle água/material, determinação do percentual previsto de rebote por tipo de material;
Antes do início da atividade, é necessário a confecção de Painel de Qualificação. Construído em aço carbono, com grampos de ancoragem aparafusados, chapa do fundo removível, montando na posição horizontal, com as dimensões mínimas de 600 x 600 mm e espessura de 100 mm;

| | | | |
|--|------------------------------------|--|-------------------------|
|  Risoterm Isolantes Térmicos Ltda | INSTRUÇÃO DE TRABALHO | | IT.R.02 |
| | REFRATÁRIOS NÃO CONFORMADOS | | Data: 25/08/2025 |
| | | | Revisão: 14 |


- O local para realização da simulação será coberto e o piso deverá ser forrado com lona para contenção e posterior coleta do rebote. Através da pesagem dos painéis de teste e do rebote coletado, será determinada a quantidade de perda prevista para os materiais a serem aplicados.

Todos os dados obtidos nesta qualificação serão anotados e registrados no "Certificado de Qualificação de Refrataristas – CQR" e na "Qualificação de Procedimento de Aplicação de Refratário – Q.P.A.R.";

- Todo rebote será recolhido para pesagem e cálculo de perda. Todo material de rebote deve ser descartado;
- O refratamento do equipamento terá acompanhamento das condições de aplicação e seus dados serão registrados no "Relatório de Acompanhamento de Aplicação de Materiais Refratários";
- Importante a garantia da espessura do revestimento de acordo o material especificado. Aumento da espessura além do especificado pode acarretar retração do material e consequentemente aparecimento de trincas;
- Verificar a temperatura da água para mistura / dosagem de água, conforme estabelecido em ficha técnica;
- Vibração perfeita (no caso da utilização de vibradores de imersão)
- A superfície do concreto deverá ficar rugosa para facilitar a liberação da água do concreto aplicado;
- A primeira cura será dada quando do início da reação do material. A cura se procederá durante 24 horas por meio de aspersão de água, em intervalos intermitentes, de acordo com a reação do material.

6. INSPEÇÃO / CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO

| CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO | INSPEÇÃO | AÇÃO CORRETIVA |
|--|---|--|
| Serão aceitos os serviços que não apresentarem: Vazios Porosidade excessiva Laminação Segregação Aglomeração de agulhas, caso utilizadas. | Inspeção Visual das superfícies refratárias; Martelamento; Ensaios de Corpo de Prova. | Remover e refazer as áreas reprovadas. |

| | | | |
|--|------------------------------------|--|-------------------------|
|  Risoterm Isolantes Térmicos Ltda | INSTRUÇÃO DE TRABALHO | | IT.R.02 |
| | REFRATÁRIOS NÃO CONFORMADOS | | Data: 25/08/2025 |
| | | | Revisão: 14 |

7. SEGURANÇA DO TRABALHO


| ATIVIDADE DE RISCO | RISCOS | PREVENÇÃO |
|------------------------|---|---|
| Mistura do Material | Contaminação das mãos Poeira Ruído Postura inadequada | EPI's básicos: capacete, óculos, protetor auricular e botas de couro Utilizar luvas látex Utilizar máscara contra pó Manter postura adequada |
| Transporte do Material | Postura inadequada Batida contra estruturas fixas e moveis Atingido por ferramentas e/ou equipamentos | EPI's básicos: capacete, óculos, protetor auricular e botas de couro Manter postura adequada |
| Aplicação de Material | Contaminação das mãos Poeira Ruído Postura inadequada | EPI's básicos: capacete, óculos, protetor auricular e botas de couro Utilizar luvas látex Utilizar máscara contra pó Manter postura adequada |

8. MEIO AMBIENTE

| ATIVIDADE | IMPACTO | RESÍDUOS | DESCARTE / TRATAMENTO |
|------------------------------------|------------------------|---|--|
| Aplicação de concreto revestimento | Contaminação Ambiental | Resíduos gerados na aplicação do concreto | Descartar em big bags ou caçambas. Seguir a política de descarte de resíduos da contratante |

9. QUADRO DE REGISTROS

| Nome | Armazenamento | Recuperação | Tempo de retenção | Descarte | Responsável |
|--|-------------------------|-------------|-------------------|----------|-----------------------|
| FO.003.IT.R.03: Relatório de Acompanhamento de Aplicação de Materiais Refratários | Pastas suspensas ou A/Z | Data | 05 anos | Lixo | Controle de Qualidade |

| | | | |
|--|------------------------------------|--|-------------------------|
|  Risoterm Isolantes Térmicos Ltda | INSTRUÇÃO DE TRABALHO | | IT.R.02 |
| | REFRATÁRIOS NÃO CONFORMADOS | | Data: 25/08/2025 |
| | | | Revisão: 14 |


| | | | | | |
|---|----------------------------|------|---------|------|--------------------------|
| FO.001.IT.R.01: Planilha de Ensaios Físicos de Materiais Refratários | Pastas suspensas ou A/Z | Data | 05 anos | Lixo | Controle de Qualidade |
|---|----------------------------|------|---------|------|--------------------------|

10. ANEXOS

- FO.001.IT.R.02 R.01 Planilha de Ensaios Físicos de Materiais Refratários
- FO.003.IT.R.02 R.02 Relatório de Acompanhamento de Aplicação de Materiais Refratários


11. NATUREZA DAS ALTERAÇÕES

| Natureza da alteração | Item revisado | Data da Revisão | Revisão | Responsável |
|--------------------------------------|---|-----------------|---------|----------------------|
| Alteração formulário / Inclusão item | Formulário FO.003.IT.R.02 Relatório de Acompanhamento de Aplicação de Materiais Refratários; 5.5 – Ajustes na numeração | 25/08/2025 | 14 | Henrique Coutinho |
| Alteração formulário | Formulário FO.002.IT.R.02 R.01 - Q.P.A.R excluído dessa IT incluído no PQR 013. | 07/01/2025 | 13 | Brenda Caroline |
| Atualização Sistemática. | Não houve alteração dos itens. | 08/01/2024 | 12 | Brenda Caroline |
| Atualização Sistemática. | Não houve alteração dos itens. | 18/02/2022 | 11 | Larissa Mesquita |
| Revisão do item | 5.1 | 20/02/2020 | 10 | Raimundo |

| | | | |
|---|------------------------------------|--|-------------------------|
|  | INSTRUÇÃO DE TRABALHO | | IT.R.02 |
| | REFRATÁRIOS NÃO CONFORMADOS | | Data: 25/08/2025 |
| | | | Revisão: 14 |


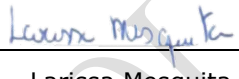
| | | | | |
|--|--|--|--|--------|
| | | | | Gargur |
|--|--|--|--|--------|

CÓPIA CONTROLADA

| | | | |
|--|------------------------------------|--|-------------------------|
|  Risoterm Isolantes Térmicos Ltda | INSTRUÇÃO DE TRABALHO | | IT.R.02 |
| | REFRATÁRIOS NÃO CONFORMADOS | | Data: 25/08/2025 |
| | | | Revisão: 14 |

| | | | | |
|--------------------------------------|-----------------------------------|----------|----|------------------|
| Revisão Geral | Inclusão itens: 5.7, 5.8,6 e 7 | 04/09/18 | 09 | Larissa Mesquita |
| Reavaliação da Instrução de Trabalho | 5.1,5.2,5.3,5.4,5.5, 6,7,8 | 20/02/18 | 08 | Raimundo Gargur |
| Revisão Geral | - | 19/07/16 | 07 | Jader Norberto |

12. APROVAÇÃO

| | | | |
|---|-------------------|--|-------------------|
| Elaborado/revisado por: | | Aprovado para uso: | |
|  Engº Henrique M. Coutinho Coordenador Operacional RISOTERM ISOLANTES TÉRMICOS LTDA Rua N.º 622 - Jd. América - São Paulo - SP | <u>25/08/2025</u> |  Larissa Mesquita | <u>25/08/2025</u> |
| Henrique Coutinho | Data | Larissa Mesquita | Data |

