



TERMO DE REFERÊNCIA PARA REUSO DE FIBRO EM EMPRESAS DE FABRICAÇÃO DE ARTEFATOS DE CERÂMICA E CONCRETO

O presente Termo de Referência (TR) foi baseado nos resultados da pesquisa financiada pela FAPES, em projeto do Governo do Estado, conforme registrado no processo administrativo nº 84322853. Ele versa sobre a reutilização dos resíduos de beneficiamento de rochas ornamentais nas indústrias cerâmica e cimentícia/concreteira, focando nos aspectos da qualidade final dos produtos.

O presente TR terá validade apenas até a publicação oficial, pelo órgão do Governo, da norma específica da qualidade de produtos cerâmicos e de concreto com a incorporação de resíduos do beneficiamento de rochas ornamentais.

A) DIRETRIZES GERAIS PARA PRODUÇÃO DE ARTEFATOS DE CERÂMICA VERMELHA

- 1) O FIBRO pode ser utilizado na incorporação da massa cerâmica para confecção de artefatos de cerâmica vermelha, desde que esteja de acordo com os critérios estabelecidos em Instrução Normativa.
- 2) A aplicação de FIBRO na confecção de artefatos cerâmicos deverá atender aos requisitos, seguir os ensaios técnicos e atender os limites determinados nas respectivas normas de referência.
- 3) A porcentagem de FIBRO utilizada para preparar a massa cerâmica pode estar de acordo com a necessidade da indústria de cerâmica vermelha, desde que o produto final obrigatoriamente atenda às normas de referência e os requisitos de Instrução Normativa.
- 4) O transporte e acondicionamento de FIBRO deverão seguir as determinações contidas na Instrução Normativa IEMA n.º 11, de 11 de outubro de 2016, e na Instrução Normativa IEMA n.º 13, de 23 de agosto de 2023, e suas atualizações.
- 5) Os artefatos cerâmicos confeccionados utilizando FIBRO na massa cerâmica devem atender às normas ABNT descritas a seguir, bem como a outras relacionadas a artefatos mais específicos, em suas versões vigentes, conforme o tipo de produto a ser comercializado:
 - Norma ABNT NBR 15270-1 - Componentes cerâmicos - Blocos e tijolos para alvenaria Parte 1: Requisitos.
 - Norma ABNT NBR 15270-2 - Componentes cerâmicos - Blocos e tijolos para alvenaria Parte 2: Métodos de ensaios.
 - Norma ABNT NBR 15310 - Componentes cerâmicos - Telhas - Terminologia, requisitos e métodos de ensaio.



Criado: 09/05/2023

Revisado: 10/11/2023

6) São requisitos específicos do FIBRO para aplicação/incorporação em massas para fabricação de artefatos de cerâmica vermelha, que o mesmo deve ser de procedência predominantemente de rochas silicáticas e deve estar livre de impurezas e não conter materiais metálicos ferrosos.

7) Recomenda-se que o FIBRO atenda as condições descritas na Tabela a seguir, para que não haja risco de danificar equipamentos e/ou perda de qualidade dos artefatos cerâmicos.

PROPRIEDADES	LIMITES DETERMINADOS	PROCEDIMENTO
Granulometria	Abaixo de 2 mm (*)	Seguir métodos usuais de determinação de distribuição de tamanho de partículas.
Teor de carbonatos	≤ 3% (**)	Seguir métodos usuais
Teor de ferro total	≤ 3% para artefatos de coloração clara	Seguir métodos usuais de determinação de composição química

(*) Para não danificar os laminadores.

(**) Acima desse valor pode causar efeito deletério em artefatos de cerâmica vermelha.

8) Desde que sejam atendidos os requisitos desse Termo de Referência, a massa cerâmica composta com o FIBRO pode ser processada nos mesmos equipamentos que as indústrias já utilizam para produzir os artefatos de cerâmica vermelha sem FIBRO.

9) São requisitos para a utilização do artefato cerâmico elaborado a partir do FIBRO que o produto artefato de cerâmica vermelha contendo o FIBRO não poderá ser nocivo ao meio ambiente ou à saúde do trabalhador ou da população em geral e deve atender à legislação específica federal, estadual ou municipal, quando existente.

10) Quanto aos aspectos de aceitação e rejeição do FIBRO, tem-se: I. a amostra é automaticamente aceita sempre que forem cumpridos os requisitos deste Termo de Referência; II. quando os resultados dos ensaios efetuados não atenderem aos requisitos constantes neste Termo de Referência, o material reservado para contraprova deverá ser analisado; e III. caso os resultados obtidos na amostra de contraprova ensaiada em laboratório com competência técnica reconhecida atendam aos requisitos deste Termo de Referência, os lotes deverão ser aceitos.



B) DIRETRIZES GERAIS PARA PRODUÇÃO DE MATERIAIS E COMPONENTES CONSTRUTIVOS À BASE DE CIMENTO

1) Os produtos derivados da incorporação do FIBRO em matrizes cimentícias deverão seguir os requisitos e os ensaios técnicos determinados nas respectivas normas de referência.

2) A utilização do FIBRO para produção de materiais e componentes construtivos à base de cimento Portland, a saber: concretos, argamassas, materiais e componentes construtivos à base de cimento Portland, o produto final deverá atender às normas ABNT preconizadas para cada elemento, em suas versões vigentes, conforme o tipo de produto a ser comercializado.

- a. atendido o previsto no item 2, embora seja recomendado, não há exigências de caracterização por parte do produtor/comercializador do FIBRO, ou seja, fica dispensado do atendimento ao previsto nos itens de 3 a 11, **desde que haja** acompanhamento de ART de profissional habilitado afirmando não existir a possibilidade de impactos ambientais decorrentes do uso do FIBRO.
- b. caso o proponente opte por não apresentar os testes relacionados aos produtos mencionados no caput, deverão ser apresentados os ensaios/testes descritos nos artigos enumerados de 3 a 13.

3) A porcentagem de FIBRO utilizada para preparar materiais e componentes construtivos à base de cimento deve estar de acordo com a necessidade da indústria de cimento, desde que o produto final obrigatoriamente atenda às normas de referência e os requisitos de Instrução Normativa.

4) O transporte e acondicionamento de FIBRO deverão seguir as determinações contidas na Instrução Normativa IEMA n.º 11, de 11 de outubro de 2016, e na Instrução Normativa IEMA n.º 13, de 23 de agosto de 2023, e suas atualizações.

5) O FIBRO para produção de matrizes cimentícias de cimento Portland deve seguir os seguintes requisitos gerais:

- a. para que o FIBRO seja utilizado como agregado miúdo para a produção de matrizes cimentícias de cimento Portland, ele deverá seguir as especificações apresentadas na versão atualizada da Norma ABNT NBR 7211.
- b. para que o FIBRO seja utilizado como adição mineral para a produção de matrizes cimentícias de cimento Portland, ela deverá seguir as especificações apresentadas nas versões atualizadas de suas respectivas Normas da ABNT NBR 12653.

6) Além dos requisitos gerais do item 5, para a comercialização do FIBRO deve ser cumprida a designação e composição determinada no Quadro a seguir:



Criado: 09/05/2023

Revisado: 10/11/2023

Designação normalizada	Sigla	Características gerais	Óxidos presentes predominantes
FIBRO Diamantado	FIBRO I	Em maiores teores de sílica e alumina	SiO ₂ + Al ₂ O ₃
FIBRO Composto	FIBRO II	Em maiores teores de sílica, alumina e óxidos fundentes	SiO ₂ + Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃
FIBRO Abrasivo	FIBRO III	Em maiores teores de óxidos fundentes	Na ₂ O + K ₂ O + Fe ₂ O ₃ + CaO
FIBRO Carbonático	FIBRO IV	Em maiores teores de materiais carbonáticos	CaO + MgO

- a. para obtenção da designação, sigla e classificação do tipo FIBRO equivalente (I, II, III ou IV) deve-se comprovar o conteúdo dos óxidos predominantes por meio de análise química.
- b. recomenda-se a realização do procedimento de ensaio de espectrometria por fluorescência de raios X, proposto pela NBR 14656, para determinar a presença dos óxidos predominantes.
- c. o FIBRO Carbonático, FIBRO IV, somente poderá ser incorporado na produção de matrizes cimentícias de cimento Portland, caso atenda os limites determinados na Tabela constante no item 10, tendo em vista que sua presença apresenta alto risco de geração de manifestações patológicas devido a reações expansivas com o cimento Portland.
- d. a designação e sigla do FIBRO deverá estar explicitamente apresentada na documentação que acompanha o despacho do produto.

7) O FIBRO destinado à produção de materiais e componentes construtivos à base de matrizes cimentícias deverá ser submetido aos ensaios de caracterização física apresentados no Quadro a seguir:

Determinação	Procedimento de ensaio
Índice de finura por meio da peneira de abertura de malha de 75 µm	ABNT NBR 11579 (*)
Teor de umidade	ABNT NBR 6457, Anexo A.
Composição granulométrica	ABNT NBR 7181
Massa específica aparente	ABNT NBR NM 52
Massa específica	ABNT NBR 16605
Superfície específica (Finura)	ABNT NBR 16372
Absorção de água	ABNT NBR NM 30
Inchamento	ABNT NBR 6467

(*) Utilizar o FIBRO onde a norma indicar o uso de cimento Portland.



Criado: 09/05/2023

Revisado: 10/11/2023

- a. fica dispensado o disposto no item 7, caso sejam adotadas as providências previstas no item 2, do presente Termo de Referência.

8) Para utilização na produção de artefatos de matrizes cimentícias, o FIBRO a ser utilizado deverá atender ao requisito de índice de finura (Índice de finura por meio da peneira de abertura de malha de $75\mu\text{m}$) menor ou igual a 12% determinado por procedimento de ensaio ABNT NBR 11579 (utilizar o FIBRO onde a norma indicar o uso de cimento Portland).

9) Para a utilização do FIBRO na produção de matrizes cimentícias, o material deverá ser submetido a ensaios de caracterização química dos óxidos presentes na amostra, de acordo com a ABNT NBR 14656.

10) O FIBRO destinado à produção de matrizes cimentícias deverá estar em conformidade com os requisitos químicos, resíduo insolúvel e perda ao fogo estabelecidos na Tabela a seguir:

Determinação	Limite (%)	Procedimento de ensaio
Perda ao fogo (PF)	≤ 52	ABNT NBR NM 18
Teor de cloretos (Cl^-)	$\leq 0,4$	ABNT NBR 9917
Teor de Sulfatos (SO_4)	$\leq 0,4$	ABNT NBR 9917
Óxido de Magnésio (MgO)	≤ 20	ABNT NBR 14656
Equivalente alcalino em Na_2O	$\leq 1,5$	ABNT NBR 13956-2 (*)

(*) Utilizar FIBRO onde a norma indicar o uso de Sílica Ativa

- a. para obtenção dos parâmetros químicos determinados no item 10 recomenda-se o procedimento de ensaio de espectrometria por fluorescência de raios X, proposto pela NBR 14656, para que se obtenha a composição química sob a forma de óxidos.

11) Para que o FIBRO destinado à produção de matrizes cimentícias atenda ao requisito de índice de finura menor ou igual a 12%, deverão ser realizados ensaios químicos e mineralógicos a fim de evitar ocorrência de reações deletérias expansivas após o uso do material. A apreciação mineralógico-petrográfica, macroscópica ou microscópica, possibilitará a detecção de finos que interferem nas propriedades dos materiais e componentes produzidos. São exemplos desses finos: argilominerais expansivos, materiais ferruginosos, materiais calcários do grupo dos dolomíticos, entre outros. Portanto, para evitar a ocorrência de reações expansivas, deverão ser realizados os ensaios de composição mineralógica e reatividade ao álcali.

Determinação	Procedimento de ensaio
Análise mineralógica	Difração de Raios X Análise petrográfica (ABNT NBR 7389 – 1)
Reatividade ao álcali	ABNT NBR 15577-1



- a. Outras características podem ser solicitadas, de comum acordo entre as partes quanto aos valores a serem atendidos e métodos de ensaio para sua determinação, conforme o tipo de aplicação da matriz cimentícia a ser produzida com o FIBRO

12) Para a inspeção do FIBRO deve-se adotar: I. o consumidor deve receber todas as facilidades exigíveis a uma cuidadosa inspeção e amostragem do material a ser entregue; II. deve ser realizada amostragem, o mais representativa possível, se valendo de orientações normativas (ABNT NM 26) atribuindo ao procedimento as alterações necessárias para o tipo de material a ser analisado.

13) Quanto aos aspectos de aceitação e rejeição do FIBRO, tem-se: I. a amostra é automaticamente aceita sempre que forem cumpridos os requisitos deste Termo de Referência; II. quando os resultados dos ensaios efetuados não atenderem aos requisitos constantes neste Termo de Referência, o material reservado para contraprova deverá ser analisado; e III. caso os resultados obtidos na amostra de contraprova ensaiada em laboratório com competência técnica reconhecida atendam aos requisitos deste Termo de Referência, os lotes deverão ser aceitos.

C) NORMAS APLICÁVEIS

Normas que dispõem sobre resíduos e materiais cerâmicos, materiais constituintes de matrizes cimentícias e seus produtos, sendo importante a verificação das versões mais recentes dessas aqui citadas, tendo em vista que toda norma está sujeita a revisão e atualização.

ABNT NBR 10004 - Resíduos sólidos – Classificação;

ABNT NBR 10005 - Procedimento para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos;

ABNT NBR 10006 - Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos; ABNT NBR 11174 - Armazenamento de resíduos classe II - não inertes e III – inertes - procedimentos;

ABNT NBR 13221 - Transporte terrestre de resíduos;

ABNT NBR 15012 - Rochas para revestimentos de edificações – Terminologia;

ABNT NBR 15270-1 - Componentes cerâmicos - Blocos e tijolos para alvenaria Parte 1;

ABNT NBR 15270-2 - Componentes cerâmicos - Blocos e tijolos para alvenaria Parte 2;



Criado: 09/05/2023

Revisado: 10/11/2023

ABNT NBR 15310 - Componentes cerâmicos - Telhas - Terminologia, requisitos e métodos de ensaio;

ABNT NBR 7181 - Solo - Análise granulométrica;

ABNT NBR 16097 - Solo — Determinação do teor de umidade — Métodos expeditos de ensaio;

ABNT NBR NM 15, Cimento Portland – Análise química – Determinação de resíduo insolúvel;

ABNT NBR NM 18, Cimento Portland – Análise química – Determinação de perda ao fogo;

ABNT NBR NM 26, Agregados – Amostragem

ABNT NBR NM 30, Agregado miúdo – Determinação da absorção de água

ABNT NBR NM 52, Agregado miúdo – Determinação da massa específica e massa específica aparente

ABNT NBR 6457, Amostras de solo – Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização

ABNT NBR 6467, Agregados – Determinação do inchamento de agregado miúdo – Método de ensaio

ABNT NBR 7211, Agregado para concreto – Especificação

ABNT NBR 7389-1, Análise petrográfica de agregado para concreto. Parte 1: Agregado miúdo

ABNT NBR 9917, Agregados para concreto – Determinação de sais, cloretos e sulfatos solúveis

ABNT NBR 11579, Cimento Portland – Determinação do índice de finura por meio da peneira 75mm (nº200) ABNT NBR 12653, Materiais pozolânicos – Requisitos

ABNT NBR 13956-2, Sílica ativa para uso com cimento Portland em concreto, argamassa e pasta. Parte 2: Ensaio químicos

ABNT NBR 13956-4, Sílica ativa para uso com cimento Portland em concreto, argamassa e pasta. Parte 4: Determinação da finura por meio da peneira 45mm

ABNT NBR 14656, Cimento Portland e matérias-primas – Análise química por espectrometria de raios X – Método de ensaio



Criado: 09/05/2023

Revisado: 10/11/2023

ABNT NBR 15577-1, Agregados - Reatividade álcali-agregado. Parte 1: Guia para avaliação da reatividade potencial e medidas preventivas para uso de agregados em concreto

ABNT NBR 16605, Cimento Portland e outros materiais em pó – Determinação da massa específica

ABNT NBR 16372, Cimento Portland e outros materiais em pó – Determinação da finura pelo método de permeabilidade ao ar (método de Blaine)

Norma ABNT NBR 17100-1:2023: Gerenciamento de resíduos parte 1: Requisitos gerais;

IEMA IN nº 11 de 2016 - Dispõe sobre critérios e procedimentos técnicos para licenciamento da atividade de disposição da Lama do Beneficiamento de Rochas Ornamentais, alterada pela IN nº 13 de 2023.

IEMA IN nº 12 de 2023 - Dispõe sobre critérios e procedimentos técnicos para o licenciamento ambiental de empreendimentos que exercem as atividades de Beneficiamento de Rochas Ornamentais.

IEMA IN nº 13 de 2023 - Altera a redação do Anexo II da Instrução Normativa nº 11, de 11 de outubro de 2016,