

CETEM

CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL
NÚCLEO REGIONAL DO ESPÍRITO SANTO

Coordenação de Rochas Ornamentais - CORON
Centro de Tecnologia Mineral - CETEM
Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações - MCTI

NORMATIZAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE ROCHAS ORNAMENTAIS EM ARTEFATOS DE CERÂMICA VERMELHA E À BASE DE CIMENTO PORTLAND

**Utilização de finos do beneficiamento de rochas ornamentais na produção de
cerâmica vermelha – requisitos**

Francisco Wilson Hollanda Vidal

Coordenador do Projeto edital 233/2018 – FUNCITEC

Engenheiro de Minas, D.Sc.

Mônica Castoldi Borlini Gadioli

Pesquisadora do CETEM/NRES

Engenheira Química, D.Sc.

Mariane Costalonga de Aguiar

Bolsista PCI-DA

Química, D.Sc.

Kayrone Marvila de Almeida

Bolsista DTI FAPES, CETEM/NRES

Engenheiro de Minas

Carlos Maurício Fontes Vieira

Bolsista FAPES, CETEM/NRES

Engenharias - Engenharia de Materiais e Metalúrgica, D.Sc.

Cachoeiro de Itapemirim, abril de 2021.

**DNP 0003-01-21– Proposta IN cerâmica vermelha. FUNCITEC/MCI - RESOLUÇÃO N°
233/2018.**

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um grande produtor de rochas ornamentais. O estado do Espírito Santo é o um dos maiores produtores no País. A maior parte da produção se encontra na região Sudeste do Brasil. Segundo ABIROCHAS (2020), O Espírito Santo é responsável por, cerca de 40% da produção e por 80%, da exportação brasileira de rochas ornamentais.

As etapas de lavra e beneficiamento de rochas ornamentais geram perdas consideráveis de resíduos, que ao longo da cadeia produtiva representam perdas da ordem de até 90%. Esses resíduos são oriundos de duas categorias principais: resíduos grosseiros provenientes da etapa de extração ou lavra nas pedreiras; e resíduos finos das indústrias de beneficiamento. A maioria deles são os resíduos grossos da lavra, normalmente dos blocos fora do padrão de mercado, além de outros irregulares, que dependendo do método da lavra bem como do tipo geológico e da própria rocha, podem atingir perdas de milhões de toneladas como por exemplo: pedreiras de quartzitos geralmente tem perdas entre 80-90%. No beneficiamento ocorrem também perda de resíduos grossos no aparelhamento dos blocos, de nome conhecido no setor por casqueiro, em torno de 14%. Na transformação do bloco em chapas na serraria é produzido os resíduos finos do beneficiamento que chamamos de FiBRO, gerando um passivo de 26% em volume de bloco. Estimam que no Brasil, hoje são gerados anualmente cerca de 2,5 milhões de toneladas de resíduos finos, dos quais somente no Estado do Espírito Santo são depositados em aterros associativos e particulares 2,0 milhões toneladas. Estimam que no Brasil foram gerados nos últimos 10 anos mais de 25 milhões de toneladas dos resíduos finos. Além da quantidade considerável, o problema agrava-se visto que a maioria das indústrias não gerencia corretamente o manejo de seus resíduos.

O CETEM vem, desde 1997 até os tempos atuais, realizando programas de apoio às micro, pequenas e médias empresas, principalmente aquelas que atuam na extração e beneficiamento de rochas ornamentais, mediante a realização de apoio tecnológico aos mineradores, no sentido de aumentar a produtividade, contribuir na melhoria da qualidade dos produtos, nas condições de higiene e segurança do trabalho e na redução de perdas de material nas etapas da cadeia produtiva. Estas perdas de material são representadas pela grande quantidade de resíduos gerada, principalmente, nas etapas de extração e beneficiamento da rocha.

Os resíduos são uma preocupação crescente para o setor de rocha ornamental

brasileiro, pois seu descarte inadequado pode causar problemas ambientais. Contudo, os resíduos de rochas possuem características relevantes para serem utilizados como matérias-primas na fabricação de novos produtos e já são utilizados para fabricação de diversos materiais, em especial para a fabricação de cerâmica vermelha e concreto à base de cimento Portland.

Estudos recentes mostram a viabilidade técnica de aproveitamento do resíduo gerado no beneficiamento de rochas ornamentais. Segundo a pesquisa realizada por Sant'Ana e Gadioli (2018), a utilização de 50% de resíduos de rochas ornamentais na massa de artefatos cerâmicos pode aumentar em até 45% a sua resistência mecânica, e também ser uma alternativa para os problemas ambientais gerados pela deposição do resíduo. Ressalta-se que a porcentagem de incorporação de resíduos de rochas ornamentais na massa cerâmica depende das características dos argilosminerais, além do processo de fabrico de tratamento térmico para obtenção do produto cerâmico. De acordo com Aguiar (2012), a adição de resíduo de rochas ornamentais na massa cerâmica, contribui com a redução da porosidade do material, com isso havendo uma melhoria nas suas propriedades tecnológicas avaliadas.

O panorama atual da utilização desses materiais finos gerados no processo de beneficiamento de rochas ornamentais na produção de cerâmica vermelha está aquém de sua real capacidade, visto que não há normatização adequada para assegurar seu uso para essa finalidade. Tendo isso em vista, torna-se imprescindível que sejam confeccionadas normas técnicas capazes de direcionar esses resíduos para fábricas de cerâmica vermelha, já que os estudos demonstram que há viabilidade técnica para tal procedimento. Com isso, o material que estaria ocupando espaço nos aterros industriais volta então ao ciclo de produção.

O uso dos resíduos para fabricação de novos materiais contribui para a redução de consumo de matérias-primas naturais, diminuição da quantidade de resíduos a ser descartada na natureza, além de agregar valor a um resíduo indesejável e gerar, dessa forma, maior economia para o setor e mitigação do impacto ambiental.

O mundo tem se deparado com a questão ambiental, principalmente relacionada com o gerenciamento de resíduos. A geração de resíduos é inerente a qualquer processo de transformação de materiais ou produção. No modelo da Economia Circular os materiais são reutilizados, recuperados e reciclados objetivando um ciclo fechado e resíduo zero. Os resíduos gerados no processamento de rochas ornamentais são depositados em aterros, sem nenhum tratamento para eliminação ou redução dos

contaminantes presentes. Esses aterros são depósitos, e os resíduos podem permanecer nesses locais por determinado período de tempo. No Estado do Espírito Santo há aproximadamente 44 aterros licenciados.

Dessa forma, com o objetivo de contribuir com o desenvolvimento sustentável do setor e, sendo que um de seus principais problemas é a grande quantidade de lama abrasiva acumulada nesses aterros, LIMA (2014) elaborou um estudo com o intuito de realizar uma classificação ambiental dos resíduos no aterro da Associação Ambiental Monte Líbano — AAMOL. Inicialmente foi realizado um levantamento planialtimétrico da área em questão, locação de uma malha com 20 pontos de sondagem e amostragem dos resíduos. Baseando-se na norma ABNT NBR 10004:2004, obtiveram-se os seguintes resultados:

- Todas as 20 amostras foram classificadas como resíduos não perigosos Classe II;
- 18 dessas amostras foram classificadas como resíduo não perigoso classe II A (não inerte) por ter ultrapassado o limite, conforme a norma, para parâmetros como Al, Fe, Pb, Mn e fenóis e;
- 2 amostras como resíduo não perigoso classe II B (inerte), por não ter ultrapassado os limites conforme norma citada.

Os resíduos foram amostrados de forma a caracterizar o aterro inteiro e, assim, foram misturados resíduos novos com antigos. A presença de materiais inertes entre as amostras sugere que pode se melhorar a gestão do aterro realizando-se uma pré-classificação dos resíduos que chegam à área da AAMOL, para fazer uma deposição segregada em função de seu potencial poluidor e em função das suas características químicas, o que facilitaria, também, sua utilização industrial no futuro (LIMA, 2014).

O projeto desenvolvido foi financiado pelo Governo do Estado do Espírito Santo pela Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo – FAPES. O título do projeto é “NORMATIZAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE ROCHAS ORNAMENTAIS EM ARTEFATOS DE CERÂMICA VERMELHA E À BASE DE CIMENTO PORTLAND”.

2. OBJETIVOS

2.1 GERAL

O objetivo do projeto é a normatização da utilização do resíduo do beneficiamento de rochas ornamentais em artefatos de cerâmica vermelha e

componentes construtivos à base de cimento Portland.

Subprojeto 1: Propor norma para utilização do resíduo na indústria cerâmica.

Subprojeto 2: Propor norma para utilização do resíduo em concreto.

2.2 ESPECÍFICO

- Realização de atividades de amostragem de resíduos do beneficiamento de rochas ornamentais;

- Caracterização física, química, mineralógica e morfológica (análise química, difração de raios-X, distribuição de tamanho de partículas, densidade, análise térmica e análise morfológica) dos resíduos de rochas ornamentais;

- Caracterização ambiental dos resíduos de acordo com as normas NBR 10005, 10006 e 10004;

- Definição de composições ótimas de utilização de resíduo de rochas em artefatos de cerâmica vermelha e artefatos de concreto;

- Determinação dos melhores parâmetros (composição e temperatura) para produzir cerâmicas vermelhas com resíduos de rochas ornamentais;

- Produção de artefatos cerâmicos e de concretos de cimento Portland;

- Ensaio tecnológicos e análise micro estrutural nos produtos com resíduos;

- Caracterização ambiental dos produtos com resíduos;

- Divulgação dos resultados;

- Publicação de artigos;

- Formação de recursos humanos;

- Articulação com os setores industriais (empresas, associações, entidades), instituições de ensino e pesquisa e institutos tecnológicos e de órgãos públicos regulamentadores, licenciadores e fiscalizadores de requisitos ambientais das atividades industriais; e

- Elaboração de propostas de normas técnicas junto com as entidades organizadas, para utilização dos resíduos em tijolo, telha e concreto.

3. METAS

Contribuir para a redução de consumo de matérias-primas naturais, diminuição da quantidade de resíduos finos a serem descartados na natureza, além de agregar valor a um resíduo indesejável, possibilitando a geração de novos empreendimentos, a mitigação do impacto ambiental, a inserção de novos produtos no mercado e, conseqüentemente, o desenvolvimento sustentável do setor brasileiro de rochas ornamentais e da construção civil.

4. NORMAS

O objetivo do projeto em geral foi a elaboração das propostas de instruções normativas para utilização do resíduos de rochas ornamentais em artefatos de cerâmica vermelha e concreto à base de cimento Portland. A criação destas propostas engloba tanto a área de artefatos de cerâmica vermelha, quanto os de concreto.

O foco principal foi elaborar as propostas de instruções normativas dentro das condicionantes dos constituintes químicos e mineralógicos presentes nos resíduos finos do beneficiamento de rochas ornamentais (FiBRO). A pesquisa como um todo, também abrange os diversos aterros de resíduos finos de rochas ornamentais. Uma das principais análises é para a desmistificação da nocividade dos resíduos de rochas ornamentais.

Este projeto objetiva de forma específica a utilização dos resíduos finos do beneficiamento de rochas ornamentais para a criação de artefatos de cerâmica vermelha e concreto.

A parte de pesquisas ambientais e análises mais profundas sobre os assuntos faz parte do projeto “CARACTERIZAÇÃO DA LAMA ABRASIVA E DOS DEPÓSITOS DE RESÍDUOS DO BENEFICIAMENTO DE ROCHAS ORNAMENTAIS VISANDO À ADEQUAÇÃO DA NORMATIVA AMBIENTAL E DESTINAÇÃO DE MATERIAIS, FUNCITEC/MCI”. Este segundo projeto é de responsabilidade da DSc Mirna Aparecida Neves, professora da UFES.

A seguir em anexo esta apresentado a Proposta Instrução Normativa IEMA.

Dispõe sobre requisitos para a utilização de resíduos finos do beneficiamento de rochas ornamentais em artefatos de cerâmica vermelha

PROPOSTA

INSTRUÇÃO NORMATIVA IEMA Nº XX, DE XX-XX-2021

DOE XX-XX-2021

Dispõe sobre requisitos para a utilização de resíduos finos do beneficiamento de rochas ornamentais em artefatos de cerâmica vermelha

UTILIZAÇÃO DE FINOS DO BENEFICIAMENTO DE ROCHAS ORNAMENTAIS NA PRODUÇÃO DE CERÂMICA VERMELHA – REQUISITOS

O DIRETOR PRESIDENTE DO INSTITUTO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS, no uso de suas atribuições legais previstas na Lei Complementar nº 248, de 26 de junho de 2002, e no art.33, inciso VII do Decreto Estadual nº 1.382-R, de 7 de outubro de 2004, que aprovou o seu Regulamento, e;

Considerando que o órgão ambiental competente poderá complementar através de Instruções, Normas, Diretrizes e outros atos administrativos, mediante instrumento específico, o que se fizer necessário à implementação e ao funcionamento do Decreto Estadual nº 4039, de 7 de dezembro de 2016, que dispõe sobre o Sistema de Licenciamento e Controle das Atividades Poluidoras ou Degradoras do Meio Ambiente, denominado SILCAP, observando o disposto nas Leis e neste Decreto, e nos limites de suas atribuições legais, RESOLVE::

Art. 1º A presente Instrução Normativa tem por finalidade estabelecer os critérios para as condições de utilização dos finos do beneficiamento de rochas ornamentais em massas cerâmicas utilizadas para a fabricação de artefatos de cerâmica vermelha.

Art. 2º Constitui objetivo específico desta Instrução Normativa:

Estabelecer os requisitos exigíveis para a incorporação de finos do beneficiamento de rochas ornamentais na produção de cerâmica vermelha, visando atender à necessidade de aproveitamento e uso desses resíduos e conseqüentemente, diminuir o impacto ambiental.

Art. 3º Para facilitar o cumprimento desta Instrução Normativa seguem listadas as referências normativas:

São apresentadas a seguir normas que dispõem sobre resíduos e materiais cerâmicos, 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;

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;

IEMA IN nº 11 - Dispõe sobre critérios e procedimentos técnicos para licenciamento da atividade de disposição da Lama do Beneficiamento de Rochas Ornamentais.

Art. 4º Para os efeitos desta Instrução Normativa serão adotadas as seguintes definições:

- I. Artefatos de cerâmica vermelha: produtos empregados na construção civil, elaborados predominantemente com argilas, como tijolos maciços, blocos, elementos vazados, telhas e outros.
- II. Beneficiamento de rochas ornamentais: processo de transformação de blocos de rochas ornamentais em chapas e acabamento dessas chapas. A NBR 15012:2013 divide o processo em duas fases: beneficiamento primário, que visa desmembrar o bloco de rocha ornamental em chapas, e o beneficiamento secundário, que visa dar o acabamento da chapa de rochas ornamentais.

- III. Beneficiamento primário por meio de teares convencionais: é o processo de serragem de chapas que faz uso de teares de lâminas metálicas e que utilizam como insumos adicionais água, cal e/ou bentonita e granalha metálica de aço ou ferro para a serragem de chapas.
- IV. Beneficiamento primário por meio de teares multifio: processo de serragem de blocos de rochas ornamentais para transformá-los em chapas que faz uso de teares de fios diamantados e que utilizam como insumo adicional apenas água.
- V. Chapas: placas de rochas ornamentais. As chapas podem variar de tamanho (área e espessura) conforme bloco original e/ou especificação de mercado.
- VI. Fio Diamantado: Fio de aço com pérolas, segmentos, cravejadas de diamante sintético.
- VII. Finos do beneficiamento de rochas ornamentais (FiBRO): material fino gerado nos processos de beneficiamento de rochas ornamentais, composto basicamente, em maior quantidade, pelo pó de rocha e em menor quantidade, de insumos do processo de beneficiamento.
- VIII. Granalha: elementos metálicos utilizados como abrasivos na serragem de rochas ornamentais em teares convencionais.
- IX. Lama do beneficiamento de rochas ornamentais: recomenda-se fazer uso do termo “Finos do Beneficiamento de Rochas Ornamentais”.
- X. Resíduo do beneficiamento de rochas ornamentais: recomenda-se fazer uso do termo “Finos do Beneficiamento de Rochas Ornamentais”.
- XI. Rocha ornamental: material pétreo natural, utilizado em revestimentos internos e externos, estruturas, elementos de composição arquitetônica, decoração, mobiliário e arte funerária (NBR 15012:2013).
- XII. Rochas silicáticas: *são as rochas formadas por minerais silicáticos (feldspatos, micas, anfíbolios, etc.) e silicosos (quartzo), ou apenas silicáticos, abrangendo os materiais comercialmente classificados ou identificados como granitos, pegmatitos (“feldspato”), xisto.*
- XIII. Tear: equipamento robusto utilizado para a serragem de blocos de rochas ornamentais para transformá-los em chapas.

Art. 5º São requisitos gerais desta Instrução Normativa:

- I. 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 nesta Instrução normativa.

- II. A aplicação do FiBRO na confecção de artefatos cerâmicos deverá atender aos requisitos, seguir os ensaios técnicos e atender os limites determinados nas respectivas normas de referência.

NOTA: 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 desta Instrução Normativa.

- III. O transporte e acondicionamento do FiBRO deverão seguir as determinações contidas na Instrução Normativa IEMA n. 11, de 11/10/ 2016.
- IV. 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.

Art. 6º São requisitos específicos do FiBRO para aplicação/incorporação em massas para fabricação de artefatos de cerâmica vermelha:

- I. O FiBRO deve ser de procedência predominantemente de rochas silicáticas e que atenda às especificações da Tabela 1; deve estar livre de impurezas e não conter materiais metálicos ferrosos.
- II. O FiBRO a ser utilizado deve estar classificado como classe II, de acordo com a ABNT NBR 10004 e/ou atender à legislação específica federal, estadual ou municipal, quando existente.

Parágrafo complementar: O FiBRO a ser utilizado não pode conter Fenóis totais em teores acima do valor máximo exigido para resíduos classe II – inerte, de acordo com a norma NBR 10004 e/ou atender à legislação específica federal, estadual ou municipal, quando existente.

III. O FiBRO para ser utilizado deve ser desagregado, homogeneizado e livre de materiais como: madeira, plástico, betume, materiais carbonizados, vidros, vidrados cerâmicos, entre outros.

IV. Para a sua utilização, o FiBRO deve respeitar os limites definidos na **Tabela 1**.

Tabela 1 – Requisitos para utilização do FiBRO na massa cerâmica para fabricação de artefatos de cerâmica vermelha.

PROPRIEDADES	LIMITES DETERMINADOS	PROCEDIMENTO
Teor de umidade	$\leq 30\%$	ABNT NBR 16097
Granulometria	Abaixo de 2 mm*, sendo $90\% < 100 \mu\text{m}$	Seguir métodos usuais de determinação de distribuição de tamanho de partículas para resíduos.
Teor de carbonatos	$\leq 3\%^{**}$	Seguir métodos usuais.
Teor de ferro total	$\leq 3\%$ 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.

NOTA: Desde que sejam atendidos os requisitos desta Instrução Normativa, 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 resíduo.

Art. 7º São requisitos para a utilização do artefato cerâmico elaborado a partir do FiBRO:

- I. O produto artefato de cerâmica vermelha contendo FiBRO não poderá ser nocivo ao meio ambiente ou à saúde do trabalhador ou da população em geral. Deverão ser realizados testes conforme NBR 10005 e 10006 no artefato cerâmico contendo FIBRO visando à classificação do seu resíduo e deve estar classificado como Classe II B – Não perigoso e inerte, conforme estabelecido na Norma ABNT NBR 10004 e/ou atender à legislação específica federal, estadual ou municipal, quando existente.

Parágrafo complementar: Não há impedimento de utilização dos artefatos caso somente o teor de Al no extrato solubilizado do artefato cerâmico com FiBRO esteja acima dos limites exigidos pela ABNT NBR 10004, devido o alumínio não estar na forma metálica.

Art. 8º Aceitação e rejeição do FiBRO

- I. A amostra é automaticamente aceita sempre que forem cumpridos os requisitos desta Instrução Normativa.
- II. Quando os resultados dos ensaios efetuados não atenderem aos requisitos constantes nesta Instrução Normativa, o material reservado para contraprova deverá ser analisado.
- III. Caso os resultados obtidos na amostra de contraprova ensaiada em laboratório com competência técnica reconhecida atendam aos requisitos desta Instrução Normativa, o lote deverá ser aceito.

Art. 9º As referências bibliográficas são listadas a seguir:

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CERÂMICA. <https://abceram.org.br/ceramica-vermelha/>
Acesso em abril de 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10004 - Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro. 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10005 - Procedimento para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro. 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10006 - Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro. 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13221 - Transporte terrestre de resíduos. Rio de Janeiro. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 11174 – Armazenamento de resíduo classe II – não inertes e III – inertes. Rio de Janeiro. 1990.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15270-1 - Componentes cerâmicos - Blocos e tijolos para alvenaria Parte 1: Requisitos. Rio de Janeiro. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15270-2 - Componentes cerâmicos - Blocos e tijolos para alvenaria Parte 2: Métodos de ensaios. Rio de Janeiro. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15310 - Componentes cerâmicos - Telhas - Terminologia, requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro. 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7181 - Solo - Análise granulométrica. Rio de Janeiro. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16097 - Solo — Determinação do teor de umidade — Métodos expeditos de ensaio. Rio de Janeiro. 2012.

CHIODI FILHO, C. Tipologia das Rochas Ornamentais. ABIROCHAS. 2018.

LIMA. E, F.; CASTRO. N, F. Caracterização Ambiental dos Resíduos Gerados no Beneficiamento de Rochas Ornamentais na Região de Cachoeiro de Itapemirim. RRB00100014 Relatório Final de Bolsa PCI, elaborado para o CETEM/MCTI. Espírito Santo. 2014.

INSTRUÇÃO NORMATIVA IEMA Nº 11, DE 11-10-2016 - Dispõe sobre critérios e procedimentos técnicos para licenciamento da atividade de disposição de Lama do Licenciamento de Rochas Ornamentais. Espírito Santo. 2016.

Art. 9º O não cumprimento das exigências contidas nesta Instrução Normativa poderá acarretar a aplicação das penalidades previstas em Lei, determinadas em função do risco à saúde humana, degradação ambiental e da poluição causada.

Art. 10º O IEMA poderá estabelecer outros critérios em função de outras especificidades, visando garantir a manutenção da qualidade ambiental.

NOME DA PESSOA PÚBLICA INSTITUÍDA DO CARGO

PRESIDENTE DO IEMA

EQUIPE TÉCNICA DE ELABORAÇÃO

Francisco Wilson Hollanda Vidal – Centro de Tecnologia Mineral, D.Sc.

Monica Castoldi Borlini Gadioli - Centro de Tecnologia Mineral, D.Sc.

Mariane Costalonga de Aguiar – Bolsista PCI - DA, Centro de Tecnologia Mineral, D.Sc.

Kayrone Marvila de Almeida – Bolsista DTI FAPES, Centro de Tecnologia Mineral,
Engenheiro de Minas.

Carlos Maurício Fontes Vieira – UENF, D.Sc.

Luciana Marelli Mofati – Universidade Estadual do Rio de Janeiro, M.Sc.