

# GUIA TÉCNICO AMBIENTAL DA INDÚSTRIA DE CERÂMICA VERMELHA



**feam**  
FUNDAÇÃO ESTADUAL  
DO MEIO AMBIENTE

 **GOVERNO  
DE MINAS**  
MEIO AMBIENTE  
E DESENVOLVIMENTO  
SUSTENTÁVEL

 **SINDICER**  
ESTADO DE MINAS GERAIS

**MINAS**  
SUSTENTÁVEL  
 **SESI**

 **Sistema  
FIEMG**

## FICHA TÉCNICA

---

### REALIZAÇÃO

Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais - FIEMG  
Olavo Machado Junior - Presidente

Fundação Estadual de Meio Ambiente - FEAM  
Zuleika Stela Chiacchio Torquetti - Presidente

### COORDENAÇÃO

Gerência de Meio Ambiente - FIEMG  
Ana Paula Yoshimochi  
Breno Aguiar de Paula  
Larissa Marques Diniz Martins

Gerência de Produção Sustentável - FEAM  
Antônio Augusto Melo Malard  
Luciana de Lima Guimarães  
Robson Leles de Oliveira

### EQUIPE TÉCNICA

Centro de Formação Profissional Paulo Tarso - SENAI-MG  
Antônio Carlos Nepomuceno Nunes  
Sérgio da Silva Resende

### APOIO

Sindicato das Indústrias de Cerâmica para Construção  
e Olaria no Estado de Minas Gerais - SINDICER-MG  
Ralph Luiz Perrupato - Presidente

## LISTA DE SIGLAS

---

AAF | Autorização Ambiental de Funcionamento

ABNT | Associação Brasileira de Normas Técnicas

ACB | Associação Brasileira de Cerâmica

ANICER | Associação Nacional da Indústria Cerâmica

CO | Monóxido de Carbono

CREA | Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura

CTA | Cadastro Técnico Ambiental Estadual

CTF | Cadastro Técnico Federal

DN | Deliberação Normativa

DNPM | Departamento Nacional de Produção Mineral

EPI | Equipamento de Proteção Individual

FEAM | Fundação Estadual do Meio Ambiente

FIEMG | Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais

GMA | Gerência de Meio Ambiente

IBAMA | Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

INMETRO | Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia

LMC-SENAI-CFP-PT | Laboratório de Materiais da Construção do SENAI  
CFP Paulo de Tarso

NBR | Norma Brasileira Regulamentadora

PPR | Programa de Proteção Respiratória

SEMAD | Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

SIAM | Sistema Integrado de Informação Ambiental

SINDICER/MG | Sindicato das Indústrias de Cerâmica para Construção  
e Olaria do Estado de Minas Gerais

TCFA | Taxa de Controle e Fiscalização Ambiental

# SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	9
PERFIL DA INDÚSTRIA DE CERÂMICA VERMELHA	10
PROCESSO PRODUTIVO	12
Fluxograma	12
Etapas	13
ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS	31
Extração de argila	31
Resíduos sólidos	32
Consumo de combustíveis	36
Emissões atmosféricas	38
Efluentes líquidos	41
Ruído	41
BOAS PRÁTICAS AMBIENTAIS	42
LICENCIAMENTO AMBIENTAL E OBRIGAÇÕES LEGAIS DAS INDÚSTRIAS DE CERÂMICA VERMELHA	45
Licenciamento Ambiental – Fabricação de cerâmica vermelha	45
Licenciamento Ambiental – Extração de argila	48
Obrigações legais ambientais	50
SAÚDE E SEGURANÇA DO TRABALHO	51
ANEXO I - TOLERÂNCIA PARA FABRICAÇÃO DE BLOCO CERÂMICO	54
ANEXO II - TOLERÂNCIA PARA FABRICAÇÃO DE TELHA CERÂMICA	55



# APRESENTAÇÃO

---

## Guia técnico ambiental da indústria de cerâmica vermelha

O Guia Técnico Ambiental da Indústria de Cerâmica Vermelha tem como objetivo fornecer informações e orientações para empresas e seus colaboradores e demais interessados, com o objetivo de auxiliar uma produção mais eficiente, econômica e com menor impacto ambiental no setor de cerâmica vermelha em Minas Gerais.

O documento é fruto de uma parceria entre a Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais (FIEMG) por meio de sua Gerência de Meio Ambiente (GMA); do Laboratório de Materiais da Construção do SENAI CFP Paulo de Tarso (LMC-SENAI-CFP-PT) e do Sindicato das Indústrias de Cerâmica para Construção e Olaria do Estado de Minas Gerais (SINDICER/MG) com a Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM) e vem contribuir para que as indústrias implementem práticas voltadas à produção sustentável e obtenham benefícios ambientais e econômicos na gestão de seus processos.

Nesse contexto, a parceria entre o setor produtivo e o órgão ambiental é fundamental na identificação de oportunidades de melhoria nos processos produtivos, na busca de soluções adequadas, bem como para subsidiar um aumento do conhecimento técnico, visando o crescimento sustentável do setor de cerâmica vermelha.

Em Minas Gerais ainda pode-se observar, nesse setor, a necessidade de redução de perdas no processo de produção, melhoria das condições de trabalho e redução dos impactos ambientais decorrentes do processo, uma vez que insumos como matéria-prima e energia são empregados, recursos humanos são necessários e resíduos são gerados e lançados ao ambiente.

As possibilidades aqui levantadas constituem um ponto de partida para que cada empresa inicie sua busca pela melhoria de seu desempenho ambiental. Desta forma, convidamos todos a ler este material atentamente, discuti-lo com sua equipe e colocá-lo em prática.

# PERFIL DA INDÚSTRIA DE CERÂMICA VERMELHA

---

A produção cerâmica é feita, em sua maioria, por empresas de pequeno e médio porte, de capital nacional. As jazidas de argila, que produzem matérias-primas com qualidade e regularidade, constituem-se em unidades mineradoras e fornecedoras à indústria de Cerâmica Vermelha ou também com unidade própria de extração.

O Brasil dispõe de importantes jazidas de minerais industriais de uso cerâmico, cuja produção está concentrada principalmente nas regiões sudeste e sul, onde estão localizados os maiores polos cerâmicos do país. No entanto, outras regiões têm apresentado certo desenvolvimento dessa indústria, em especial o nordeste, devido, principalmente, à existência de matéria-prima, energia viável e mercado consumidor em desenvolvimento (ANFACER, 2012; BNB 2010).

A localização das cerâmicas é determinada por dois fatores principais: a proximidade de jazidas (em função do volume de matéria-prima processada e da necessidade de transporte de grande volume e peso) e a proximidade dos mercados consumidores (tendo em vista os custos de transporte). Quanto maior o grau de qualidade da argila, maior é a importância assumida por esse fator locacional. Uma empresa localizada longe da jazida somente se justifica quando essa é de qualidade excepcional.

Dentre as diversas substâncias minerais consumidas, destacam-se, em razão do volume de produção atingido, as argilas de queima vermelha ou argilas comuns que respondem pelo maior consumo, sendo especialmente utilizadas na cerâmica vermelha e de revestimento. Tais argilas são caracterizadas como matérias-primas de baixo valor unitário, o que não viabiliza o seu transporte a grandes distâncias, condicionando a instalação de unidades industriais cerâmicas nas proximidades das jazidas (ANFACER, 2012).

No país, segundo o ETENE (2010) e a Associação Nacional da Indústria Cerâmica (ANICER) (2007) existem 5.500 empresas. A Associação Brasileira de Cerâmica (ABC) contabiliza a existência de 11 mil empresas, número mais compatível com a realidade, uma vez que somente Minas Gerais, segundo maior produtor do Brasil, possui aproximadamente mil cerâmicas. Entretanto, apenas 626 empreendimentos estão cadastrados no Sistema Integrado de Informação Ambiental (SIAM) do Estado de Minas Gerais.

As indústrias de cerâmica vermelha estão distribuídas por todo o Estado de Minas Gerais, sendo os principais polos: o município de Monte Carmelo para fabricação de telhas e o município de Igaratinga para produção de tijolos. Uma característica clara do conjunto das cerâmicas de Minas Gerais é a predominância de empreendimentos de pequeno porte em contraste àqueles de maior capacidade de produção.

Este setor tem por objetivo fornecer insumos para as indústrias da construção de imóveis residenciais, comerciais ou governamentais, sendo, portanto, fornecedor de materiais para a indústria da construção civil. A grande cadeia da construção civil é formada por 61,2% construção e 18% pela indústria de materiais, da qual faz parte esta ideia de negócio. (CBIC, 2011).

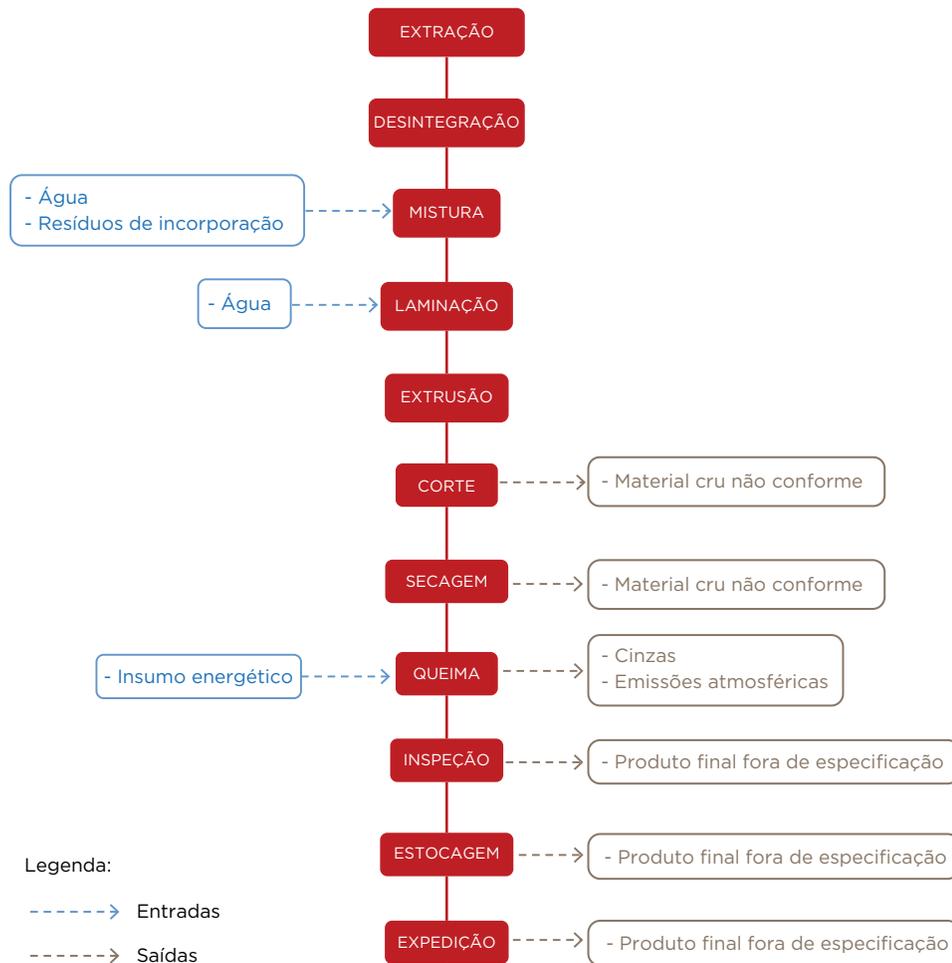
Observa-se que apesar do grande número de empresas ceramistas no Estado de Minas Gerais, as indústrias produtoras de cerâmica vermelha, em grande maioria classificadas como empresas de pequeno e médio porte, utilizam tecnologias e equipamentos ultrapassados tanto no processo de produção (extração e preparo de matérias-primas, conformação, secagem e queima), quanto em relação ao maquinário e nível de automação (MARIANO; LUCENA, 2008). Tal evidência justifica a baixa produtividade média brasileira que gira em torno de 2.000 peças/operário/mês quando comparada com a produtividade europeia que atinge a média de 200.000 peças/operário/mês.

O setor de cerâmica vermelha no Brasil enfrenta grandes desafios para a manutenção e o aprimoramento do seu parque industrial, dentre eles destacam-se: necessidade de melhoria do conhecimento geológico das atuais reservas e novos estudos prospectivos para definição de outras áreas potenciais de argilas, com o objetivo de ampliar as reservas atuais e atender à demanda crescente do mercado consumidor para os próximos anos; manutenção do suprimento de argilas para o setor cerâmico compatibilizando a atividade extrativa com outras vocações econômicas do território e com a preservação ambiental, de forma a garantir para as próximas décadas o suprimento de matérias-primas para as indústrias de cerâmica vermelha; formalização da atividade extrativa, uma vez que parte dos empreendimentos opera de maneira informal ou em desacordo com a legislação mineral e ambiental; inovação na produção das matérias-primas; investimento em tecnologias para o processo de queima da cerâmica; incentivo ao associativismo, destacando-se a importância da cooperação e interação dos empreendedores em busca de soluções comuns para resolução de entraves e desenvolvimento das atividades.

# PROCESSO PRODUTIVO

## Fluxograma

A Figura 1: o fluxograma do processo produtivo da indústria de cerâmica vermelha.



**FIGURA 1:** FLUXOGRAMA DO PROCESSO PRODUTIVO, ENTRADAS E SAÍDAS DE INSUMO.

FONTE: ADAPTADO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CERÂMICA.

Todos os resíduos sólidos (saídas) podem ser reintroduzidos no processo interno ou externo.



## Etapas

### Extração de argila

A extração de argila e areia ocorre de forma conjunta ou separada. Isso porque para realizar a extração de areia é necessário retirar a camada superior do terreno constituída de argila, que representa de 30% a 40% do material bruto que passa pelo desmonte (FEAM, 2012). É um fato bastante comum devido ao maior valor econômico da areia por abastecer a indústria da construção civil.

A extração de argila ocorre a céu aberto, preferencialmente nos meses de menor precipitação, podendo ser realizada manualmente ou mecanizada, com auxílio de escavadeiras, pás carregadeiras, trator de esteira com lâmina, entre outros equipamentos (Figura 2).



**FIGURA 2:** EXTRAÇÃO DE ARGILA.

FONTE: ANICER, 2013.

## Recebimento da matéria-prima

Ao receber a argila, o responsável deve coletar uma pequena amostra para ensaio de resíduo, sendo recomendada esta operação na primeira e na última carga, para verificar se houve alguma mudança significativa na extração. É muito mais fácil identificar um problema em campo do que após a secagem ou queima.

No recebimento a argila deve ser armazenada em pequenos lotes cobertos com uma lona plástica para acelerar o processo de decomposição da matéria orgânica e sais solúveis. A matéria-prima deve ser armazenada em camadas para facilitar a mistura no momento de sua retirada das pilhas de estocagem.

É importante que a argila passe por um período de descanso para melhorar os resultados na conformação do produto acabado.

## Preparação da massa cerâmica

A preparação da massa consiste na mistura dos diversos tipos de argila, água e resíduos, quando aplicáveis (Figura 3).



**FIGURA 3:** PROCESSO DE MISTURA DA MASSA CERÂMICA.

FONTE: ANICER, 2013.

A produção de uma boa massa cerâmica é um passo essencial para obtenção de um produto de alta qualidade, redução de perdas e conseqüentemente melhoria do desempenho ambiental do processo. Para tal, recomenda-se que sejam adotadas as seguintes práticas:

- Boa homogeneização da argila (argila/argila e argila/água). A adição de água na mistura deve ser centralizada e nunca nas laterais, de modo a facilitar a mistura. A utilização de água quente na mistura acelera o processo de absorção de água pelo centro do grão argiloso, podendo ser reutilizada da bomba de vácuo, ou outros processos viáveis disponíveis na empresa.

- Redução dos grãos;

- Descanso da massa cerâmica por um período de 24 a 48 horas.

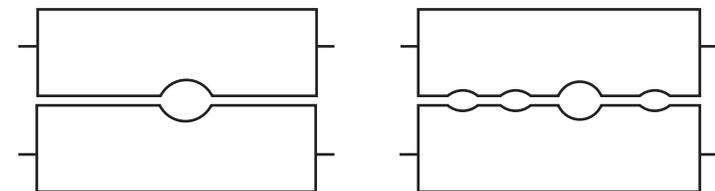
Uma massa bem preparada pode gerar grandes benefícios como (FIEMG, 2009):

- Mais de 35% de economia do consumo de energia;
- Acréscimo de 25% na produtividade;
- Redução de cerca de 40% dos índices de deformação.

## Laminação

O laminador é o equipamento responsável por esta etapa, que consiste no direcionamento de partículas das argilas (Figura 4), sendo fundamental sua regulação periódica. É recomendado um distanciamento de 2 a 3 mm para o último laminador. Lembrando que quanto mais fechado estiver o laminador melhor será o direcionamento das partículas.

A qualidade da laminação determina a qualidade do acabamento dos produtos, evita perdas e pode levar a uma redução no consumo de energia na queima, visto que a granulometria do material diminui.



**FIGURA 4:** ESQUEMA DE UM LAMINADOR.

FONTE: SENAI, 2013.

## Extrusão

A extrusão consiste em forçar, por pressão, a massa a passar através de um bocal apropriado ao tipo de peça a ser produzida. A extrusora, também conhecida como maromba, recebe a massa preparada para ser compactada e forçada por meio de um pistão ou eixo helicoidal através de bocal. Como resultado obtém-se uma coluna extrusada para confecção de blocos (Figura 5) ou em tarugos para fabricação de telhas.

Esta etapa é responsável por mais de 15% dos custos de fabricação (FIEMG, 2009), devido ao alto consumo de energia e desgaste dos componentes.



**FIGURA 5:** VISTA DE UM BOCAL PARA FABRICAÇÃO DE BLOCOS.

FONTE: AUTORES, 2013.



### Recomendações para o processo de extrusão

- Utilizar motores de alta eficiência, com selo do Procel/Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO) e componentes de alta resistência à abrasão;
- Utilizar boquilhas cerâmicas, confeccionadas com material de alta resistência, proporcionando aumento da durabilidade dos componentes internos;
- Verificar o nivelamento entre boquilha e cortadeira;
- Perfilar o conjunto de ferragens atrás da boquilha, de tal modo que a velocidade e a pressão de extrusão estejam equilibradas, tanto na periferia quanto no centro;
- Realizar o balanceamento correto da hélice quando for necessária sua recuperação;
- Tomar cuidados na recuperação da ponteira, pois ela é responsável por mais de 90% dos defeitos de extrusão;
- Utilizar bomba a vácuo, pois auxilia na redução da quantidade de ar incorporada na massa, garantindo maior resistência;
- Reaproveitar a água que sai da bomba a vácuo na produção ou enviá-la para um sistema de resfriamento antes de retornar à bomba;
- Para melhorar o processo de secagem, procurar trabalhar com a umidade de extrusão mais baixa possível;
- Controlar a amperagem em função da umidade da massa.

### Corte

Pode ser realizado com cortadores manuais ou automáticos, sendo usado para dar a dimensão desejada ao produto. As peças cortadas podem ser retiradas manualmente ou automaticamente. Depois de cortadas, por inspeção visual, as peças são selecionadas e encaminhadas para o setor de secagem. Já as peças defeituosas são reintroduzidas na etapa de preparação de massa.

### Secagem

Existem dois tipos de secagem utilizados pelas cerâmicas: natural e artificial. A Tabela 1 apresenta as principais vantagens e desvantagens destes processos.

**TABELA 1:** TIPO DE SECAGEM E PRINCIPAIS VANTAGENS E DESVANTAGENS.

Tipo de Secagem	Vantagens	Desvantagens
<b>Natural</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Menor custo com geração de calor;</li><li>• Favorece os locais em que as condições climáticas são mais favoráveis.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tempo elevado de secagem;</li><li>• Baixa produção;</li><li>• Dependência do fator climático;</li><li>• Pode afetar a qualidade das peças (trincas, deformações, de homogeneidade de secagem) caso o processo não seja bem controlado.</li></ul>
<b>Artificial</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Menor tempo de secagem;</li><li>• Maior produtividade;</li><li>• Redução de perdas;</li><li>• Melhoria da qualidade das peças.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Custo com geração de calor;</li><li>• Requer mais conhecimento técnico do operador;</li><li>• Exige equipamentos e controles, como termômetros e higrômetros.</li></ul>

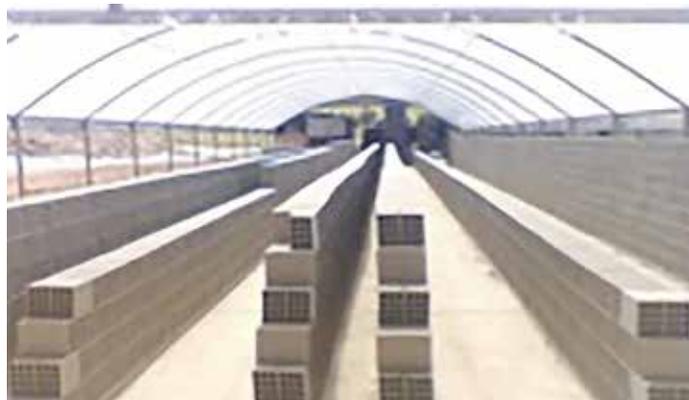
FONTE: AUTORES, 2013.

O material após a secagem fica sensível a choques, portanto deve-se evitar os solavancos e trepidações, principalmente no transporte manual, e o excesso de carga nos carros. É também recomendável que o material seja encaminhado o mais rápido possível para o forno, pois a argila tem o poder de reabsorver a umidade contida no ar, deixando o material fraco.

Como melhorar o processo de secagem natural

- Não ultrapasse a altura de 5 (cinco) peças nas pilhas;
- Posicione as peças com as faces voltadas para o contato com o ar em prateleiras de materiais não absorvente;
- Distancie os blocos uns dos outros;
- No caso de blocos de laje, procure colocar os furos na posição vertical.

A Figura 6 apresenta-se como ótima alternativa de secagem natural, realizada sob lonas que funcionam como estufa.



**FIGURA 6:** SECAGEM NATURAL SOB LONAS.

FONTE: AUTORES, 2013.

A Tabela 2 apresenta os principais tipos de secagem artificial e suas características.

**TABELA 2:** TIPOS DE SECAGEM ARTIFICIAL E SUAS CARACTERÍSTICAS.

Secador intermitente	Secador semicontínuo	Secador contínuo
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muito utilizado para secagem de produtos sensíveis, como a telha e os blocos de grande massa (maciço).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O material entra no secador durante o processo de produção, empurrando a vagoneta de material seco.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formado por uma galeria, na qual as vagonetas, contendo os produtos, deslocam-se lentamente. No sentido oposto, move-se a massa de ar quente, a qual absorve a umidade evaporada na secagem e transporta-a pela ação de ventiladores, até próximo à extremidade de entrada dos vagões.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• O calor pode ser originado do resfriamento dos fornos, trazendo economia de energia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geralmente, são dotados de ventiladores altos viajantes com indução de ar quente através de aberturas no piso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evita-se manipular demais os produtos.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• A manipulação dos produtos pode ocasionar perdas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Este tipo de secador exige um pouco mais de conhecimento técnico, pois as alterações físicas do material ocorrem bruscamente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pode-se empregar o ar quente recuperado dos fornos ou vapor d'água e gás de combustão. Que dentro de tubos metálicos transmitem calor ao ar frio impelido por ventiladores.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• A média de duração do processo de secagem neste tipo de secador fica em torno de 24 horas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A média de duração do processo de secagem neste tipo de secador fica em torno de 12 horas.</li> </ul>	

FONTE: AUTORES, 2013.

## Queima

Nessa operação as peças adquirem suas propriedades finais. Esse tratamento térmico é responsável por uma série de transformações físico-químicas das peças como: perda de massa, desenvolvimento de novas fases cristalinas, formação de fase vítrea e a soldagem (sinterização) dos grãos. Os produtos são submetidos a temperaturas elevadas, que para a maioria dos produtos situa-se entre 800° C a 1.000° C, em fornos contínuos ou intermitentes (Figura 7) que operam em três fases:

- aquecimento da temperatura ambiente até a temperatura desejada;
- patamar durante certo tempo na máxima temperatura da curva de queima;
- resfriamento até temperaturas inferiores a 200° C.

O ciclo de queima compreendendo as três fases, dependendo do tipo de produto e da tecnologia empregada, pode variar de algumas horas até vários dias.



**FIGURA 7:** QUEIMA DO PRODUTO CERÂMICO.

FONTE: ANICER, 2013.

Uma combustão é completa quando todo o combustível for queimado e a quantidade de ar para realizá-la for exata. Desta forma, no processo de queima, é importante que o excesso de ar seja controlado, pois o mesmo rouba o calor da combustão e aumenta o consumo de combustível.

No caso de combustão com falta de ar, a chama apresenta-se com coloração avermelhada, é comprida e larga, apresenta fumaça negra e fagulha incandescente na extremidade, característica da presença de carbono, caracterizando o combustível que não está sendo queimado. Para corrigir este inconveniente, deve-se aumentar

gradativamente a entrada de ar, observando a mudança na tonalidade e comprimento da chama, observando também que a fumaça deve perder a coloração negra.

A quantidade de ar necessária para queima varia de acordo com os tipos de queimadores, de fornos, e do combustível utilizado (FIEMG, 2009).

### Curva de Queima Teórica

É um instrumento útil e necessário para qualquer processo de queima, que representa a medida entre o tempo e a temperatura determinante no processo. Sem a curva de queima fica praticamente impossível queimar um produto com qualidade e continuidade.

Muitos problemas podem ser evitados com o uso da curva de queima, pois ela determina os pontos críticos que causam trincas no material (aquecimento e resfriamento). A velocidade de aquecimento e resfriamento não deverão ultrapassar 40° C/h, principalmente na temperatura de risco, 575° C.

Para se ter um controle eficaz da temperatura, é essencial o uso de termopares que são dispositivos elétricos de medição de temperaturas. Esses equipamentos têm baixo custo, proporcionando ganho de produtividade.

### Fechamento de portas

É recomendável o uso de portas duplas em todos os fornos, pois é através dela que se perde a maioria da calor gerada. A primeira porta deve ser construída rente à parede interna do forno, e a segunda no mínimo 30 centímetros da primeira. Este espaçamento formará uma câmara aquecida, evitando a saída de ar quente e a entrada de ar frio.

### Tipos de fornos

A seleção do melhor forno depende da eficiência de produção desejada, do investimento necessário e combustível utilizado.

Os fornos são classificados em intermitentes e contínuos. Nas Tabelas 3 e 4 são apresentados os tipos de fornos mais utilizados no Brasil, suas vantagens e desvantagens.

**TABELA 3:** TIPOS DE FORNOS INTERMITENTES E SUAS PRINCIPAIS VANTAGENS E DESVANTAGENS.

Fornos Intermitentes	Vantagens	Desvantagens
<b>Forno Caieira</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baixo custo de implantação.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produtividade baixa;</li> <li>• Qualidade inferior do produto;</li> <li>• Alto percentual de perdas (não conformes);</li> <li>• Alto custo de produção.</li> </ul>
<b>Forno Paulistinha (retangular)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor investimento;</li> <li>• Fácil construção e operação.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Antieconômico;</li> <li>• A queima é irregular, apresentando variações de temperatura no interior do forno;</li> <li>• Apresenta lentidão no aquecimento e resfriamento.</li> </ul>
<b>Forno abóboda ou redondo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fácil construção e operação;</li> <li>• Bom desempenho com qualquer tipo de combustível;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alta velocidade de aquecimento;</li> <li>• Ausência de controle de registro.</li> </ul>
<b>Forno Vagão</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maior produtividade, pois enquanto um vagão está queimando o outro está sendo montado ou no processo de resfriamento;</li> <li>• Fácil construção e operação;</li> <li>• Melhores condições de trabalho do funcionário.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deficiências durante a queima, principalmente no centro da carga;</li> <li>• Apresenta requeima, tanto na lateral como no topo da carga.</li> </ul>
<b>Forno Metálico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Melhor isolamento térmico (uso fibras cerâmicas);</li> <li>• Maior produtividade;</li> <li>• Fácil construção e operação;</li> <li>• Melhores condições de trabalho do funcionário.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Custo de implantação superior ao Forno Vagão;</li> <li>• Deficiências durante a queima, principalmente no centro da carga;</li> <li>• Apresenta requeima, tanto na lateral como no topo da carga.</li> </ul>

FONTE: AUTORES, 2013.

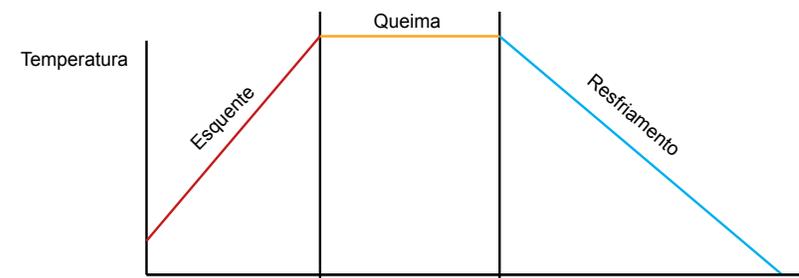
**TABELA 4:** TIPOS DE FORNOS CONTÍNUOS E SUAS PRINCIPAIS VANTAGENS E DESVANTAGENS.

Fornos Contínuos	Vantagens	Desvantagens
<b>Forno Hoffmann</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bom rendimento energético;</li> <li>• Fácil operação e boa produtividade.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elevado custo de construção;</li> <li>• Requeima na soleira e falta de queima na abóboda;</li> <li>• Vazamento nos canais;</li> <li>• Manchas laterais causadas por falta de ar.</li> </ul>
<b>Forno Túnel</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderno e eficiente no consumo de energia;</li> <li>• Fácil operação de carga e descarga;</li> <li>• Fácil automação (robôs).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elevado investimento;</li> <li>• Exige um volume de produção contínuo;</li> <li>• Exige grande conhecimento técnico para sua operação;</li> <li>• As regulagens são feitas através das leituras dos termopares e deprimômetros;</li> <li>• Resfriamento rápido, responsável por trincas e choque térmico nos produtos.</li> </ul>

FONTE: AUTORES, 2013.

### Boas práticas de queima em Fornos intermitentes (Abóbada, Paulistinha, Vagão)

A Figura 8 apresenta a curva de queima teórica para os fornos intermitentes, de acordo com a temperatura e o tempo. Cada etapa é descrita a seguir.



**FIGURA 8:** CURVA DE QUEIMA TEÓRICA.

FONTE: AUTORES, 2013.

### 1. Esquente

O início do esquente deve ser lento, obedecendo a critérios técnicos, sendo necessária a medição da presença de umidade do material. A medição pode ser feita com auxílio de uma barra de ferro, colocando-a na espia inferior por 30 segundos, e observando a presença ou não de umidade na barra (gotículas).

O esquente deve ser feito com as fornalhas e cinzeiros fechados (após a combustão da lenha) para evitar o excesso de oxigenação, que prejudica a temperatura da chama e a velocidade de aquecimento. Os registros (chaminés) deverão ficar abertos no seu todo até atingir 300° C, após esta temperatura os mesmos deverão ser fechados gradualmente.

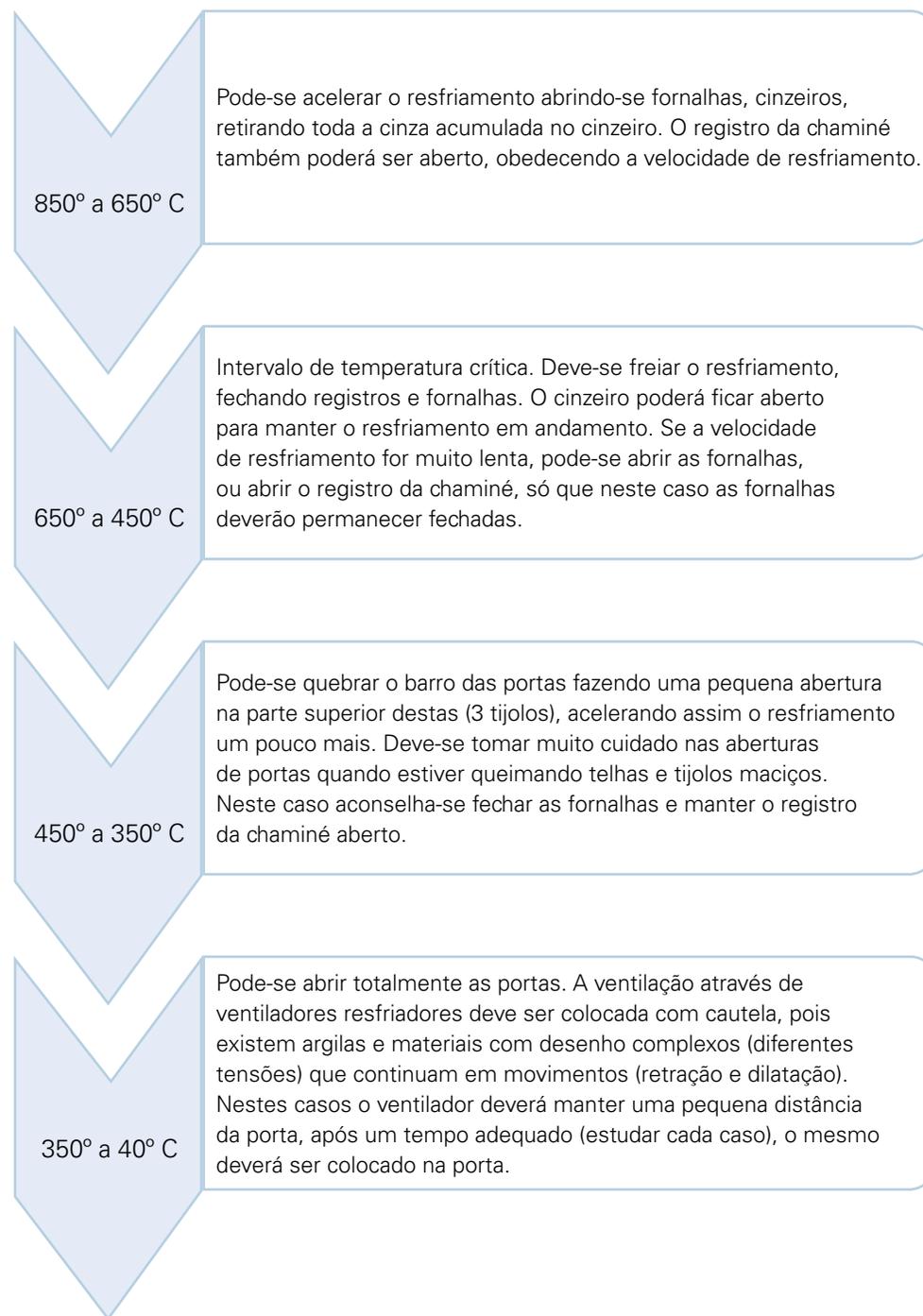
### 2. Queima

A velocidade de aquecimento varia com o tipo de combustível e a maneira em que se processa a alimentação das fornalhas. O controle de queima deverá ser realizado pelo registro da chaminé o tempo todo. Em muitas cerâmicas este registro fica aberto do começo ao fim da queima, aumentando o consumo de combustível e os problemas de homogeneização de queima. Lembrando sempre que a velocidade não deve ser maior que 40° C/h, principalmente nas temperaturas de riscos (375° e 575° C).

### 3. Patamar de queima

Durante o patamar (tempo em que o material fica na máxima temperatura), quanto mais tempo o produto permanecer na temperatura máxima melhor será a qualidade do mesmo. Recomenda-se o mínimo de 6 horas de patamar para produtos vazados e 10 horas para telhas e produtos maciços. Salienta-se que o patamar deverá ser estudado para cada tipo de argila e produtos produzidos pela empresa.

### 4. Resfriamento



O calor gerado pelo resfriamento deve ser aproveitado ao máximo para secagem de produtos.

### **Forno Hoffmann – boas práticas**

- O início deve ser lento e contínuo;
- O pé da carga deve ser alto e bem distanciado para evitar o estrangulamento do fogo;
- As peças do primeiro poço (câmara) deverão estar bem secas. O excesso de umidade nas peças retarda a passagem do fogo, provocando trincas, estouros e deformações;
- A lenha deverá ter diâmetro elevado e ser distribuída dentro da câmara, evitando seu amontoamento, pois a maior tiragem (puxada) localiza-se no centro;
- O fogo deverá andar após esquentar total da câmara, pois se ele andar antes do tempo encontrará excesso de umidade no poço seguinte, retardando o tempo previsto para passar de um poço para outro (depressão);
- Trabalhe sempre com uma barra de ferro (construção civil), para se orientar na mudança de poço, pois ele registra a umidade existente no material.

### **Forno Túnel – boas práticas**

- As mudanças devem ser feitas de acordo com a curva de queima e tempo de resposta do mesmo, pois qualquer registro que se mova altera completamente a condição interna;
- Após a regulação do forno é necessário aguardar sua estabilização, pois o que muda de imediato é a temperatura e não a pressão e depressão;
- O forno deve ser regulado para cada tipo de produto, argilas, tamanhos e produção. Evitar a entrada de diferentes produtos na mesma queima e jamais ultrapassar a produção determinada pelo fabricante.

### **Expedição**

O produto queimado ao sair do forno deve ser transportado com cuidado, evitando batidas desnecessárias.

O controle de qualidade deve ser realizado em lotes pequenos de aproximadamente 100 peças, separadas aleatoriamente. Os testes a serem realizados compreendem: absorção de água; torção; desvio padrão em relação ao esquadro; bitolas (dimensões); permeabilidade (telhas); sonoridade (blocos e telhas) e empenamento (telhas). O Laboratório de Materiais de Construção do SENAI CIP Paulo de Tarso realiza as análises necessárias para o controle de qualidade dos materiais cerâmicos.

Os lotes novos não devem ser misturados com os lotes velhos, evitando com isso inúmeros problemas, principalmente com telhas de encaixe. Todo lote deve receber identificação (data e número do forno).

Nos Anexos I e II podem ser encontradas as tolerâncias dimensionais para fabricação de blocos e telhas cerâmicas.



### Normas técnicas para fabricação de produtos de cerâmica vermelha

ABNT NBR<sup>1</sup> 15270-1: Componentes Cerâmicos Parte 1 Componentes Cerâmicos para alvenaria de vedação – Terminologia e requisitos.

ABNT NBR 15270-2: Componentes Cerâmicos Parte 2 Componentes Cerâmicos para alvenaria estrutural – Terminologia e requisitos.

ABNT NBR 15310: Componentes Cerâmicos – Telhas - Terminologia, requisitos e método de ensaio.

ABNT NBR 5645/1991: Tubo cerâmico para canalizações.

ABNT NBR 6549/1991: Tubo cerâmico para canalizações – Verificação da permeabilidade.

ABNT NBR 6582/1991: Tubo cerâmico para canalizações – Verificação da resistência à compressão diametral.

ABNT NBR 7529/1991: Tubo e conexão cerâmicos para canalizações – Determinação da absorção de água.

ABNT NBR 7530/1991: Tubo cerâmico para canalizações – Verificação dimensional.

ABNT NBR 7689/1991: Tubo e conexão cerâmicos para canalizações – Determinação da resistência química.

ABNT NBR 8410/1994: Conexão cerâmica para canalização – Verificação dimensional.

ABNT NBR 8409/1996: Conexão cerâmica para canalizações – Especificação.

ABNT NBR 14208/2005: Sistemas enterrados para condução de esgotos – Tubos e conexões com juntas elásticas – requisitos.

<sup>1</sup>Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) - Norma Brasileira Regulamentadora (NBR)

## ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS

Os principais impactos ambientais relacionados à indústria de cerâmica vermelha estão geralmente associados a fatores como: degradação das áreas de extração da argila, consumo de energia, geração de resíduos sólidos decorrentes de perdas por falhas na qualidade do produto, emissão de poluentes atmosféricos e gases de efeito estufa. Esses fatores podem ser verificados nas diferentes etapas do sistema produtivo das empresas do setor de cerâmica vermelha.

### Extração de argila

A extração de argila é uma atividade que gera diversos impactos sobre o meio ambiente. A Tabela 5 apresenta alguns impactos sobre os meios físico, biótico e antrópico e suas respectivas medidas mitigadoras.

**TABELA 5:** PRINCIPAIS IMPACTOS AMBIENTAIS E MEDIDA MITIGADORA DA EXTRAÇÃO DE ARGILA.

Meio	Impacto ambiental	Medida mitigadora
Físico	Poluição do ar devido à emissão de material particulado fino (poeira) proveniente das vias de acesso.	Utilizar caminhão-pipa, durante o horário de movimentação dos caminhões e equipamentos.
	Erosão do solo devido à exposição do mesmo a águas pluviais.	Realizar drenagem de água pluvial para o interior das cavas, de modo a evitar processos erosivos no solo.
	Assoreamento dos cursos d'água	Drenar as águas pluviais, pois evita-se que sejam escoadas para as margens carreando material para os cursos d'água.
	Emissão de ruídos provenientes das dragas, caminhões e maquinários.	Realizar a manutenção constante dos equipamentos, bem como acoplar silenciadores nos escapamentos dos mesmos. Para os trabalhadores, o uso de EPIs deverá ser obrigatório.
Biótico	Supressão da vegetação.	Solicitar autorização por órgão ambiental responsável para tal atividade, visto ser um impacto inevitável. O empreendedor deve recuperar o solo exposto com vegetação ao final da extração.
Antrópico	Impacto visual devido às alterações na topografia do terreno e a supressão da cobertura vegetal.	Manter o retaludamento das margens, nunca superior a seis metros, com inclinação de cerca de 30%.
	Obtenção de mão de obra especializada.	Capacitar a população próxima ao empreendimento, para valorização destes profissionais.

FONTE: AUTORES, 2013.

## Resíduos Sólidos

O acondicionamento, armazenamento, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos são responsabilidades do gerador e devem estar de acordo com as legislações ambientais aplicáveis. A prevenção e minimização da geração de resíduos (Figura 9) sempre deverão ser priorizadas.



**FIGURA 9:** PIRÂMIDE DE PRIORIZAÇÃO DO GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS.

FONTE: AUTORES, 2013.

A seguir estão descritos os principais resíduos gerados na indústria de cerâmica vermelha:

### Resíduos Perigosos

Com relação aos resíduos perigosos é necessário armazená-los em local apropriado com cobertura, impermeabilização e bacia de contenção para eventuais vazamentos, caso aplicável. Estes resíduos devem ser transportados e destinados por empresas que possuam licença ambiental para tal. Como exemplo cita-se que devem ser encaminhadas para empresa de reciclagem especializada e o óleo lubrificante usado que poderá ser encaminhado para empresa de re-refino.

## Cinzas

Geradas durante a queima de combustível nos fornos. A quantidade gerada depende do tipo de combustível utilizado e da tecnologia do forno cerâmico.

Se a queima for realizada utilizando carvão mineral ou outro combustível fóssil, as cinzas deverão ser armazenadas em caçambas (Figura 10) e não devem ser aplicadas no solo, pois podem apresentar alto teor de enxofre e ferro. Já as cinzas provenientes da queima de biomassa (lenha, serragem, cavaco, entre outros) podem ser dispostas diretamente sob o solo e não possuem especificação de armazenagem, todavia recomenda-se que seja feita em caçambas também.



**FIGURA 10:** ARMAZENAMENTO DAS CINZAS EM CAÇAMBAS.

FONTE: FEAM, 2012.

### Material cru não conforme

Apesar da possibilidade de reinserção deste material no próprio processo, gera-se uma atividade a mais a ser realizada pelo empreendimento e um custo adicional ao produto, pois reduz a produtividade e aumenta a perda energética (ver item Incorporação de Resíduos). Portanto o ideal é que este resíduo não seja gerado ou sua geração seja minimizada ao máximo (Figura 11).

Deve ser reintroduzido aos poucos no processo, principalmente se o material contiver porcentagem de resíduo incorporado, como o pó de balão. A porcentagem de material cru na nova massa é de no máximo 2%, de acordo com critério adotado pelos ceramistas.



**FIGURA 11:** MATERIAL CRU NÃO CONFORME.

FONTE: AUTORES, 2013.

### Produto final fora de especificação

São produtos não conformes e quebrados (Figura 12). Lembrando que as normas da ABNT não permitem a comercialização de produtos fora de especificação técnica. Tais produtos podem ser moídos e reutilizados no assentamento do pátio do próprio empreendimento ou vias de acesso, fabricação de agregado graúdo, queima de fornos nas indústrias cimenteiras ou até mesmo para conformação de quadras de saibro.



**FIGURA 12:** PRODUTOS FINAIS FORA DE ESPECIFICAÇÃO.

FONTE: FEAM, 2012.

### Resíduos comuns recicláveis

Os resíduos comuns recicláveis (papel, papelão, plástico, vidro e metal) devem ser acondicionados separadamente dos demais resíduos para evitar contaminação. O empreendedor pode realizar a coleta seletiva interna, na qual estes resíduos são armazenados em lixeiras devidamente identificadas e destinados para a reciclagem (Figura 13). É uma prática comum e bastante simples.



**FIGURA 13:** LIXEIRAS DE COLETA SELETIVA.

FONTE: SHUTTERSTOCK

### Incorporação de resíduos à massa cerâmica

A indústria de cerâmica vermelha é muito importante do ponto de vista ambiental, pois possibilita o reaproveitamento de resíduos sólidos de outras indústrias, incorporando-os na massa cerâmica.

Este aproveitamento traz alguns benefícios para a indústria de cerâmica vermelha como redução do custo e da quantidade de matéria-prima utilizada, redução do consumo de combustível, além de evitar que estes resíduos tenham destinação ambientalmente incorreta.

Nas indústrias cerâmicas do Estado de Minas Gerais é comum utilizar na incorporação da massa os resíduos de pó de balão e lama de alto-forno. A proporção de resíduo varia de 5 a 10%, conforme critérios adotados pelos ceramistas.

A incorporação de pó de balão ou lama de alto-forno na massa cerâmica pode reduzir o consumo de biomassa na ordem de 30% (FEAM, 2012), e o tempo de queima dos produtos cerâmicos, resultando em menor gasto energético na produção.

Apesar do pó de balão e lama de alto-forno não serem considerados resíduos perigosos e trazerem benefícios para a cerâmica, são necessários cuidados no seu armazenamento temporário: devem ser armazenados em depósito temporário coberto, com piso concretado e fechado nas laterais. (Figura 14).



**FIGURA 14:** DEPÓSITO ADEQUADO PARA ARMAZENAMENTO DE PÓ DE BALÃO E LAMA DE ALTO FORNO.

FONTE: FIEMG, 2013.

Há outros resíduos que também podem ser incorporados na massa cerâmica, como escória de alto-forno, pó de ardósia, areia de fundição, carepa e lodo do processo de tratamento de efluentes, entretanto o uso é mais restrito (FEAM, 2012).

É importante considerar a granulometria das partículas dos resíduos em geral, pois a adição de elementos com granulometria considerada alta pode alterar o nível de plasticidade da massa, dificultando a absorção de água.

### Consumo de Combustíveis

Em Minas Gerais os combustíveis mais utilizados pelas cerâmicas vermelhas são a lenha, pó de serragem e cavacos de madeira.

São utilizados também, em menor quantidade, alguns resíduos que contenham grande concentração de carbono como *pallets* de madeira, bagaço de cana, sabugo

de milho, palha de café, casca de arroz, entre outros. Todos estes resíduos são responsáveis pela queima do corpo cerâmico, auxiliando como combustíveis diretos.

O reaproveitamento destes insumos é outro ponto positivo da indústria de cerâmica vermelha, uma vez que reduz a necessidade de se extrair recursos naturais, reduz custos de transporte e aquisição de combustíveis fósseis e evita-se que os mesmos tenham destinação ambientalmente incorreta.

Na Tabela 6 são apresentadas as principais características dos insumos energéticos mais utilizados pelas cerâmicas vermelhas de Minas Gerais.

**TABELA 6:** PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DOS RESÍDUOS DE MADEIRA UTILIZADOS.

Insumo	Características
Lenha	<ul style="list-style-type: none"> <li>• É um recurso renovável;</li> <li>• Precisa ser operada manualmente, fazendo com que a alimentação do forno não seja homogênea, prejudicando a qualidade das peças.</li> </ul>
Cavaco	<ul style="list-style-type: none"> <li>• É um recurso renovável;</li> <li>• Apresenta boas características energéticas e reduz a emissão de poluentes na atmosfera;</li> <li>• Devem ser estocados em silos ou galpões;</li> <li>• Possuem irregularidades, fazendo com que a combustão se dê com elevado excesso de ar.</li> </ul>
Pó de serragem	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Devem ser estocados em silos ou galpões;</li> <li>• Há necessidade de adaptação dos equipamentos de queima.</li> </ul>
<i>Pallets</i> de madeira	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pode ser reaproveitado independente de seu estado (quebrado ou inteiro);</li> <li>• Deve-se observar a procedência do mesmo de modo a evitar o uso do material contaminado com outras substâncias, como óleo.</li> </ul>

FONTE: ADAPTADO DO PLANO DE AÇÃO PARA ADEQUAÇÃO AMBIENTAL E ENERGÉTICA DAS INDÚSTRIAS DE CERÂMICA VERMELHA DO ESTADO DE MINAS GERAIS. FEAM, 2012.

Na Tabela 7 apresenta o poder calorífico médio dos principais insumos energéticos utilizados, para efeito de comparação.

**TABELA 7:** PODER CALORÍFICO MÉDIO DOS COMBUSTÍVEIS.

Combustível	Poder Calorífico (kcal/kg)
Lenha de reflorestamento	3.100
<i>Pallets</i> de madeira	3.000
Palha de café	2.950
Sabugo de milho	2.900
Pó de serragem	2.500
Cavaco	2.500
Bagaço de cana	2.130

FONTE: ADAPTADO DO PLANO DE AÇÃO PARA ADEQUAÇÃO AMBIENTAL E ENERGÉTICA DAS INDÚSTRIAS DE CERÂMICA VERMELHA DO ESTADO DE MINAS GERAIS. FEAM, 2012.

Todos estes insumos devem ser armazenados em locais cobertos, para que não ganhem umidade com a água da chuva, reduzindo o poder calorífico e gerando vapor d'água durante a combustão.

Em contrapartida, existem alguns resíduos que não podem ser queimados como pneus, lâmpadas que contêm mercúrio, sobras de MDF, embalagens de óleo lubrificantes ou outro produto químico e resíduos contaminados em geral. Trata-se de resíduos que possuem periculosidade e devem possuir uma destinação ambientalmente correta.

### Emissões atmosféricas

Os principais impactos associados aos poluentes atmosféricos emitidos durante o processo de fabricação da cerâmica estão relacionados às atividades no transporte, recepção, manuseio e mistura de matérias-primas e insumos e ao uso de energéticos para a queima, como pode ser visto na Tabela 8. Vários fatores interferem na ocorrência das emissões como: falta de controle operacional e mão de obra desqualificada, tipo de combustível e forno utilizado.

**TABELA 8:** TIPOS DE EMISSÃO E MEDIDAS MITIGADORAS NAS ETAPAS DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DA CERÂMICA VERMELHA.

Etapas do processo	Emissão	Medidas mitigadoras
Tráfego de veículos	Emissão de fontes fugitivas e móveis	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aspersão de água por meio de caminhão-pipa ou sistema de aspersão fixo;</li> <li>• Empresas que possuem vias e pátios pavimentados podem utilizar varredeiras, evitando assim o desperdício de água. A pavimentação de vias e pátios, por si só, contribui muito para a minimização desse impacto;</li> <li>• Diminuição das distâncias percorridas com utilização de insumos locais;</li> <li>• Manutenção de veículos;</li> <li>• Adoção de sistema de cobertura da argila transportada em caminhões durante o transporte da jazida para o local de beneficiamento.</li> </ul>
Manuseio de matérias-primas e insumos	Poeiras fugitivas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adoção de sistemas de aspersão de água;</li> <li>• Implantação de barreira vegetal ("cerca viva") para a contenção de dispersão de material particulado;</li> <li>• Proteção da área de armazenamento.</li> </ul>
Queima*	Emissão de gases e material particulado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O uso da lenha reduz a taxa de emissão de todos os poluentes. Além disso, quando utilizada de maneira sustentável, por meio da reposição florestal, estoca CO<sup>2</sup>, principal gás de efeito estufa;</li> <li>• Quando se utiliza combustível fóssil, as emissões são intensificadas principalmente devido à geração de SO<sub>x</sub>, sendo necessária a adoção de sistemas de controle;</li> <li>• Uso de resíduos como: pó de serragem, cavaco, bagaço de cana, sabugo de milho, palha de café, e outros representam alternativas para redução da emissão de gases causadores de efeito estufa durante o processo de queima.</li> </ul>

FONTE: AUTORES, 2013.

A coloração da fumaça emitida é um bom parâmetro para análise do controle do processo, uma vez que fornos menos eficientes emitem maior quantidade de fumaça e material particulado. Em geral as emissões nos fornos cerâmicos apresentam coloração clara, exceto os minutos finais do processo de queima, devido à falta de oxigênio. Isto se deve à ineficiência do forno ou controle operacional, ocasionando uma utilização de combustível acima da necessária (FEAM, 2012).



Durante o processo de queima é necessário um excesso de ar para que a reação de combustão ocorra de maneira completa. O excesso de ar deve ser bem administrado, uma vez que uma queima mal feita pode gerar mais resíduos e reduzir a qualidade dos produtos. A quantidade do ar necessária para a queima varia de acordo com os tipos de queimadores, de fornos e de combustível utilizado.

Um grande excesso de ar é indesejável, pois diminui a temperatura de chama e aumenta as perdas de calor, exigindo um consumo maior de combustível. Um baixo excesso de ar pode resultar em uma combustão incompleta e formação de monóxido de carbono (CO), fuligem e fumaça, além de possibilitar a acumulação de combustível não queimado.

O reaproveitamento de resíduos como insumos energéticos ou misturados à massa cerâmica possui a vantagem de diminuição de rejeitos. Entretanto, alguns resíduos, durante a queima, podem desprender gases tóxicos dependendo de sua constituição. Logo, se faz necessário analisar previamente o tipo de resíduo utilizado e suas implicações.

É necessário periodicamente monitorar a qualidade da queima através de análises de gases coletados diretamente na fornalha ou na chaminé do forno para medir os teores de oxigênio e CO. O controle da combustão fornece informações sobre a qualidade do processo de queima.

O seu controle preciso permite otimizar a eficiência térmica das fornalhas, assegurando ao mesmo tempo uma diminuição do nível de emissão de poluentes e o cumprimento das normas ambientais. Em muitos casos, o controle do excesso de ar é a solução de melhor custo/benefício para a redução da emissão de poluentes (Pinheiro et al., 1995).

Os laudos de emissões atmosféricas devem estar dentro dos limites estabelecidos na Deliberação Normativa 11/86, com o monitoramento dos seguintes parâmetros: material particulado, NOx e CO.

A indústria cerâmica utiliza grandes quantidades de energia no processo produtivo e esta representa uma parcela significativa no custo final dos produtos. Assim, a eficiência energética torna-se importante para a redução das emissões atmosféricas e dos custos das cerâmicas.

## Efluentes Líquidos

Na indústria de cerâmica vermelha os efluentes líquidos não se configuram como grande problema. A Tabela 9 apresenta as informações necessárias para sua mitigação.

**TABELA 9:** TIPO DE EFLUENTE LÍQUIDO E SUA MEDIDA MITIGADORA.

Efluente	Medida mitigadora
Industrial	Não há geração.
Provenientes da lavagem de peças e máquinas	Caixa separadora de água e óleo. O efluente tratado pode ser destinado para outro sistema de tratamento como sistema de fossa/filtro ou para a rede de esgoto sanitário.
Efluente sanitário	Podem ser direcionados para a rede de esgoto sanitário ou para um sistema de tratamento constituído de fossa séptica e filtro anaeróbio. A destinação final do efluente tratado pode ser um sumidouro ou a rede municipal.
Águas pluviais e de aspersão de vias e pátios	Coletadas por canaletas de drenagem e destinadas a caixas de decantação e bacias de infiltração, pois podem causar erosões e carregamento de partículas sólidas, podendo acarretar o assoreamento das fontes de águas superficiais.

FONTE: AUTORES, 2013.

## Ruído

As emissões de ruído ocorrem em diversas fases do processo de fabricação de cerâmica vermelha, sendo mais intensificadas nas instalações de moagem, mistura e prensagem, e nas atividades de transporte de veículos e máquinas, tanto de matérias-primas como de produtos acabados e resíduos (FEAM, 2012).

É de suma importância a adoção de Equipamento de Proteção Individual (EPI), pois o ruído afeta, principalmente, os trabalhadores. Além, é claro, de garantir os limites estabelecidos na Lei Estadual 10.100/90 que trata sobre ruído ambiental.

## BOAS PRÁTICAS AMBIENTAIS

O ideal para que uma empresa se alinhe aos princípios de sustentabilidade é organizar o seu processo de maneira que possa atender simultaneamente às exigências ambientais, sociais e econômicas existentes. As boas práticas (Tabela 10) vão além das exigências, contribuindo para a melhoria do ambiente do trabalho, redução de custos e conseqüentemente ganhos ambientais

**TABELA 10:** BOAS PRÁTICAS DO SETOR E SUAS RESPECTIVAS VANTAGENS.

	Prática	Vantagem
<b>Melhoria no ambiente de trabalho</b>	Recebimento e manuseio adequado de materiais	Evita perdas no processo
	Otimização do layout	Evita perdas no processo
	Treinamento / conscientização	Evita perdas no processo
	Armazenamento adequado dos resíduos em depósitos fixos ou temporários, impermeabilizados e cobertos	Proteção dos trabalhadores Evita que este se transforme em um problema ambiental
	Armazenamento do produto e de peças cruas em local delimitado, organizado, com piso uniforme e coberto	Evita perdas no processo
	Uso de embalagens (paletização) nos produtos finais	Evita perdas
<b>Melhores controles do processo</b>	Realizar o sazonalamento das argilas	Permite a formação de um produto de melhor qualidade, capaz de reduzir os custos com energia e água
	Controlar o processo de mistura das argilas, mantendo uma regularidade	Secagem mais rápida, ocorrem menos problemas de deformações e trincas.
	Monitorar e homogeneizar a alimentação da mistura no caixão alimentador	Permite a formação de um produto de melhor qualidade capaz de reduzir os custos com energia e água e além disso, reduzir a quantidade de resíduos
	Controlar a umidade de extrusão	Evita materiais fora de conformidade
	Monitorar umidade e temperatura de secagem	Evitar a reabsorção da umidade contida no ar, deixando o material muito fraco.
	Realização de ensaios tecnológicos das argilas	Controle de qualidade do produto.
	Acondicionamento adequado da argila e demais insumos, com controle da umidade	Evita produtos com trincas, aumento da eficiência energética
	Regulagem e ajuste da relação ar/combustível (excesso de ar)	Melhoria no processo de combustão: evita utilização excessiva de combustível, diminuição da emissão de poluentes e contribui para o cumprimento das normas ambientais
	Melhoria do isolamento térmico nas portas dos fornos	Aumento da eficiência energética
	Controle da queima por meio da instalação de termopar	Aumento da eficiência energética
	Revestimento interno dos fornos com fibra cerâmica	Aumento da eficiência energética
	Otimização da capacidade de carga do forno	Menor consumo de combustível
	Manutenção preventiva	Diminuir eventuais paradas, vazamentos e, conseqüentemente prejuízos.

<b>Substituição de matéria-prima e insumo</b>	Mistura de resíduos na massa cerâmica, como o pó de balão	Diminuição de rejeitos, diminuição do uso de matéria-prima e evita que estes resíduos tenham destinação ambientalmente incorreta
	Utilização de insumos locais como sabugo de milho, palha de café, casca de arroz, etc	Diminui a distância com transporte o que acarreta a diminuição de poeiras fugitivas e a emissão do veículo. Reduz consumo de lenha
	Substituição de biomassa como insumo ao invés de combustíveis fósseis.	Redução de emissões atmosféricas e certificado de Crédito de Carbono.
<b>Mudança da tecnologia produtiva</b>	Substituição dos fornos intermitentes pelos contínuos	Aumento da eficiência energética
	Recuperação de calor no caso de fornos contínuos	Economia de energia e secagem mais rápida.
	Substituição de equipamentos ineficientes	Eficiência energética, aumento de produtividade, evita perdas
<b>Reciclagem interna / Reuso interno</b>	Reaproveitamento de produtos crus não conformes	Economia de matéria-prima e insumos
	Reaproveitamento das cinzas para conformação da porta do forno	Economia de insumos
	Uso de água de chuva para aspersão do pátio e vias internas Recirculação da água utilizada na bomba de vácuo	Minimização do consumo de água
<b>Reciclagem externa</b>	Uso das cinzas oriundas de queima de biomassa no solo	Economia de insumos; destinação adequada
	Reaproveitamento de cacos de produtos	Economia de insumos; destinação adequada

FONTE: AUTORES, 2013.

Existem diversos fatores impeditivos da disseminação de práticas sustentáveis. Primeiramente, não se deve mitificar a adoção de programas ambientais nas empresas como algo complicado e difícil de ser implantado. Entretanto, em qualquer empresa a adoção dessas práticas envolve necessariamente um processo de mudança de comportamento com envolvimento completo de todas as lideranças, pois somente assim é possível mudar a cultura organizacional. Outro fator essencial é o envolvimento de todos os funcionários no processo de mudança.

A implementação de boas práticas ambientais não deve ser enxergada como um custo e sim como um fator de resultado. A melhoria deve ser contínua, devendo sempre ser perseguida, mesmo quando os resultados forem satisfatórios.

A adoção de boas práticas ambientais tem potencial de proporcionar uma série de benefícios, além da redução dos custos operacionais, atingindo assim a ecoeficiência.

São eles:

- Fortalecimento e fidelidade da marca e do produto;
- Maior produtividade, pelo maior empenho e motivação dos funcionários;

- Melhoria da qualidade do produto;
- Maior facilidade de obtenção de crédito;
- Melhoria das condições de trabalho;
- Melhores relações com a vizinhança;
- Prevenção da poluição e conseqüentemente das autuações efetuadas pelos órgãos ambientais;
- Diminuição do consumo de insumos e matérias-primas;
- Minimização ou eliminação de impactos ambientais;
- Aumento da possibilidade de contratos com grandes empresas que necessitam alinhar seus fornecedores junto à sua política ambiental;
- Conscientização empresarial;
- Sustentabilidade empresarial.

O uso da comunicação e educação ambiental são ferramentas de fácil implementação aplicáveis a qualquer empreendimento e aliadas imprescindíveis na adoção de boas práticas, trazendo resultados impressionantes, desde a minimização do desperdício até o aumento de produtividade em virtude do aumento da conscientização dos funcionários.

Em Minas Gerais existe o Banco de Boas Práticas Ambientais na Indústria criado pela FEAM e FIEMG. Esse banco tem como objetivo incentivar e divulgar o desenvolvimento de iniciativas voltadas para a ecoeficiência dos processos, e que induza a produção de bens e serviços com uso menos intensivo de recursos naturais, e, bem assim, com menor degradação ambiental, sem desperdício e melhor controle da poluição. O banco busca destacar projetos de Produção mais Limpa e Produção Sustentável desenvolvidos pelas indústrias em Minas Gerais, promovendo um ambiente para divulgação de iniciativas e troca de experiências empresariais. Qualquer empresa do setor de cerâmica vermelha pode participar, desde que devidamente regularizada junto aos órgãos ambientais. Para maiores informações acessar o link <http://www.feam.br/producao-sustentavel/boas-praticas>.

## LICENCIAMENTO AMBIENTAL E OBRIGAÇÕES LEGAIS DAS INDÚSTRIAS DE CERÂMICA VERMELHA

A regularização/licenciamento ambiental é uma obrigação legal prévia à instalação de qualquer empreendimento ou atividade potencialmente poluidora ou degradadora do meio ambiente.

O licenciamento poderá ser no âmbito estadual ou municipal. O último caso ocorrerá quando o município em que está localizado o empreendimento possuir convênio com a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMAD. Atualmente, os municípios que possuem convênio são: Belo Horizonte, Betim, Brumadinho, Contagem, Ibirité, Juiz de Fora e Uberaba (FIEMG, 2013).

Em Minas Gerais, existem duas modalidades de regularização ambiental, variando conforme potencial poluidor e porte do empreendimento, a Autorização Ambiental de Funcionamento (AAF) e Licença Ambiental.

### Licenciamento Ambiental – Fabricação de cerâmica vermelha

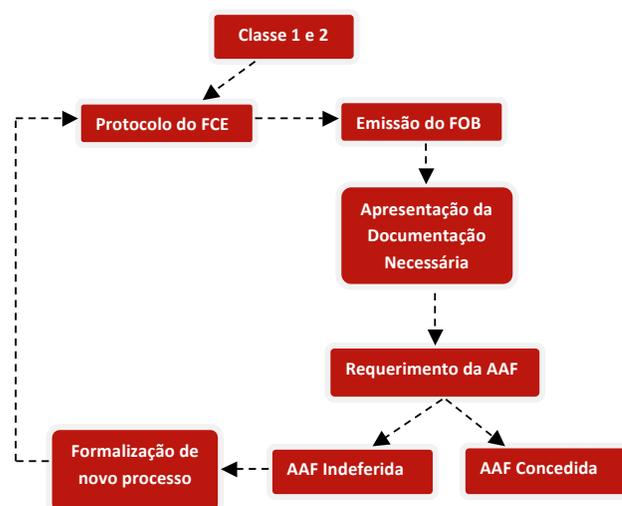
A Deliberação Normativa (DN) COPAM nº. 74/2004 é a norma que regulamenta o licenciamento ambiental no estado, sendo que para atividade de fabricação de telhas, tijolos e outros artigos de barro cozido, exclusive de cerâmica, o potencial poluidor é pequeno e o porte do empreendimento pode variar com a quantidade de matéria-prima processada, sendo:

- Pequeno: 2.400 < matéria-prima processada < 12.000 t de argila/ano;
- Grande: matéria-prima processada > 50.000 t de argila/ano;
- Médio: para os demais casos.

Para esta atividade, os empreendimentos podem se classificar como Classe 1 ou Classe 2; sendo passível de AAF ou Classe 4; sendo passível de Licença Ambiental.

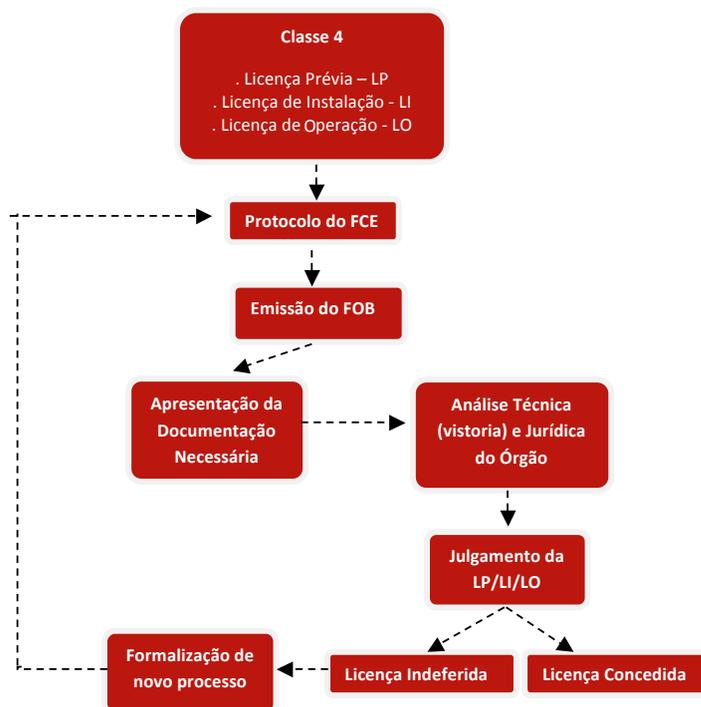
Empresas que processam abaixo de 2.400 toneladas de argila por ano são dispensadas do processo de regularização/licenciamento ambiental. Recomenda-se que tais empresas solicitem ao órgão ambiental uma certidão de Não Passível de Licenciamento.

As Figuras 15 e 16 apresentam fluxogramas para procedimentos de obtenção de AAF e Licença Ambiental.



**FIGURA 15:** FLUXOGRAMA PARA OBTENÇÃO DE AAF.

FONTE: CARTILHA LICENCIAMENTO AMBIENTAL – ORIENTAÇÃO AO EMPREENDEDOR, FIEMG.



**FIGURA 16:** FLUXOGRAMA PARA OBTENÇÃO DE LICENÇA AMBIENTAL.

FONTE: CARTILHA GESTÃO AMBIENTAL – RENOVAÇÃO DE LICENÇA AMBIENTAL, FIEMG.

O primeiro passo para a obtenção da AAF ou Licença Ambiental é preencher o Formulário de Caracterização do Empreendimento (FCE). Com este documento preenchido e protocolado, o órgão ambiental fornecerá o Formulário de Orientações Básicas (FOB) que listará quais os documentos necessários para se obter a regularização, conforme Tabela 11.

**Observação:** mais detalhes sobre o processo de regularização ambiental podem ser acessados na Cartilha da FIEMG Licenciamento Ambiental – Orientações ao Empreendedor.

**TABELA 11:** DOCUMENTOS NECESSÁRIOS PARA OBTENÇÃO DE AAF OU LICENÇA AMBIENTAL.

Tipo de regularização ambiental	Documentos necessários
AAF	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Termo de Responsabilidade, assinado pelo titular do empreendimento;</li> <li>- Declaração da Prefeitura de que o empreendimento está de acordo com normas e regulamentos dos municípios;</li> <li>- ART ou equivalente do profissional responsável pelo gerenciamento ambiental da atividade;</li> <li>- Certidão Negativa de Débito de Natureza Ambiental;</li> <li>- Autorização de Funcionamento.</li> </ul> <p>Pode-se solicitar ainda:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos ou Certidão de Registro de Uso da Água, emitidas pelo órgão ambiental competente;</li> <li>- Título Autorizativo emitido pelo DNPM;</li> <li>- DAIA - Documento Autorizativo para Intervenção Ambiental.</li> </ul>
Licença Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Declaração do corpo de bombeiros comprovando a adequação do empreendimento quanto ao combate de incêndios;</li> <li>- Documentos comprobatórios da condição do responsável legal pelo empreendimento;</li> <li>- Comprovante do pagamento de indenização dos custos administrativos de análise da Licença Ambiental;</li> <li>- RCA – Relatório de Controle Ambiental;</li> <li>- PCA – Plano de Controle Ambiental;</li> <li>- Outorga do uso da água, quando a água utilizada pelo empreendimento não for fornecida pela concessionária local;</li> <li>- Certidão da matrícula do imóvel, quando rural, com averbação de reserva legal;</li> <li>- Certidão negativa (Resolução COPAM nº 01/1992).</li> </ul>

FONTE: ADAPTADO DE CARTILHA GESTÃO AMBIENTAL – RENOVAÇÃO DE LICENÇA AMBIENTAL, FIEMG.

### **Já estou instalado e/ou operando e não possuo licença, o que fazer?**

Caso o empreendimento em instalação ou operando sem a respectiva licença de- seja regularizar-se, a empresa deverá solicitar a LI, LO ou, quando for o caso, AAF em caráter corretivo. Para isso, o empreendimento deverá demonstrar a viabilidade ambiental de seu empreendimento, através dos documentos, projetos e estudos exigíveis para a obtenção normal da licença.

### **Obtive minha licença ambiental e agora?**

Possuir licença ambiental não significa estar livre da questão ambiental e seus ris- cos. A licença ou AAF permite o exercício de uma atividade, desde que a mesma funcione dentro dos limites e respeite uma série de critérios ambientais.

As licenças ambientais possuem condicionantes ambientais, como o monitoramen- to das emissões atmosféricas, ruído, etc, para que assegurem o controle ambiental da atividade em consonância aos critérios ambientais.

Na renovação da licença ambiental a empresa deverá demonstrar a melhoria do seu desempenho ambiental ao longo do período de vigência da licença. Desta forma é imprescindível que indicadores de processo e ambientais sejam monitorados.

Apesar de não haver condicionantes em AAFs, o empreendimento tem obrigação de comprovar que atende a todos os requisitos estabelecidos pelo órgão ambiental e legislações pertinentes, por meio de automonitoramentos, entretanto a periodicidade não é definida.

É importante que a renovação da licença seja solicitada com antecedência. Para as licenças ambientais, deve ser protocolado o requerimento em até 90 dias antes do vencimento da licença.

### **LICENCIAMENTO AMBIENTAL – EXTRAÇÃO DE ARGILA**

De acordo com a DN 74/04, o item A-03-02 Extração de argila para fabricação de cerâmica vermelha é passível de licenciamento, tendo como potencial poluidor mé- dio e o porte varia de acordo com a produção bruta do empreendimento: Pequeno: produção bruta  $\leq 12.000$  t/ano; Médio: produção entre 12.000 e 50.000 t/ano e Grande: produção bruta  $> 50.000$  t/ano.

Apesar de não ser exigido, recomenda-se também solicitar uma nova AAF 90 dias antes do vencimento da autorização vigente.

Para esta atividade, os empreendimentos podem se classificar como Classe 1; sen- do passível de AAF ou Classe 3 ou 5; sendo passível de licença ambiental.

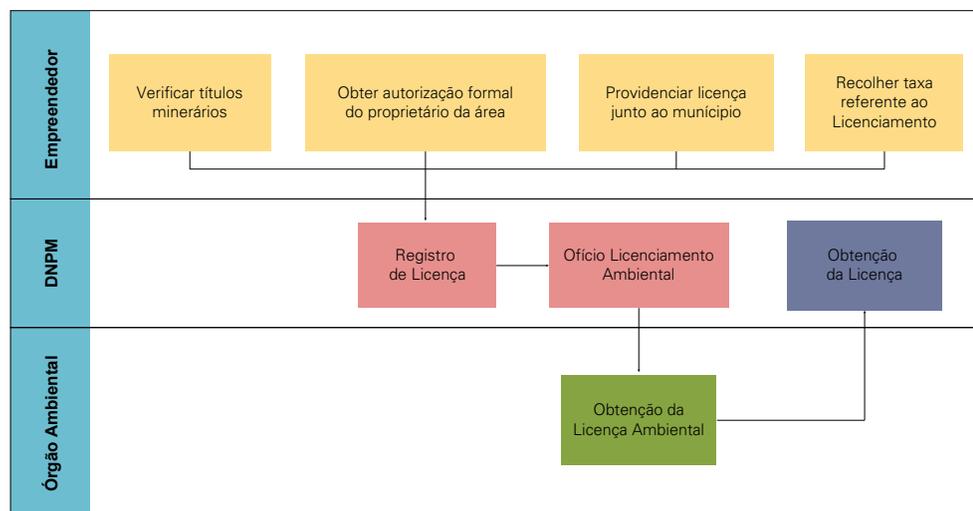
Como premissa para a regularização da atividade no Departamento Nacional de Pro- dução Mineral (DNPM) é necessário que a área de extração esteja sem superposi- ção de títulos minerários, ou seja, desonerada. Para verificar essa condição, basta obter as coordenadas geográficas da área e checar via web no site do DNPM . Uma segunda condição é possuir a autorização formal do proprietário da área onde ocorre a jazida, comprovando também por meio do Registro de Imóveis a posse da referida área. Também é necessário obter a licença junto ao município, atestando o acordo ou não oposição da cidade quanto ao funcionamento da atividade na região. Caso a jazida esteja em área limítrofe, essa autorização deverá ser obtida em todos os municípios envolvidos.

De posse das citadas autorizações e a área desonerada, o próximo passo é iniciar o processo de regularização, optando por uma das duas modalidades: registro de licença ou concessão de lavra.

Todo o processo deve possuir um responsável técnico (Geólogo, Engenheiro Geólo- go ou Engenheiro de Minas) habilitado junto ao Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura – CREA. Após a apresentação dos devidos documentos, o DNPM emite através de ofício a exigência da licença ambiental. A Figura 17 ilustra o procedimento para obtenção da licença.

Para o processo de obtenção de AAF e Licença Ambiental, segue no item **Licenciamento Ambiental – Fabricação de Cerâmica Verme- lha** os fluxogramas (Figuras 13 e 14) e explicações contendo todos os procedimentos, documentos e prazos apresentados para cada moda- lidade de regularização.

Após a avaliação e concessão de AAF ou licença ambiental por parte do órgão ambiental, o empreendedor deverá apresentar ao DNPM a devida licença, uma vez que para a regularização da atividade mineral a licença ambiental é um dos documentos solicitados.



**FIGURA 17:** FLUXOGRAMA DE REGULARIZAÇÃO PARA EXTRAÇÃO DE ARGILA JUNTO AO DNPM E ÓRGÃO AMBIENTAL.

FONTE: AUTORES, 2013.

## OBRIGAÇÕES LEGAIS AMBIENTAIS

### Cadastro Técnico Federal - CTF

O CTF é um registro obrigatório para as pessoas físicas ou jurídicas que dedicam a atividades potencialmente poluidoras e/ou à extração, produção, transporte e comercialização de produtos potencialmente perigosos ao meio ambiente, assim como de produtos e subprodutos da fauna e flora.

A atividade de produção de cerâmica vermelha é uma atividade obrigatória ao cadastro e sujeita ao pagamento da Taxa de Controle e Fiscalização Ambiental (TCFA). O valor desta taxa varia de acordo com o grau de potencial poluidor e porte de cada empreendimento, segundo Anexo VIII e IX da Lei 6938/81.

O CTF deve ser feito até 31 de março, através do preenchimento de formulário disponível no site do IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis sob pena de multa administrativa.

Lembrando que, desde 1º de setembro de 2011, o CTF do IBAMA está integrado ao Cadastro Técnico Ambiental Estadual – CTA de Minas Gerais. O usuário que estiver cadastrado somente no CTA deverá realizar o devido registro no CTF do IBAMA. Já para aqueles que estiverem cadastrados apenas no CTF já são considerados devidamente cadastrados no CTA.

### Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Industriais

Os empreendimentos das classes 3, 4, 5 e 6 (Ver item Licenciamento Ambiental e Obrigações Legais das Indústrias de Cerâmica Vermelha) da indústria de cerâmica vermelha devem apresentar informações periódicas a respeito dos resíduos gerados na atividade, conforme disposto nas DN COPAM nº 90/2005 e nº 136/2009.

Estas informações deverão ser prestadas à FEAM em meio digital, por meio do Banco de Declarações Ambientais, até o dia 31 de março. Para o caso de empreendimentos de Classe 4 a periodicidade de envio das informações é a cada 2 anos.

O site emite um protocolo de envio das informações prestadas, que deverá ser mantido pelo responsável para fins de comprovação junto ao órgão ambiental.

## SAÚDE E SEGURANÇA DO TRABALHO

Os trabalhadores da indústria cerâmica são expostos a variados riscos ocupacionais decorrentes dos equipamentos ou máquinas, dos processos, ambientes e das relações de trabalho. Para uma melhor atuação na segurança e promoção da saúde do trabalhador é necessário reconhecer e compreender os riscos ocupacionais decorrentes da atividade, atuando preventivamente com medidas de proteção coletivas e individuais, assim como boas práticas de processo.

Os riscos no ambiente laboral podem ser classificados em cinco tipos, de acordo com a Portaria nº 3.214, do Ministério do Trabalho do Brasil, de 1978. Esta Portaria contém uma série de normas regulamentadoras que consolidam a legislação trabalhista, relativas à segurança e medicina do trabalho.

Na Tabela 12 são apresentados os principais riscos ocupacionais inerentes à indústria de cerâmica, seus impactos no trabalhador e possíveis medidas de controle.

**TABELA 12:** PRINCIPAIS RISCOS OCUPACIONAIS DA INDÚSTRIA DE CERÂMICA VERMELHA.

Tipo de risco	Agentes ambientais	Fonte	Consequências	Ações de Gestão
Físicos	Ruído	Marombas, laminadores, compressores, exaustores, pás carregadeiras, empilhadeiras, caminhões, etc.	Perda auditiva, danos de equilíbrio, psicológico, social.	Enclausuramento ou isolamento das fontes; inclusão de barreiras acústicas; fornecimento de protetores auditivos adequados e treinamento dos trabalhadores para o efetivo uso; redução do tempo de exposição dos trabalhadores.
	Calor	Fornos e secadores	Diminuição de rendimento, erros de percepção e raciocínio, esgotamento, desidratação, câimbras e exaustão do trabalhador.	Isolamento das fontes, inclusão de barreiras e maximização da distância entre o trabalhador e a fonte; aumento da taxa de troca de ar no ambiente; introdução de rodízio para a inclusão de pausas em ambientes amenos.
	Radiação Ultravioleta	Ambiente externo (exposição ao sol)	Alterações na pele e lesões oculares.	Restrição do horário das atividades; inclusão de cobertura no local da atividade; fornecimento de chapéu e uniforme de mangas compridas; uso de protetor solar.

Químicos	Poeira Respirável	Moagem, mistura e transporte interno	Doenças respiratórias	Ajuste do processo para a via úmida; enclausuramento ou isolamento das operações que geram poeiras; instalação de ventilação local exaustora; redução do tempo de exposição do trabalhador; adoção do Programa de Proteção Respiratória – PPR.
	Substâncias químicas (ex.: óleos e graxas)	Operações de manutenção	Dermatoses, intoxicação por ingestão e inalação	Adequação dos procedimentos de uso destes produtos, incluindo a utilização de EPI como luvas e aventais, visando a redução da exposição do trabalhador.
Acidentes		Ambiente e processo de trabalho: arranjo físico, máquinas, equipamentos, ferramentas, vias de circulação, etc.	Lesões variadas, etc.	Proteção de máquinas, implantação de proteções coletivas; adequação das instalações elétricas; manutenção das vias de circulação; qualificação dos operadores de máquinas; conscientização dos trabalhadores quanto aos riscos existentes nos locais de trabalho; fornecimento de Equipamentos de Proteção Individual.
Ergonômicos	Esforço físico levantamento de peso, postura inadequada, estresse, jornada prolongada e repetitividade.	Ambiente laboral, organização do trabalho e trabalhador.	Lesões variadas, etc.	Rodízios e descansos constantes; exercícios compensatórios frequentes para trabalhos repetitivos; exames médicos periódicos; evitar esforços superiores a 25 kg para homens e 12 kg para mulheres; postura correta: sentado, em pé, ou carregando e levantando peso.

FONTE: AUTORES, 2013

## ANEXO I - TOLERÂNCIA PARA FABRICAÇÃO DE BLOCO CERÂMICO

Tolerâncias dimensionais individuais relacionadas à dimensão efetiva

Dimensões	Tolerância individual (mm)
Largura (L)	3
Altura (H)	
Comprimento ( C )	
Desvio em relação ao esquadro	
Flecha	

Tolerâncias dimensionais relacionadas à média das dimensões efetivas

Dimensões	Tolerância individual (mm)
Espessura dos septos	≥ 6
Espessura das paredes	≥ 7
Desvio em relação ao esquadro	≥ 3
Planeza das faces ou flecha	≥ 3
Índice de absorção d'água (AA)	≥ 8% ≤ 22%

Tolerâncias para resistência à compressão

Posição dos furos	Fb MPa
Para blocos com furos na horizontal	≥ 1,5
Para blocos com furos na vertical	≥ 3,0

## ANEXO II - TOLERÂNCIA PARA FABRICAÇÃO DE TELHA CERÂMICA

Para a fabricação de qualquer modelo de telha, deve existir o respectivo projeto de modelo de telha, que é de responsabilidade do fabricante.

Retilineidade para telha plana	Não deve ser superior a 1% do comprimento efetivo e largura efetiva
Retilineidade para telha simples de sobreposição e telha composta de encaixe	Não deve ser superior a 1% do comprimento efetivo
Planaridade	Não deve ser superior a 5 mm independente do tipo de telha
Massa	A massa da telha seca não deve ser superior a 6% do valor declarado no projeto do modelo da telha

Tolerância dimensional

Comprimento, largura e altura	± 2,0% para as dimensões de fabricação
Altura do pino para telha prensada	Deve ser <sup>3</sup> 7,0 mm
Altura do pino para telha extrudada	Deve ser <sup>3</sup> 3,0 mm
Rendimento médio	± 4 %

Tipos de telhas e cargas de ruptura

Tipos de telha	Exemplos	Cargas N (Kgf)
Planas de encaixe	Telhas francesas	1.000 (100)
Compostas de encaixe	Telhas romanas	1.300 (130)
Simples de sobreposição	Telhas capa e canal colonial	1.000 (100)
	Telhas plan	
	Telhas paulista	
	Telhas Piauí	
Planas de sobreposição	Telhas alemã e outras	1.000 (100)

Tolerância para a absorção de água

<b>Para todos os tipos de telha</b>	Limite máximo admissível 20%
-------------------------------------	------------------------------

## GLOSSÁRIO

---

**Águas pluviais:** água proveniente das chuvas.

**Aspecto ambiental:** qualquer intervenção das atividades, produtos e serviços de uma organização sobre o meio ambiente.

**Assoreamento:** fenômeno causado pela deposição de sedimentos minerais (como areia e argila) ou de materiais orgânicos no curso d'água, ocasionando a diminuição da profundidade e da força da correnteza.

**Barreira vegetal:** cerca feita com vegetação com objetivo de isolar o empreendimento, minimizando os impactos de ruído e emissões atmosféricas às comunidades vizinhas.

**Biomassa:** todo recurso renovável que provém de matéria orgânica - de origem vegetal ou animal - tendo por objetivo principal a produção de energia.

**Efeito estufa:** fenômeno natural de aquecimento térmico da terra, essencial para manter a temperatura do planeta em condições ideais de sobrevivência. O aumento dos gases estufa na atmosfera tem potencializado esse fenômeno natural, causando um aumento da temperatura da terra.

**Efluente:** produtos líquidos ou gasosos produzidos por indústrias ou resultante dos esgotos domésticos urbanos, que são lançados no meio ambiente.

**Erosão:** fenômeno de degradação e decomposição das rochas ou das modificações sofridas pelo solo, em que partes são retiradas, transportadas e depositadas em outro lugar, devido a variações de temperatura e, principalmente à ação da água, do vento e do homem.

**Fontes fugitivas:** lançamento difuso na atmosfera de qualquer forma de matéria sólida, líquida ou gasosa, efetuado por uma fonte desprovida de dispositivo projetado para dirigir ou controlar seu fluxo.

**Fontes móveis:** qualquer fonte que não seja fixa, como automóveis, caminhões e equipamentos com motor de combustão interna.

**Impacto ambiental:** qualquer alteração das propriedades físico-químico ou biológicas do meio ambiente, causadas direta ou indiretamente pela ação humana, e que possam afetar a saúde, segurança, bem-estar das pessoas, a biota, condições estéticas e sanitárias do ambiente, a qualidade dos recursos naturais. O impacto ambiental pode ser negativo, ou positivo.

**Insumo:** material utilizado para a produção de um determinado tipo de produto, mas que não, necessariamente, faça parte dele.

**Licença Ambiental:** procedimento administrativo realizado pelo órgão ambiental competente, para autorizar a instalação, ampliação, modificação e operação de atividades e empreendimentos que utilizam recursos naturais, ou que sejam potencialmente poluidores ou que possam causar degradação ambiental.

**Material particulado:** um conjunto de poluentes constituídos de poeiras, fumaças e todo tipo de material sólido e líquido que se mantém suspenso na atmosfera por causa de seu pequeno tamanho.

**Matérias-primas:** todo o material que está agregado no produto e que é empregado na sua fabricação, tornando-se parte dele.

**Medida mitigadora:** medidas destinadas a prevenir impactos negativos ou reduzir sua magnitude.

**Meio antrópico:** resultado das atividades humanas no meio ambiente.

**Meio biótico:** representado pela presença dos seres vivos, animais e vegetais, bem como suas relações recíprocas com o meio abiótico.

**Meio físico:** representado pelos fatores químicos e físicos, como o subsolo, as águas, o ar e o clima, destacando os recursos minerais, a topografia, os tipos e aptidões do solo, os corpos d'água, o regime hidrológico, as correntes marinhas, as correntes atmosféricas.

**Poluentes atmosféricos:** substâncias ou materiais que causam poluição do ar, representando um potencial ou real perigo ao ecossistema ou/e à saúde dos organismos que nele vivem.

**Produção sustentável:** produção de bens e serviços por meio das melhores alternativas disponíveis para minimizar os impactos ambientais e sociais.

**Rejeito:** resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada.

**Reposição florestal:** atividade que designa o restabelecimento de uma cobertura vegetal sobre um terreno previamente desflorestado, utilizando-se espécies nativas ou exóticas.

**Resíduos:** qualquer substância ou objeto de que o ser humano pretende desfazer-se por não lhe reconhecer utilidade, o material que sobra após uma ação ou processo produtivo.

**Retaludamento:** obra de estabilização de encostas, caracterizada por alterações na geometria dos taludes, principalmente através de cortes nas porções superiores da encosta, para alívio da carga ali atuante.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

ABCERAM – Associação Brasileira de Cerâmica. Cerâmica no Brasil - Normas Técnicas. Disponível em <<http://www.abceram.org.br/site/index.php?area=2&submenu=18>>. Acessado em 11 jul. 2013.

ANICER - Associação Nacional da Indústria de Cerâmica. Disponível em <[http://anicer.com.br/index.asp?pg=institucional\\_direita.asp&secao=6&ex=2](http://anicer.com.br/index.asp?pg=institucional_direita.asp&secao=6&ex=2)>. Acessado em 28 mai. 2013.

FEAM – Fundação Estadual de Meio Ambiente. Plano de Ação para Adequação Ambiental e Energética das Indústrias de Cerâmica Vermelha do Estado de Minas Gerais. Minas Gerais: FEAM, 2012.

FIEMG – Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais. Gestão Ambiental – Renovação de licença ambiental. Minas Gerais: FIEMG, 2013. Disponível em <<http://www5.fiemg.com.br/admin/BibliotecaDeArquivos/Image.aspx?ImgId=37325&TabId=13676>>. Acessado em 19 jun. 2013.

FIEMG – Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais. Licenciamento Ambiental – Orientações ao empreendedor. Minas Gerais: FIEMG, 2013. Disponível em <<http://www5.fiemg.com.br/admin/BibliotecaDeArquivos/Image.aspx?ImgId=34382&TabId=13676>>. Acessado em 19 jun. 2013.

Fundação Oswaldo Cruz. Tipos de Riscos. Disponível em: <[http://www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/lab\\_virtual/tipos\\_de\\_riscos.html](http://www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/lab_virtual/tipos_de_riscos.html)>. Acessado em: 11 de jun. de 2013.

Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM. Disponível em <<http://www.dnpm.gov.br>>. Acessado em 10 jun. 2013.

KOPEZINSKI, Isaac. *Mineração x Meio ambiente: considerações legais, principais impactos ambientais e seus processos modificadores*. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2000.

PINHEIRO, P. C., & VALLE, R. M. (1995). *Controle de Combustão: Otimização do excesso de ar*. Belo Horizonte, MG.

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Setor Cerâmica Vermelha. Disponível em <<http://www.sebrae.com.br/setor/ceramica-vermelha>>. Acessado em 28 mai. 2013.

SESI. Diretoria de Operações. Divisão de Saúde. Gerência de Segurança e Saúde no Trabalho. Manual de Segurança e Saúde no trabalho: Indústria de Cerâmica Estrutural e Revestimento / Gerência de Segurança e Saúde no Trabalho. – São Paulo: SESI, 2009.

