

# GUIA TÉCNICO AMBIENTAL DA INDÚSTRIA DE ROCHAS ORNAMENTAIS

**feam**  
FUNDAÇÃO ESTADUAL  
DO MEIO AMBIENTE

**MINAS  
GERAIS**  
GOVERNO DE TODOS

**SinRochas-MG**

**MINAS  
SUSTENTÁVEL**  
**SESI**

FIEMG  
CIEMG  
SESI  
SENAI  
IEL

**Sistema  
FIEMG**

# GUIA TÉCNICO AMBIENTAL DA INDÚSTRIA DE ROCHAS ORNAMENTAIS

Parceiros:



**Bellas Pedras**

# FICHA TÉCNICA

---

## **REALIZAÇÃO**

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE – FEAM

Diogo Soares de Melo Franco - Presidente

## **Diretoria de Pesquisa e Desenvolvimento**

Antônio Henrique dos Santos - Diretor

## **Gerência de Produção Sustentável**

Antônio Augusto Melo Malard - Gerente

## FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE MINAS GERAIS – FIEMG

### **Presidente (Diretoria Executiva)**

Olavo Machado Junior - Presidente

### **Vice-presidentes (Diretoria Executiva)**

Aguinaldo Diniz Filho

Alberto José Salum

Carlos Mário de Moraes

Edwaldo Almada de Abreu

Flávio Roscoe Nogueira

José Batista de Oliveira

José Fernando Coura

Lincoln Gonçalves Fernandes

Luiz Fernando Pires

Petrônio Machado Zica

Romeu Scarioli

Ricardo Vinhas Corrêa da Silva

Teodomiro Diniz Camargos

Valentino Rizzioli

Vicente de Paula Aleixo Dias

### **Vice-presidentes Regional (Diretoria Executiva)**

Adauto Marques Batista

Adson Marinho

Afonso Gonzaga

Everton Magalhães Siqueira

Francisco José Campolina Martins Nogueira

Haylton Ary Novaes

João Batista Nunes Nogueira

Luciano José de Araújo

Nagib Galdino Facury

Rozâni Maria Rocha de Azevedo

### **Diretores-secretários (Diretoria Executiva)**

Cláudio Arnaldo Lambertucci – 1º Diretor-Secretário

José Maria Meireles Junqueira – 2º Diretor-Secretário

Marco Antônio Soares da Cunha Castello Branco – 3º Diretor-Secretário

### **Diretor Financeiro (Diretoria Executiva)**

Edson Gonçalves de Sales – 1º Diretor Financeiro

Bruno Melo Lima - 2º Diretor Financeiro

Rômulo Rodrigues Rocha – 3º Diretor Financeiro

### **Diretoria**

Alba Lima Pereira – Diretora

Amadeus Antônio de Souza – Diretor

André Luiz Martins Gesualdi – Diretor

Antônio Eduardo Baggio – Diretor

Carlos Alberto Homem – Diretor

Eduardo Caram Patrus – Diretor

Everton Magalhães Siqueira – Diretor

Francisco Sérgio Silvestre – Diretor

Jeferson Bachour Coelho – Diretor

José Roberto Schincariol – Diretor

Leomar Pereira Delgado – Diretor

Lídia Assunção Lemos Palhares – Diretora

Marcelo Luiz Veneroso – Diretor

Marcos Lopes Farias – Diretor

Pedro Gomes da Silva – Diretor  
Roberto de Souza Pinto – Diretor  
Roland von Urban – Diretor  
Scheilla Nery de Souza Queiroz – Diretora  
Sebastião Rogério Teixeira – Diretor

#### **Diretoria Adjunta**

Bruno Magalhães Figueiredo – Diretor Adjunto  
Cássio Braga dos Santos – Diretor Adjunto  
César Cunha Campos – Diretor Adjunto  
Delvaníria dos Reis Pires Rezende – Diretora Adjunta  
Efthymios Panayotes Emmanuel Tsatsakis – Diretor Adjunto  
Henrique Nehrer Thielmann – Diretor Adjunto  
Heveraldo Lima de Castro – Diretor Adjunto  
Hyrguer Aloísio Costa – Diretor Adjunto  
Jânio Gomes Lemos – Diretor Adjunto  
Jorge Filho Lacerda – Diretor Adjunto  
José Balbino Maia de Figueiredo – Diretor Adjunto  
Joselito Gonçalves Batista – Diretor Adjunto  
Leonardo Lima de Vasconcelos – Diretor Adjunto  
Lúcio Silva – Diretor Adjunto  
Márcio Mohallem – Diretor Adjunto  
Mário Morais Marques – Diretor Adjunto  
Mauro Sérgio de Ávila Cunha – Diretor Adjunto  
Nelson José Gomes Barbosa – Diretor Adjunto  
Ricardo Alencar Dias – Diretor Adjunto

#### **Conselho Fiscal**

Fábio Alexandre Saciotto – Conselheiro Fiscal – Efetivo  
Michel Aburachid – Conselheiro Fiscal – Efetivo  
Ralph Luiz Perrupato – Conselheiro Fiscal – Efetivo  
José Tadeu Feu Filgueiras – Conselheiro Fiscal – Suplente  
Roberto Revelino da Silva – Conselheiro Fiscal – Suplente  
Romeu Scarioli Júnior – Conselheiro Fiscal – Suplente

#### **Delegado Representante junto à CNI**

Olavo Machado Junior – Delegado Representante junto à CNI – Efetivo  
Robson Braga de Andrade – Delegado Representante junto à CNI – Efetivo  
Francisco Sérgio Soares Cavalieri – Delegado Representante junto à CNI – Suplente  
Paulo Brant – Delegado Representante junto à CNI – Suplente

#### **SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL**

Adair Evangelista Marques – Superintendente

#### **ELABORAÇÃO**

##### **Gerência de Produção Sustentável – FEAM**

Antônio Augusto Melo Malard  
Eloi Azalini Máximo

##### **Gerência de Meio Ambiente – FIEMG**

Adriano Scarpa Tonaco  
Breno Aguiar de Paula  
Camila Quintão Moreira  
Wagner Soares Costa

#### **APOIO**

##### **SINDICATO INTERMUNICIPAL DAS INDÚSTRIAS DE BENEFICIAMENTO DE MÁRMORES, GRANITOS E ROCHAS ORNAMENTAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS - SINROCHAS**

José Balbino Maia de Figueiredo - Presidente  
José Rodrigues de Figueiredo - Gestor  
Fernanda Lilian da Silva - Coordenadora

F981g

Fundação Estadual do Meio Ambiente.

Guia técnico ambiental da indústria de rochas ornamentais /  
Fundação Estadual do Meio Ambiente, Federação das  
Indústrias do Estado de Minas Gerais. --- Belo Horizonte:  
FEAM; FIEMG, 2015.  
60p. : il.

1. Indústria de rochas ornamentais – Minas Gerais.  
2. Impacto ambiental. 3. Regularização ambiental.  
I. Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais. II.  
Título.

CDU: 622:504.064

## LISTA DE SIGLAS

---

AAF | Autorização Ambiental de Funcionamento

ABIROCHAS | Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais

ABNT | Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANTT | Agência Nacional de Transportes Terrestres

APP | Área de Preservação Permanente

ART | Anotação de Responsabilidade Técnica

CONAMA | Conselho Nacional de Meio Ambiente

COPAM | Conselho de Política Ambiental

DAIA | Documento Autorizativo para Intervenção Ambiental

DN | Deliberação Normativa

EIA | Estudo de Impacto Ambiental

FCE | Formulário para Caracterização do Empreendimento

FEAM | Fundação Estadual do Meio Ambiente

FIEMG | Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais

FOB | Formulário de Orientação Básica

LIC | Licença de Instalação Corretiva

LOC | Licença de Operação Corretiva

PCA | Plano de Controle Ambiental

PAFEM | Plano Ambiental de Fechamento de Mina

PRAD | Programa de Recuperação de Áreas Degradadas

RADA | Relatório de Avaliação de Desempenho Ambiental

RIMA | Relatório de Impacto Ambiental

SEMAD | Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

SINROCHAS/MG | Sindicato Intermunicipal da Indústria de Beneficiamento  
de Mármore, Granito e Rochas Ornamentais no Estado de Minas Gerais

SISEMA | Sistema Estadual do Meio Ambiente

## PALAVRA DO PRESIDENTE - FIEMG

---

### **PRODUZIR COM SUSTENTABILIDADE**

A publicação deste **Guia Técnico Ambiental da Indústria de Rochas Ornamentais - Ardósia, Granito e Quartzito** - é resultado de uma saudável e produtiva parceria entre os setores público e privado: Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM), Federação das Indústrias de Minas Gerais (FIEMG) e Sindicato Inter-municipal das Indústrias de Beneficiamento de Mármore, Granitos e Rochas Ornamentais no Estado de Minas Gerais (Sinrochas).

Seu objetivo é o de assegurar a necessária harmonia entre a atividade econômica e o respeito ao meio ambiente. Com essa visão, nas páginas seguintes, empresas, empresários, ambientalistas e técnicos do setor público encontram informações completas sobre a atividade – perfil socioeconômico, processos produtivos, aspectos ambientais e boas práticas, regularização ambiental e obrigações legais ambientais.

Este documento também reafirma o compromisso do setor de rochas ornamentais com uma indústria diversificada, tecnologicamente desenvolvida, transparente, inovadora, competitiva, inserida nos grandes mercados mundiais e efetivamente alinhada com os princípios sobre os quais se fundamenta a sustentabilidade.

No campo da economia, o setor é de elevada importância: movimentado, no país, cerca de US\$ 5 bilhões anuais, incluindo importações e exportações, e gera mais de 105 mil empregos diretos e indiretos distribuídos por mais de 10 mil empresas em todo o país. Minas Gerais ocupa o segundo lugar no ranking nacional de produção de rochas ornamentais.

Como também se verá, a essência desta publicação é a constatação de que, com compromisso e responsabilidade, é possível, sim, produzir riqueza para o país e empregos para os trabalhadores com plena observância dos princípios do desenvolvimento sustentável.

**Olavo Machado Junior**

**Presidente da Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais - FIEMG**

## PALAVRA DO PRESIDENTE - FEAM

---

Desde 2013, a Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM), em parceria com a Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais (FIEMG), vem produzindo Guias Técnicos Ambientais de tipologias industriais. Desde então, foram publicados guias dos setores de cerâmica vermelha, laticínios e indústria têxtil. Agora, chegou o momento do Guia Técnico Ambiental da Indústria de Rochas Ornamentais - Ardósia, Granito e Quartzito.

Os guias têm o objetivo de informar e conscientizar os empreendimentos para uma produção mais limpa e responsável, além de ser ótima referência para os demais interessados no tema. Entendemos que esta é uma ação fundamental para o alcance da melhoria da qualidade no ambiente industrial.

Atualmente, a FEAM, entre outras atribuições, tem trabalhado em soluções para os problemas ambientais e orientado as empresas para uma produção mais eficiente e para obtenção de melhores resultados. O trabalho conta com o apoio, além da FIEMG, de outras entidades, como, neste caso específico, do Sindicato Intermunicipal das Indústrias de Beneficiamento de Mármore, Granitos e Rochas Ornamentais no Estado de Minas Gerais (Sinrochas).

O setor de rochas ornamentais é essencial para a economia mineira e faz parte de nossa tradição cultural. Do ponto de vista ambiental, apesar do avanço constatado ao longo dos anos, ainda há muito a se fazer. O Guia mostra que, embora existam ações mais complexas, diversas medidas são de fácil implantação, com potencial de geração de ótimos resultados. No fim, espera-se uma produção com melhor controle ambiental, mas que também vá além das exigências legais, minimizando assim os impactos ambientais da atividade. Boa leitura!

**Diogo Melo Franco**  
**Presidente da Fundação Estadual do Meio Ambiente - FEAM**

# SUMÁRIO

---

<b>APRESENTAÇÃO</b> .....	<b>17</b>
---------------------------	-----------

<b>PERFIL DA INDÚSTRIA DE ROCHAS ORNAMENTAIS</b> .....	<b>18</b>
--	-----------

<b>PROCESSO PRODUTIVO</b> .....	<b>21</b>
---------------------------------	-----------

ARDÓSIA .....	22
---------------	----

LAVRA .....	22
-------------	----

BENEFICIAMENTO .....	24
----------------------	----

GRANITOS E MÁRMORES .....	25
---------------------------	----

LAVRA .....	26
-------------	----

BENEFICIAMENTO .....	30
----------------------	----

QUARTZITO .....	32
-----------------	----

LAVRA .....	33
-------------	----

BENEFICIAMENTO .....	35
----------------------	----

MARMORARIAS.....	37
------------------	----

<b>ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS</b> .....	<b>38</b>
---	-----------

ALTERAÇÃO DA PAISAGEM .....	39
-----------------------------	----

EMISSÕES ATMOSFÉRICAS .....	40
-----------------------------	----

RUÍDO .....	41
-------------	----

GERAÇÃO DE REJEITO E ESTÉRIL .....	42
------------------------------------	----

GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....	44
----------------------------------	----

EFLUENTES LÍQUIDOS.....	45
-------------------------	----

CONSUMO DE ÁGUA .....	46
-----------------------	----

<b>BOAS PRÁTICAS AMBIENTAIS</b> .....	<b>46</b>
---------------------------------------	-----------

POR QUE ADOTAR BOAS PRÁTICAS AMBIENTAIS .....	48
---	----

<b>REGULARIZAÇÃO AMBIENTAL E OBRIGAÇÕES LEGAIS DAS INDÚSTRIAS DE ROCHAS ORNAMENTAIS EM MINAS GERAIS</b> .....	<b>53</b>
---	-----------

<b>GLOSSÁRIO</b> .....	<b>63</b>
------------------------	-----------

<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>64</b>
--------------------------	-----------

# APRESENTAÇÃO

---

O Guia Técnico Ambiental da Indústria de Rochas Ornamentais tem como objetivo fornecer informações e orientações para as empresas produtoras de ardósia, granito e quartzito, seus colaboradores e demais interessados, visando auxiliar uma produção mais eficiente e com menor impacto ambiental no setor de rochas ornamentais em Minas Gerais.

O documento é fruto de uma parceria entre o Sistema FIEMG, o Sindicato Intermunicipal das Indústrias de Beneficiamento de Mármore, Granitos e Rochas Ornamentais no Estado de Minas Gerais (Sinrochas/MG) e a Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM) e vem contribuir para que as indústrias implementem práticas voltadas à produção sustentável, obtendo 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 ao crescimento sustentável do setor de rocha ornamental.

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 ROCHAS ORNAMENTAIS

Segundo a ABNT NBR 15012:2003, rocha ornamental é um material rochoso natural, submetido a diferentes graus ou tipos de beneficiamento, utilizado para exercer função estética.

O setor movimenta cerca de US\$ 5 bilhões por ano, incluindo importações, exportações, comercialização de máquinas e insumos e prestação de serviços, segundo a Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais (ABIROCHAS).

Os principais tipos de rochas ornamentais são granitos, quartzitos, ardósias, mármore, travertinos, arenitos, metaconglomerados, esteatitos (pedra-sabão), dentre outros, e suas aplicações são as mais diversas, como, por exemplo, em esculturas, tampos e pés de mesa, balcões, lápides e arte funerária em geral, revestimentos internos e externos de paredes, pisos, colunas, pilares, soleiras, telhados (ABIROCHAS, 2013).

Atualmente, no Brasil, a capacidade de lavra e beneficiamento possui complexa variedade em sua produção. Existem 1.200 tipos de rochas em 1.500 frentes de lavra, com cerca de 20 mil trabalhadores que produzem, em média, 520 toneladas/ano, o que pode ser considerado competitivo perante a natureza predominantemente silicática dos materiais extraídos (MONTANI, 2014).

O setor de rochas ornamentais abrange um importante patrimônio profissional brasileiro, gerando em torno de 35 mil postos agregados ao beneficiamento primário, 60 mil às marmorarias e 10 mil nos segmentos de tecnologia e serviços. Em sua cadeia produtiva, conta com 10 mil empresas, com predominância das marmorarias.

A participação do faturamento das exportações brasileiras de rochas (US\$ 1,1 bilhão), no total das exportações brasileiras (US\$ 242,6 bilhões), foi de 0,44% em 2012. Já a participação do saldo da balança comercial do setor de rochas (US\$ 995,5 milhões), no saldo das exportações totais brasileiras (US\$ 19,4 bilhões), foi de 5,14% em 2012 (ABIROCHAS, 2013).

Atualmente, o Estado de Minas Gerais é o segundo maior produtor de rochas ornamentais, representando cerca de 18% do mercado nacional, contudo é o estado com maior variedade de rochas extraídas. Segundo informações da ABIROCHAS, existem 19 aglomerações produtivas do setor no Brasil. Seis delas estão localizadas em MG. Três delas estão na região central do estado, sendo: Ardósia Papagaios; Quartzitos e Pedra Sabão Ouro Preto. No sul do estado, existem duas aglomerações: Quartzitos São Thomé e Quartzitos Alpinópolis. Na região do Jequitinhonha, há os Granitos Medina, e, por fim, a região oeste, onde se localizam os Granitos Candeias. Os granitos e os quartzitos possuem maior destaque na produção mineira de rochas.

A produção de granitos no estado de MG se destaca na região do Vale do Jequitinhonha, principalmente nas cidades de Itaobim, Mata Verde, Almenara e Araçuaí. Enquanto o Espírito Santo é o maior produtor de granito do país, Minas Gerais se destaca na produção de granitos exóticos, que custam cerca de nove vezes mais que o granito clássico.

Já a produção de ardósia é concentrada na região conhecida como Província da Ardósia, compreendendo total ou parcialmente os municípios de Papagaios, Pompéu, Felixlândia, Caetanópolis, Pitangui, Martinho Campos, Paraopeba, Leandro Ferreira e Curvelo. Essa região tem uma área de aproximadamente 7.000 km<sup>2</sup>, constituindo a maior reserva geológica mundial, atualmente conhecida e explorada. Minas Gerais é responsável por 94% da ardósia produzida no Brasil, sendo que 80% dessa produção é oriunda de Papagaios. O Brasil é hoje o terceiro maior exportador, atrás apenas da Espanha e da China.

Os quartzitos são encontrados em diversas regiões do estado, concentrando-se nas regiões de São Thomé das Letras, Alpinópolis, Ouro Preto e Diamantina. Destaca-se o centro produtor de São Thomé das Letras, localizado na região sul do estado, contemplando também os municípios de Três Corações, São Bento do Abade,



Luminárias, Carrancas, Minduri, Cruzília, Baependi, Caxambu e Conceição do Rio Verde. A maior parte da produção é destinada para atender o mercado do estado de São Paulo e do sul do país. Estima-se que 20% do quartzito produzido na região de São Thomé das Letras seja exportado (ABIROCHAS).

O setor vem se adaptando ao crescente controle ambiental, buscando cada vez mais tecnologias limpas, a programação racional de trabalho nas pedreiras, a elaboração de chapas mais delgadas para revestimentos em geral, a produção de materiais aglomerados a partir de rejeitos da lavra e do beneficiamento, dentre outras medidas.

O crescimento das importações de novas tecnologias, como os teares multifio diamantado, principalmente de origem italiana, coloca o Brasil como o mais especializado centro produtor e exportador mundial de grandes chapas.

## PROCESSO PRODUTIVO

As rochas ornamentais possuem fluxos de processos produtivos diferentes uns dos outros. Cada tipo de rocha apresenta características que exigem técnicas específicas de exploração e beneficiamento, que visam ao melhor aproveitamento da jazida e à superior qualidade do produto final.

Conforme as características da lavra e do beneficiamento, podem-se dividi-las em três grupos, assim como estabelecido na Deliberação Normativa COPAM nº 74/2004, em ardósias, mármore e granitos, e quartzitos.

A prospecção, a pesquisa mineral e o planejamento de lavra fornecerão o dimensionamento dos equipamentos e das instalações, cálculo de custos, sequência de atividades, implicações econômicas do impacto ambiental e análise das condições hidrológicas. Outro aspecto importante no planejamento da lavra refere-se à necessidade de serem definidos os possíveis usos futuros da área minerada, uma vez concluída a atividade de lavra (REIS & SOUZA, 2003).

# Ardósia

Segundo a ABIROCHAS (2009):

Ardósias (slates) são rochas metassedimentares, de baixo grau metamórfico, formadas a partir de sequências argilosas e siltico-argilosas. Seus principais constituintes mineralógicos incluem mica branca fina (sericita), quartzo, clorita e grafita. Sendo essencialmente constituídas por minerais estáveis, como o quartzo e os filossilicatos (mica e clorita), as ardósias são resistentes à meteorização e por isso bastante duráveis. Cerca de 95% das ardósias brasileiras são extraídas no Estado de Minas Gerais, onde as áreas de extração e beneficiamento abrangem uma região de 7.000 km<sup>2</sup>, na sua porção centro-sul.

A região denominada Província da Ardósia é conhecida por produzir ardósias de boa qualidade e cores diferenciadas. As cores encontradas são preta, grafite, cinza, ferrugem, verde e roxa.

O processo produtivo é descrito a seguir:

## Lavra



Figura 1 - Fluxograma da lavra de ardósia

As ardósias no Brasil são lavradas a céu aberto com bancadas e em circuito fechado. O primeiro passo para a exploração é o decapeamento do terreno, que pode chegar a 40 metros de profundidade. A profundidade é determinante para a viabilidade econômica da exploração. Nessa etapa, é gerada a maior parte dos rejeitos, em razão da retirada da camada de solo, da camada de toá (tipo de rocha intemperizada) e, por fim, da camada de rocha alterada. Geralmente, são utilizadas pás carregadeiras, retroescavadeiras e também explosivos. Todo o material gerado é enviado às pilhas de estéril.

Ao se atingir a camada de ardósia comercializável, a lavra é realizada em degraus, seguindo as etapas de corte, desacoplamento e carregamento.

A primeira etapa consiste na realização de cortes verticais, com profundidade entre 15 cm e 25 cm, formando lajões que possuem formas retangulares de aproximadamente 2,30 m x 1,40 m. Quando ocorrem fraturas e as formas ficam irregulares, são formadas as lajinhas. Os cortes são realizados com discos diamantados acoplados em carrinhos, localmente conhecidos como “carrinho paraopeba”.

O desacoplamento é realizado manualmente por meio de cunhas (também conhecidas como “remos”). Depois do desprendimento dos lajões, é realizado o carregamento em caminhões, com auxílio de empilhadeiras. Os rejeitos gerados na atividade são encaminhados à pilha de rejeitos e estéril.

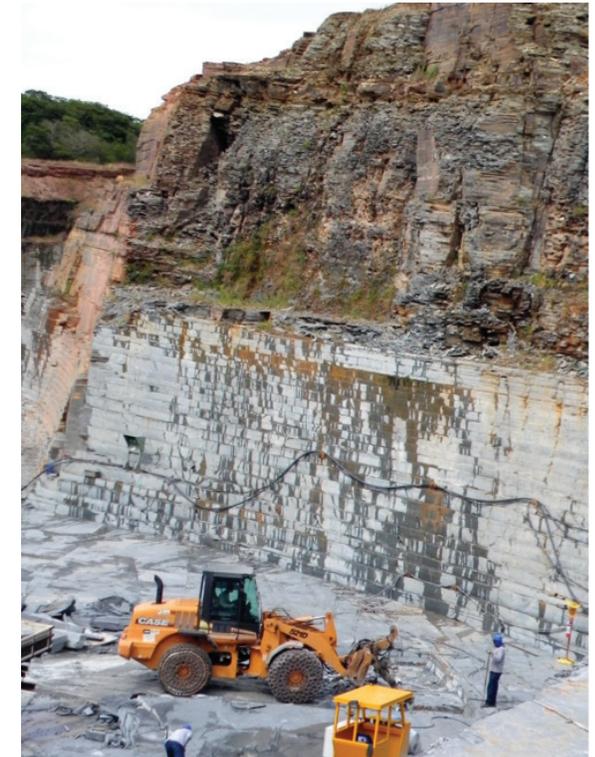


Figura 2 - Lavra de ardósia



Figura 3 - Corte com serra acoplada em carrinho



Figura 4 - Desacoplamento

## Beneficiamento

Após a lavra, os lajões e as lajinhas são enviados às indústrias de beneficiamento. O principal produto são os ladrilhos/lajotas, utilizados em revestimentos, principalmente de pisos. Também são elaboradas chapas, para peças padronizadas, para tampos de mesa, pia e bilhares, revestimento de paredes e pisos, divisórias, mobiliário, pisos elevados, telhas (principal item de exportação), mosaicos telados, lousas e artesanato.

Normalmente, o beneficiamento ocorre nas seguintes etapas: delaminação, corte e esquadrejamento e, em alguns casos, acabamento.



Figura 5 - Fluxograma do beneficiamento da ardósia

Durante o processo de delaminação, os lajões são abertos com cunha e marreta, para obtenção de chapas de menor espessura. Já o corte e o esquadrejamento são realizados com discos diamantados, na dimensão exigida pelo mercado.



Figura 6 - Beneficiamento da ardósia

Em alguns casos específicos, principalmente graças à demanda do mercado externo, são realizados os acabamentos, como jateamento, polimento, tamboreamento, ranhuramento e escovamento, com o objetivo de aprimorar o produto final.

## Granitos e Mármore

Segundo a ABIROCHAS (2009):

O termo granito (granite) designa um amplo conjunto de rochas silicáticas, abrangendo monzonitos, granodioritos, charnockitos, sienitos, dioritos, diabásios/basaltos e os próprios granitos, geradas por fusão parcial ou total de materiais crustais preexistentes.

A composição mineralógica desses “granitos” é definida por associações muito variáveis de quartzo, feldspato, micas (biotita e muscovita), anfibólios (sobretudo hornblenda), piroxênios (aegirina, augita e hiperstênio) e olivina.

Ainda de acordo com a ABIROCHAS, em determinadas associações mineralógicas, alguns desses constituintes podem estar ausentes, anotando-se diversos outros minerais acessórios em proporções bem mais reduzidas. Os minerais como o quartzo, feldspatos, micas e anfibólios são dominantes nas rochas graníticas e granitoides.

Já o termo mármore, segundo ABIROCHAS (2009):

É empregado para designar todas as rochas carbonáticas, metamórficas ou não, capazes de receber polimento e lustro. O crescimento recente da participação relativa dos granitos foi, pelo menos em parte, determinado por sua maior durabilidade e resistência ante os mármore, além dos padrões estéticos não tradicionais e as possibilidades de paginação em pisos e fachadas.

## Lavra

Os mármore e os granitos são explorados em lavras a céu aberto. Os tipos de lavras mais utilizados são as lavras em bancadas, por desabamento ou em matacões.

As lavras em bancadas são subdivididas em altas e baixas. As lavras em bancadas altas normalmente ocorrem em maciços que possuem uma heterogeneidade que leva à extração seletiva dos blocos. Ela se dá em etapas, nas quais primeiramente é extraído

o bloco primário (6 a 12 metros de altura) e depois há desmembramentos até se atingir o tamanho desejado. As lavras em bancadas baixas ocorrem em maciços homogêneos. A altura normalmente varia entre 2 e 4 metros, e as bancadas são extensas horizontalmente.

As lavras por desabamento acontecem em áreas com terrenos acidentados. Utilizam-se explosivos para o desmonte da rocha, facilitando o desdobramento.

Já as lavras de matacões são consideradas simples, por causa da facilidade de operação e do baixo custo de produção. No entanto, além de provocar maior geração de rejeito e maior movimentação de solo, têm baixa produção e material com pouca homogeneidade.

Com o objetivo de expor o matacão para iniciar o desdobramento, que geralmente é realizado por fogo raiado, deve-se primeiro limpar o terreno. Após essa etapa, é realizado o esquadrejamento do bloco.



Figura 7 - Lavra de granito



As etapas de extração do mármore e do granito são:



**Figura 8** - Fluxograma da extração do granito

No decapeamento, retira-se a camada superficial do solo e a rocha alterada, até se atingir o material a ser lavrado.

O desmonte consiste no deslocamento dos blocos do maciço rochoso por meio de cortes.

TÉCNICAS DE CORTES PARA DESMONTE DE ROCHAS	
CORTE CÍCLICO	CORTE CONTÍNUO
Perfuração e explosivo	Fio helicoidal e diamantado
Perfuração contínua	Chama térmica (flame jet)
Divisão mecânica por cunhas	Jato d'água (waterjet)
Divisão por agentes expansivos	

A técnica mais utilizada ultimamente é o corte por meio de fio diamantado, que consiste em um fio de aço onde são inseridas pérolas diamantadas, separadas por anéis de borracha ou molas espaçadas. Primeiramente, são feitos dois furos (um horizontal e outro vertical) para colocação do fio. Após essa etapa, inicia-se o corte, que pode ser vertical ou horizontal. Dependendo das características da rocha, podem-se também utilizar técnicas de corte contínuo, combinadas com técnicas de corte cíclico.



**Figura 9** - Técnica de perfuração para corte com fio diamantado

Após o desmonte, é feito o tombamento do bloco, geralmente por meio de máquinas pesadas como retroescavadeiras, pás carregadeiras ou macaco hidráulico. O tombamento deve ocorrer sobre colchões de amortecimento, que podem ser formados por solo, pedaços de rocha, argila e pneus, com o intuito de preservar a integridade do bloco.

Com o bloco tombado, inicia-se o desmembramento com perfurações feitas por meio de marteletes e brocas. Cunhas mecânicas são utilizadas para deslocar o bloco e desmembrá-lo.

O esquadrejamento visa retirar as irregularidades nas laterais. São usados marteletes manuais, ponteiros, talhadeiras e marretas. É um trabalho que exige grande habilidade manual para não prejudicar o acabamento da peça.

Depois de todas as etapas, os blocos são estocados para aguardar o carregamento e o transporte.

## Beneficiamento

Após a lavra, os blocos passam pelo beneficiamento, visando atender às especificações de mercado. As etapas de beneficiamento são as seguintes:



Figura 10 - Fluxograma do beneficiamento de granitos e mármore

Existem várias técnicas de corte (serragem), sendo as mais utilizadas aquelas por meio de teares de lâminas, teares multifios diamantados e talhas-blocos. Os teares de lâminas são formados por um conjunto de lâminas dispostas paralelamente e equidistantes, operando com auxílio de uma polpa abrasiva, composta de água, granalha de aço ou ferro, cal ou bentonita. Normalmente essa polpa circula em circuito fechado e o pó da pedra gerado no processo é incorporado à mistura.

Para assegurar as características ideais de densidade e viscosidade da polpa abrasiva, recomenda-se uma descarga periódica da polpa. Essa medida otimiza o corte e o resfriamento das lâminas.

Os teares multifios diamantados são oriundos da utilização de fios diamantados no corte dos blocos. O princípio de funcionamento é o mesmo citado no processo de retirada dos maciços na lavra; porém, os teares possuem diversos fios dispostos paralelamente e equidistantes, proporcionando o corte dos blocos em pequena espessura, normalmente de 1 cm a 3 cm.

O uso de teares multifios diamantados possui diversas vantagens em relação ao uso do tear de lâminas, sendo a mais expressiva delas o aumento de produtividade, que pode chegar até seis vezes.

Outra tecnologia empregada é o corte por meio de talha-blocos. Esse método é indicado para blocos menores, fora dos padrões, que não podem ser usados nos teares e que normalmente não teriam aproveitamento. Seu funcionamento se dá por meio de discos diamantados capazes de realizar cortes de grande profundidade. O principal produto gerado são os ladrilhos utilizados em revestimentos de pisos.

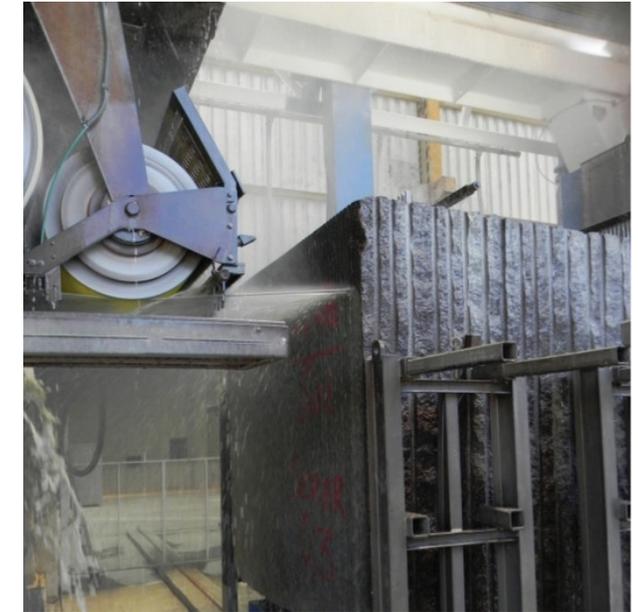


Figura 11 - Tear multifios

Após a etapa de corte, as chapas passam pelo processo de polimento e lustro, com o objetivo de tornar a superfície mais lisa e dar brilho à peça. Esse processo é realizado por meio de politrizes que passam abrasivos na superfície, em movimentos de rotação. Inicia-se com abrasivos de maior granulometria, passando para os de menores granulometrias até se atingir o polimento e o brilho desejados.

Em relação ao acabamento, existem diversas técnicas que podem ser empregadas de acordo com a demanda. Podem ser citadas o apicoamento, o flameamento, o jateamento de areia, o boleamento, a fresagem, o bisotamento, dentre outras. O apicoamento consiste em realizar pequenos furos sobre a pedra, à base de marteladas, deixando-a com aspecto poroso; o flameamento emprega um processo de tratamento por chama com resfriamento imediato, o que confere aspecto rugoso; o jateamento, por sua vez, desgasta a superfície. Esses processos são muito utilizados para tornar as superfícies antiderrapantes. O boleamento torna as bordas arredondadas; a fresagem consiste em entalhar ou desbastar a peça; o bisotamento em bancadas cria chanfros; já nos pisos, tira o corte das arestas, evitando que as beiradas se quebrem.



Figura 12 - Acabamento de granito

## Quartzito

Segundo a ABIROCHAS (2009), os quartzitos podem ser definidos como:

Rochas metamórficas com textura sacaroide, derivadas de sedimentos arenosos, formadas por grãos de quartzo recristalizados e envolvidos ou não por cimento silicoso. Tanto quanto nos mármore, a recristalização mineralógica ocorre por efeito de pressão e temperatura atuantes sobre os sedimentos originais, tornando os quartzitos normalmente mais coesos e menos friáveis que os arenitos. Cherts são rochas silicosas, tanto microcristalinas quanto criptocristalinas, formadas pela precipitação química de sílica ( $\text{SiO}_2$ ) em ambientes subaquáticos. Silixitos são rochas similares ao cherts, também de granulação muito fina (textura afanítica), por vezes resultantes de segregações metamórficas e hidrotermais.

Os quartzitos são amplamente utilizados para ornamentação e revestimentos. Esse tipo de rocha possui características de foliação metamórfica, que permite um processamento bem mais simples em comparação aos outros tipos de rochas, dispensando o uso de teares, talha-blocos, etc.

## Lavra

A lavra é realizada a céu aberto, em bancadas. A primeira etapa é o decapeamento, que se inicia com a retirada do solo que, neste caso, costuma ser facilitada, em razão da fina camada de solo existente. Também se remove o quartzito alterado, que, por não possuir valor comercial, é considerado estéril. Nessa etapa, pode ser necessária a utilização de explosivos.



Figura 13 - Lavra de quartzito

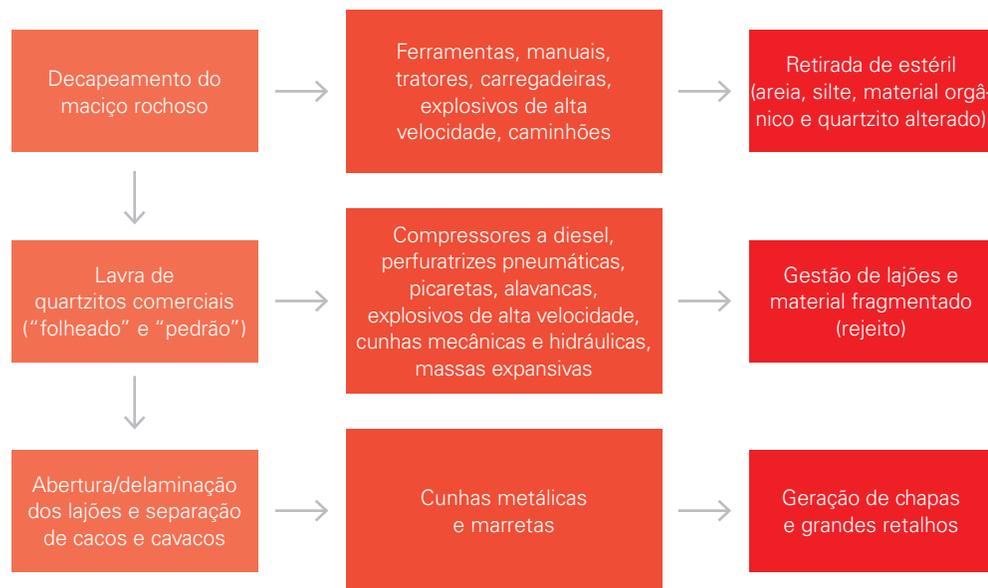
Ao se atingir o material de interesse, o desmonte das bancadas é efetuado por explosivos. Raramente são empregadas cunhas ou massas expansivas. A operação é finalizada com a utilização de picaretas, cunhas, pás mecânicas e alavancas. Após a detonação, placas grandes e espessas são retiradas com auxílio de cunhas e marretas. No próprio local, as placas são delaminadas com talhadeiras e martelo, originando peças mais delgadas.

As peças com melhor aproveitamento econômico são denominadas “folheado”, e as peças com pouca capacidade de delaminação são chamadas de “pedrão”.



**Figura 14** - Uso de cunhas e marretas para retirada de placas

## Atividades de lavra



**Figura 15** - Fluxograma de lavra

## Beneficiamento

Muitas vezes, o quartzito não necessita de acabamento industrial. Em alguns casos, as peças são esquadrejadas, riscadas e cortadas à percussão (martelo), apoiadas sobre uma quina de metal. Esse processo ocorre na própria lavra, originando lajotas de borda rugosa, que já podem ser comercializadas para alguns fins.



**Figura 16** - Corte da peça no beneficiamento

Uma parte dessas lajotas é direcionada para as plantas de beneficiamento, onde podem receber diversos acabamentos. O principal deles é o corte serrado, normalmente realizado em serras diamantadas, produzindo lajotas de borda lisa. Geralmente, as lajotas são descalibradas e com superfície natural.

Dependendo da demanda, a pedra pode passar por outros processos, como aquecimento em fornos, cortes para mosaicos, tamboreamento, calibração, polimento e acabamento de borda (boleamento).

Outros produtos gerados ainda na lavra são os cacos e os cavacos, que não passam por nenhuma espécie de beneficiamento. Essas peças formam poliedros irregulares, muito utilizados em revestimentos de pisos externos.

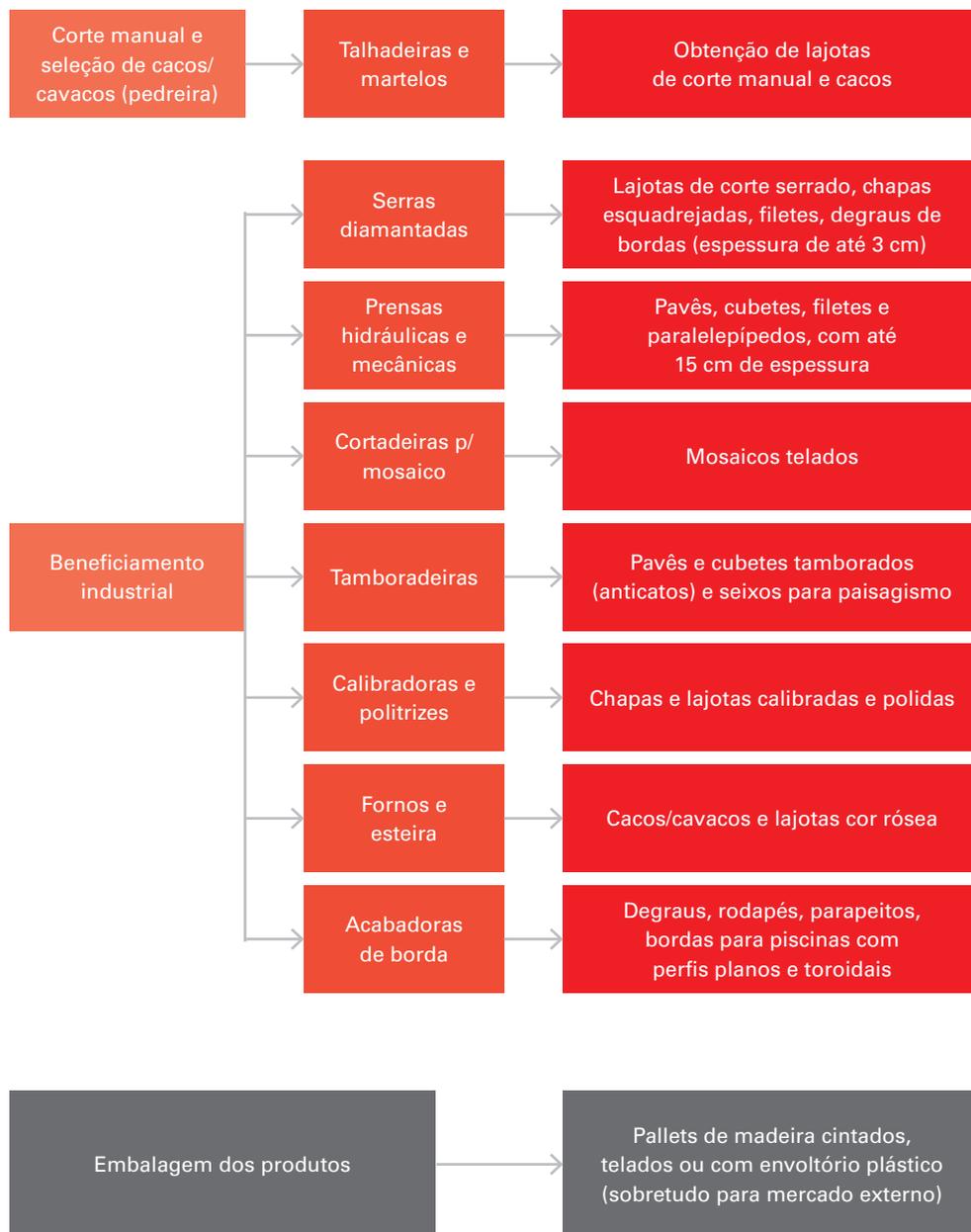


Figura 17 - Fluxograma do beneficiamento

## Marmorarias

As marmorarias atuam para atender à demanda do consumidor final, com a realização de cortes nas peças de acordo com as especificações requeridas. É a última etapa de transformação das rochas ornamentais, cujos produtos finais são materiais de revestimento interno e externo em construções, peças isoladas como bancadas, soleiras, rodapés e objetos de decoração, dentre outros.

Minas Gerais possui mais de 1.500 marmorarias de pequeno e médio portes voltadas ao consumidor final. Estimam-se perdas de produção de aproximadamente 18%, ocasionando grande geração de rejeitos no beneficiamento final em um elevado número de municípios.

Segundo o Sebrae (1999), o completo beneficiamento das placas deve passar pelas seguintes etapas: levigamento, polimento, lustração, corte e acabamento.

- **Levigamento:** consiste no desengrossamento da chapa e retificação de sua superfície, de forma a se obter uma placa de mesma espessura, com uma superfície menos rugosa e áspera. Para isso, utilizam-se politrizes manuais ou automáticas, com passagens sucessivas sobre a chapa, substituindo-se a granulometria dos abrasivos que são fixados nos discos das politrizes.
- **Polimento:** realizado pelo mesmo equipamento da etapa de levigamento, porém, altera-se a granulometria do abrasivo utilizado. Após o polimento, obtém-se uma superfície lisa e opaca.
- **Lustração:** feita para a obtenção de uma superfície lisa e brilhosa, que realce as propriedades de textura e cor da rocha. É realizada por politrizes que utilizam coroas de polimento com abrasivos para a obtenção do lustre, principalmente para o granito.
- **Corte:** última operação das placas, feita na dimensão desejada para a sua utilização. É realizada por máquinas de corte a disco diamantado manuais ou semiautomáticos.

Em muitos casos, após o corte, as peças passam por um processo de apicoamento. O afeiçoamento consiste no acabamento final das partes cortadas, empregando-se lixadeiras manuais. O apicoamento consiste em piques de forma homogênea, realizados na superfície das chapas de granito para realçar-lhe a beleza, utilizando-se esmerilhadeiras manuais.

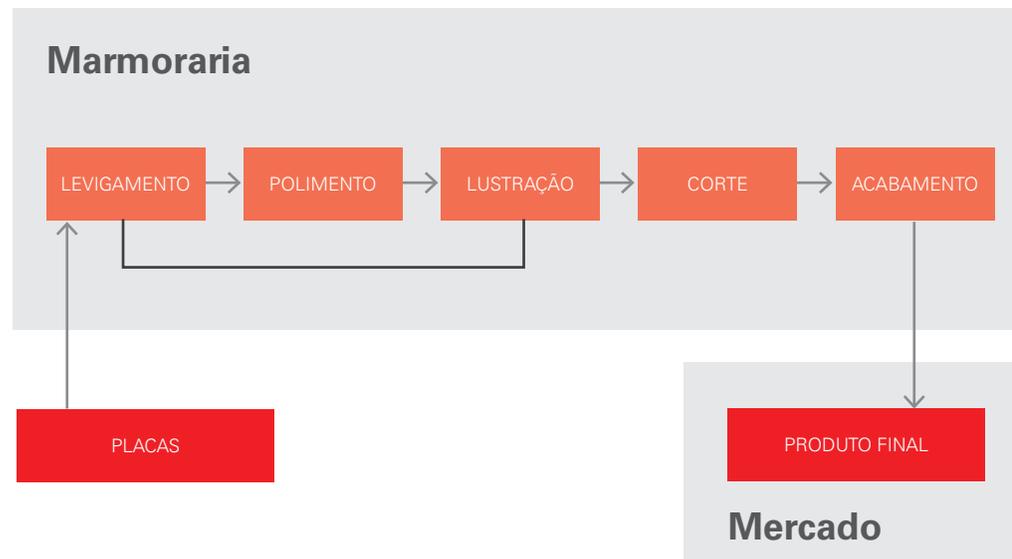


Figura 18 - Fluxograma das etapas realizadas em marmorarias

## ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS

Em todas as fases dos processos relacionados à exploração de rochas ornamentais, há ocorrência de problemas associados ao meio ambiente. Os aspectos e os impactos ambientais das minerações de rochas ornamentais começam ainda nas fases de prospecção e pesquisa mineral e prosseguem com a abertura da frente de lavra, implantação do empreendimento, extração, beneficiamento e refino da rocha propriamente dita (ALMEIDA, 2006).

Os problemas são comuns a todos os tipos de rocha, havendo pequenas variações quanto à severidade do impacto nas etapas de beneficiamento em função das técnicas utilizadas. Dentre os aspectos/impactos, destacam-se: desmatamento, geração e disposição de estéreis, ruídos, efluentes líquidos, poeira e problemas associados a recursos hídricos como assoreamento.

## Alteração da Paisagem

Conforme a DN COPAM nº 127/2008, os empreendimentos minerários são obrigados a incluir no seu planejamento os projetos de reabilitação da área impactada, devendo ser realizado de forma concomitante com a lavra, ao longo de sua vida útil. Posteriormente, com uma antecedência mínima de dois anos de seu fechamento, devem apresentar ao órgão ambiental responsável pelo seu licenciamento o Plano Ambiental de Fechamento de Mina (PAFEM). O fechamento da mina deve ser planejado desde sua concepção, reavaliado/modificado toda vez que houver mudança substancial do projeto ou nas condições do entorno, ter sua implantação iniciada quando ainda estiver em atividade, contemplar todas as partes interessadas externas e internas, acompanhar o desenvolvimento socioeconômico do local e estimar todos os custos a ele associados.

Por meio da retirada da vegetação, da remoção do solo, da abertura das vias de acesso e de circulação, da implantação de infraestrutura, da abertura de praças de trabalho, gera-se uma série de impactos na área do empreendimento. Para melhor gestão e controle dessas ocorrências, sugerem-se as seguintes medidas:

- Ações de revegetação concomitante ao funcionamento do empreendimento.
- Projetos de drenagem.
- Utilização de biomantas para controle de processos erosivos.
- Armazenamento do solo orgânico para posterior uso na revegetação e na recuperação da área.
- Previsão de recuperação da área no plano de descomissionamento.

Desde 2009, os processos de revalidação de licença de operação de empreendimentos minerários devem incluir a descrição de todas as ações implantadas ou em andamento voltadas para a reabilitação da área impactada. Essas informações devem ser integradas ao Relatório de Avaliação do Desempenho Ambiental (RADA), principal instrumento no processo de renovação da licença.

A desativação de estruturas dentro do empreendimento deve ser comunicada ao órgão ambiental com antecedência mínima de 60 dias, e as informações e medidas de controle deverão ser incorporadas ao RADA subsequente.

Já para o fechamento da mina, deve-se comunicar ao órgão ambiental com antecedência mínima de dois anos, por meio de protocolo do Plano Ambiental de Fechamento de Mina (PAFEM), conforme o Termo de Referência para Fechamento de Minas - Plano Ambiental de Fechamento de Mina - Atividades Minerárias<sup>1</sup>. Para os empreendimentos das classes 5 e 6 (conforme DN COPAM nº 74/2004), o PAFEM deve ser apresentado em uma reunião pública às partes interessadas com o intuito de colher opiniões e sugestões da comunidade diretamente afetada.

A execução do PAFEM é acompanhada pelo órgão ambiental por meio de fiscalização, auditoria técnica e visitas de acompanhamento. A DN também prevê que qualquer alteração nas medidas definidas no plano deverá ser informada previamente ao órgão ambiental.

Os responsáveis por empreendimentos minerários localizados no Estado de Minas Gerais, detentores de Autorização Ambiental de Funcionamento (AAF), devem realizar anualmente, até o dia 31 de março, a atualização do Cadastro de Áreas Impactadas pela Atividade Minerária. O cadastro foi instituído pelas DN COPAM nº 144/2009 e nº 145/2009 e é obrigatório para todos os empreendimentos da Listagem A (Atividades Minerárias) da DN COPAM nº 74/2004, regularizados por meio de Autorização Ambiental de Funcionamento (AAF).

## Emissões Atmosféricas

A principal fonte de emissões atmosféricas no processo de lavra está associada à poeira. A ocorrência desse aspecto dá-se em razão da movimentação do solo, da perfuração e do desmonte da rocha e do transporte interno da produção. Há também emissões atmosféricas originadas do tráfego de veículos e equipamentos movidos a combustível.

<sup>1</sup> Disponível em: <<http://www.meioambiente.mg.gov.br/noticias/1/1172-termos-de-referencia-para-fechamento-de-minas>>.

As medidas de controle ambiental são simples e de baixo custo de implantação, conforme apresentado a seguir:

- Umectação das vias de circulação e de acesso ao empreendimento.
- Cinturão verde no perímetro do empreendimento.
- Realização de corte da rocha a úmido.

Sugere-se, visando à minimização do transporte de poeiras para vias urbanas e rodovias, que os empreendimentos implementem sistema de lavador de rodas.

## Ruído

O ruído excessivo não só se submete às exigências de ordem ocupacional, estando também sujeito ao controle da poluição ambiental, conforme a Lei nº 10.100/1990, que dispõe sobre a proteção contra a poluição sonora no Estado de Minas Gerais. A emissão de ruído, em decorrência de qualquer atividade, obedecerá, no interesse da saúde, do sossego público, aos padrões, aos critérios e às diretrizes estabelecidas na Resolução CONAMA nº 1/1990.

No setor de rochas ornamentais, esse aspecto ambiental é resultado da movimentação e da utilização de máquinas, equipamentos como, por exemplo, serras, caminhões e retroescavadeiras. Em plantas que realizam o desmonte de rochas por detonação com explosivos, a ocorrência desse aspecto é agravada.

Tendo em vista a redução e a geração de incômodos à comunidade local, sugere-se a manutenção constante das máquinas e dos equipamentos.

A estruturação de um programa interno para a avaliação das condições mecânicas das máquinas e dos equipamentos pode garantir o bom funcionamento das ferramentas, evitando-se ruídos excessivos e melhorando as operações. Medidas simples como lubrificação, enclausuramento de etapas com alta emissão de ruído, substituição de peças e componentes desgastados, regulagens de pressão e limpeza podem reduzir significativamente o agravamento desse aspecto ambiental.

Para evitar ruídos decorrentes dos equipamentos de beneficiamento, pode-se também utilizar os obstáculos naturais ou instalar estruturas artificiais como pilhas de estéril, material beneficiado ou a ser tratado entre as áreas de dispersão de ruído.

Outra medida que também contribui para a redução da dispersão do ruído é a implantação de um cinturão verde (arborização) no perímetro do empreendimento. Essa medida, além de contribuir para o aspecto ruído, interfere positivamente na dispersão da poeira e no impacto visual.

## Geração de Rejeito e Estéril

Rejeito é toda substância não econômica ou fragmento retirado do bloco rochoso no desmonte e no beneficiamento. Já os materiais denominados estéreis, são consideradas substâncias naturais como solo, subsolo e outros tipos de rochas não aproveitáveis que se dispõem sobre o material de interesse. A geração desses materiais é bastante significativa, representando aproximadamente 93% da rocha desmontada. Como exemplo desses materiais, citam-se solo removido da escavação e do decapeamento da área, retalhos rochosos e rochas de outra natureza sem fim comercial.

Esse material é acondicionado dentro ou nas proximidades do empreendimento e sua disposição em pilhas não constitui um problema ambiental crítico, desde que realizada com critérios técnicos.

Os projetos e o dimensionamento dos depósitos de estéreis e rejeitos devem ter como referência a norma ABNT NBR 13.029 de 2006. Essa norma especifica os requisitos mínimos para a elaboração e apresentação de projeto de pilha para disposição de estéril gerado por lavra de mina a céu aberto ou de mina subterrânea, visando atender às condições de segurança, operacionalidade, economicidade e desativação, minimizando os impactos ao meio ambiente.



Figura 19 - Pilha de rejeitos

O projeto e a construção dessa estrutura devem ser precedidos de estudos geotécnicos, hidrológicos e hidrogeológicos, bem como seu funcionamento ter ações e programas de manutenção e monitoramento. Para prevenção de impactos ambientais, devem ser adotadas medidas de controle visando manter a estabilidade dos materiais, evitar processos erosivos e carreamento para corpos d'água:

- Construção de diques de contenção.
- Limitação da localização das lavras e depósitos com relação aos cursos d'água, foram das Áreas de Preservação Permanente (APP).
- Sistema de drenagem interna e superficial.
- Plano de ação e contingência para situações de risco grave e iminente de ruptura.

O empreendimento deve manter atualizado e validado, pelo órgão ambiental, um programa para recomposição e recuperação dessas áreas. Como já mencionado, a cada desativação desse tipo de estrutura, o órgão ambiental deve ser comunicado e as ações implementadas para recomposição da área devem ser incorporadas no próximo RADA.

Os empreendimentos industriais e minerários que possuem barragens de contenção de rejeitos, de resíduos e de reservatórios de água devem apresentar à FEAM o Cadastro de Barragem, em cumprimento à DN COPAM nº 87/2005. Os barramentos foram definidos pela DN COPAM nº 62/2002, em seu art. 1º, como: qualquer estrutura – barragem, barramento, dique ou similar – que forme uma parede de contenção de rejeitos, de resíduos e de formação do reservatório de água.

## Geração de Resíduos Sólidos

Segundo a Lei nº 12.305/2010, os resíduos sólidos são materiais, substâncias, objetos ou bens descartados, resultantes de atividades humanas em sociedade, cuja destinação se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder. Essa lei estabelece diretrizes para o correto gerenciamento dos resíduos sólidos, que contemplam a não geração, a prevenção da geração, a redução, a reutilização e o reaproveitamento, a reciclagem, o tratamento, a destinação final e a valorização. Ao longo do processo produtivo associado às rochas ornamentais, existem várias operações que geram resíduos sólidos, destacando-se: material estéril, retalhos e aparas rochosas, resíduos provenientes de oficinas de manutenção, pó de pedra (material sedimentar) proveniente dos sistemas de tratamento de efluentes.

O primeiro ponto para implementar a gestão de resíduos sólidos é a realização de análise do processo produtivo sobre o aspecto da não geração desse material ou de sua minimização. Essa abordagem pode ser viabilizada com pequenas alterações no processo produtivo visando ao melhor aproveitamento dos materiais e à redução do desperdício. Cabe lembrar que todo resíduo gerado é material mal utilizado e pode ser considerado como uma ineficiência de processo.

Os resíduos armazenados temporariamente no empreendimento devem ser acondicionados em espaços e recipientes para oferecer risco mínimo de contaminação ambiental. Neste sentido, cabe destacar os resíduos provenientes das oficinas de manutenção como estopas e trapos contaminados com óleos e graxas e embalagens vazias de produtos perigosos. Tais resíduos devem ser separados dos materiais não perigosos e armazenados em locais com piso impermeabilizado, protegidos de intempéries e com sistema de drenagem e captação de líquidos contaminados.

Ao destinar os resíduos para tratamento, disposição ou comercialização, o empreendedor deve exigir que o transporte esteja de acordo com a Resolução ANTT nº 420/2004 (para transporte terrestre de resíduos perigosos) e que apresente as licenças devidas para esse tipo de serviço.

As licenças do receptor final também devem ser exigidas, observando-se se contemplam, no seu escopo, o tratamento ou a disposição dos resíduos enviados.

## Efluentes Líquidos

Consistem nos despejos líquidos provenientes das áreas de processamento, incluindo os originados nos sistemas de drenagem da jazida e principalmente da água utilizada no processo de aparelhamento e beneficiamento das rochas.

A natureza dos efluentes líquidos gerados depende da tecnologia e dos processos industriais empregados como as etapas de lavra, beneficiamento e pós-beneficiamento das rochas ornamentais.

Nas etapas de beneficiamento e pós-beneficiamento, principalmente nas operações de serragem, calibragem, aplainamento e furação das peças, é gerado um pó de fina granulometria, que, juntamente com a água de resfriamento, forma uma polpa com alto grau de turbidez. Os impactos no meio ambiente provenientes da emissão desse efluente podem estar relacionados ao assoreamento e à alteração da turbidez dos corpos d'água.

**Figura 20** - Tanque de decantação/clarificação do efluente das serrarias



Comumente, os empreendimentos drenam esse tipo de efluente para sistemas simples de decantação. O tratamento consiste em uma sequência de tanques que promovem a deposição em camadas de materiais densos pela força da gravidade. A implementação desse controle permite o reuso da água no processo; já existem iniciativas do reaproveitamento para outros fins dos finos retirados no tratamento.

## Consumo de Água

O consumo de água é predominante nas atividades de serraria; porém, no caso da ardósia, a água é utilizada também na lavra. Normalmente, o sistema de drenagem direciona as águas pluviais para o interior da cava, para a futura utilização no corte da rocha. Estima-se que, para produzir 1 m<sup>3</sup> de ardósia beneficiada, se consuma 3,8 m<sup>3</sup> de água; porém, o setor apresenta bons coeficientes de reuso.

Nas serrarias, a água é utilizada para resfriamento dos equipamentos de corte, composição de polpas abrasivas e também para aspersão dos pátios. A água usada nos processos citados pode ser reutilizada. Para tal, faz-se necessária a implementação de um sistema de tratamento simples, voltado para a decantação do pó de pedra dissolvido no efluente.

### Para saber mais:

Cartilha Gestão da Água nas Indústrias. FIEMG, 2015.

Disponível em:

<[http://www7.FIEMG.com.br/Cms\\_Data/Contents/central/Media/Documentos/Biblioteca/PDFs/FIEMG/Agua/FI-0069-14\\_20X20-CARTILHA-RECURSOS-HIDRICOS.pdf](http://www7.FIEMG.com.br/Cms_Data/Contents/central/Media/Documentos/Biblioteca/PDFs/FIEMG/Agua/FI-0069-14_20X20-CARTILHA-RECURSOS-HIDRICOS.pdf)>.

## BOAS PRÁTICAS AMBIENTAIS

A busca pela sustentabilidade tem orientado muitas indústrias em direção à prática de melhorias contínuas para além das obrigações formais contidas na regularização ambiental. A melhoria do desempenho ambiental do setor passa pela substituição de tarefas cotidianas das empresas por práticas voltadas à produção sustentável, onde seja possível obter uma série de benefícios, tanto ambientais quanto econômicos, na gestão de seus processos.

Este item visa, portanto, orientar e recomendar ao empreendedor do setor quanto às boas práticas ambientais, que podem ser aplicadas aos processos e às atividades industriais de rochas ornamentais, tendo em vista os aspectos e os impactos ambientais relacionados ao consumo e à geração anteriormente mencionados. Salienta-se que, para implantação de cada uma das boas práticas ambientais, cabe verificar a viabilidade técnico-econômica e consultar a legislação ambiental vigente. Em relação a qualquer planejamento que vise à alteração nas condições de instalação ou operação da empresa objeto de Licença Ambiental prévio, recomenda-se consultar o órgão ambiental para as devidas orientações.

Em Minas Gerais, existe o **Banco de Boas Práticas Ambientais**, criado pela FEAM e pela FIEMG. O 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. Entre os objetivos, busca-se destacar projetos de Produção Mais Limpa e Produção Sustentável, desenvolvidos pelas empresas em Minas Gerais, promovendo um ambiente para divulgação de iniciativas e troca de experiências empresariais. Qualquer empresa do setor de rochas ornamentais pode participar, desde que devidamente regularizada junto aos órgãos ambientais. Para mais informações, acesse:

<<http://www.feam.br/producao-sustentavel/boas-praticas.>>.

## POR QUE ADOTAR BOAS PRÁTICAS AMBIENTAIS

- + Aumento da produtividade e da rentabilidade do negócio.

---

- + Melhoria da imagem corporativa e apoio em ações de marketing.

---

- + Expansão no mercado dos produtos da empresa.

---

- + Melhoria da qualidade do produto.

---

- + Melhoria do relacionamento com a comunidade e com os órgãos públicos.

---

- + Redução da geração de resíduos, efluentes e emissões e de gastos com seu tratamento e destinação final.

---

- + Redução dos custos de produção.

---

- + Redução dos riscos de acidentes ambientais e ocupacionais.

---

- + Redução no uso de substâncias tóxicas.

---

- + Retorno do capital investido nas melhorias em curtos períodos.

---

- + Uso racional da água, da energia e das matérias-primas.

---

## BOAS PRÁTICAS AMBIENTAIS DO SETOR

ETAPA	BOAS PRÁTICAS	BENEFÍCIOS
Etapas de projetos (granito, ardósia e quartzito)	Projetar, dimensionar depósitos de estéril, bem como de solos orgânicos a serem utilizados na recuperação de áreas degradadas, de acordo com a NBR ABNT 13029:2006	Redução de custos com transporte e deposição de estéril
Lavra (granito e ardósia)	Utilizar os rejeitos para produção de britas, pedras de mão, etc.	Redução de custos com transporte até os depósitos de rejeito
Lavra (granito, ardósia e quartzito)	Escolher os horários de detonação dos explosivos para não atrapalhar a população do entorno	Diminuição dos incômodos causados pelos ruídos
Lavra (granito e ardósia)	Evitar uso de explosivos, utilizando métodos de extração que geram menos rejeitos. Ex.: Corte com fio diamantado	Redução da geração de rejeitos enviados à pilha de estéril
Lavra de ardósia	Armazenar águas pluviais para utilização no corte dos degraus	Redução do consumo de água
Lavra e beneficiamento (ardósia)	Utilizar os rejeitos para produção de brita expandida para concreto leve	Redução de custos com transporte até os depósitos de rejeito

Lavra e beneficiamento (granito, ardósia e quartzito)	Implantar programas educacionais para a conscientização do uso racional dos recursos naturais e da proteção do meio ambiente	Redução de desperdícios e redução de custos no consumo de insumos
Lavra e beneficiamento (granito, ardósia e quartzito)	Realizar manutenção preventiva nas máquinas e nos equipamentos	Redução no número de paradas, vazamentos, perdas, etc.
Lavra e beneficiamento (granito, ardósia e quartzito)	Substituir as máquinas e os equipamentos pouco eficientes energeticamente	Redução do consumo de energia
Lavra e beneficiamento (ardósia)	Separar pilhas de "bota-fora" por variedade cromática dos rejeitos	Viabilização da futura utilização dos rejeitos pelas cimenteiras
Lavra e beneficiamento (ardósia)	Promover adequada separação e acondicionamento dos finos, do corte da ardósia	Viabilização de sua utilização na cerâmica vermelha
Beneficiamento (granito, ardósia e quartzito)	Receber e manusear adequadamente as rochas	Redução de perdas e geração de rejeitos
Beneficiamento (granito, ardósia e quartzito)	Reutilizar a água usada no processo de corte	Redução do consumo de água
Beneficiamento e marmorarias (granito, ardósia e quartzito)	Utilizar as placas de energia fotovoltaicas para alimentação das bombas de retorno da água reutilizada	Redução do consumo de energia

Beneficiamento (granito, ardósia e quartzito)	Armazenar águas pluviais para utilização no processo e na aspersão de pátios	Redução do consumo de água
Beneficiamento (quartzito)	Utilizar resíduos de corte para fabricação de argamassa	Menor utilização de recursos naturais e destinação adequada do resíduo
Beneficiamento (granito, ardósia e quartzito)	Utilizar telhas translúcidas para aproveitamento da luz natural	Redução do consumo de energia
Beneficiamento (granito, ardósia e quartzito)	Utilizar lâmpadas que consomem menos energia (Ex.: lâmpadas de LED)	Redução do consumo de energia
Beneficiamento (ardósia)	Utilizar serras diamantadas adequadas, evitando desperdícios	Redução do consumo de materiais
Beneficiamento de granito	Utilizar talha-blocos para reaproveitamento de blocos de pequena dimensão	Redução da geração de rejeitos
Beneficiamento de granito	Utilizar tear com fio diamantado	Utilização apenas de água, dispensando insumos como cal, granalha, etc.
Beneficiamento de granito	Segregar a lama abrasiva de acordo com a rocha serrada	Aumento da possibilidade de reutilização da lama abrasiva em outros processos

Marmoraria/Serrarias	Utilizar os resíduos para produção de britas, anticatos, seixos rolados ornamentais, etc.	Redução da geração de rejeitos
Marmoraria/Serrarias	Utilizar os resíduos (granitos e ardósias) em cerâmica vermelha	Redução da geração de rejeitos
Marmoraria/Serrarias	Utilizar os resíduos na produção de tijolos ecológicos	Redução da geração de rejeitos
Marmoraria/Serrarias do granito	Utilizar os resíduos de granito na fabricação de vidros	Redução da geração de rejeitos
Marmoraria/Serrarias do granito	Utilizar os resíduos de granito como corretivos de solo	Redução da geração de rejeitos
Marmoraria/Serrarias do granito	Utilizar os resíduos de serragem do granito, como material de enchimento em concretos asfálticos	Redução da geração de rejeitos
Marmoraria/Serrarias do granito	Utilizar os casqueiros para construção de muros de arrimo	Redução da geração de resíduos

Para alguns usos, é necessária a aprovação do órgão ambiental ou de outros órgãos competentes, como no caso de utilização de resíduos como corretivo de solo.

## REGULARIZAÇÃO AMBIENTAL E OBRIGAÇÕES LEGAIS DAS INDÚSTRIAS DE ROCHAS ORNAMENTAIS EM MINAS GERAIS

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

A regularização pode ser feita em âmbito federal, estadual ou municipal, dependendo das legislações e estruturas dos municípios para exercer essa competência. Normalmente, no caso do setor de rochas ornamentais, a regularização/licenciamento ocorre em âmbito estadual ou municipal, em função da abrangência do impacto. Os municípios podem realizar o licenciamento das atividades, desde que recebam delegação do estado, por meio de assinatura de convênio.

Em Minas Gerais, existem duas modalidades de regularização ambiental, variando conforme potencial poluidor e porte do empreendimento: a Autorização Ambiental de Funcionamento (AAF) e a Licença Ambiental. Em algumas situações, podem ocorrer também a dispensa do licenciamento ou a AAF.

### Licenciamento Ambiental – Rochas Ornamentais

Conforme a DN COPAM nº 74/2004, o setor de rochas ornamentais enquadra-se no grupo de atividades minerárias, subdividido em dois códigos.

- A-02-06-2 – Lavra a céu aberto com ou sem tratamento - rochas ornamentais e de revestimento
- A-05-04-6 – Pilha de rejeito/estéril de rochas ornamentais e de revestimento<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Deliberação Normativa COPAM nº 191, de 6 de janeiro de 2014, que altera o Anexo Único da Deliberação Normativa COPAM nº 74, de 9 de setembro de 2004, incluindo o código para atividade de pilha de rejeito/estéril de rochas ornamentais e de revestimento.

Em razão da conjugação com as atividades de britamento de pedras para construção e de beneficiamento de minerais não metálicos (que correspondem às ardósias, aos quartzitos, aos mármore e aos granitos), duas outras atividades constantes da “Listagem B - Atividades Industriais / Indústria Metalúrgica e Outras” são consideradas como integrantes do setor de rochas ornamentais.

- B-01-01-5 – Britamento de pedras para construção, inclusive mármore, ardósia, granito e outras pedras
- B-01-09-0 – Aparelhamento, beneficiamento, preparação e transformação de minerais não metálicos, não associados à extração

O potencial poluidor é considerado sobre as variáveis ambientais ar, água e solo, que, através dos impactos gerados nas atividades minerária e industrial, é classificado como pequeno, médio e grande. A combinação dos potenciais dessas variáveis indica o potencial poluidor geral da atividade.

O porte do empreendimento para as atividades relacionadas às rochas ornamentais pode ser determinado pela produção bruta, pela área do empreendimento ou pelo número de empregados, conforme o código correspondente da DN COPAM nº 74/2004, podendo ser pequeno, médio ou grande.

**Tabela 1** - Determinação da classe do empreendimento com base no potencial poluidor da atividade e do porte

		Potencial Poluidor / Degradador Geral da Atividade		
		P	M	G
Porte do Empreendimento	P	1	1	3
	M	2	3	5
	G	4	5	6

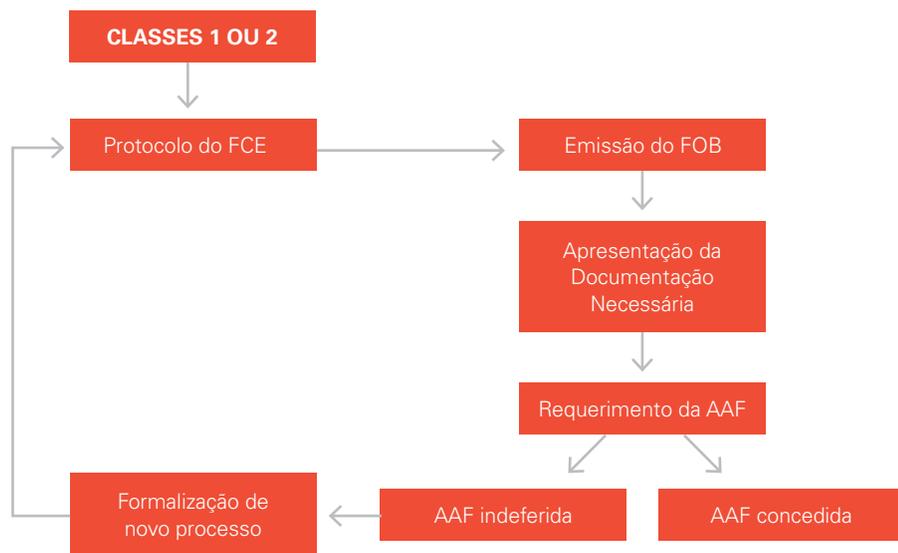
**Tabela 2** - Relação entre o tipo de atividade, o potencial poluidor e o porte do empreendimento

TIPO DE ATIVIDADE	POTENCIAL POLUIDOR	PORTE		
		P	M	G
Lavra a céu aberto com ou sem tratamento – rochas ornamentais e de revestimento	Médio	Produção bruta ≤ 6.000 m³/ano	6.000 < Produção bruta ≤ 9.000 m³/ano	Produção bruta > 9.000 m³/ano
Pilha de rejeito/estéril – rochas ornamentais e de revestimento	Médio	Área útil ≤ 1,0 ha	1,0 < Área útil ≤ 5,0 ha	Área útil > 5,0 ha
Britamento de pedras para construção, inclusive mármore, ardósia, granito e outras pedras	Médio	1 ≤ Área útil < 5 ha e nº de empregados < 30	Os demais	Área útil > 20 ha ou nº de empregados > 300
Aparelhamento, beneficiamento, preparação e transformação de minerais não metálicos, não associados à extração		0,04 ≤ Área útil < 1 ha e nº de empregados < 20	Os demais	Área útil > 5 ha ou nº de empregados > 100

Cruzando-se as informações do porte do empreendimento e do potencial poluidor definido para a atividade, tem-se a definição da Classe do empreendimento (Classe 1 à 6). Caso exista mais de uma atividade em um mesmo empreendimento, deverá ser considerado o maior potencial poluidor entre elas.

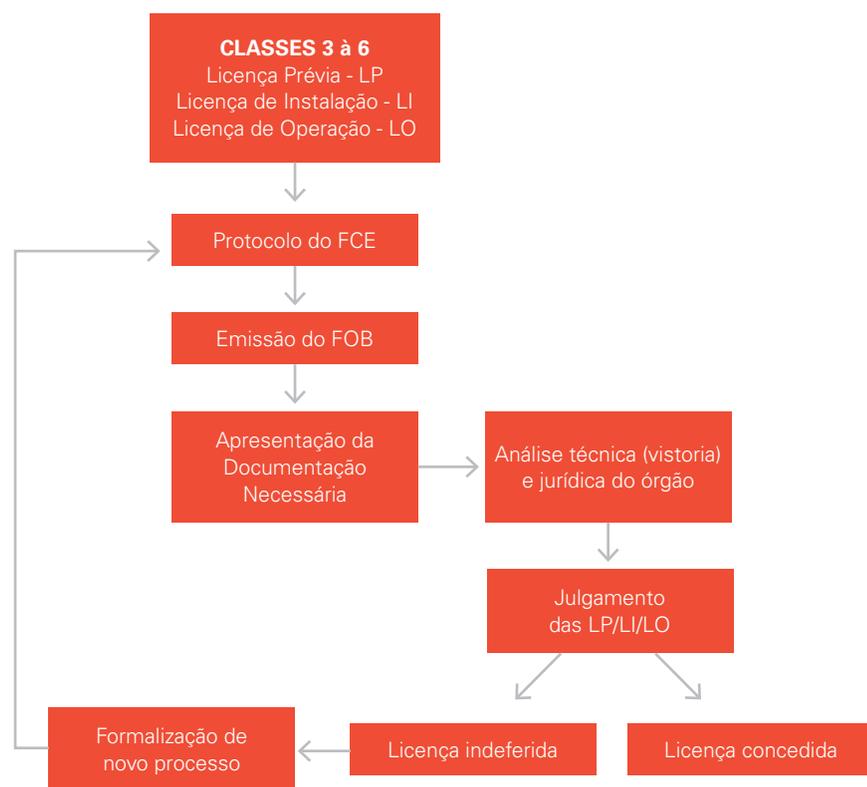
Os empreendimentos que se enquadrarem nas Classes 1 ou 2 terão sua regularização ambiental por meio da obtenção da AAF. Para as demais Classes (Classe 3 à Classe 6), os empreendimentos serão passíveis do Licenciamento Ambiental clássico.

As empresas cujos parâmetros da DN COPAM nº 74/2004 as classifiquem abaixo da Classe 1 (possível somente nas marmorarias e nas serrarias) são dispensadas do processo de regularização ambiental. Nesses casos, recomenda-se que tais empresas solicitem ao órgão ambiental uma certidão de “Não Passível de Licenciamento”, apesar de ser opcional.



**Figura 21** - Fluxograma para obtenção de AAF

Fonte: Adaptado de Cartilha Licenciamento Ambiental – Orientação ao Empreendedor, FIEMG.



**Figura 22** - Fluxograma para obtenção de Licença Ambiental

Fonte: Adaptado de Cartilha Licenciamento Ambiental – Orientação ao Empreendedor, FIEMG.

O procedimento para a obtenção da AAF ou da Licença Ambiental inicia-se com o preenchimento do Formulário de Caracterização do Empreendimento (FCE) e o protocolo desse documento no órgão ambiental. Em posse das informações recebidas através do FCE protocolado, o órgão ambiental classifica o empreendimento (Classe 1 à 6) e emite o Formulário de Orientação Básica (FOB) específico para a atividade, que contém toda a documentação necessária para prosseguimento de sua regularização ambiental.

**Tabela 3** - 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>• Alvará de Funcionamento</li> </ul> <p>Conforme o empreendimento, quando necessário, serão exigidos também:</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>• Documento Autorizativo para Intervenção Ambiental (DAIA).</li> <li>• Inscrição no Cadastro Ambiental Rural (CAR)</li> </ul>

Tipo de Regularização Ambiental	Documentos Necessários
Licença Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Requerimento da Licença Ambiental conforme modelo fornecido pelo órgão competente</li> <li>• Declaração da Prefeitura atestando que o local e o tipo de empreendimento/atividade estão em conformidade com a legislação aplicável ao uso e ocupação do solo</li> <li>• Declaração do Corpo de Bombeiros comprovando a adequação do empreendimento quanto ao combate a incêndios</li> <li>• Documento comprobatório da condição do responsável legal pelo empreendimento</li> <li>• Comprovante do pagamento de indenização dos custos administrativos de análise da Licença Ambiental</li> <li>• Certidão Negativa (Resolução COPAM nº 01/1992)</li> </ul> <p>Conforme o empreendimento, quando necessário, serão exigidos também:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudos Ambientais (EIA, RIMA, RCA, PCA, PRAD, dentre outros)</li> <li>• Outorga do Uso da Água, quando a água utilizada pelo empreendimento não for fornecida pela concessionária local</li> <li>• Certidão de matrícula do imóvel, quando rural</li> <li>• Inscrição no Cadastro Ambiental Rural (CAR) (quando imóvel na área rural)</li> <li>• Documento Autorizativo para Intervenção Ambiental (DAIA)</li> </ul>

Fonte: Adaptado de Cartilha Licenciamento Ambiental – Orientação ao Empreendedor, FIEMG.

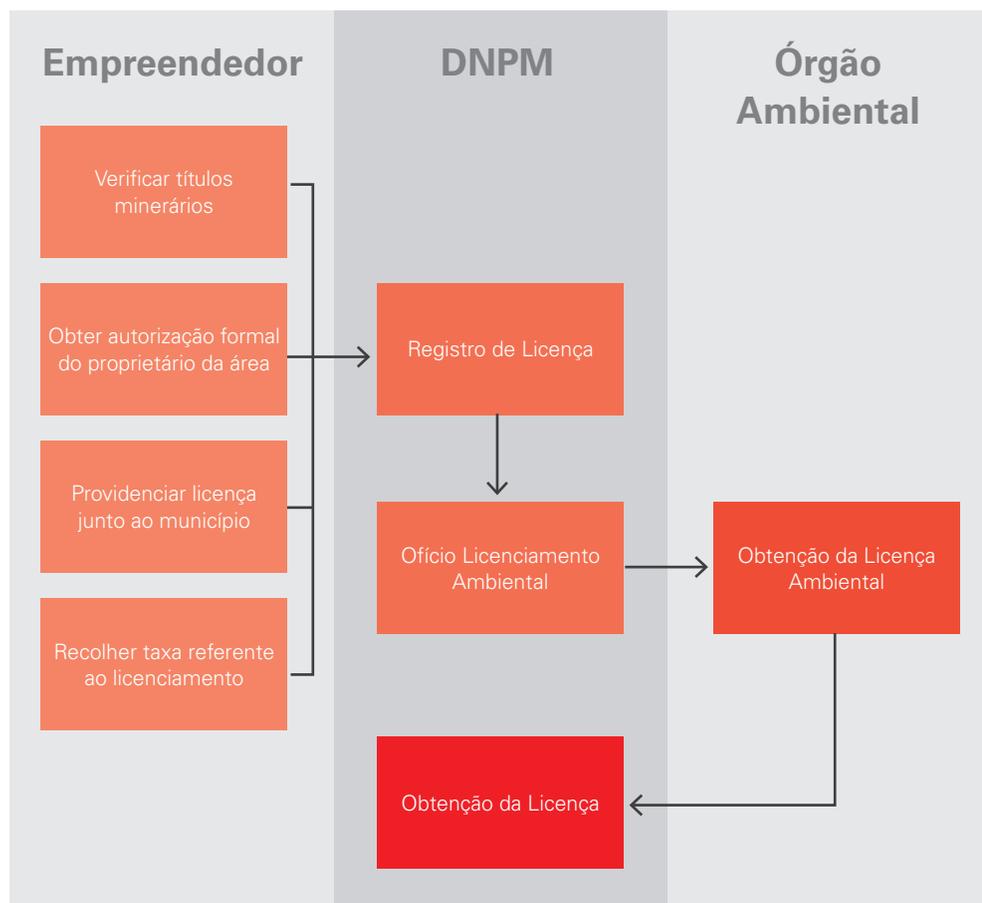
Como premissa para a regularização da atividade no Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), é necessário que a área de lavra esteja sem superposição de títulos minerários, ou seja, desonerada. Para verificar essa condição, basta obter as coordenadas geográficas da área e checar, via web, no 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. É necessário ainda obter a licença junto ao município, atestando o acordo ou a 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 com 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 geólogo ou engenheiro de minas), habilitado junto ao Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura (CREA). Após a apresentação dos devidos documentos, o DNPM emitirá por meio de ofício, a exigência da Licença Ambiental.

Depois da avaliação e da concessão de AAF ou da 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 23** - Fluxograma de regularização para lavra de rochas ornamentais junto ao DNPM e órgão ambiental.  
 Fonte: Adaptado do Guia Técnico Ambiental da Indústria de Cerâmica Vermelha, FIEMG.

**Observação:**

Mais detalhes sobre o processo de regularização ambiental podem ser obtidos na Cartilha da FIEMG: Licenciamento Ambiental – Orientações ao Empreendedor.

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

Caso o empreendimento esteja em instalação ou operando sem a respectiva licença e deseja regularizar-se, a empresa deverá solicitar a Licença de Instalação Corretiva (LIC) ou a Licença de Operação Corretiva (LOC), ou, quando for o caso, a AAF em caráter corretivo. Para isso, o empreendimento deverá demonstrar a viabilidade ambiental de seu empreendimento por meio de documentos, projetos e estudos exigíveis para a obtenção normal da licença.

### Obtive minha Licença Ambiental, e agora?

Possuir Licença Ambiental não significa estar adequado às exigências legais dessa natureza, muito menos garantia de que não haverá riscos ambientais. A licença ou a AAF permite o exercício de uma atividade nos termos e nas condições ali estabelecidos, devendo essa funcionar dentro dos limites e padrões ambientais, cumprindo-se as condicionantes e os monitoramentos definidos.

As Licenças Ambientais possuem condicionantes ambientais, como o monitoramento das emissões atmosféricas, de ruídos, dentre outros, para que assegurem o controle ambiental da atividade em consonância aos critérios ambientais.

Na renovação da Licença Ambiental, a empresa deverá demonstrar a eficiência do seu desempenho ambiental ao longo de seu período de vigência. Desta forma, é necessário que indicadores de processos ambientais sejam monitorados.

Apesar de não haver condicionantes em AAF, o empreendedor mantém a obrigação de garantir que a operação de sua atividade atende a todos os padrões e parâmetros estabelecidos pela legislação ambiental. Tal garantia normalmente dá-se por meio da realização de automonitoramentos.

De acordo com a legislação vigente, a renovação da Licença Ambiental deve ser requerida 120 (cento e vinte) dias antes do vencimento da licença em curso. Isso significa que o empreendedor deverá apresentar o FCE, receber o FOB e protocolar todos os documentos solicitados em até 120 dias antes do vencimento da licença.

## OBRIGAÇÕES LEGAIS AMBIENTAIS

As principais obrigações legais ambientais voltadas para a indústria de rochas ornamentais são:

- Licenciamento Ambiental
- Cadastro Técnico Federal (CTF) (Ibama)
- Relatório Anual de Atividades (Ibama)
- Taxa de Controle e Fiscalização (TCFA) (Ibama)
- Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Minerários (Sisema)
- Declaração de Carga Poluidora (Sisema)
- Cadastro das Áreas Impactadas pela Atividade Minerária (Sisema)\*

\* Apenas para empreendimentos detentores de AAF (DN 144/09) ou áreas mineradas abandonadas (DN 145/09)

Para melhor detalhamento sobre essas obrigações, consulte:

[www.feam.br](http://www.feam.br)

[www.mma.gov.br](http://www.mma.gov.br)

[www.mma.gov.br/conama](http://www.mma.gov.br/conama)

[www.ibama.gov.br](http://www.ibama.gov.br)

[www.semamg.gov.br](http://www.semamg.gov.br)

[www.siam.mg.gov.br](http://www.siam.mg.gov.br)

[sisemanet.meioambiente.mg.gov.br](http://sisemanet.meioambiente.mg.gov.br)

[www.FIEMG.com.br](http://www.FIEMG.com.br)

<http://pnla.mma.gov.br/>

## GLOSSÁRIO

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

**Controle e mitigação:** são medidas destinadas a prevenir impactos negativos ou reduzir sua magnitude.

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

**Impacto ambiental:** qualquer alteração das propriedades físico-química ou biológica do meio ambiente, causadas direta ou indiretamente pela ação das pessoas, pela biota, pelas condições estéticas e sanitárias do ambiente, pela qualidade dos recursos naturais. O impacto ambiental pode ser negativo ou positivo.

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

**Material particulado:** mistura complexa de sólidos com diâmetro reduzido, cujos componentes apresentam características físicas e químicas diversas. Em geral, o material particulado é classificado de acordo com o diâmetro das partículas, graças à relação existente entre diâmetro e possibilidade de penetração no trato respiratório.

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

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

**Regularização ambiental:** é o ato pelo qual o empreendedor atende às precauções que lhe foram requeridas pelo poder público referente a estudos e autorizações ambientais.

**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.

**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 um processo produtivo.

## REFERÊNCIAS

---

ABIROCHAS – Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais. Guia de aplicação de rochas em revestimentos – Projeto Bula. Cid Chiodi Filho; Eleno de Paula Rodrigues. São Paulo, SP. 2009.

ABIROCHAS - Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais. O setor de rochas ornamentais e de revestimento: situação atual, demandas e perspectivas frente ao novo marco regulatório da mineração brasileira. Fevereiro de 2013. Informe 06/2013. São Paulo – SP.

ABIROCHAS – Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais. Panorama Mundial do Setor de Rochas Ornamentais e de Revestimento em 2013. MONTANI, Carlo. São Paulo, SP. 2014.

ALMEIDA, S. Lavra, artesanato e mercado do esteatito de Santa Rita de Ouro Preto, Minas Gerais. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mineral: Economia Mineral, Universidade Federal de Ouro Preto. 123 p. Ouro Preto, 2006.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)>.

BRASIL. Resolução ANTT nº 420, de 12 de fevereiro de 2004. Aprova as Instruções Complementares ao Regulamento do Transporte Terrestre de Produtos Perigosos. Disponível em: <[http://www.antt.gov.br/index.php/content/view/1420/Resolucao\\_420.html](http://www.antt.gov.br/index.php/content/view/1420/Resolucao_420.html)>.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 001, de 8 de março de 1990. Dispõe sobre critérios de padrões de emissão de ruídos decorrentes de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, inclusive as de propaganda política. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA\\_RES\\_CONS\\_1990\\_001.pdf](http://www.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA_RES_CONS_1990_001.pdf)>.

FEAM – Fundação Estadual do Meio Ambiente. Plano de Ação para Sustentabilidade do Setor de Rochas Ornamentais – Quartzito São Thomé das Letras - Projeto Associado 4174. Gerência de Desenvolvimento e Apoio Técnico às Atividades Minerárias. Belo Horizonte, MG. 2009.

FEAM – Fundação Estadual do Meio Ambiente. Plano de Ação para Sustentabilidade do Setor de Rochas Ornamentais - Ardósia Papagaios. Gerência de Desenvolvimento e Apoio Técnico às Atividades Minerárias. Belo Horizonte, MG. 2010.

FIEMG – Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais. Licenciamento Ambiental – Orientações ao Empreendedor. Minas Gerais: FIEMG, 2013.

MINAS GERAIS. COPAM - Conselho Estadual de Política Ambiental. Deliberação Normativa nº 144, de 18 de dezembro de 2009. Dispõe sobre a declaração de informações relativas à identificação e classificação de áreas mineradas detentoras de Autorização Ambiental de Funcionamento (AAF) no Estado de Minas Gerais. 2009.

MINAS GERAIS. COPAM - Conselho Estadual de Política Ambiental. Deliberação Normativa nº 74, de 9 de setembro de 2004. Estabelece critérios para classificação, segundo o porte e potencial poluidor, de empreendimentos e atividades modificadoras do meio ambiente passíveis de autorização ambiental de funcionamento ou de licenciamento ambiental no nível estadual, determina normas para indenização dos custos de análise de pedidos de autorização ambiental e de licenciamento ambiental, e dá outras providências. 2004.

MINAS GERAIS. COPAM - Conselho Estadual de Política Ambiental. Deliberação Normativa nº 191, de 6 de janeiro de 2014. Altera o Anexo Único da Deliberação Normativa COPAM nº 74, de 9 de setembro de 2004, incluindo o código para atividade de pilha de rejeito/estéril de rochas ornamentais e de revestimento. 2014.

MINAS GERAIS. COPAM - Conselho Estadual de Política Ambiental. Deliberação Normativa nº 87, de 17 de junho de 2005. Altera e complementa a Deliberação Normativa COPAM nº 62, de 17 de dezembro de 2002, que dispõe sobre critérios de classificação de barragens de contenção de rejeitos, de resíduos e de reservatório de água em empreendimentos industriais e de mineração no Estado de Minas Gerais. 2005.

MINAS GERAIS. COPAM - Conselho Estadual de Política Ambiental. Deliberação Normativa nº 127, de 27 de novembro de 2008. Estabelece diretrizes e procedimentos para avaliação ambiental da fase de fechamento de mina. 2008.

MINAS GERAIS. COPAM - Conselho Estadual de Política Ambiental. Deliberação Normativa nº 62, de 17 de dezembro de 2002. Dispõe sobre critérios de classificação de barragens de contenção de rejeitos, de resíduos e de reservatório de água em empreendimentos industriais e de mineração no Estado de Minas Gerais. 2002.

MINAS GERAIS. Lei nº 10.100, de 17 de janeiro de 1990. Dá nova redação ao art. 2º da Lei nº 7.302, de 21 de julho de 1978, que dispõe sobre a proteção contra a poluição sonora no Estado de Minas Gerais. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=2229>>.

REIS, R. C.; SOUSA, W. T. Métodos de lavra de rochas ornamentais. Rem: Rev. Esc. Minas, Ouro Preto, julho, 2003.

