

AMANDA GONÇALVES DA SILVA

NAHYME NASLY CHALUB MENEZES BRANDÃO

**DIAGNÓSTICO DA PRODUÇÃO E DESCARTE DE RESÍDUOS DE  
PEDRAS ORNAMENTAIS EM UMA MARMORARIA NA CIDADE DE  
PADRE PARAÍSO - MG**

TEÓFILO OTONI – MG

FACULDADES UNIFICADAS DE TEÓFILO OTONI

2015

AMANDA GONÇALVES DA SILVA  
NAHYME NASLY CHALUB MENEZES BRANDÃO

**DIAGNÓSTICO DA PRODUÇÃO E DESCARTE DE RESÍDUOS DE  
PEDRAS ORNAMENTAIS EM UMA MARMORARIA NA CIDADE DE  
PADRE PARAÍSO/MG**

Monografia apresentada ao curso de Engenharia Civil das Faculdades Unificadas de Teófilo Otoni, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil. Área de Concentração: Resíduo de granito.

Orientadora: Diana Darlen Soares Cangussú.

TEÓFILO OTONI

2015



## FACULDADES UNIFICADAS DE TEÓFILO OTONI

A monografia intitulada **DIAGNÓSTICO DA PRODUÇÃO E DESCARTE DE RESÍDUOS DE PEDRAS ORNAMENTAIS EM UMA MARMORARIA NA CIDADE DE PADRE PARAÍSO/MG**, elaborada pelas alunas: Amanda Gonçalves da Silva e Nahyme Nasly Chalub Menezes Brandão, foi aprovada por todos os membros da banca examinadora e aceita pelo curso de Engenharia Civil das Faculdades Unificadas de Teófilo Otoni como requisito parcial para a obtenção do título de

**BACHAREL EM ENGENHARIA CIVIL.**

Teófilo Otoni, 28 de novembro de 2015.

### **BANCA EXAMINADORA**

---

Diana Darlen Soares Cangussú

---

Esp. Ruth Lopes Negreiros

---

Esp. Vitória Irma Gonçalves Lopes de Farias Freitas

Dedicamos a nossas famílias pelo  
esforço, compreensão e pelas sábias  
palavras.

## **Agradecimentos**

Aos nossos pais, Cleunice e Geraldo, Rossana e Mirander que sempre nos apoiaram ao longo dos anos e nos ensinaram à importância dos estudos. Agradecemos a nossa orientadora Diana pelo auxílio, incentivo nas horas difíceis e pelo apoio e atenção durante todo o curso.

Ao corpo docente do curso de Engenharia Civil das Faculdades Unificadas de Teófilo Otoni, pelos ensinamentos que contribuíram para a realização deste trabalho.

Aos professores Lúcio Onofri, Klederson Campos, Ruth Negreiros, Arnon Rihs, Rodrigo Colares e Werner Kriebel, pelas horas incansáveis, pela paciência em passar cada palavra, cada ensinamento, pelos momentos de descontração.

Agradecemos a todos que contribuíram, não só, para a conclusão deste trabalho, mas também para nosso crescimento científico.

*“Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades, lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram conquistadas do que parecia impossível.”*

*Charles Chaplin*

## RESUMO

A utilização de resíduos e subprodutos industriais na Construção Civil apresenta-se como uma excelente alternativa para diminuição do impacto ambiental causado e maior contribuição para o desenvolvimento sustentável, considerando que a Construção Civil é o setor da atividade tecnológica que consome grande volume de recursos naturais e parece ser um dos mais indicados para absorver os resíduos sólidos. No processo de beneficiamento de rochas ornamentais (granitos e mármore) é gerada uma grande quantidade de fragmentos que é descartado nos pátios das empresas. O mármore e o granito são matérias-primas conhecidas e bem difundidas, seja para utilização em revestimentos ou para peças ornamentais. Com o crescimento do setor mineral no Brasil, a partir da década de 60, surgiram muitas empresas de beneficiamento dessas rochas, as quais geram quantidades significativas de resíduos. Estes, em sua maior parte, são destinados de forma inadequada, oferecendo riscos de contaminação ao solo e aos recursos hídricos.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho é estudar e organizar o conhecimento com vistas a um descarte de resíduos de granito mais limpo, proporcionar a gestão dos resíduos e divulgar as práticas de direcionamento atuais de empresas de beneficiamento de rochas ornamentais. Estas práticas podem ser melhoradas ou adaptadas a outras atividades humanas, considerando as particularidades de cada atividade, analisar o uso de resíduos de granito e mármore, e a melhor opção para o seu correto direcionamento; pesquisar formas de redução dos resíduos gerados pelo processo de extração; propor a reutilização dos resíduos gerados na construção civil e avaliar de forma sistemática o potencial da aplicação dos resíduos sólidos provenientes do beneficiamento de rochas ornamentais como matéria – prima alternativa na obtenção de tijolos ecológicos de solo-cimento, argamassas de revestimento, confecção de lajotas para piso e material de enchimento em concretos asfálticos usinados a quente entre outros.

**Palavras Chaves:** Rochas ornamentais, Resíduos Sólidos, Tijolos Solo-Cimento.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	8
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÀFICA</b> .....	11
2.1 RESÍDUOS – CONCEITOS E LEGISLAÇÃO .....	11
2.2 ROCHAS ORNAMENTAIS – ESTUDO, TIPOS E BENEFICIAMENTO .....	13
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	16
3.1 DEFINIÇÃO DO LOCAL DA PESQUISA .....	16
3.2 RESÍDUOS GERADOS NAS ATIVIDADES DE PRODUÇÃO DE ROCHAS ORNAMENTAIS, SUAS APLICABILIDADES, IMPACTOS E CONSEQÜÊNCIAS .	18
3.3 ROCHA ORNAMENTAL .....	18
3.4 GRANITOS.....	22
3.5 TIPOS DE RESÍDUOS DO SETOR DE ROCHAS ORNAMENTAIS .....	26
3.6 APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DE MARMORARIAS .....	27
3.7 DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS PRODUZIDOS .....	28
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	31
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	32
<b>APÊNDICE A</b> .....	35



## INTRODUÇÃO

Grande parte das empresas de beneficiamento de rochas ornamentais, no caso as Marmorarias, ainda não possuem uma gestão eficiente para o descarte do material residual oriundo do corte, decorrente disso, têm se estudado meios para sua prevenção e redução, tendo como proposta a prática de hábitos de consumo sustentável, o incentivo para proporcionar o aumento da reciclagem e da reutilização dos resíduos e sua destinação ambientalmente adequada.

A geração de resíduos sólidos no Brasil tem um consumo médio de 200.000 toneladas/ano. Na indústria de rochas ornamentais, o consumo médio por empresa é de 50.000 toneladas/Ano de Resíduo de Corte de Granito (RCG), no objeto de estudo, o consumo médio é de aproximadamente 30.000 toneladas/ano e desse total cerca de 25% a 30% é considerado resíduo (Chapas Trincadas, Corte, Polimento, etc) (Gran Paraíso, 2015).

O setor de rochas ornamentais do Brasil ocupa uma posição de destaque internacional contribuindo com a produção e exportação de rochas com características estéticas e tecnológicas extremamente competitivas em nível mundial.

Atualmente, as rochas ornamentais constituem um dos principais materiais utilizados como revestimentos verticais (paredes e fachadas) e horizontais (pisos) de exteriores e de interiores de edificações. As rochas ornamentais respondem pela proteção das estruturas e dos substratos contra o intemperismo e agentes degradadores, domésticos e industriais, além de exercerem funções estéticas únicas.

De acordo com a Abirochas (2015), a versatilidade do uso e aplicação associado ao incremento do comércio nacional e internacional observado ao longo das últimas décadas, aliado na sua maioria ao desconhecimento por parte dos especificadores das características físico-mecânicas das rochas, tem propiciado em algumas situações, o uso equivocado ou inadequado de tais materiais. No geral a má utilização ou aplicação dos materiais pétreos pode diminuir significativamente a vida

útil do material ou mesmo inutiliza-lo de forma que a troca imediata do produto seja inevitável.

Segundo as especificações da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), rochas ornamentais constituem materiais naturais, extraídos a partir de pedreiras sob a forma de blocos e/ou em placas, cortados de forma variada e beneficiados por meio de corte, polimento, lustro, apicoamento ou flameamento (jato de fogo). São aplicados na arquitetura ou no emprego bastante promissor da indústria da construção civil, notadamente na decoração de ambientes, como peças isoladas, na confecção de mesas, bancos, balcões, pias, lavatórios, escadas, revestimento interno e externo de fachadas, pisos, soleiras colunas e pilares e arte funerária.

De acordo com a Abirochas (2015), nos mercados internos dos países produtores estima-se que sejam movimentados US\$ 18 bilhões/ano e no mercado internacional US\$ 12 bilhões/ano com a comercialização de materiais brutos e beneficiados. Para negócios com máquinas, equipamentos, insumos, materiais de consumo e prestação de serviços movimentam-se cerca de US\$ 10 bilhões/ano.

A produção mundial de rochas ornamentais teve uma evolução destacada, passando de 1,5 milhões de t/ano, na década de 20, para o nível atual de 110 milhões de t/ano.

Esse crescimento foi determinado tanto por novos tipos de utilização das rochas ornamentais nas paisagens urbanas, principalmente no que se refere a obras de revestimento, quanto por novas tecnologias de extração, manuseio, transporte e beneficiamento de blocos. Os avanços tecnológicos permitiram o aproveitamento e difusão de diversas rochas anteriormente não comercializadas, enquanto as novas utilizações viabilizaram soluções estéticas e funcionais muito interessantes e confiáveis na construção civil.

Este trabalho tem por objetivo geral, estudar e organizar o conhecimento com vistas á um descarte de resíduos de granito mais limpo, proporcionando a gestão dos resíduos e assim, divulgando as práticas de direcionamento atuais de empresas de beneficiamento de rochas ornamentais. Os objetivos específicos são analisar o uso de resíduos de granito e mármore, e a melhor opção para o seu correto

direcionamento; pesquisar formas de redução dos resíduos gerados pelo processo de extração e beneficiamento de rochas ornamentais e propor a reutilização dos resíduos gerados na construção civil.

Estas práticas podem ser melhoradas ou adaptadas a outras atividades humanas, considerando as particularidades de cada atividade, analisar o uso de resíduos de granito e mármore, e a melhor opção para o seu correto direcionamento; pesquisar formas de redução dos resíduos gerados pelo processo de extração e beneficiamento de rochas ornamentais e propor a reutilização dos resíduos gerados na construção civil.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 RESÍDUOS – CONCEITOS E LEGISLAÇÃO

A preocupação com os resíduos vem sendo discutida há algumas décadas nas esferas nacional e internacional, devido à expansão da consciência coletiva com relação ao meio ambiente. Assim, a complexidade das atuais demandas ambientais, sociais e econômicas induz a um novo posicionamento dos três níveis de governo, da sociedade civil e da iniciativa privada (BRASIL, 2015).

A busca por soluções na área de resíduos reflete a demanda da sociedade que pressiona por mudanças motivadas pelos elevados custos socioeconômicos e ambientais. Se manejados adequadamente, os resíduos sólidos adquirem valor comercial e podem ser utilizados em forma de novas matérias-primas ou novos insumos.

A implantação de um Plano de Gestão trará reflexos positivos no âmbito social, ambiental e econômico, pois não só tende a diminuir o consumo dos recursos naturais, como proporciona a abertura de novos mercados, gera trabalho, emprego e renda, conduz à inclusão social e diminui os impactos ambientais provocados pela disposição inadequada dos resíduos. (BRASIL, 2015)

A Lei nº 12.305/10, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) é bastante atual e contém instrumentos importantes para permitir o avanço necessário ao País no enfrentamento dos principais problemas ambientais, sociais e econômicos decorrentes do manejo inadequado dos resíduos sólidos. (BRASIL, 2015)

Prevê a prevenção e a redução na geração de resíduos, tendo como proposta a prática de hábitos de consumo sustentável e um conjunto de instrumentos para propiciar o aumento da reciclagem e da reutilização dos resíduos sólidos (aquilo que tem valor econômico e pode ser reciclado ou reaproveitado) e a destinação ambientalmente adequada dos rejeitos (aquilo que não pode ser reciclado ou reutilizado). (BRASIL, 2015)

Institui a responsabilidade compartilhada dos geradores de resíduos: dos fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, o cidadão e titulares de serviços de manejo dos resíduos sólidos urbanos na Logística Reversa dos resíduos e embalagens pós-consumo e pós-consumo. (BRASIL, 2015)

Cria metas importantes que irão contribuir para a eliminação dos lixões e institui instrumentos de planejamento nos níveis nacional, estadual, microrregional, intermunicipal e metropolitano e municipal; além de impor que os particulares elaborem seus Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos. (BRASIL, 2015)

Também coloca o Brasil em patamar de igualdade aos principais países desenvolvidos no que concerne ao marco legal e inova com a inclusão de catadoras e catadores de materiais recicláveis e reutilizáveis, tanto na Logística Reversa quando na Coleta Seletiva. Além disso, os instrumentos da PNRS ajudarão o Brasil a atingir uma das metas do Plano Nacional sobre Mudança do Clima, que é de alcançar o índice de reciclagem de resíduos de 20% em 2015. (BRASIL, 2015)

A Política Nacional de Resíduos Sólidos estabelece princípios, objetivos, instrumentos e diretrizes para a gestão integrada e gerenciamento dos resíduos sólidos, incluídos os perigosos, as responsabilidades dos geradores, do poder público, e dos consumidores, bem como os instrumentos econômicos aplicáveis. Ela consagra um longo processo de amadurecimento de conceitos: princípios como o da prevenção e precaução, o poluidor-pagador e o protetor-recebedor, o desenvolvimento sustentável, a eco eficiência, da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto, do reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como bem econômico e de valor social, do direito à informação e ao controle social, respeito às diversidades locais e regionais, entre outros.

A Lei estabelece alguns instrumentos da Política Nacional de Resíduos sólidos, como planos, inventários e o sistema declaratório anual, coleta seletiva, incentivo à criação e ao desenvolvimento de cooperativas ou outras formas de associações de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis, monitoramento e a fiscalização ambiental, pesquisa científica e tecnológica. (BRASIL, 2015)

Segundo a norma NBR 10004 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004), os resíduos são classificados em:

- Resíduos Perigosos (Classe I): são aqueles que por suas características podem apresentar riscos para a sociedade ou para o meio ambiente. São considerados

perigosos também os que apresentem uma das seguintes características: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e/ou patogenicidade. Na norma estão definidos os critérios que devem ser observados em ensaios de laboratório para a determinação destes itens. Os resíduos que recebem esta classificação requerem cuidados especiais de destinação.

- Resíduos Não Perigosos (Classe II): não apresentam nenhuma das características acima, podem ainda ser classificados em dois subtipos:

Classe II A – não inertes: são aqueles que não se enquadram no item anterior, Classe I, nem no próximo item, Classe II B. Geralmente apresenta alguma dessas características: biodegradabilidade, combustibilidade e solubilidade em água.

Classe II B – inertes: quando submetidos ao contato com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água, com exceção da cor, turbidez, dureza e sabor.

## 2.2 ROCHAS ORNAMENTAIS – ESTUDO, TIPOS E BENEFICIAMENTO

Durante toda a fase de produção de rochas ornamentais, diversos tipos de resíduos são gerados. Na extração é gerado muito resíduo de rocha, são fragmentos que não são aproveitados para o beneficiamento. Estes restos, normalmente são dispostos em área definida próxima às jazidas, conhecidos como “bota fora”. Na fase de desdobramento e beneficiamento, são gerados fragmentos de rocha, lâminas de aço utilizadas nos teares para o corte da rocha, restos de abrasivos, utilizados para o desbaste e polimento das chapas, além da lama abrasiva, que é uma mistura de água, utilizada durante toda a fase de beneficiamento, pó de rocha, pó do abrasivo, cal e granalha (FREIRE, 2009).

O setor de rochas ornamentais tem apresentado elevado crescimento nos últimos anos, e o Brasil é um dos grandes produtores e exportadores mundiais. O Espírito Santo ocupa a primeira posição e responde com cerca de 62% das exportações brasileiras de rochas ornamentais. Para isso, conta com empresas de fornecimento de maquinários, abrasivos e outros insumos, sem contar o seu potencial logístico (porto e ferrovias) (PEDRAS DO BRASIL, 2006).

Importante salientar que a lama abrasiva por si só, mesmo que não tenha nenhum constituinte perigoso em sua composição, não pode ser lançada em qualquer lugar, pois se despejada diretamente em um córrego ou rio, poderá ocasionar seu assoreamento e turbidez tal que afetaria diretamente a biota local.

Desta feita, o que observamos é que inúmeras empresas do setor não realizam o tratamento dos resíduos gerados, e estes acabam sendo depositados em rios, córregos, esgotos, e mesmo quando são depositados em tanques na própria empresa, esses tanques são feitos de forma inadequada provocando assoreamento dos rios ou até mesmo contaminando o lençol freático (FREIRE, 2009).

Nas últimas décadas inúmeras pesquisas vêm sendo desenvolvidas no sentido de buscar técnicas que viabilizem o reaproveitamento do resíduo de serragem de granito. Estudos recentes indicam que este material possui boa aplicabilidade na fabricação de materiais cerâmicos (SOUSA, 2006; NEVES, 2002; OLIVEIRA, 2005).

A utilização do resíduo de granito para a fabricação de solo-cimento apresenta diversas vantagens, dentre as quais se destacam: redução dos custos de produção, redução na área destinada à disposição dos resíduos, contribuição para a preservação dos recursos naturais e para o desenvolvimento da sustentabilidade, dentre outras.

A indústria da construção civil representa uma significativa parcela do Produto Interno Bruto (PIB) nacional, cerca de 15%, e ocupa posição de relevo na economia brasileira. Entretanto, como destaca Pereira (2008), quanto aos impactos ambientais que gera, a indústria da construção civil é hoje um dos grandes desafios para a sustentabilidade, visto que é responsável pelo consumo de uma grande parcela dos recursos naturais; cerca de 60 mil ton/ano de cerâmica, 40 mil ton/ ano de cimento e 200 mil ton/ ano de produtos a base de cimento. Construções ecologicamente viáveis são metas da engenharia civil para o novo século. Essas construções baseiam-se no aproveitamento e redução de resíduos, desenvolvimento de tecnologias limpas, uso de materiais recicláveis e/ou reutilizáveis e aplicação de resíduos como materiais secundários.

Por esta razão diversas pesquisas vêm sendo desenvolvidas na busca por materiais e técnicas construtivas que minimizem os impactos ambientais decorrentes das construções, desde a fabricação dos materiais até o acabamento da obra

arquitetônica. De acordo com Sousa (2006) os tijolos de solo-cimento, obtidos a partir da mistura de solo, cimento Portland e água, ganham destaque entre os materiais de construção alternativa. Estudos recentes mostram que a incorporação de alguns resíduos ao solo-cimento agrega ao material maior benefício ambiental e maior desempenho tecnológico, dentre os resíduos estudados o resíduo de serragem de granito destaca-se pelas suas propriedades e grande abundância no Brasil.



### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 DEFINIÇÃO DO LOCAL DA PESQUISA

A presente pesquisa classifica-se quanto ao levantamento dos dados em pesquisa bibliográfica.

O presente trabalho utilizou estudo de caso com observações em uma empresa, nesta foi realizado um diagnóstico. A empresa foi fundada em 2011, atua no ramo de indústria e comércio de produtos beneficiados de mármore e granito e está localizada na cidade de Padre Paraíso, região nordeste do Estado de Minas Gerais, com uma área construída de 120 m<sup>2</sup> de um total de 450 m<sup>2</sup> é especializada na produção de pias, bancadas, escadas e arte funerária.

Os resíduos industriais são cada vez mais vistos como algo que pode se tornar matéria-prima valiosa para outros processos produtivos. Diversas tecnologias vêm sendo aplicadas para o aproveitamento de resíduos como insumo industrial.

O estudo teve como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito aprimoramento de ideias. A preocupação com o meio ambiente tem aumentado nas últimas décadas devido ao fato de a qualidade de vida estar diretamente relacionada com um meio ambiente limpo e com isso, marmorarias têm estudado formas de reaproveitar seus resíduos, que por sua vez, são utilizados tanto como agregados na construção civil e como artigos de decoração. Na marmoraria de Padre Paraíso não é diferente, grande acúmulo de peças de diferentes tamanhos, que além de ocupar um enorme espaço no local, agride o solo e este, poderá ter severas consequências para construções futuras.

Inicialmente foram feitas pesquisas de campo na sede da Marmoraria com vistorias para detalhar as formas de aproveitamento do resíduo, a quantidade descartada mensalmente e assim referiu-se a definição do diagnóstico e laboração de levantamento da geração de resíduos.



Figura 1 - Resíduos acumulados no Pátio da marmoraria – Fonte: Autores, 2015

### 3.2 RESÍDUOS GERADOS NAS ATIVIDADES DE PRODUÇÃO DE ROCHAS ORNAMENTAIS, SUAS APLICABILIDADES, IMPACTOS E CONSEQUÊNCIAS

A pedra é sem dúvida o material de construção mais antigo que vem sendo utilizado pelo homem no desenvolvimento da civilização. O período da idade da pedra é considerado o marco inicial das atividades tecnológicas. Desde então, a pedra tem sido a colaboradora inestimável da história, documentando os povos e suas culturas através dos tempos.

A pedra foi usada, primeiramente, em sua forma bruta. Hoje em dia é empregada nas mais variadas formas: bruta, britada, moída, apicoada, levigada, polida, lustrada, flameada, etc. O advento das construções metálicas no século XIX e o desenvolvimento da tecnologia do concreto no início do século XX impuseram muitas restrições ao seu emprego, principalmente pelo seu alto custo em relação aos outros materiais.

No entanto, anos mais tarde, observou-se um retorno de sua utilização mais generalizada, principalmente para revestir estruturas metálicas, de concreto e de outros materiais, proporcionando um aspecto estético mais agradável e de qualidade mais duradoura. Mármore é uma rocha metamórfica originada de calcário exposto a altas temperaturas e pressão.

Por este motivo as maiores jazidas de mármore são encontradas em regiões de rocha matriz calcária e atividade vulcânica. O mármore é uma rocha explorada para uso em Construção civil. (Sebrae Es).

### 3.3 ROCHA ORNAMENTAL

São genericamente definidas como corpos sólidos naturais, formados por agregados de um ou mais minerais cristalinos. As rochas ornamentais e de revestimento, também designadas pedras naturais, rochas lapídeas, rochas dimensionais e materiais de cantaria, compreendem os materiais geológicos naturais

que podem ser extraídos em blocos ou placas, cortados em formas variadas e beneficiados por meio de esquadreamento, polimento, lustro, etc.

Seus principais campos de aplicação incluem tanto peças isoladas, como esculturas, tampos e pés de mesa, balcões, lápides e arte funerária em geral, quanto edificações, destacando-se, nesse caso, os revestimentos internos e externos de paredes, pisos, pilares, colunas, soleiras, etc.

Rochas Ornamentais também podem ser classificadas em ígneas, sedimentares e metamórficas. Em termos comerciais, as rochas ornamentais são classificadas em granitos e mármore. Como granitos são genericamente agrupadas as rochas silicáticas, tais como: granitos, granodioritos, sienitos, gnaisses, metaconglomerados, migmatitos, monzonitos, xistos e etc. Os mármore englobam lato sensu as rochas carbonáticas, tanto sedimentares, quanto metamórficas. (ABIROCHAS, 2013)

De acordo com a ABIROCHAS (2015), cerca de 80% da produção mundial é transformada em chapas e ladrilhos para revestimentos, 15% desdobrada em peças para arte funerária e 5% para outros campos de aplicação. Aproximadamente 60% dos revestimentos referem-se a pisos, 16% a fachadas externas, 14% a interiores e 10% a trabalhos especiais de acabamento.

De acordo com o SINDIROCHAS, estima-se que em 2010 a produção mundial de rochas ornamentais atingiu aproximadamente o quantitativo de 111,5 milhões de toneladas, sendo que cerca de 29,6% deste total foi a produção chinesa, seguido da Itália, Índia, Espanha, Turquia e Brasil. Durante o ano acima referenciado, entre rochas brutas e beneficiadas, as exportações mundiais alcançaram o montante de 45 milhões de toneladas.

De acordo com a ABIROCHAS, as exportações de chapas polidas evoluíram de 14,1 milhões m<sup>2</sup> equivalentes, em 2011, para 16,5 milhões m<sup>2</sup> em 2012.

As rochas processadas compuseram 76,8% do faturamento e 47,8% do volume físico dessas exportações, tendo-se para as rochas brutas 23,2% e 52,2%, respectivamente.

Ainda de acordo com dados da ABIROCHAS, no ano de 2012, as exportações brasileiras de rochas ornamentais e de revestimento totalizaram US\$ 1.06 bilhão,

correspondente a um volume físico comercializado de 2.237.150,44 de toneladas, tendo-se registrado 18 estados da Federação com vendas para o mercado externo.

Segundo o ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2012), são princípios da Política Nacional de Resíduos Sólidos:

I - a prevenção e a precaução;

II - o poluidor-pagador e o protetor-recebedor;

III - a visão sistêmica, na gestão dos resíduos sólidos, que considere as variáveis ambiental, social, cultural, econômica, tecnológica e de saúde pública;

IV - o desenvolvimento sustentável;

V - a eco eficiência, mediante a compatibilização entre o fornecimento, a preços competitivos, de bens e serviços qualificados que satisfaçam as necessidades humanas e tragam qualidade de vida e a redução do impacto ambiental e do consumo de recursos naturais a um nível, no mínimo, equivalente à capacidade de sustentação estimada do planeta;

VI - a cooperação entre as diferentes esferas do poder público, o setor empresarial e demais segmentos da sociedade;

VII - a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;

VIII - o reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania;

IX - o respeito às diversidades locais e regionais;

X - o direito da sociedade à informação e ao controle social;

XI - a razoabilidade e a proporcionalidade.

São objetivos da Política Nacional de Resíduos Sólidos:

I - proteção da saúde pública e da qualidade ambiental;

II - não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos;

III - estímulo à adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços;

IV - adoção, desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias limpas como forma de minimizar impactos ambientais;

V - redução do volume e da periculosidade dos resíduos perigosos;

VI - incentivo à indústria da reciclagem, tendo em vista fomentar o uso de matérias-primas e insumos derivados de materiais recicláveis e reciclados;

VII - gestão integrada de resíduos sólidos;

VIII - articulação entre as diferentes esferas do poder público, e destas com o setor empresarial, com vistas à cooperação técnica e financeira para a gestão integrada de resíduos sólidos;

IX - capacitação técnica continuada na área de resíduos sólidos;

X - regularidade, continuidade, funcionalidade e universalização da prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, com adoção de mecanismos gerenciais e econômicos que assegurem a recuperação dos custos dos serviços prestados, como forma de garantir sua sustentabilidade operacional e financeira, observada a Lei nº 11.445, de 2007;

XI - prioridade, nas aquisições e contratações governamentais, para:

a) produtos reciclados e recicláveis;

b) bens, serviços e obras que considerem critérios compatíveis com padrões de consumo social e ambientalmente sustentáveis;

XII - integração dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis nas ações que envolvam a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;

XIII - estímulo à implementação da avaliação do ciclo de vida do produto;

XIV - incentivo ao desenvolvimento de sistemas de gestão ambiental e empresarial voltados para a melhoria dos processos produtivos e ao reaproveitamento dos resíduos sólidos, incluídos a recuperação e o aproveitamento energético;

XV - estímulo à rotulagem ambiental e ao consumo sustentável.

### 3.4 GRANITOS

Os granitos são formado por Mica + Quartzo + Feldspato + Substâncias estranhas são mais duros e resistentes a ataques químicos do que os mármore. Também são mais resistentes a absorção de água e a desgaste abrasivo. Indicados para áreas externas ou internas, inclusive em cozinhas e lavanderias.

O conceito comercial de granito é muito genérico, abrangendo em sua essência as rochas composicionalmente silicatadas, com mineralogia principal definida a base de feldspatos, feldspatóides e quartzo, ou seja, minerais com dureza Mohs entre 6 e 7. Dependendo da variedade, pode incluir acessoriamente expressivo conteúdo de minerais máficos (escuros) notadamente biotita, anfibólios e piroxênios. É importante complementar, que os feldspatóides são constituintes característicos de rochas geologicamente classificadas como alcalinas que também primam geralmente pela ausência de quartzo.

Do ponto de vista da geologia, “granito comercial” inclui tanto rochas ígneas quanto metamórficas, abrangendo, neste sentido, uma variada gama de tipos textural, estrutural e composicionalmente distintos, o que reflete em cores e padrões estéticos diversos.

Dentre as rochas ígneas, os tipos mais comuns encontrados naturalmente e utilizados como rocha ornamental e de revestimento são os granitos sensu strictu, os quartzomonzonitos, os granodioritos e os quartzodioritos. Constituem variedades plutônicas basicamente quartzo-feldspáticas, fanero-cristalinas, com mineralogia acessória representada principalmente por micas (biotita e muscovita) e anfibólios (hornblenda), em proporções variáveis.

Apresentam granulação fina a grossa, porfírica ou não, podendo exibir uma fraca anisotropia, dada por alinhamento mineral. A distinção dos tipos acima citados é mineralógica, e é determinada pelo percentual de participação entre feldspatos alcalinos (potássicos) e plagioclásios (feldspatos de Na e Ca na rocha, os quais definem um trend que vai dos granitos potássicos aos quartzodioritos sódico-cálcicos. Equivalentes menos silicosos do granito, quartzomonzonito e granodiorito, ou seja, com menos de 10% de quartzo, correspondem respectivamente o sienito, o monzonito e o diorito.

As rochas ornamentais compreendem os materiais geológicos naturais que podem ser extraídos em blocos ou placas, cortados em formas variadas e beneficiados por meio de serragem, polimento, lustro e outros acabamentos de face. Seus principais campos de aplicação abrangem tanto peças isoladas, como esculturas, tampos e pés de mesa, balcões, lápides e arte funerária em geral, quanto edificações, destacando-se, neste caso, os revestimentos internos e externos de paredes, pisos, colunas, pilares, soleiras, telhados, dentre outros.

O notável crescimento do consumo e do intercâmbio de rochas ornamentais caracterizou as décadas de 1980, 1990 e 2000 com a “nova idade da pedra” e, o próprio setor de rochas como uma das mais importantes áreas emergentes de negócios minerais e industriais.

As três últimas décadas, apesar das crises econômicas internacionais, foram assim marcadas pela multiplicação de feiras e eventos técnicos setoriais, modernização das tecnologias produtivas, diversificação dos produtos comerciais, ampliação da carteira de rochas comercializadas e grande aquecimento da construção civil na maior parte dos países desenvolvidos e em desenvolvimento.

As projeções de consumo, produção e intercâmbio mundial, das matérias-primas da construção civil, não apontam mudanças de paradigmas, sugerindo a manutenção da tendência de crescimento dos materiais rochosos, quer natural, quer artificial, para revestimento e uso geral em edificações.

Pela estreita interface com o macro setor da construção civil, que no Brasil responde por quase 20% do PIB, as rochas ornamentais evidenciam significativa expressão econômica e social, inclusive como vetor de geração de emprego, interiorização do desenvolvimento e captação de divisas. Entre negócios relativos aos mercados interno e externo, incluindo a comercialização de máquinas e



insumos, além da prestação de serviços, as transações brasileiras com rochas ornamentais estão movimentando cerca de US\$ 5 bilhões/ano. O setor de rochas é intensivo em mão de obra, estimando-se em apenas US\$ 10.000 o custo médio para geração de um emprego direto em sua cadeia produtiva, o que contrasta com valores muito superiores de outros segmentos de atividade industrial, inclusive da própria área mineral. (ABIROCHAS, 2012)

O setor mineral tem grande importância social e econômica para o país, respondendo por 4,2% do PIB e 20% das exportações brasileiras. Além disso, um milhão de empregos diretos (8% dos empregos da indústria) estão associados à atividade de mineração, que está na base de várias cadeias produtivas. (BRASIL, 2015).

Grandes volumes e massas de materiais são extraídos e movimentados na atividade de mineração, na qual dois tipos de resíduos sólidos são gerados em maiores quantidades, os estéreis e os rejeitos.

Os estéreis são os materiais escavados e são gerados pelas atividades de extração ou lavra no decapeamento da mina, não têm valor econômico e ficam geralmente dispostos em pilhas. Os rejeitos são resíduos resultantes dos processos de beneficiamento a que são submetidas a substâncias minerais.

Esses processos têm a finalidade de padronizar o tamanho dos fragmentos, remover minerais associados sem valor econômico e aumentar a qualidade, pureza ou teor do produto final. Existem ainda outros resíduos, constituídos por um conjunto diversificado de materiais, tais como efluentes de tratamento de esgoto, carcaças de baterias e pneus, provenientes da operação das plantas de extração e beneficiamento das substâncias minerais.

A quantificação do volume de resíduos sólidos gerados pela atividade de mineração é difícil devido à complexidade e diversidade das operações e tecnologias utilizadas nos processos de extração e beneficiamento das cerca de 80 substâncias minerais não energéticas produzidas no país. (BRASIL, 2015)

O mercado de rochas ornamentais e de revestimento compreende os mármore e granitos, que perfazem cerca de 90% da produção mundial, e outras rochas de revestimento, segundo as suas respectivas conceituações comerciais.

As Rochas para revestimento são rochas naturais que, submetidas a processos diversos e graus variados de desdobramento e beneficiamento, são utilizadas no

acabamento de superfícies, especialmente em pisos e fachadas, em obras de construção civil;

Rochas ornamentais é um material rochoso natural submetido a diferentes graus e/ou tipos de beneficiamento ou afeiçoamento (bruta, aparelhada, picotada, esculpida ou polida) utilizado para exercer uma função estética.

O Mármore é Formado por Carbonato de Cálcio ( $\text{CO}_3\text{Ca}$ ) + Substâncias estranhas, têm veios mais evidentes e menos brilho que os granitos, são mais moles e menos resistentes que os granitos, são suscetíveis a manchas e desgaste, são indicados para pisos internos de salas, halls e quartos e são muito usados em banheiros e demais ambientes sociais.

Rochas calcárias ou dolomíticas, sedimentares ou metamórficas, que possam receber desdobramento seguido de beneficiamento (polimento ou apicoamento); Os mármore, no sentido comercial, incluem rochas composicionalmentecarbonáticas, sedimentares e metamórficas. Podem ser maciços a bandeados, cripto a microcristalinos, até granoblásticos médios a grossos nos tipos metamórficos, com minerais predominantemente de dureza Mohs entre 3 e 4, e tons de cores variando do creme-esbranquiçado ao bege-amarelado, entre outros.

A mineralogia predominante consiste de calcita ( $\text{CaCO}_3$ ) e dolomita  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ , em geral com o predomínio da primeira. Acessoriamente, pode incluir quartzo, pirita, siderita, feldspatos, entre outros, além de impurezas, tais como argilas, os quais definem seu padrão cromático, visto que a calcita e a dolomita são brancas.

Petrograficamente, tal categoria inclui os calcários e dolomitos sedimentares e seus equivalentes metamórficos, os mármore propriamente ditos, e os travertinos. Este último constitui uma variedade calcária, texturalmente, bastante heterogênea, marcada por feições brechóides, cavidades alveolares, estruturas concêntricas e fibrosas, frequentemente com impurezas argilosas e silicosas. Os mármore, pela sua própria natureza, são rochas macias, pouco abrasivas, e de baixa resistência aos agentes intempéricos. Aceitam com relativa facilidade os processos de desdobramento.

As variedades recristalizadas têm a vantagem de um menor índice de porosidade e de absorção de água. Comercialmente, são conhecidas diversas variedades, com destaque para o Bege Bahia (travertino), o Imperial Pink (mármore

calcítico), a Pedra Cariri (calcário laminado), o Candelária White (mármore dolomítico) e o Carrara (calcário).

### 3.5 TIPOS DE RESÍDUOS DO SETOR DE ROCHAS ORNAMENTAIS

O setor de rochas ornamentais é responsável por três tipos principais de resíduo conforme a seguir.

Retalhos de rocha é um tipo de resíduo é proveniente de sobras e quebras de peças, chegando a alcançar uma perda de 10% a 20%. Estes retalhos muitas vezes são jogados no pátio da própria empresa.

A lama de serraria, laterais dos blocos (casqueiros), oriundos do desdobramento em chapas; Pedacos de chapas brutas em tamanhos pequenos que impossibilitam seus aproveitamentos comerciais, provenientes de quebras e defeitos; Lama abrasiva produzida no processo de corte dos teares (granalha, cal e rocha moída); Madeira de vários tamanhos; Sucatas de lâminas de aço; Sacos de papelão.

A lama abrasiva é utilizada para a fabricação de tijolos – tijolos ecológicos - logo usando o processo de reciclagem com o resíduo sólido. Além dos tijolos, podemos citar estudos realizados com a lama abrasiva em produtos de cerâmica, filers, entre outros produtos. Segundo Neves (2002), observou que a lama abrasiva é um grave problema para as indústrias de beneficiamento de granito, por toneladas desta, estarem sendo lançadas ao meio ambiente, daí a importância em estudos que evidenciem a reutilização desses resíduos na fabricação de outros produtos.

A caracterização já realizada por Neves (2002) nas empresas de beneficiamento do Estado da Paraíba realizou caracterização da lama abrasiva através de ensaios de caracterização física e mineralógica como a massa específica, análise química, difração de raios-x, microscopia eletrônica de varredura e por microsonda de energia dispersiva das matérias-primas. Foram realizaram experiências visando transformar a lama abrasiva, um resíduo do setor de rochas, em matéria-prima para produção de tijolo estrutural ecológico que será utilizado na construção civil.

Lama de marmoraria, na indústria de beneficiamento do granito a geração e descarte da lama é um dos principais passivos ambientais resultantes do processo

produtivo. Almas de aço dos discos diamantados; Lama produzida no processo de corte; Discos de desgaste; Rebolos; Corpos de brocas; Pedaçõs de chapas polidas em tamanhos pequenos com valor comercial baixo; Pedaçõs de madeira. A lama abrasiva é um resíduo lançado na natureza pelas empresas beneficiadoras de mármore e granito, causando sérios danos ao meio ambiente, mas que se destinados corretamente para a utilização em outras atividades, esses impactos serão diminuídos consideravelmente.

Atrelado ao processo de produção, a geração de resíduos provenientes do corte dos blocos torna-se inevitável gerando entre 20 e 25% de pó de pedra e outros acessórios como granalha metálica e cal, podendo atingir em certas situações, 50% de todo o material. A presença destes rejeitos, na forma de lama, no ambiente gera um enorme impacto ambiental podendo causar assoreamento de rios, afetando a fauna e a flora da região, causar problemas respiratórios nos seres vivos bem como uma grande poluição visual.

A lama quando seca torna-se um resíduo sólido não degradável classificado como resíduo classe III, inerte. O uso de tecnologia como o uso de fio diamantado no corte das pedras tem minimizado a geração destes resíduos devido a sua maior precisão, mas, o aumento da capacidade produtiva e de exportação faz com que a quantidade de resíduos produzidos continue elevada.

Outro ponto do processo industrial que deve ser levado em consideração é o polimento das pedras. O processo é realizado por polidoras que possuem metais em sua composição e que desgastam durante o polimento. Este resíduo é condicionado juntamente com os resíduos minerais dos cortes das pedras.

### 3.6 APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DE MARMORARIAS

A Política Nacional de Resíduos Sólidos estabelece princípios, objetivos, instrumentos e diretrizes para a gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos, as responsabilidades dos geradores, do poder público, e dos consumidores, bem como os instrumentos econômicos aplicáveis. Ela consagra um longo processo de amadurecimento de conceitos: princípios como o da prevenção e precaução, do poluidor-pagador, da eco eficiência, da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de

vida do produto, do reconhecimento do resíduo como bem econômico e de valor social, do direito à informação e ao controle social, entre outros.

A conceituação e a proposição de procedimentos para gestão de resíduos sólidos têm sido alvo recente de diversos órgãos governamentais. Por isso, embora aparentemente similares, ainda não há uniformidade nas conceituações, o que muitas vezes confunde os interessados. No tocante à reciclagem e usos de agregados, há pouca informação disponível, inversamente à ampla gama de temas de pesquisa no assunto.

A Lei estabelece uma diferenciação entre resíduo e rejeito num claro estímulo ao reaproveitamento e reciclagem dos materiais, admitindo a disposição final apenas dos rejeitos. Inclui entre os instrumentos da Política as coletas seletivas, os sistemas de logística reversa, e o incentivo à criação e ao desenvolvimento de cooperativas e outras formas de associação dos catadores de materiais recicláveis.

### 3.7 DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS PRODUZIDOS

Os resíduos são geralmente estocados em locais a céu aberto ou em alguns casos, são jogados em rios sem nenhum tipo de tratamento ocasionando problemas de assoreamento, contaminando as águas de rios e córregos e podendo até mesmo contaminar reservatórios naturais de água.

A preocupação com o meio ambiente e a correta utilização de recursos naturais são temas importantes e que tem levado uma série de discussões dentro da sociedade, que visa buscar alternativas alinhadas com novos conceitos e técnicas de crescimento sustentável, pois nos dias atuais, a sustentabilidade das atividades econômicas tem sido um dos principais desafios enfrentados pela humanidade.

Neste sentido, este trabalho busca esclarecer as diversas formas, corretas e incorretas, de aproveitamento do resíduo granito gerado nas marmorarias, de forma que sirva de parâmetro para a minimização da degradação ao meio ambiente.

O setor de rochas ornamentais é responsável por três tipos principais de resíduos, porém apenas um não é tão utilizado, como os retalhos de rocha: este tipo

de resíduo é proveniente de sobras e quebras de peças, chegando a alcançar uma perda de 10% a 20%, sendo um valor considerável de material desperdiçado, o que gera perda de receita em potencial. Estes retalhos muitas vezes são jogados no pátio da própria empresa. Algumas empresas doam estes retalhos, porém outras os retrabalham confeccionando produtos alternativos, como, por exemplo, puxadores de gavetas e armários, britas, pedras de decoração, etc.

Acredita-se que o índice de perda se apresenta alto devido às práticas inadequadas de marmorarias de pequeno e médio porte, com características familiares, como carência de novas tecnologias, capacitação profissional e falta de uma política regional de resíduo, o que afeta o crescimento do setor, limitando a gestão das cadeias produtivas. (SENAI/RJ, IBMEC Jr Consultoria)

A maioria dos processos de atividade econômica são fontes geradoras de resíduos, podendo se apresentar de diversas formas, causando enorme degradação ambiental, não contribuindo assim para um desenvolvimento sustentável. A Construção Civil é um setor da atividade tecnológica que consome grande volume de recursos naturais, que se não utilizados de maneira correta geram fontes de destruição ambiental.

A incorporação de resíduos na produção de materiais pode reduzir o consumo de energia para a produção do mesmo produto sem resíduos, e pode, dependendo de onde esteja localizado o resíduo e seu mercado consumidor potencial, reduzir distâncias de transporte e contribuir para a redução da poluição gerada.

Diversos processos industriais são fontes geradoras de resíduos sólidos, com grande potencial de reciclagem como material de construção. Dentre estes processos encontra-se o beneficiamento (serragem) de rochas ornamentais, ou melhor, o beneficiamento de mármore e granitos.

As informações estão dispersas entre várias agências governamentais, tanto no âmbito federal quanto nos estados. Não existe, por exemplo, um controle sistemático e em escala nacional sobre a quantidade de estéreis gerados. Porém, sabe-se que estes constituem, no estado Minas Gerais, entre 70% e 80% da massa de resíduos sólidos gerada pela atividade de mineração. Por outro lado, é possível estimar a quantidade de rejeitos.

Para o levantamento de informações sobre a geração de rejeitos da mineração foram selecionadas 14 substâncias minerais, responsáveis por aproximadamente 90% da produção total bruta (em massa) de minerais no país em 2005. Este diagnóstico avaliou duas perspectivas distintas e complementares com relação à geração rejeitos na atividade de mineração: a produção de rejeitos da mineração no decênio 1996-2005, que corresponde ao período mais recente com dados disponíveis e um cenário futuro (2010 a 2030) da produção de resíduos pela atividade de mineração. Para o cálculo da produção de resíduos no decênio 1996-2005 foram utilizadas as informações contidas nos anuários minerais do Brasil.

Esta abordagem metodológica considera a produção de resíduos como equivalente à diferença entre a produção bruta e a produção beneficiada das substâncias minerais. Embora esta estimativa da quantidade de resíduos seja generalista, uma vez que contabiliza o volume de resíduos sem considerar as características locais das lavras e seus depósitos, a mesma serve como referência dos volumes totais de rejeitos produzidos por cada substância.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Segundo nossos estudos, uma das melhores formas de aproveitar os resíduos gerados no processo de serragem da marmoraria, seria a britagem. Uma solução com custos razoavelmente baixos, não tendo a necessidade de completar com outros produtos, e seu uso, segundo colocado por GRAN PARAÍSO, é bastante proveitoso comparado ao uso da brita convencional, pois é muito resistente a ataques de intemperismo e pode ser comercialmente e/ou financeiramente proveitoso para a marmoraria, além de estar direcionando de forma correta e barata.

Também é necessário, no entanto, a realização de maiores investimentos no que tange ao melhor aproveitamento das reservas, com enfoque para a pesquisa geológica com a finalidade de orientar a sistemática de lavra adotada, contribuindo sobre uma maneira para o aumento da taxa de produtividade das pedreiras e a consequente minimização da geração de resíduos.

Outro aspecto a ser ressaltado é a necessidade de intensificação de estudos com vistas à minimização dos impactos ambientais, notadamente gerados na produção. A preocupação com o meio ambiente e a correta utilização de recursos naturais são temas importantes e que tem levado uma série de discussões dentro da sociedade, que visa buscar alternativas alinhadas com novos conceitos e técnicas de crescimento sustentável, pois nos dias atuais, a sustentabilidade das atividades econômicas tem sido um dos principais desafios enfrentados pela humanidade.



## REFERÊNCIAS

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

ABIROCHAS, Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais. Disponível em: <<http://www.abirochas.com.br/noticias.php>>. Acesso em: 12/11/2015.

ABIROCHAS. Catálogo de rochas ornamentais do Brasil/ fornecedores. Banco de dados. Disponível na Internet. <http://www.abirochas.com.br/br/index.html> . Acesso em 13/11/2015.

ABIROCHAS. Rochas ornamentais no século XXI. Banco de dados. Disponível na Internet. <http://www.abirochas.com.br/br/index.html> . Acesso em 14/11/2015.

ABIROCHAS. Guia de Aplicação de Rochas em Revestimentos. Disponível em: <http://www.sigmadobrasil.com.br/content/pdf/abirochas-Guia-de-Applicacao-de-Rochas-em-Revestimentos>. Acesso em 14/11/2015.

BRASIL. Ministério do meio ambiente. **Resíduos Sólidos**, Brasília. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos>>. Acesso em 14/11/2015.

CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL – CETEM/ ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ROCHAS ORNAMENTAIS – ABIROCHAS. **Rochas Ornamentais no Século XXI**: bases para uma política de desenvolvimento sustentado das exportações brasileiras. Rio de Janeiro: ABIROCHAS, 2001, 160p.

DANTAS, Antônio de Pádua Arlindo. Utilização de resíduos de rochas ornamentais na produção de cerâmica branca. Dissertação apresentada à universidade Federal do Rio Grande do Norte, Faculdade Engenharia Mecânica. Natal/RN 2008.

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL. Anuário Mineral Brasileiro, Brasília, Ano XXVI., 2001, 404 p.

FENKER, E. (2007). Sustentabilidade ambiental: Avaliação do Ciclo de Vida do Produto. disponível em: [http://www.ecoeacao.com.br/index2.php?option=com\\_content&do\\_pdf=1&id=3959](http://www.ecoeacao.com.br/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=3959)

FREIRE, L. C. Utilização de Resíduos Oriundos do Desdobramento de Rochas Ornamentais para confecção de Blocos Paisagísticos. XVII Jornada de Iniciação Científica – CETEM 137- 2009.

GONÇALVES, Jardel Pereira. Programa de pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande Do Sul, Dissertação de Mestrado; **UTILIZAÇÃO DO RESÍDUO DE CORTE DE GRANITO COMO ADIÇÃO PARA PRODUÇÃO DE CONCRETOS**, 2000.

MENEZES, R. R., ALMEIDA, R. R., SANTANA, L. N. L., NEVES, G. A. Neves, LIRA, H. L., FERREIRA, H. C., **Análise da co-utilização do resíduo do beneficiamento do caulim e serragem de granito para produção de blocos e telhas cerâmicos.** In: **Revista Cerâmica** 53, 2007.

MOREIRA, J. M. S., FREIRE, M. N., HOLANDA, J. N. F., **Utilização de resíduo de serragem de granito proveniente do estado do Espírito Santo em Cerâmica Vermelha.** 2009. In: **Revista Cerâmica**. V. 49. P. 262 – 267.

MOREIRA, J.M.S, MANHÃES, J.P.V.T., HOLANDA, J.N.F., Reaproveitamento de resíduo de rocha ornamental proveniente do Noroeste Fluminense em cerâmica vermelha, **Revista Cerâmica**, 2005, vol.51, n.319, pp. 180-186. ISSN 0366-6913.  
MOTHÉ FILHO, H. F., POLIVANOV, P., MOTHE, C. G., **Reciclagem dos Resíduos Sólidos de Rochas Ornamentais.** Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ Vol. 28-2 p.139-151/ 2005.

NEVES, G. A. **Reciclagem de resíduos de serragem de granitos para uso como matéria-prima cerâmica.** Tese (Doutorado). Universidade Estadual de Campina Grande, Campina Grande, PB. 2002.

OLIVEIRA, C. N. de. Aplicação de Resíduos Oriundos do Corte de Rochas Ornamentais na Produção de Cosméticos. XVII Jornada de Iniciação Científica – CETEM 123, 2009. Disponível em <[http://www.cetem.gov.br/publicacao/serie\\_anais\\_XVII\\_jic\\_2009/Carolina\\_Nascimento\\_de\\_Oliveira.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/serie_anais_XVII_jic_2009/Carolina_Nascimento_de_Oliveira.pdf)>. Acesso em 18/11/2015.

OLIVEIRA, D. F., SANTOS, V. S., LIRA, H. L., MELO, A. B., NEVES, G. A. **Durabilidade de compostos de concreto Portland produzidos com agregados reciclados da construção civil.** **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, V.1, 2 (2006) Disponível em: [www.dema.ufcg.edu.br/revista](http://www.dema.ufcg.edu.br/revista) > Acesso em 12/11/2015.

PEITER. **Rochas ornamentais no século XXI: bases para uma política de desenvolvimento sustentado das exportações brasileiras.** Rio de Janeiro:

CETEM, 2001.

PEREIRA, E. A., **Diagnóstico dos problemas de gestão de obras habitacionais de interesse social em empresas privadas.** Monografia de Conclusão de curso. Universidade Federal de Minas Gerais. Departamento de Engenharia de Materiais e Construção. Belo Horizonte – MG. 2008.

VARGAS, T; MOTOKI, A; NEVES, J.L.P. **Rochas ornamentais do Brasil, seu modo de ocorrência geológica e utilidade como materiais nobres de construção.** Disponível em: <[http://akmotoki.tripod.com/2001/ltu2/ltu2\\_2.html](http://akmotoki.tripod.com/2001/ltu2/ltu2_2.html)> Acesso em: 17/11/2015.

**APÊNDICE A**

*Resíduos acumulados no Pátio da marmoraria – Fonte: Autores, 2015*



*Resíduos acumulados no Pátio da marmoraria – Fonte: Autores, 2015*



*Resíduos acumulados no Pátio da marmoraria – Fonte: Autores, 2015*



*Resíduos acumulados no Pátio da marmoraria – Fonte: Autores, 2015*



*Decantação na marmoraria – Fonte: Autores, 2015*





*Resíduos acumulados nas ruas de Teófilo Otoni – Fonte: Autores, 2015*



*Resíduos acumulados no Pátio da marmoraria – Fonte: Autores, 2015*



*Resíduos acumulados no Pátio da marmoraria – Fonte: Autores, 2015*



*Resíduos acumulados no Pátio da marmoraria – Fonte: Autores, 2015*



*Brita feita a partir do resíduo do granito – Fonte: Autores, 2015*



*Britador de mandíbulas onde o resíduo é britado – Fonte: Autores, 2015*



*Brita feita a partir do resíduo do granito – Fonte: Autores, 2015*



*Brita feita a partir do resíduo do granito – Fonte: Autores, 2015*





*Brita feita a partir do resíduo do granito – Fonte: Autores, 2015*



*Brita feita a partir do resíduo do granito – Fonte: Autores, 2015*



*Brita feita a partir do resíduo do granito – Fonte: Autores, 2015*



*Brita feita a partir do resíduo do granito – Fonte: Autores, 2015*