

# GESTÃO DE RESÍDUOS NO BENEFÍCIAMENTO DE ROCHAS ORNAMENTAIS: O CASO DAS MARMORARIAS

E. M. M. Samudio<sup>1</sup>, F. F. M. Dourado<sup>2</sup>, D. A. A. Bettiol<sup>3</sup>, B. M. Oliveira<sup>4</sup>

Y. I. A. Silva<sup>5</sup>, R. A. Reis<sup>6</sup>

*Resumo* - Com o constante aumento da preocupação sócio ambiental, os projetos de adequação dos processos de beneficiamento de rochas ornamentais e o manejo dos seus resíduos, se tornam cada vez mais importantes. O objetivo deste trabalho é identificar quais são as mudanças que devem ser implementadas na fábrica para minimizar a geração de resíduos e identificar as rotas tecnológicas mais apropriadas para seu tratamento. Trata-se de pesquisa exploratória e bibliográfica com estudo de caso de uma Marmoraria estabelecida na Região Metropolitana de São Paulo. A aplicação de medidas não estruturais (instrução de trabalhadores), mudanças físicas dos processos produtivos e sistemas de tratamento de resíduos permitem minimizar a geração de resíduos. Novos *modus operandis* e logísticos resultam numa melhor gestão permitindo a maximização dos impactos sociais positivos e a minimização dos impactos negativos sobre o meio ambiente. Constatou-se que a pouca conscientização ambiental e a baixa qualificação técnica da mão de obra utilizada são os fatores preponderantes no manejo incorreto dos resíduos produzidos. Observou-se que os métodos de coleta, segregação e tratamento dos resíduos são precários o que prejudica uma gestão adequada. Com relação aos resíduos líquidos o que se encontrou na prática foi o lançamento direto na rede pública de esgotos sanitários, com baixo ou nenhum tipo de tratamento. O tratamento se limitava a sedimentação e as vezes recirculação da água decantada, visando economizar água potável, para redução de custos. Os resíduos sólidos finos que se originam devido ao corte de peças brutas se misturam a água de resfriamento, contaminando-a, posteriormente se depositam por sedimentação no fundo de tanques que atuam como decantadores, formando uma lama. Outros resíduos sólidos de maior tamanho como retalhos, faixas e filetes são depositados atrás das máquinas formando montículos de rochas, com tamanhos variados, sendo removidos posteriormente, como entulho, por caçambeiros, para aterros denominados "bota fora".

Palavras-chave: Resíduos; Marmorarias; Reuso; Otimização.

*Abstrac* - With the constant increase of the socio-environmental concern, projects of adaptation of processes of ornamental stone processing and management of its residues, become increasingly important. The objective of this work is to identify the changes that must be implemented in the plant to minimize a waste generation and identify as technological routes more appropriate for its treatment. This is an exploratory and bibliographical research with a case study of a marble workshop established in the Metropolitan Region of São Paulo. The application of non-structural measures (training of workers), physical changes of production processes and waste treatment systems, minimize the generation of waste. New operational and logistical *modus operandis* resulting in better management, maximizing positive social impacts and minimizing negative impacts on the environment. It was found that the low environmental awareness and a low technical qualification of the used labor force are the predominant factors in the incorrect handling of the waste produced. It was observed that methods of collection, segregation and waste treatment are precarious, which impairs proper management. With respect to the liquid waste that is available in the practice for the direct launching in the public network of sanitary sewers, with low or the type of treatment. The treatment was limited to sedimentation and as sometimes the recirculation of the decanted water, aiming at saving potable water, to reduce costs. The fine solid residues that originate due to the cutting of raw materials mix the cooling water, contaminating it, and then deposited by bottom sedimentation of tanks that act as decanters, forming a mud. Other larger solid wastes such as scraps, slabs and files are deposited behind the machines forming mounds of rocks, with assorted rocks being removed as debris by barnacles to landfills called "for".

*Key-Words*. Waste; Marble works; Reuse; Optimization.

estabelecidos os processos mais adequados de tratamento da fase líquida gerada visando seu reuso e o estabelecimento do *modus operandis* e logístico de reciclagem dos resíduos sólidos produzidos.

## I. INTRODUÇÃO

Como podem ser reaproveitados os resíduos líquidos, sólidos ou semi-sólidos gerados no processo beneficiamento de rochas ornamentais? Quais são as tecnologias disponíveis atualmente para adequar esses resíduos ao reuso? Como se deve instruir a mão de obra para conscientizá-la da importância da redução da geração de resíduos? Estas são as principais questões que serão respondidas ao longo deste texto. Inicialmente será realizada uma pesquisa exploratória, associada a pesquisa bibliográfica e estudo de um caso.

O estudo deste assunto foi motivado pela necessidade de redução dos resíduos produzidos pelas marmorarias de beneficiamento de rochas ornamentais, em consonância com as imposições da Lei No 12.305 de Agosto de 2010 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos em seu artigo 13, alínea h.

Os resíduos gerados nos processos produtivos das marmorarias podem e devem ser encaminhados para outros processos produtivos ou reutilizados pela própria fábrica. Para tanto deve-se orientar e instruir os trabalhadores sobre a origem e valor econômico da matéria prima, e sobre a trajetória seguida desde sua extração (verso), sua logística (transporte), sua transformação (processos), sua distribuição (consumo) e os impactos sócio ambientais e econômicos envolvidos até o fim do uso (túmulo). Dessa forma se promoverá um crescimento da preocupação ambiental e consequente mudanças significativas de comportamento entre os atores envolvidos garantindo o tal desejado desenvolvimento sustentável.

Em relação ao tratamento dos resíduos líquidos pode-se afirmar que atualmente existem tecnologias apropriadas para tal propósito o que garante seu reuso ou seu lançamento na rede pública de esgoto sanitário ou nos corpos receptores, com características físico-químicas dentro dos limites estabelecidos pela legislação ambiental.

Por outro lado, os resíduos sólidos gerados podem ser encaminhados a outros processos produtivos e assim constituir-se em matéria prima, como por exemplo agregados para fabricação de concreto, componentes de argamassas, constituintes de pavimentos asfálticos, constituintes de tijolos e de peças cerâmicas.

Espera-se que surja uma nova consciência ambiental entre empresários e trabalhadores do setor, onde prevaleçam a não geração, a minimização e/ou reuso dos resíduos produzidos.

O objetivo deste trabalho é adequar o processo de beneficiamento de rochas ornamentais para maximizar os impactos positivos sócio - ambientais e minimizar os impactos negativos sobre o meio ambiente. Para tanto serão

## II. DESENVOLVIMENTO

### A. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO.

Será utilizada a palavra "marmoraria", para definir uma oficina onde são produzidas peças usadas na construção civil, através do beneficiamento de rochas (mármore e granito); portanto, trata-se de um processo de transformação de rochas brutas em peças ornamentais. No início do processo, recebem-se chapas de rochas em estado bruto que são transformadas, através do aparelhamento, em peças acabadas, para a indústria da construção civil. As matérias primas da atividade de beneficiamento de rochas, objeto deste estudo são chapas de mármore, granito e quartzo. A produção média anual é: 27 toneladas de revestimentos (ladrilhos, pisos e azulejos de mármore, de granito e areia fina, soleiras, rodapés) e 27 toneladas de peças especiais (placas para balcões, bancadas de pia, bancadas de lavatórios, mesas e colunas). As máquinas utilizadas são uma serra com trilho de 6 metros de comprimento e potência de 15 cv, um compressor parafuso para a rede pneumática com potência de 15 cv, uma furadeira de bancada com potência de 2 cv, três mesas de acabamento e uma caixa de água para reuso de 1.500 litros de capacidade.

A marmoraria opera atualmente, obedecendo a portaria Nº 43 do Ministério do Trabalho e Emprego (2008) que proíbe o trabalho a seco e a utilização de máquinas adaptadas que não tenham sido projetadas especificamente para o trabalho a úmido.

No processo de corte e aparelhamento de chapas, as serras que cortam ou desbastam as chapas têm a lâmina lubrificada por água, a fim de manter íntegros tanto o material serrado quanto o disco de corte.

No processo de montagem e acabamento das peças, estas são desbastadas e polidas com a utilização de equipamentos pneumáticos, já citado, também refrigerado por água.

Durante os processos de transformação da matéria prima são gerados esgotos industriais e resíduos sólidos. Este trabalho foi limitado apenas ao estudo dos esgotos (efluentes líquidos) e aos resíduos sólidos produzidos.

### B. CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS.

As informações utilizadas para caracterizar o processo e os resíduos estudados foram obtidas através de levantamento de campo e entrevistas com funcionários.

Outros dados foram obtidos caracterizando e classificando os efluentes e resíduos sólidos, segundo as Normas NBR 13402:1995 - Caracterização de cargas poluidoras em efluentes líquidos industriais e domésticos e NBR 10004:2004 - Resíduos sólidos - Classificação, respectivamente da Associação Brasileira de Normas Técnicas.

De acordo com a norma NBR 13402:1995,

A carga poluidora origina-se do não aproveitamento integral dos materiais ou substâncias envolvidas em processos de transformação e utilidade, resultando o lançamento de resíduos em corpos receptores.

No caso em estudo, foram identificadas como substâncias sem reaproveitamento integral a água potável e restos de mármore, granito e quartzo, gerando resíduos líquidos e sólidos. A fonte de abastecimento de água é a rede pública que fornece diariamente, em média 0,86 m<sup>3</sup> de água potável, dos quais 0,30 m<sup>3</sup> são para uso doméstico e 0,56m<sup>3</sup> para uso industrial. Como resultado do uso dessa água são gerados diariamente aproximadamente 0,30m<sup>3</sup> de esgotos domésticos (sanitários e cozinha) e 0,56m<sup>3</sup> de esgotos industriais (corte de peças e limpeza geral).

Os esgotos industriais são constituídos de um composto de água e rochas solubilizadas, que ao serem decantados produzem um resíduo semi-sólido denominado lodo ou lama, com aparência física pastosa.

Como resíduos intermediários podem-se citar as partículas oriundas das ferramentas, produzidas pela abrasão das pastilhas do disco de corte e partículas oriundas do desbaste e polimento de peças, que apesar de inexpressivos em volume, escoam com os efluentes líquidos, contaminando-os. Outro resíduo produzido é a areia utilizada como facilitador de movimentação entre a chapa e a mesa de corte.

De acordo com NBR 10004:2004,

A classificação de resíduos envolve a identificação do processo ou atividade que lhes deu origem, de seus constituintes e características, e a comparação destes constituintes com a listagens de resíduos e substâncias cujo impacto à saúde e ao meio ambiente é conhecido. A segregação dos resíduos na fonte geradora e a identificação da sua origem são partes integrantes dos laudos de classificação, onde a descrição de matérias-primas, de insumos e do processo no qual o resíduo foi gerado devem ser explicitados. A identificação dos constituintes a serem avaliados na caracterização do resíduo deve ser estabelecida de acordo com as matérias-primas, os insumos e o processo que lhe deu origem.

A mesma norma define resíduos sólidos como:

Resíduos nos estados sólidos e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstico, hospitalar, comercial e agrícola, serviços de varrição. Ficam incluídos nessa definição os lodos provenientes de sistema de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornam inviável o lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.

Sendo assim, os resíduos sólidos da marmoraria, são classificados como não perigosos, sob o código A011 (resíduos minerais não metálicos) do Anexo H da instrução normativa citada, caracterizado pelo conhecimento do resíduo, não constante dos anexos A ou B da referida norma, isento de características de inflamabilidade, corrosividade, radioatividade, toxidade ou patogenicidade, cujas concentrações de solubilidade devem ser tratadas.

Para caracterizar os resíduos sólidos oriundos deste processo industrial utilizou-se o método indireto por comparação dos processos produtivos. Assim foi possível fazer uma primeira caracterização utilizando resultados obtidos por outros pesquisadores. As marmorarias são equipadas com discos diamantados de corte que exigem em seu funcionamento o resfriamento através de água. Assim, são gerados resíduos líquidos contendo altas concentrações de sólidos solubilizados, que se lançadas em corpos de água superficiais, impactam negativamente sua cor, turbidez, dureza e sabor (MORAES,2006).

Segundo Moraes (2016, Pag. 11)no processo de solubilização dos resíduos sólidos oriundos de marmorarias, seguindo os critérios e procedimentos descritos pela NBR 10007 e NBR 10006, salvo as contaminações já descritas quanto a cor, turbidez, dureza e sabor, nenhum outro de seus constituintes solubilizados apresentou concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água.

Diante do exposto podem-se classificar os resíduos produzidos como sendo:

Resíduos líquidos:

- Esgotos Domésticos.
- Esgotos industriais (água contaminada).

Resíduos sólidos:

- Lodo ou lama (espécie de pasta);
- Retalhos e pedaços de chapas;
- Filetes e faixas de corte (menores que 2 cm);
- Detritos de formatos e dimensões diversas.

## C. LEVANTAMENTO DOS PROBLEMAS E PROPOSIÇÃO DE SOLUÇÕES

Com base nas análises das informações obtidas na literatura técnica e nas observações de campo procedeu-se a formulação da solução dos problemas. O primeiro passo no encaminhamento da água, já consideradas as condições adequadas de alimentação do sistema, foi conduzi-la adequadamente aos processos de corte, montagem e acabamento. No processo de corte, a água, após seu uso na serra, escoou pela superfície dos materiais cortados e pelos equipamentos, percorrendo consequentemente duas direções, conforme mostra a figura 1.

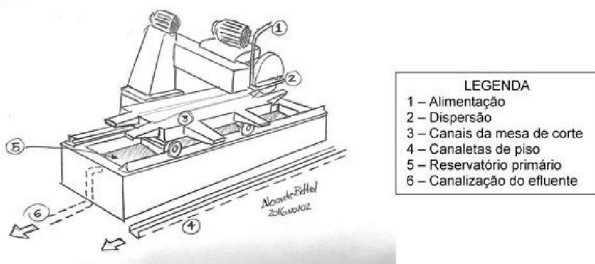


Figura 1 – Esquema do fluxo da água no corte  
Autor: BETTIOL (2016).

O fluxo da água utilizada no processo pode ser descrito da seguinte forma: primeiramente permeia-se o corte, que escoou sobre a chapa, caindo por gravidade, através dos orifícios e frestas próprias da mesa de corte, até chegar ao primeiro tanque onde ocorre a sedimentação e decantação. Ou seja, neste primeiro reservatório, situado abaixo da mesa de corte, se gera um efluente constituído de partículas (restos de matéria prima) e água utilizada no processo.

Nos setores de acabamento e montagem, a segunda direção percorrida pela água no processo de corte, ocorre pela queda da água no piso da oficina, conforme ilustrado na figura 2. Observa-se que é necessária a implantação de um sistema de coleta e drenagem de efluentes sob o piso, devidamente equipadas com tampas, permitindo um tráfego seguro dos trabalhadores.

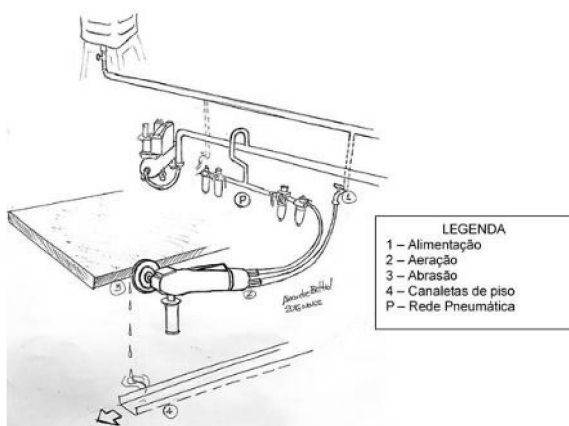


Figura 2 – Fluxo da água na montagem e acabamento  
Autor: BETTIOL (2016).

Numa segunda etapa do processo o esgoto industrial é conduzido por condutos abertos ou tubulações até a caixa retentora, adaptada para este fim da Norma Técnica NTS 217 - Ligação Predial de Esgoto (2015) conforme apresentada na figura 3.

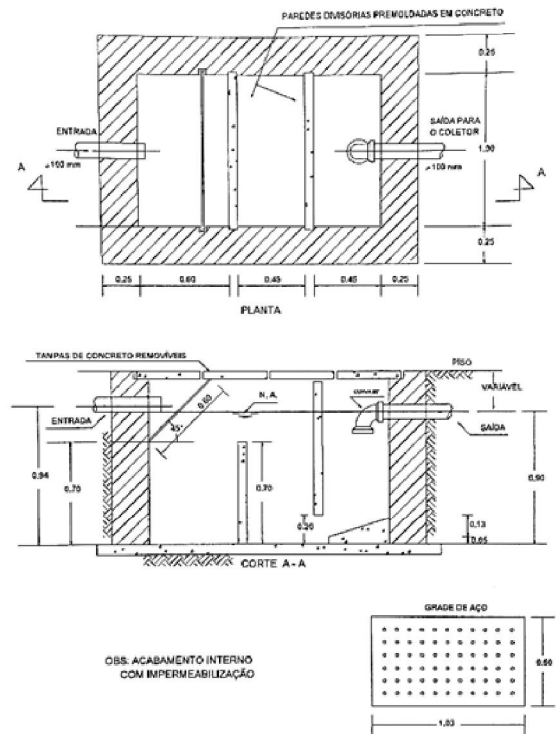


Figura 3 – Caixa Retentora  
Fonte: Adaptado de SABESP (2015).

Nesta etapa do processo, assim como no primeiro tanque, só que de uma forma menos turbulenta, ocorre uma adicional sedimentação das partículas e decantação do líquido, produzindo um lodo em forma de lama de rocha, cujas partículas são de granulometria muito reduzida.

A primeira medida foi transformar os esgotos industriais ao estado equivalente de esgoto sanitário para posteriormente lança-lo a rede pública de esgotamento sanitário.

Após esse tratamento, o efluente já apresenta características satisfatórias para o lançamento na rede de esgotamento sanitário, porém observou-se que além de cumprir com as exigências da legislação ambiental apresentava-se boa qualidade, o que significou uma oportunidade de reduzir os custos de consumo de água, através do reuso desse efluente tratado.

#### D. REUSO DOS EFLUENTES.

Para melhorar a qualidade desse efluente visando seu reuso, torna-se necessário, como já citado, prestar atenção em relação alguns parâmetros tais como:

**Cor e Turbidez** – A turbidez da água decorrentes das partículas produzidas pela brasão durante o beneficiamento, determinam a coloração característica do efluente.

**Dureza** – A dureza da água se refere à presença de cálcio e magnésio dissolvidos; quanto mais cálcio e magnésio tiver mais dura à água será.

**Sabor** – A presença das partículas suspensas, bem como a presença de determinados sais minerais são os responsáveis pela alteração da insipidez da água.

Levando em consideração os parâmetros descritos acima, o processo do tratamento das águas residuárias das marmorarias devem consistir na precipitação e eliminação das partículas que lhe conferem cor, turbidez, dureza e sabor. Isso pode ser feito através de várias técnicas, por exemplo, utilizando-se processos físicos (sedimentação e decantação) complementados por processos químicos, com aplicação de coagulantes (sulfato de alumínio, cloreto férrico ou sulfato ferroso) e floculantes (polímeros).

E quando ainda persistem parâmetros fora dos limites estabelecidos, como pH alcalino, pode-se recorrer a processos simplificados de tratamento, como:

**Coagulação** – Adicionar ao efluente coagulantes do tipo sulfato de alumínio, cloreto férrico, sulfato ferroso, etc., corrigir o pH com soda ou cal e a seguir aplicar agitação rápida para provocar a desestabilização elétrica das partículas poluidoras, facilitando sua agregação.

**Floculação** - a água recebe polímeros, aglutinando impurezas e formando flocos, facilitando a remoção.

**Decantação** – sendo mais pesados que a água, os flocos se depositam no fundo, formando um lodo.

**Filtração** – camadas filtrantes retêm os flocos menores ainda em suspensão.

As quatro etapas: coagulação, floculação, decantação e filtração recebem a denominação de clarificação. Nesta fase, todas as partículas de impurezas são removidas deixando a água límpida. Mas ainda não chega a ser segura para contato físico com os funcionários. Torna-se necessária uma quinta etapa que é a desinfecção, com o uso de cloro (por exemplo hipoclorito de sódio), que permite a eliminação de microrganismos patogênicos.

Após a sedimentação e decantação é possível utilizar um processo de filtração lenta, que apresenta algumas vantagens como: não necessita de produtos químicos, baixo custo de construção, operação e manutenção, não necessita de mão de obra qualificada, produz água menos corrosiva e é um dos processos de tratamento de água que produz menos lodo. Esses filtros podem ser de fluxo ascendente ou descendente.

Os principais fatores que limitam o bom funcionamento dessas unidades de tratamento são mudanças bruscas de vazão, elevada turbidez e falta de limpeza periódica. Para facilitar a limpeza tem sido utilizado membranas do tipo tecido não tecido.

## E. RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Segundo Formigoni (2006) apud Santos et. al., (2012) estima-se que durante o processo de corte sejam perdidos de 25% à 30% da matéria prima, uma vez que é transformada em pó e retalhos. Os resíduos de mármore e granito são materiais de grande resistência que podem ser reutilizados na construção civil para fabricação de argamassa, lajotas, brita e corpos cerâmicos.

Os principais resíduos sólidos gerados no processo de fabricação de peças ornamentais são:

- Lama de mármore e granitos;
- Filetes, faixas e retalhos;
- Resíduos finos.

Esses resíduos podem ser reutilizados das seguintes formas:

- Incorporação da lama de mármore e granito em massas argilosas: de acordo com os resultados de um estudo feito por Silva et al. (2005) é possível adicionar resíduos sólidos a massas argilosas sem prejudicar a qualidade e propriedades do produto final.
- Uso de finos em substituição às areias naturais na elaboração de argamassa: segundo D'Agostino e Soares (2003) a areia resultante da britagem de rocha (os finos), mostrou-se um material adequado para o preparo de argamassas.
- Uso de finos como substituição de partes do cimento em argamassa de revestimento: Estácio (2015) concluiu que é possível usar até 2,5% de finos na fabricação de argamassa para revestimento.
- Uso de finos em misturas de solo-cimento para correção granulométrica de um solo argiloso: segundo ensaios realizados por Pissato e Soares (2006) a adição de finos ao composto solo-cimento é uma alternativa viável, levando a um aumento proporcional da resistência da mistura final.
- Utilização do resíduo do beneficiamento de mármore e granito no concreto auto adensável: estudo realizado por Carvalho e Araújo (2013) mostrou que o uso desses resíduos não trouxe nenhum prejuízo para as propriedades do concreto auto adensável, apresentando alta capacidade de fluidez e de preenchimento das formas.
- Resíduo de granito na fabricação de cimento portland: Borges (2001) concluiu que a mistura do granito com escória de aciaria pode ser utilizada na fabricação do cimento portland.
- Resíduo de corte de mármore e granito para produção de lajotas: Segundo Bauer (2008) é

possível a utilização dos resíduos de mármore e granito na fabricação de lajotas, substituindo parte do agregado miúdo.

- Resíduo de britagem de granito como substituição de agregado natural: “95% dos agregados para concreto britado usados no Brasil são de origem granítica, basáltica ou calcária” (SBRIGHI, 2012).

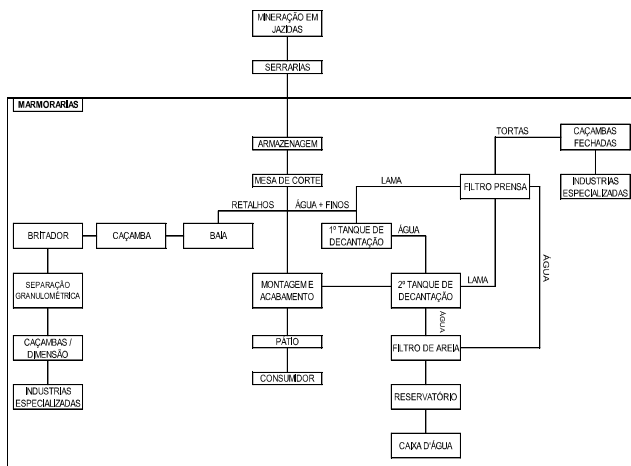
Durante o processo de corte e polimento das chapas é gerado uma lama abrasiva decorrente da mistura de água com o pó de mármore e granito, essa lama é jogada em um tanque de decantação e deverá ser desidratada por meio de filtro prensa e a torta resultante pode ser reutilizada.

Os filetes, faixas e retalhos de maior volume deverão ser depositados em caçambas, e daí levados para moagem e classificação granulométrica. O pó de pedra e areia de brita também são considerados subprodutos finos.

Após a separação granulométrica os resíduos são colocados em caçambas para posteriormente serem destinados para empresas que utilizam esses produtos como matéria prima.

#### F. ADEQUAÇÃO DE PROCEDIMENTOS

Observa-se que no setor de beneficiamento de rochas são utilizados procedimentos rudimentares, a maioria, empíricos com pouca ou nenhuma normatização. Também se evidencia a falta de programas de controle do uso da matéria prima e produtos auxiliares, como a água.



O uso de normas vem sendo impulsionado principalmente pelas imposições do mercado, pelas políticas nacionais de gestão de resíduos e pela legislação ambiental.

Visando orientar o setor de marmorarias no uso adequado de seus processos produtivos e na gestão dos resíduos propõe-se o modelo apresentado na figura 4. Este modelo permite o uso racional da matéria prima e dos resíduos produzidos.

Figura 4. Modelo de gestão proposto  
Autor: BETTIOL (2016).

### III. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A falta de conhecimento técnico e econômico tanto da matéria prima quanto das tecnologias de tratamento de resíduos são causas preponderante na geração de resíduos líquidos e sólidos no setor de beneficiamento de rochas ornamentais. Conseqüentemente, a matéria prima e os produtos auxiliares são utilizados de forma ineficiente e ineficaz, gerando resíduos, com isso, provocando sérios problemas econômicos, sociais e ambientais.

A elaboração de estudos e projetos que levem em consideração as normas técnicas, critérios de engenharia e boas práticas profissionais devem ser o primeiro passo para a implantação de fábricas de beneficiamento de rochas.

O empresário ou gestor da fábrica deve focar na não geração, na minimização, na reutilização e como última medida o tratamento e disposição final.

Ficou demonstrado que o adequado tratamento dos esgotos industriais viabiliza o reuso, minimizando o uso de água potável e reduzindo os custos.

O direcionamento dos resíduos sólidos e semisólidos produzidos para empresas que reciclam resíduos da construção civil, vai de encontro às políticas nacionais de gestão de resíduos sólidos.

O estabelecimento de práticas e processos normatizados favorecerá o aperfeiçoamento das técnicas atualmente em uso.

Um sistema de tratamento de esgotos industriais gerados em marmorarias, baseado em processos físico-químico do tipo decantação e sedimentação primária, coagulação e floculação, seguido de decantação e sedimentação secundária, com filtração lenta e desinfecção, nos permite o seu reuso com garantia da qualidade adequada.

Para uma melhor gestão dos resíduos no setor de marmoraria deve-se enfatizar o tratamento e reuso dos esgotos industriais e encaminhamento dos resíduos sólidos para outros processos produtivos destacadamente a indústria de reciclagem de resíduos da construção civil.

Atualmente existem tecnologias para tratamento das águas residuárias, oriundas dos processos produtivos, em qualquer estado de contaminação. Porém, o grau de tratamento dependerá do uso a ser dado à água, o que repercutirá nos custos.

Os resíduos sólidos gerados neste setor industrial podem ser reciclados, quase que de forma integral, se direcionados às empresas que produzem materiais, agregados, para a indústria da construção civil.

#### IV. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] \_\_\_\_\_.NBR 10004:2004 – **Resíduos Sólidos – Classificação**. Rio de Janeiro, ABNT, 2004.
- [2] \_\_\_\_\_.NBR 10006:2004 – **Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro, ABNT, 2004.
- [3] \_\_\_\_\_.NBR 10007:2004 – **Amostragem de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro, ABNT, 2004.
- [4] \_\_\_\_\_.NBR 13402:1995 - **Caracterização de cargas poluidoras em efluentes líquidos industriais e domésticos**. Rio de Janeiro, ABNT, 1995.
- [5] \_\_\_\_\_.NTS 217.**Ligação Predial de Esgoto**. SABESP, São Paulo – Revisão 2 – Agosto, 2015.
- [6] BORGES, A. **Estudo de Viabilidade Técnica da Utilização de Resíduo do Beneficiamento de Granito e Escória de Aciaria LD na Fabricação de Cimento Portland**. Espírito Santo, 201-. Disponível em <[http://biblio.cetem.gov.br/bitstream/handle/cetem/565/Adriano\\_Borges.pdf?sequence=1](http://biblio.cetem.gov.br/bitstream/handle/cetem/565/Adriano_Borges.pdf?sequence=1)>. Acesso em 06 nov. 2016.
- [7] CARVALHO, R. e ARAÚJO, E. C.**Utilização do resíduo do beneficiamento de mármore e granito no concreto auto-adensável**. Minas Gerais, 2013. Disponível em <<http://www.unilestemg.br/pic/sic-14/resumos/pesquisa-engenharia-tecnologia/UTILIZACAO-DO-RESIDUO-DO-BENEFICIAMENTO-DE-MARMORE-E-GRANITO-NO-CONCRETO-AUTO-ADENSAVEL.pdf>>. Acesso em 06 nov. 2016.
- [8] D'AGOSTINO, L. e SOARES, L.**O uso de finos de pedra de rocha granítico-gnáissica em substituição às areias naturais na elaboração de argamassa**. Revista Geociências, São Paulo, 2003. Disponível em <[http://www.revistageociencias.com.br/22\\_1/6.PDF](http://www.revistageociencias.com.br/22_1/6.PDF)>. Acesso em: 06 nov. 2016.
- [9] ESTÁCIO, M. C. **Utilização de finos de pedra com substituição de partes do cimento em argamassa de revestimento**. Maringá, 2015. Disponível em <<http://www.eaic.uem.br/eaic2015/anais/artigos/80.pdf>>. Acesso em: 06 nov. 2016.
- [10] MORAES, I. **Mármore e Granito: Lavra, Beneficiamento e Tratamento de Resíduos**. Dossiê Técnico, SBRT – Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas, Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro, 2006. Disponível em <[http://biton.uspnet.usp.br/cirra/wp-content/uploads/2013/09/IHMZpaper.ABES\\_.pdf](http://biton.uspnet.usp.br/cirra/wp-content/uploads/2013/09/IHMZpaper.ABES_.pdf)>. Acesso em: 02 nov. 2016.
- [11] PAULA, M. **Corte, pedra, cantaria arte com pedra**. Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=fOAa899M5ZU>>. Acesso em: 03 set. 2016.
- [12] SANTOS et al. **Argamassa com substituição de agregado natural por resíduo de britagem de granito**. REGET/UFMS, 2012. Disponível em

<<https://periodicos.ufsm.br/reget/article/viewFile/7238/pdf>>. Acesso em: 06 nov. 2016.

- [13] SILVA et al. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>>. Acesso em 05 nov. 2016.
- [14] SPÍNOLA, V.; GUERREIRO, L.; BAZAN, R. **A indústria de rochas ornamentais**. Desenhahia: Bahia, BA, 2004. Disponível em <[http://www.desenhahia.ba.gov.br/recursos/news/video/%7B3FC152B1-BEAA-4ED5-B748-C370C1559F4B%7D\\_Rochas\\_ornamentarias.prn.pdf](http://www.desenhahia.ba.gov.br/recursos/news/video/%7B3FC152B1-BEAA-4ED5-B748-C370C1559F4B%7D_Rochas_ornamentarias.prn.pdf)>. Acesso em: 03 set. 2016.
- [15] VILELA, R; BARRETO, J.**Proíbe o processo de corte e acabamento a seco de rochas ornamentais e altera a redação do anexo 12 da Norma Regulamentadora nº 15**. Disponível em <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=205694>>. Acesso em: 05 nov. 2016.
- [16] MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO SECRETARIA DE INSPEÇÃO DO TRABALHO. PORTARIA N.º43, DE 11 DE MARÇO DE 2008 (\*) (DOU de 13/03/08) “**Proíbe o processo de corte e acabamento a seco de rochas ornamentais e altera a redação do anexo 12 da Norma Regulamentadora n.º 15**”
- [17] PISSATO, E. e SOARES, L. **Utilização de finos de pedra em misturas de solo-cimento: Correção granulométrica de um solo argiloso**. Exacta, São Paulo, 2006. Disponível em <http://exactaep.com/index.php/exacta/article/viewFile/667/624>. Acesso em:06 nov. 2016.
- [18] **Estudo da utilização de resíduos de corte de mármore e granitos para produção de lajotas**. 15º Concurso Falcão Bauer, 2008. Disponível em <<http://www.cbic.org.br/premioinovacaoesustentabilidade/baixar2.php?file=ESTUDO%20DA%20UTILIZA%C3%87%830%20DE%20RES%20C3%8DDUO%20DE%20CORTE%20DE%20M%20C3%8IRMOR%20ES%20E.pdf>>.
- [19] SBRIGHI, \_\_\_\_\_. 2012. Disponível em <<http://www.cimentoitambe.com.br/para-cada-tipo-de-concreto-um-tipo-de-brita/>>. Acesso em: Nov. 2016.

#### V. SOBRE OS AUTORES

<sup>1</sup>Doutor e Mestre em Engenharia Civil pela EPUSP – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo e Engenheiro Civil pela UTP – Universidad Tecnológica de Panamá. Professor Doutor, do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário ENIAC e Professor Titular do Curso de Engenharia Civil da UNIAN - Universidade Anhanguera de São Paulo. E-mail: [edgar.manuel@eniac.edu.br](mailto:edgar.manuel@eniac.edu.br).

<sup>2</sup>Mestre em Engenharia Civil e Engenheiro Químico pela EPUSP. <sup>3</sup>Empresário no segmento de marmoraria e Aluno de Engenharia Civil da UNIAN.

<sup>4</sup>Engenheiro Civil pela UNIAN.

<sup>5</sup>Engenheiro Civil pela UNIAN.

<sup>6</sup>Mestre em Engenharia Espacial – Mecânica, Professor do curso de engenharia civil do Centro universitário Eniac, E-mail: [roberto.augusto@eniac.edu.br](mailto:roberto.augusto@eniac.edu.br)