



“ESTUDO DOS EFLUENTES GERADOS NO PROCESSO DE BENEFICIAMENTO DE ROCHAS ORNAMENTAIS DE SANTO ANTÔNIO DE PÁDUA – RJ.”

SILVEIRA, Ramiris Petrilho¹, CARMO, Sérgio Luís Vieira do², OLIVEIRA, Vicente de Paulo Santos³,

1. IFFluminense – Mestrando em Engenharia Ambiental – ramirispetrilho@gmail.com

2. IFFluminense – Mestrando em Engenharia Ambiental

3. IFFluminense – Doutor em Engenharia Agrícola - Universidade Federal de Viçosa

INTRODUÇÃO

A partir da Revolução Industrial do século XVIII, estabeleceu-se uma nova fase na história do desenvolvimento da humanidade. Desde essa época, as atividades industriais receberam grande evidência no desenvolvimento econômico e social. Neste panorama o objetivo fundamental era a geração de riqueza utilizando os recursos naturais sobravam no planeta, sem qualquer preocupação com o destino final dos resíduos gerados nos processos produtivos. Agora com as mudanças climáticas comprovadas, tem advindo um crescente interesse na prevenção ambiental e no desenvolvimento sustentável. Dessa forma, a atenção tem sido dada para o destino dos resíduos sólidos oriundos de atividades industriais e urbanas. Isto devido ao fato de que a reutilização ou reciclagem de resíduos se constitui numa importante metodologia para utilização de resíduos como matérias-primas alternativas nos diversos setores industriais, além de preservar o meio ambiente.

O ramo da mineração e beneficiamento de rochas ornamentais no Brasil tem exposto nos últimos anos grande crescimento, gerando empregos e muita riqueza. As principais atividades do setor são a extração e beneficiamento de rochas, tais como granito, mármore, gnaisse, ardósia, entre outras. Rochas ornamentais são materiais notadamente usados em construções, monumentos, escultura e várias outras possibilidades advindas da criatividade. O Brasil é um dos maiores produtores e exportadores de rochas ornamentais do mundo. A região noroeste fluminense do Estado do Rio de Janeiro é rica em rochas ornamentais, com destaque para o município de Santo Antônio de Pádua. Nesta região está instalado um importante APL que é representado pelo polo de rochas ornamentais, principalmente de rochas do tipo pedra Miracema e pedra Madeira.

O volume de perdas ocorrido na lavra e no beneficiamento das rochas é estimado em cerca de 80% de todo o material que é extraído, e isso vêm gerando sérios problemas ambientais na região de Santo Antônio de Pádua – RJ. Um problema enfrentado é o lançamento de parte desses efluentes produzidos no Rio Pomba.

O tratamento deste tipo de efluente gera um resíduo sólido na forma de pó, que após sua secagem e desagregação, pode ser utilizado na formulação de argamassas e em cerâmica vermelha.

Durante o processo de corte e beneficiamento das rochas ornamentais, em geral, são produzidas grandes quantidades de resíduos abrasivos na forma de uma lama. No Brasil a disposição destes resíduos tem ocorrido, na maioria das vezes, de forma inadequada no meio ambiente através de depósitos irregulares, resultando em impactos ambientais que podem comprometer a fauna e flora em ambientes aquáticos e terrestres. Os resíduos do corte e beneficiamento das rochas ornamentais (lamas) podem provocar a contaminação do solo, de lagos, rios, córregos e até mesmo os reservatórios naturais de água a elevados níveis de contaminação. Além do mais, os resíduos quando secos se transformam num pó fino não biodegradável que gera danos à saúde humana.

O setor industrial de um modo geral tem se deparado nos últimos anos com questões ambientais delicadas, principalmente relacionadas com o gerenciamento de resíduos, no ramo de beneficiamento de rochas, isso representa um sério problema, devido ao grande volume de resíduos que é produzido. Isto tem motivado a busca de estratégias viáveis para o destino final apropriado dos resíduos gerados. A construção civil representa uma opção de grande potencial para se utilizar dos resíduos industriais e urbanos gerados, devido ao fato de ser a maior consumidora de recursos naturais. Vários trabalhos têm sido expostos na literatura sobre a inclusão de resíduos de rochas ornamentais em materiais cerâmicos para a construção civil. Geralmente estes resíduos possuem composições química e mineralógica que, quando acrescentados às formulações cerâmicas em quantidades adequadas, favorecem o processamento cerâmico. Os resíduos de rochas ornamentais são ricos em compostos fundentes (K_2O e Na_2O) que ajudam na formação de uma fase vítrea durante o processo de sinterização. A fase vítrea é responsável pela inertização/encapsulamento de resíduos tóxicos e metais pesados.

A reutilização e a reciclagem destes rejeitos podem diminuir a poluição causada por estes aos corpos hídricos, a diminuição dos materiais destinados aos aterros sanitários e também pode contribuir para um desenvolvimento sustentável. Entende-se o desenvolvimento sustentável, de acordo com documento produzido na ECO-92, como sendo aquele que atende as necessidades do presente sem comprometer as possibilidades das gerações futuras de atenderem as suas próprias necessidades. Pode-se ainda ser atingido como um desenvolvimento que assegura uma melhor qualidade de vida para todos, tanto hoje quanto para as gerações futuras.

Este trabalho é direcionado, essencialmente, para o estudo da avaliação ambiental no descarte dos efluentes com resíduos sólidos de pó de rocha, provenientes da ação de corte e beneficiamento de rochas na região de Santo Antônio de Pádua – RJ, com objetivo geral de descrever os fatores que interferem na diminuição ou ineficiência do tratamento dos efluentes gerados.

Quanto aos objetivos específicos, este trabalho realizará: um diagnóstico do uso da água nos processos utilizados atualmente pelo setor de corte e beneficiamento de rochas; identificar e descrever os principais problemas ambientais ocorridos nestas etapas de beneficiamento; e identificar soluções para aumentar a eficiência do uso de água e alternativas para tratamento dos efluentes produzidos.

METODOLOGIA

Quanto a sua abordagem, a pesquisa teve uma metodologia de caráter qualitativo, visando compreender melhor os fatos ocorridos no beneficiamento de rochas em empresas de Santo Antônio de Pádua. Durante o trabalho buscou-se entender as dinâmicas realizadas na empresa e dessa forma produzir resultados ilustrativos sobre o sistema de produção adotado na região. De acordo com a natureza da pesquisa, podemos classificá-la como sendo uma pesquisa aplicada, pois tem como objetivo gerar conhecimentos para a aplicação prática, em problemas específicos com soluções dirigidas e eficientes.

A pesquisa caracteriza-se por uma análise exploratória que proporciona uma maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais claro e compreensível, fornecendo assim, meios para formular hipóteses para sua melhor interpretação e tratamento. Mostra-se fundamental para esta etapa um amplo levantamento bibliográfico de pesquisas relacionadas ao assunto e entrevistas com empresários, funcionários e pessoas ligadas ao setor produtivo de rochas ornamentais (GIL, 2007).

A pesquisa também teve um viés mais descritivo no momento em que passou a buscar descrever os processos produtivos da empresa e seus problemas, bem como as tecnologias utilizadas e seus impactos sobre o setor. A pesquisa passou a ter um estilo explicativo no momento em que buscou esclarecer as dificuldades na empresa para adoção de uma metodologia ecologicamente correta.

O trabalho teve como delineamento a pesquisa bibliográfica de artigos técnicos, anais de congressos e periódicos especializados, bem como a pesquisa documental, nas instituições de apoio ao setor, como o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae).

A área de estudo foi direcionada para empresas de Santo Antônio de Pádua, um município do interior do estado do Rio de Janeiro, que faz divisa com o estado de Minas Gerais e próximo a divisa com o Espírito Santo.

Foram realizadas duas visitas técnicas na empresa para avaliação das técnicas adotadas e para o levantamento de dados. O proprietário e funcionários se mostraram interessados com o trabalho, pois viram o potencial na redução do consumo de água e no tratamento dos efluentes produzidos.

Verificou-se durante as entrevistas que o consumo não possui nenhum tipo de controle em sua vazão, as serras maiores consomem cerca de 80 l/min e as serras menores 30 l/min. Constatou-se também, que mesmo sem estar em processo de corte, a água é bombeada continuamente, o que pode ser solucionado com um dispositivo controlador de vazão automatizado que só liberará a água no momento em que o corte iniciar, evitando os desperdícios durante o posicionamento dos blocos ou chapas.

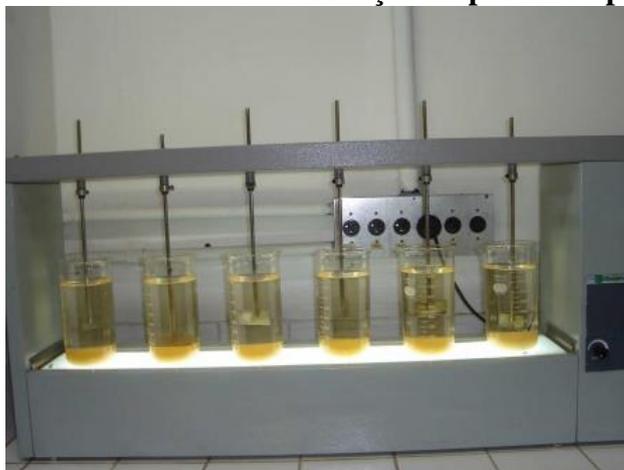
Todo efluente produzido na empresa passa por três tanques de decantação para um prévio tratamento. Esta fase será avaliada mediante uma análise físico-química identificando os valores de pH, turbidez, OD, temperatura, condutividade e sólidos dissolvidos totais de cada etapa de uso da água e também de cada tanque, para que se possa traçar um gráfico com a qualidade da água em cada etapa e a verificação do tratamento adotado pela empresa. Serão feitos estudos sobre o pó de rocha para avaliar uma melhor forma de separá-lo da água.

A metodologia que será aplicada para avaliação da melhor forma para se proceder a separação do sólido/líquido, através da decantação, é a técnica do “Jar-Test” ou “Teste de jarros”, equipamento disponível no Polo de Inovação do IFFluminense (PICG).

De acordo com Padilha *et al* (2011), o JarmTest ou turb-floc é um equipamento que possui seis jarros (Figura 1) com capacidade de dois litros cada, estes contém pás ou agitadores em seu interior que são ativados através de mecanismos magnéticos, e que servem para otimizar a mistura dentro de cada jarro. A rotação de cada agitador está relacionada com o controle de ajuste em “rpm” (rotações por minuto) e a mistura do coagulante é feita por tubos de ensaio inter-ligados por uma alavanca, o que proporciona o contato simultâneo do coagulante nos tubos de ensaio com os jarros em questão.

Cada jarro recebe uma concentração diferente de sulfato de alumínio, o objetivo é avaliar qual a maior remoção de sólidos com o menor consumo de coagulante e assim identificar a dosagem ótima com menor custo/benefício e maior eficiência na separação da mistura.

Figura 1- Jar Test utilizado na determinação do pH ótimo para coagulação.



Fonte: Apostila de metodologia experimental PUC-Rio.

DESENVOLVIMENTO

1. Rochas ornamentais

Segundo Chiodi Filho e Rodrigues (2009) as rochas são genericamente deliberadas como corpos sólidos naturais, formados por agregados de um ou mais minerais cristalinos. As rochas ornamentais e de revestimento, também instituídas como pedras naturais, rochas lapídeas, rochas dimensionais e materiais de cantaria, abrangem os materiais geológicos naturais que podem ser retiradas em blocos ou placas, cortados em formas variadas e beneficiados por meio de esquadrejamento, polimento, lustro, etc. Seus principais aproveitamentos 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.

Geologicamente, as rochas são alocadas em três grandes grupos genéticos: ígneas, sedimentares e metamórficas. As rochas ígneas, ou magmáticas, são resultado da solidificação de material fundido (magma), em diferentes profundidades da crosta terrestre. As rochas sedimentares se formam pela deposição química ou sedimentar dos produtos da desagregação e erosão de rochas preexistentes, carregados e acumulados em bacias de deposição em ambientes subaquáticos (fluviais, lacustres e marinhos) e eólicos (subaéreos). Rochas metamórficas são formadas pela transformação (metamorfismo) de outras preexistentes, normalmente como resultado do aumento da pressão e temperatura no ambiente geológico.

A partir de uma análise mercadológica, os produtos do setor têm atributos das manufaturas, e não das *commodities* segundo Chiodi Filho e Rodrigues (2009).

Os produtos que geralmente são obtidos para o comércio a partir da extração de blocos e serragem de chapas, que passam por algum tipo de tratamento de superfície (sobretudo polimento e lustro), são definidos como rochas processadas especiais. Caso dos materiais que em geral aceitam polimento e recebem calibração, abrangendo os mármore, granitos, quartzitos maciços e serpentinitos.

Nos produtos que normalmente são comercializados e utilizados como superfícies naturais em peças não calibradas, extraídos diretamente por desdobramento mecânico de chapas na pedreira, são designados rochas processadas simples. Para elucidação refere-se que, no Brasil, tal é o caso dos quartzitos foliados (pedra São Tomé, pedra Mineira, pedra Goiana, etc.), pedra Cariri, basaltos gaúchos, pedra Paduana ou Miracema, pedra Madeira (Figuras 2a e 2b) pedra Macapá, pedra Morisca, dentre outras.

Figura 2: Rochas ornamentais e de revestimento de Santo Antônio de Pádua.



a) Exemplo de uso da pedra Miracema.



b) Exemplo de uso da pedra Madeira

Fonte: PEITER *et all* 2003

2. Área de estudo

O município de Santo Antônio de Pádua – RJ (Figura 3) é rasgado pelo Rio Pomba, que vai formando suntuosas cachoeiras em todo o seu trajeto, onde muitas pessoas costumam praticar canoagem. De acordo com dados da CEIVAP, o Rio Pomba nasce na Serra Conceição – MG, pertencente à cadeia da Mantiqueira, em Barbacena, a 1.100m de altitude. Este rio apresenta uma declividade relevante, uma vez que a cerca de 90 km da nascente atinge a altitude de 200 m. Em Cataguases – MG, está na altitude de 165 m e em Santo Antônio de Pádua – RJ, a 90 m. Depois de percorrer 265 km, atinge a foz no Paraíba do Sul. Os seus principais afluentes são os rios Novo, Piau, Xopotó, Formoso e Pardo.

Santo Antônio de Pádua é conhecida como a cidade das águas e das pedras (Figura 4) por haver no município múltiplas fontes de águas minerais, que são procuradas para terapias de problemas renais, cardiovasculares, tratamento de pele e terapia de rejuvenescimento, e também por ser um dos grandes produtores e exportadores de rochas ornamentais do Brasil. O nome que a cidade recebeu é uma homenagem a seu santo padroeiro, Santo Antônio de Pádua.

Figura 3 – Vista aérea da parte central de Santo Antônio de Pádua.



Fonte: COSTA, 2011.

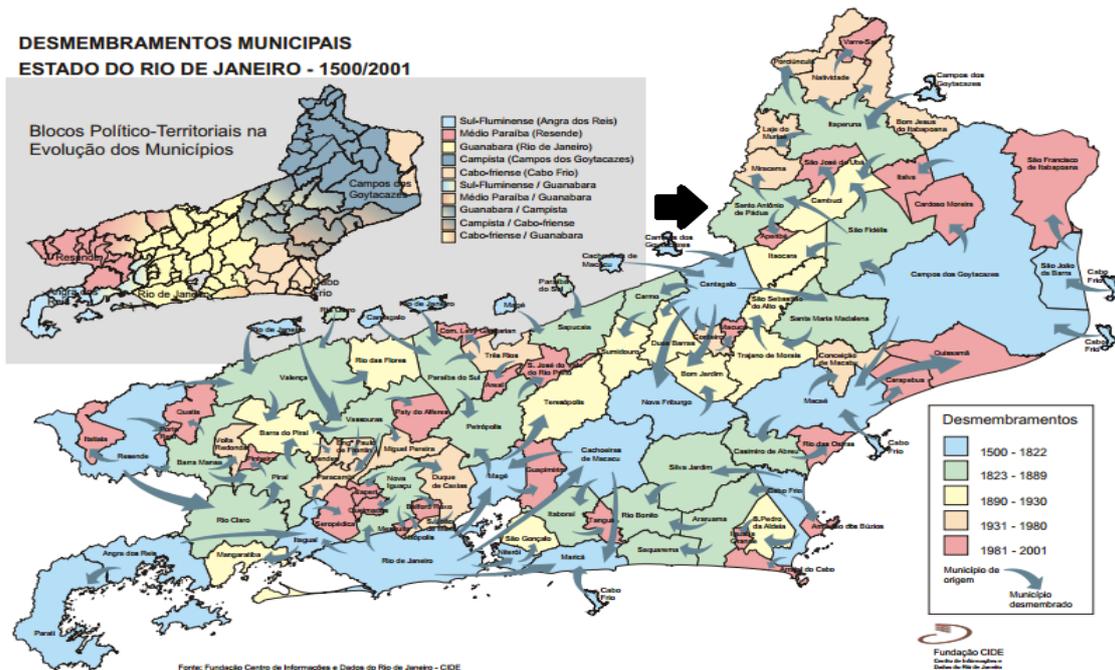
Figura 4 – O símbolo da cidade que representa a pedra e a água.



Fonte: COSTA, 2011.

O município de Santo Antônio de Pádua está localizado na região Noroeste do Estado do Rio de Janeiro (Figura 5), a uma distância cerca de 260 km da capital.

Figura 5 – Localização do município de Santo Antônio de Pádua no estado do Rio de Janeiro.



Fonte: Adaptado da FESP.

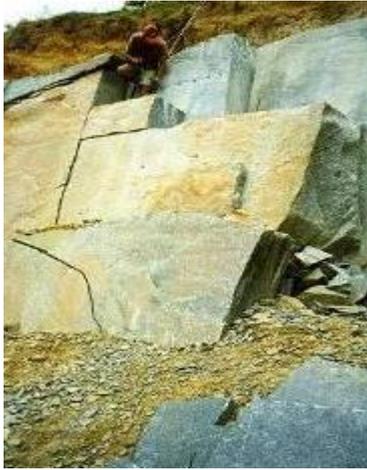
Sua área de abrangência territorial é de 603,357 km², e sua sede apresenta coordenadas geográficas 21°30'30"S e 42°11'00"W. Sua altitude média é de 86m e sua população, estimada pelo IBGE para o ano de 2015, é de aproximadamente 41.178 habitantes, distribuída em seus 7 distritos.

A economia da região é voltada para a pecuária de leite e de corte, alugueis, indústrias de papéis, indústrias de pedras decorativas e de revestimentos, comércio varejista e atacadista, serralherias, hortigranjeiros, produtos alimentícios e bebidas, construção civil e serviços (este representa o ramo que mais emprega na região).

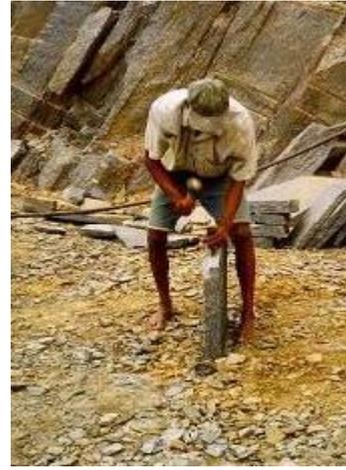
3. Cadeia produtiva de rochas em Santo Antônio de Pádua – RJ.

Segundo estudos de PIETER (2003), o setor de rochas da região é responsável por gerar muitos empregos, empregando atualmente cerca de 4000 funcionários em empresas legalizadas e não legalizadas. A produção é feita com pouca mecanização e muitas técnicas ainda são artesanais, como por exemplo, a extração dos blocos, conforme mostram as figuras 6a e 6b.

Figura 6 – Extração e fatiamento de rochas.



a) Extração dos blocos.



b) Fatiamento manual das rochas.

Fonte: SILVA NETO e SILVESTRE, 2013.

Na parte de beneficiamento, as tecnologias também são básicas, e isto acarreta perda de produtividade, desperdício de água (ilustrado na figura 7), energia e agravamento de problemas ambientais, como por exemplo, a liberação de pó de pedra, que é resultado do corte da pedra na serra circular, figura 8. Esse pó possui uma granulometria muito fina e acaba sendo descartado junto com a água utilizada no resfriamento das serras durante o corte das rochas, gerando uma espécie de lama abrasiva, figura 9.

Figura 7 – Desperdício de água e energia.



Fonte: Arquivo do autor.

Conforme Ribeiro, Correia e Seidl (2005), a lama é composta basicamente de água, granalha, cal e rocha moída, que são depositadas em tanques de decantação dentro da própria empresa. Nos tanques, a lama recebe uma solução de sulfato de alumínio $Al_2(SO_4)_3$ de forma desregada, tratando-se de um tonel com capacidade para 200l que possui uma torneira que pinga a solução nos tanques (figura 10).

Figura 8 – Processo de corte de chapas na serra circular.



Fonte: Arquivo do autor.

Figura 9 – Lama abrasiva, resultado do corte das rochas.



Fonte: Arquivo do autor.

Figura 10 – Tratamento da lama aplicado na empresa.



Fonte: Arquivo do autor.

Uma análise do pó da rocha foi feita por Manhães e Holanda (2008), constatando a composição presente na tabela 1.

Tabela 1 – Composição química do resíduo de rocha granítica.

Composição	% em Peso
SiO ₂	72,17
Al ₂ O ₃	10,80
Fe ₂ O ₃	5,04
CaO	2,33
MgO	0,94
MnO	0,08
TiO ₂	1,07
Na ₂ O	2,34
K ₂ O	3,87
P ₂ O ₅	0,27
Perda ao fogo (1000 °C)	1,08

Fonte: MANHÃES e HOLANDA, 2008.

A lama gerada no processo, depois de receber esse tratamento precário, é lançada no Rio Pomba.

4. Políticas sobre lançamento de efluentes.

A legislação estabelece alguns padrões que devem ser observados para fazer o lançamento de efluentes líquidos nos corpos d'água a fim de garantirem a integridade dos mesmos diante de qualquer tipo de processo industrial ou atividade poluidora no estado do Rio de Janeiro, estes critérios e padrões constam na norma técnica – NT -202.R-10.

A norma técnica estabelece importantes critérios como por exemplo: pH entre 5,0 e 9,0; temperatura inferior a 40 °C; Materiais sedimentáveis até 1,0ml/L, em teste de 1hora em “Cone Imhoff” para lançamentos em lagos, lagoas, lagoas, reservatórios e cor virtualmente ausentes.

O CONAMA durante o processo de licenciamento estabelece padrões para que as fontes poluidoras se adequem a fim de cumprir com as normas, de forma que suas ações não causem nenhum tipo de dano aos corpos hídricos. No capítulo II, Seção I, a partir do parágrafo 5º até 15 da resolução Nº 430, de 13 de Maio de 2011 deixa claro as condições e padrões de lançamento de efluentes.

De acordo com a norma os efluentes lançados não poderão conferir ao corpo receptor características de qualidade em desavença com as metas obrigatórias progressivas, intermediárias e finais, do seu enquadramento, em casos excepcionais e de forma temporária, o órgão ambiental competente poderá, mediante avaliação técnica fundamentada, autorizar o lançamento de efluentes em desacordo com as condições e padrões estabelecidos, desde que observados os seguintes requisitos: a comprovação de acentuado interesse público, devidamente fundamentado; resguardo ao ajuste do corpo receptor e às metas intermediárias e finais, progressivas e obrigatórias; realização de avaliação ambiental tecnicamente adequado, à custa do empreendedor responsável pelo lançamento; promoção de tratamento e exigências para este lançamento; amarração de prazo máximo para o lançamento, prorrogável a critério do órgão de gerenciamento ambiental competente, enquanto durar a situação que justificou a excepcionalidade aos limites estabelecidos nesta norma; e o estabelecimento de ações que busquem neutralizar os eventuais efeitos do lançamento excepcional.

O órgão ambiental competente deverá, através de norma específica no licenciamento da atividade ou empreendimento, apontar a carga poluidora máxima para o lançamento de substâncias passíveis de estarem presentes ou serem formadas nos processos produtivos. A fiscalização pode ainda requerer no ato do licenciamento ou em sua renovação a apresentação de estudo detalhada indicando a capacidade de suporte do corpo receptor.

No licenciamento o empreendedor deverá informar ao órgão ambiental às substâncias que podem estar presentes no efluente produzido, e para isso deverá observar a Resolução CONAMA 357, de 2005 que estabelece padrões para a qualidade da água de acordo com o seu tipo, sob pena de perder a licença caso as exigências mínimas não sejam atendidas.

Os efluentes lançados não podem conter Poluentes Orgânicos Persistentes POPs, dioxinas, furanos, óleos, graxas e corantes, se um destes for detectado o empreendedor fica obrigado a utilizar de tecnologias adequadas para promover sua redução ou completa eliminação.

O lançamento de efluentes diluídos com águas de melhor qualidade é expressamente proibido, pois caracteriza uma forma de fraudar a real situação do material gerado.

5. Tratamento de efluentes na indústria de rochas ornamentais.

O gerenciamento dos resíduos produzidos nas etapas de beneficiamento de rochas ornamentais deve ocorrer de forma a minimizar os impactos ambientais, procurando aproveitar o máximo dos resíduos produzidos. Os resíduos grossos podem ser britados ou moídos e empregados na produção de concreto, britas, tintas, areia artificial, argamassas e outras finalidades.

De acordo com Campos *et al* (2009), os resíduos que possuem uma granulometria menor estão presentes no efluente produzido pelo corte das rochas e devem receber um tratamento adequado devido a grande presença de material particulado em sua composição.

Atualmente, o tratamento desse material é feito pela separação da água/sólido. As metodologias mais comuns para realizar essa separação são através da utilização de tanques de decantação feitos de alvenaria, onde o material passa por diferentes estágios e nesse percurso vai recebendo doses de coagulante para que o sólido se precipite no fundo; outra forma é a utilização de decantador vertical construído com chapas metálicas com formato cônico. Geralmente esse tipo de decantador possui um filtro tipo prensa acoplado na sua extremidade inferior, onde a lama gerada é prensada para uma melhor separação do sólido/líquido (figura 11); o filtro de discos e o tanque decantador com meios filtrantes também podem ser utilizados.

Algumas empresas do Espírito Santo vêm conseguindo bons resultados na utilização do decantador vertical acoplado ao filtro prensa, porém o material extraído desse filtro ainda apresenta certa quantidade de umidade e acaba sendo depositado em leitos de secagem de lama.

Figura 11- Decantador vertical acoplado ao filtro prensa.



Fonte: CAMPOS *et al.* (2009).

6. Reciclagem e reaproveitamento

A reciclagem e o reaproveitamento dos rejeitos produzidos no beneficiamento de rochas ornamentais se mostram importante, pois além de gerar uma nova fonte de renda pode ainda representar uma grande contribuição ambiental, já que a reciclagem diminui a extração de matéria-prima e reduz o volume de resíduos que vai parar nos lixões, aterros e descartes clandestinos. Em muitos casos a falta de fiscalização por parte do poder público acaba sendo cúmplice de crimes ambientais e favorece a clandestinidade.

Como medida para incentivar a reciclagem, o Senado aprovou um Projeto de Lei nº187 de 2012, do Senador Paulo Bauer, que dispõe sobre a dedução de impostos de renda os valores doados a projetos e atividades relacionados a reciclagem. O projeto foi aprovado por comissão em decisão terminativa e aguarda publicação para entrar em vigor.

CONCLUSÃO

A falta de incentivo e de conhecimento técnico acaba por gerar impactos ambientais e hábitos ineficazes para uma indústria. Isso é refletido em toda a sua cadeia produtiva e ressalta a importância de sanar as deficiências do setor industrial.

O uso desmedido de água causa um consumo dispensável, visto que boa parte da água que é captada do rio acaba sendo desperdiçada sem se quer ser utilizada na produção. A adequação correta das bombas que captam a água para uma potência menor pode reduzir a perda de água, panorama vivenciado na empresa com o desperdício de água captada.

As tubulações antigas apresentam alguns problemas de vazamentos que poderiam ser corrigidos com facilidade a partir de uma simples manutenção rotineira e adequações dos equipamentos as reais necessidades da empresa.

A falta de metodologia adequada para o tratamento do efluente acaba por lançar no rio uma lama com grande carga de material particulado, o que pode influir na dinâmica local do corpo hídrico e impactar em sua biota, por uma análise holística é possível afirmar que a presença de coloração esbranquiçada no efluente lançado no rio Pomba esta em desacordo com o estabelecido na Norma Técnica – NT – 202 R – 10.

As empresas envolvidas no trabalho mostram interesse para melhorar as questões ambientais, porém a falta de conhecimento técnico acaba representando um grande desafio a ser superado. Parcerias com instituições de ensino e pesquisa podem representar uma solução viável e interessante para os empresários na busca de práticas mais eficientes no sentido econômico e ambiental.

A inovação tecnológica com a instituição de sistemas automatizados de controle de uso de água representa um avanço considerável e significativo na sua economia e a adoção de um sistema de tratamento de efluentes contribuirão bastante na questão ambiental, pois irão diminuir a carga dos efluentes lançados, principalmente em relação ao teor de material particulado lançado no corpo hídrico evitando o seu assoreamento e modificações em suas características naturais.

O tratamento do efluente produzido e a reutilização da água apontam para uma direção favorável à sustentabilidade e a separação do material particulado na etapa do tratamento representa a possibilidade da utilização e comercialização do pó de rocha para outros setores industriais, como na produção de telhas, tijolos e a utilização na produção de argamassa.

REFERÊNCIAS

CAMPOS, A. R. de; CASTRO, N. F; VIDAL, F. W. H; BORLINI, M. C. **Tratamento e aproveitamento de resíduos de rochas ornamentais e de revestimento, visando mitigação de impacto ambiental.** 2009 Disponível em: <<http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/handle/cetem/1474/23simpgeol200916-25.pdf?sequence=1>> Acesso em: 08/10/15.

CHIODI FILHO, Cid; RODRIGUES, Eleno de Paula. **Guia de aplicação de rochas em revestimentos.** Projeto Bula 2009. ABI Rochas. Disponível em: <<http://www.sigmadobrasil.com.br/content/pdf/abirochas-Guia-de-Aplicacao-de-Rochas-em-Revestimentos.pdf>> Acesso em: 15/07/2016.

CONAMA. **Resolução N°357, de 17 de Março de 2005.** Publicada no DOU n° 053, de 18/03/2005, págs. 58-63. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>> Acesso em: 10/10/15.

CONAMA. **Resolução N°430, de 13 de Maio de 2011.** Publicada no DOU n° 092, de 16/05/2011, pág. 89. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>> Acesso em: 10/10/15.

COSTA, Rosilene da Silva. **Estudo dos impactos ambientais causados pela extração de rochas ornamentais em Santo Antônio de Pádua, a partir dos anos 80.** 2011. Monografia apresentada

ao Instituto Federal Fluminense como requisito parcial para conclusão do Curso de Licenciatura em Geografia.

FEEMA. Fundação Estadual de Engenharia e Meio Ambiente. NT- 202. R. 10- **Critérios e padrões para lançamento de efluentes líquidos.** Disponível em: <<http://www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/documents/document/zwew/mde0/~edisp/inea0014058.pdf>> Acesso em: 10/10/15.

FESP. **Desmembramentos municipais do estado do Rio de Janeiro -1500/2001.** Disponível em: <http://www.fesp.rj.gov.br/ceep/info_territorios/div_poli/Desmembramentos_Municipais.pdf>. Acesso em: 27/07/16.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. Disponível em: <https://professores.faccat.br/moodle/pluginfile.php/13410/mod_resource/content/1/como_elaborar_projeto_de_pesquisa_-_antonio_carlos_gil.pdf>. Acesso em: 20/07/16

IBGE. Disponível em: <<http://cod.ibge.gov.br/1UWQ>>. Acesso em: 26/07/16.

Rio de Janeiro: DIM, 2006. Disponível em: <<https://www2.cead.ufv.br/sgal/files/apoio/saibaMais/saibaMais4.pdf>>. Acesso em: 19/07/16.

MANHÃES, J. P. V. T; HOLANDA, J. N. F. de. 2008. **Caracterização e classificação de resíduo sólido “pó de rocha granítica” gerado na indústria de rochas ornamentais.** 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v31n6/a05v31n6.pdf> > Acesso em: 05/10/15.

PEITER, Carlos Cesar; CARVALHO, Eduardo Augusto de; CAMPOS, Antônio Rodrigues de; ROCHA, José Carlos da. **Aproveitamento dos resíduos finos das serrarias de Santo Antônio de Pádua.** I Seminário da Sustentabilidade Ambiental da Mineração, Salvador (BA) 24-25 de novembro de 2003. Disponível em: <http://www.redeaplmineral.org.br/biblioteca/rochas-ornamentais/Aproveita_Finos_Padua2.pdf> Acesso em: 15/06/16.

RIBEIRO, R. C. C.; CORREIA, J. C. G.; SEIDL, P. R. **Utilização de Rejeitos Minerais em Misturas Asfálticas.** In: ENCONTRO NACIONAL DE TRATAMENTO DE MINÉRIOS E METALURGIA EXTRATIVA, 21., Natal, 2005. Disponível em : <<http://www.cetem.gov.br/images/congressos/2005/CAC01280005.pdf>>. Acesso em: 22/08/15.

SILVA NETO, R.; SILVESTRE, B. dos S. **Inovação tecnológica como agente de redução de impactos ambientais da indústria de rochas ornamentais no estado do Rio de Janeiro.** Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 13, n. 3, p. 235-252, jul./set. 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ac/v13n3/v13n3a14.pdf>>. Acesso em: 20/08/15.