



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
CURSO DE QUÍMICA INDUSTRIAL**

KETHLYN HAIANE CARVALHO SILVA

**PRÁTICAS AMBIENTAIS PARA DESTINO CORRETO DE RESÍDUOS DAS
INDÚSTRIAS DE BENEFICIAMENTO DE GRANITOS DO ESTADO DA PARAÍBA**

**CAMPINA GRANDE - PB
2018**

KETHLYN HAIANE CARVALHO SILVA

**PRÁTICAS AMBIENTAIS PARA DESTINO CORRETO DE RESÍDUOS DAS
INDÚSTRIAS DE BENEFICIAMENTO DE GRANITOS DO ESTADO DA PARAÍBA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Universidade Estadual da Paraíba no curso de Química Industrial do Departamento de Química do Centro de Ciências e Tecnologia em cumprimento às exigências legais para obtenção do título de bacharel em Química Industrial.

Área de concentração: Meio-ambiente

Orientador: Prof. Dr. Antônio Augusto Pereira de Sousa.

**CAMPINA GRANDE -PB
2018**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

S586p Silva, Kethlyn Haiane Carvalho.
Práticas ambientais para destino correto de resíduos das indústrias de beneficiamento de granitos do Estado da Paraíba [manuscrito] / Kethlyn Haiane Carvalho Silva. - 2018.
27 p. : il. colorido.
Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química Industrial) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2018.
"Orientação : Prof. Dr. Antonio Augusto Pereira de Sousa, Departamento de Química - CCT."
1. Meio ambiente. 2. Rochas ornamentais. 3. Lama abrasiva. 4. Resíduos industriais. I. Título
21. ed. CDD 628.51

KETHLYN HAIANE CARVALHO SILVA

PRÁTICAS AMBIENTAIS PARA DESTINO CORRETO DE RESÍDUOS DAS
INDÚSTRIAS DE BENEFICIAMENTO DE GRANITOS DO ESTADO DA PARAÍBA

nota 10,0
(Out, 2020)


Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Universidade Estadual da Paraíba no curso de Química Industrial do Departamento de Química do Centro de Ciências e Tecnologia em cumprimento às exigências legais para obtenção do título de bacharel em Química Industrial.


Área de concentração: Meio-ambiente

Aprovada em: 20/11/2018

BANCA EXAMINADORA


Prof. Dr. Antônio Augusto Pereira de Sousa (Orientador)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)


Prof. Dra. Djane de Fátima Oliveira
Examinadora Externa


Prof. Dra. Maria Roberta de Oliveira Pinto
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

À Deus, que me guiou, capacitou e encorajou. E à minha mãe, que com muito carinho e apoio, não mediu esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a **Deus**, por ser presente em minha vida em todos os momentos, sendo fonte de força e fortaleza e me proporcionando sempre um novo dia, com novas oportunidades e conquistas. À todos os meus familiares, em especial minha mãe **Eleuzine**, meu exemplo de determinação e coragem, que mesmo diante de toda dificuldade que possa ter existido nunca deixou de acreditar em mim, me oferecendo o apoio que sempre precisei para o alcance de meus objetivos, desde o financeiro até o carinho e conforto em dias cansativos.

Agradeço à Universidade Estadual da Paraíba e todos os profissionais envolvidos desde a minha ingresso no curso, que se dedicaram a ensinar e compartilhar conhecimentos, contribuindo de forma significativa e oportunizando a minha formação acadêmica. Em especial, ao meu orientador **Antonio Augusto**, por todas as correções e incentivos, e principalmente todas as oportunidades que me conferiu, as quais me proporcionaram um maior aprendizado e confiança para trabalhos externos à Universidade.

Às professoras avaliadoras **Djane** e **Roberta**, pelos conhecimentos transferidos durante a graduação e pela disponibilidade em participar desse momento ímpar em minha vida e pela contribuição para a melhoria do trabalho.

RESUMO

O crescimento econômico de uma empresa precisa estar comprometido com o meio ambiente de forma sustentável e racional. Assim sendo, as organizações, sobretudo as indústrias, necessitam de um sistema de gestão que proporcione maior qualidade de seus produtos, através de novas tecnologias, como também contribuindo com o avanço ecologicamente correto e garantindo seu diferencial competitivo. De acordo com o significativo número de indústrias atuantes no setor de minerais não metálicos no Brasil e seu alto teor de resíduos resultantes, é requerido a estas um cuidado especial quanto ao descarte no meio ambiente. As rochas ornamentais definem uma das mais promissoras oportunidades de negócio deste setor, devido à variedade de sua aplicação, principalmente na construção civil. Diante disto, este trabalho objetivou-se em indicar alternativas viáveis para o destino final dos rejeitos das indústrias de beneficiamento de granito do estado da Paraíba, visando minimizar os possíveis impactos e passivos ambientais. Assim sendo, utilizou-se para o levantamento de dados a pesagem/medição de alguns materiais como cacos, pedaços de blocos, depósitos de lama abrasiva descartada, abrasivos usados, e dentre outros, juntamente com a aplicação do formulário padronizado, fornecido pela resolução 313/02 do CONAMA, a respeito do inventário nacional de resíduos sólidos industriais. O resultado deste trabalho é apresentado através de síntese das etapas de geração dos resíduos das indústrias avaliadas e do inventário do ano de 2017, com o qual se observou uma preocupante percentagem de lama abrasiva gerada, a qual é constituída de água, granalha (mini esferas de aço ou ferro fundido), cal (calcário ou carbureto de cálcio) e rocha moída. Além dela, uma grande quantidade de costaneiras é produzida, pedaços do bloco de granito desprendidos a partir de choques mecânicos, que permanecem armazenadas no pátio das fábricas aguardando destino final.

Palavras-chave: Meio ambiente. Rochas ornamentais. Lama abrasiva.

ABSTRACT

The economic growth of a company is being committed to the environment in a way that is sustainable and rational. Thus organizations, especially the industries, they need a better method of management for their products, through new technologies, however, contributing to their ecologically correct performance and signing their competitive edge. According to the significant number of industries operating in the nonmetallic minerals sector in Brazil and their high content of residues resulting from, are required to take special precautions for disposal in the environment. The ornamental rocks define one of the most promising business opportunities in this sector, due to the variety of its application, mainly in civil construction. In this line of thought, this work aimed to indicate feasible alternatives for the final destination of the tailings from the granite beneficiation industries of the state of Paraíba, aiming at minimizing the possible environmental impacts and liabilities. Therefore, it was used for the data collection, used for the data collection the weighing / measurement of some materials such as shards, blocks pieces, deposits of discarded abrasive sludge, used abrasives, and etc, together with the application of the standard form, provided by CONAMA Resolution 313/02, from the national inventory of industrial waste solid. The result of this work is presented through the formation of waste generation stages of the industries evaluated and the inventory of the year 2017, as a worrying percentage was observed of abrasive mud generated, where it consists of water, grit (small iron or cast iron beads), lime (limestone or calcium carbide) and ground rock. In addition, a great amount of costaneiras is produced, pieces of block of granite detached from mechanical shocks, that stay stored on the front side of the industries waiting for the final destiny.

Keywords: Environment. Ornamental rocks. Abrasive mud.

Sumário

1 INTRODUÇÃO	8
2 REVISÃO DA LITERATURA	9
2.1 Rochas ornamentais	9
2.2 Processo de beneficiamento de rocha ornamental.....	10
2.3 Impactos ambientais de beneficiamento de Rochas Ornamentais.....	10
2.4 Inventário de resíduos na indústria.....	12
3 METODOLOGIA.....	14
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	15
4.1 Inventário do resíduo industrial do beneficiamento de granito.	15
4.2 Práticas ambientais para os impactos e passivos dos resíduos de granito.	20
5 CONCLUSÃO.....	24
REFERÊNCIAS	25

1 INTRODUÇÃO

As empresas evoluem constantemente, buscando agradar cada vez mais o seu público, porém esse progresso precisa andar em paralelo com o desenvolvimento sustentável, ou seja, satisfazer as necessidades do presente sem prejudicar as futuras gerações, implicando, principalmente, no aproveitamento racional dos recursos naturais, preservando-se o meio ambiente.

Com o intuito de reduzir custos, adequar produtos e processos de produção às necessidades do mercado, as organizações, sobretudo as indústrias são encorajadas a modernizarem seus sistemas de gestão para que proporcionem maior qualidade de produtos, propiciem novas tecnologias e contribuam com o avanço sustentável garantindo o aumento da competitividade e, conseqüentemente, da lucratividade. Os Sistemas de Gestão Ambiental tem sido uma das alternativas utilizadas pelas empresas para alcançarem estes objetivos.

A questão social também é fundamental para as organizações porque diz respeito ao seu impacto no sistema social onde operam. Sendo assim, uma empresa socialmente responsável vai procurar minimizar os impactos negativos e elevar os positivos, passando a estabelecer e pôr em prática seus sistemas de gestão ambiental (NÓBREGA, 2010).

O setor de minerais não metálicos precisa de certa atenção, devido a sua grande demanda de indústrias atuantes no Brasil e seu alto teor de resíduos resultantes, que precisam ser ao invés de descartados no meio ambiente, especialmente no solo, serem reutilizados ou mesmo reciclados, visando à restauração das áreas mineradas, ou serem corretamente e cuidadosamente dispostos. Entretanto, é válido ressaltar que a crescente tendência mundial de reciclagem de materiais e aproveitamento de resíduos industriais e urbanos tem sido feita com uso intensivo das tecnologias correntes de tratamentos de minérios (LUZ e LINS, 2010).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho é apontar alternativas viáveis de destino final dos resíduos das indústrias de beneficiamento de granito do Estado da Paraíba, através de práticas de preservação do meio-ambiente, identificando possíveis impactos e passivos ambientais acarretados pelo descarte errôneo destes rejeitos visando minimiza-los.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Rochas ornamentais

Rochas ornamentais são rochas que, “após serragem, polimento e lustração, ressaltam características intrínsecas (textura, estrutura, trama dos minerais, etc) conferindo-lhes grande beleza e permitindo seu uso em revestimentos, pisos e ornamentação” (SOUSA, 2007 *apud* ABREU et al, 1990). Comercialmente, as rochas ornamentais são definidas essencialmente à luz de duas principais categorias, que são os “granitos” e os “mármore”, distinguidas com base na sua composição mineralógica. Os granitos abrangeriam as rochas silicatadas, ou seja, formadas por minerais estruturalmente constituídos por tetraedros de silicatos, ao passo que os mármore incluiriam as rochas composicionalmente carbonáticas (MENEZES e LARIZZATTI, 2005).

As rochas permitem várias aplicações de revestimentos de pisos e fachadas à confecção de mobiliário. É excelente para acabamento e imprime uma maior valorização de qualquer projeto arquitetônico. A maior qualidade destes materiais são a resistência, durabilidade e beleza agregando valores que devem ser ressaltados. Os mármore, granitos e demais rochas ornamentais estão sendo cada vez mais utilizados, alavancados principalmente pelo crescimento da construção civil, mas ainda disputam uma significativa fatia no segmento de revestimento com a indústria cerâmica. Embora este setor tente imitar a rocha ornamental e de revestimento, a grande maioria do tipo de cerâmica encontrada no mercado não chega nem perto da qualidade deste material (FRANGELLA, 2003).

O dinamismo do granito, segundo Neto e Melo (2013), está fundamentado na sua elevada capacidade de substituição em relação a outros materiais, além de sua resistência ao ataque químico e ao desgaste abrasivo que vem aumentando sua utilização em revestimentos externos, tanto em pisos quanto em fachadas.

A produção mundial noticiada de rochas ornamentais e de revestimento evoluiu de 1,8 Mt/ano, na década de 1920, para um patamar atual de 145 Mt/ano. Cerca de 53,5 Mt de rochas brutas e beneficiadas foram comercializadas no mercado internacional em 2016, representando 790 milhões equivalentes de chapas com 2 cm de espessura. Estima-se que os negócios brasileiros do setor, nos mercados internos e externos, inclusive relativos a serviços e a comercialização de máquinas, equipamentos e insumos, tenham movimentado cerca de US\$ 5,0 bilhões em 2017. As exportações brasileiras de rochas ornamentais e seus

diversos produtos comerciais somaram US\$ 1,1 bilhão e 2,36 Mt em 2017, com retração de 2,74% no faturamento e 4,10% no volume físico frente a 2016 (ABIROCHAS, 2018).

2.2 Processo de beneficiamento de rocha ornamental

O beneficiamento de rochas ornamentais visa basicamente a transformação dos blocos extraídos na fase de lavra, em produtos finais ou semiacabados. Desta forma, podem ser separadas as fases de beneficiamento primário e secundário. O primário também é conhecido como serragem ou desdobramento e consiste no corte dos blocos em chapas com espessuras bastante próximas do produto acabado. Este procedimento é feito com uso de equipamentos como teares multilâmina, tear monolâmina, talha-blocos de disco diamantado, teares multifio diamantados ou monofio diamantado. (SILVEIRA, p. 338, 2014).

Estes teares convencionais, segundo Sousa (2007) são equipamentos robustos, dotados de quatro colunas que sustentam um quadro com múltiplas lâminas de aço carbono (alta dureza), dispostas longitudinalmente, umas paralelas as outras realizando movimento pendular. O bloco de rocha é colocado sob o quadro, cujo movimento oscilatório faz que as lâminas penetrem no bloco. Para otimização do corte e resfriamento das lâminas (diminuição do atrito aço-rocha), o bloco é banhado constantemente por uma polpa abrasiva composta pela mistura de água, granalha de aço (elemento abrasivo) e cal (para evitar oxidação).

Após a serragem, as chapas são enviadas para o processo de polimento (beneficiamento final), que ocorre em equipamentos denominados politrizes e é realizado por rebolos abrasivos nas mais diversas granulometrias (dos mais grosseiros para os mais finos). Alguns materiais também são resinados e telados visando aderir maior resistência ao produto, principalmente àqueles que serão destinados à exportação. Ambos os processos, serragem e polimento, utilizam água para garantir o resfriamento dos equipamentos e menor aspensão de pó de rocha (BESSA, 2013).

2.3 Impactos ambientais do beneficiamento de Rochas Ornamentais

A produção de rochas ornamentais é feita na maioria das empresas brasileiras, a partir do desdobramento em chapas de grandes blocos de pedra. No processo de beneficiamento, que corresponde à etapa de tratamento final, origina-se a lama como resíduo principal, que mesmo não tendo constituinte perigoso em sua composição acarreta impactos ao meio ambiente, necessitando de um tratamento adequado. A lama obtida no primário, quando despejada diretamente em um recurso hídrico, poderá ocasionar seu assoreamento e turbidez

que afetam diretamente a biota local, além de contaminar o lençol freático, contaminar o solo, poluir a atmosfera, desfigurar a paisagem e causar danos à saúde (BARBOSA, p. 31,2013). Já

no beneficiamento final, a poluição sonora diminui em relação ao tear, porém, agrava a poluição atmosférica pelo fato das partículas produzidas serem de granulometria menores e a poluição visual agrava-se também pelo fato deste pó depositar-se com facilidade sobre o uniforme dos trabalhadores, máquinas, instalações, vegetação e residências.

No desdobramento de granito, cerca de 25% a 30% do bloco são transformados em lamas abrasivas, que depois são depositadas nos terrenos das empresas. Os processos complementares – polimento e lustro, mais 1% a 2% do volume de chapas também é perdido escoado como polpas, porém destituída da granalha e com restos dos abrasivos, resinas e vernizes. Outras perdas da ordem de 10% a 20% dos volumes processados ocorrem sob forma de retalhos de pedra, correspondente a costaneiras, retraços, peças quebradas e os indiretos como laminas de aço, madeira, papelão, óleo, etc. A quantidade estimada de resíduos resultantes do corte de mármore e granito é de 240 mil t/ano, distribuídas principalmente entre Espírito Santo, Bahia, Ceará e Paraíba. Como as quantidades de resíduos produzidas são elevadas, e tentando contribuir para um desenvolvimento sustentável, existem no Brasil vários estudos, para um aproveitamento destes resíduos na construção civil (SOUSA, 2007 *apud* OLIVEIRA, 2005).

Os descartes resultantes desta indústria são produtos aparentemente sem toxicidade, constituídos principalmente por pó de pedra, sucatas de aço, cal e água, podendo em muitos casos, serem comercializados como subprodutos pela sua possível reutilização. A disposição final da lama é um dos grandes desafios para as empresas mineradoras do século XXI. A busca pelo gerenciamento adequado dos resíduos, priorizando o uso de novas tecnologias de reutilização e reciclagem, é necessária.

Considerando este contexto, pesquisas sobre a reciclagem dos resíduos graníticos vêm sendo desenvolvidas em todo o mundo. O aproveitamento dos rejeitos de lavras de granito é de grande importância bem como sua aplicação como insumo na construção civil, na forma de alicerce, muro de arrimo, paralelepípedos, pedra tosca para calçamentos, cascalho para aterros, britas de pós, de modo a criar uma fonte de renda mínima com agregação de valor ao material extraído (LIMA et al., 2010).

As indústrias se permitem lançar seus resíduos de uma forma não controlada, seja nos seus próprios terrenos, ou até pagando por serviços de coleta de empresas não licenciadas, caindo em situações de descumprimento da lei, simplesmente por não existir um local

licenciado para esta deposição, nem entidades credenciadas para efetuarem a coleta, transporte e valorização.

A produção de resíduos na indústria de rochas ornamentais é proporcional à quantidade de mármore e granitos beneficiados, que, por sua vez obedece à demanda do mercado interno e externo (SOUSA, 2007). Então, para que não seja necessária a diminuição na produção, com o intuito de reduzir resíduos, precisa-se de um sistema de gestão ambiental neste setor para que o aproveitamento dos recursos minerais ocorra em comprometimento com a preservação ambiental.

2.4 Inventário de resíduos na indústria

Diante da preocupação em gerenciar resíduos as indústrias têm adotado os princípios da gestão ambiental que consiste em um conjunto de medidas e procedimentos bem definidos e adequadamente aplicados, que visam reduzir e controlar os impactos introduzidos pelos empreendimentos sobre o meio ambiente. Estes princípios devem também assegurar a melhoria contínua das condições de segurança, higiene e saúde ocupacional de todos os seus empregados e um relacionamento sadio com os segmentos da sociedade que interagem com esse empreendimento e a empresa. As relações ambientais entre o ecossistema e as empresas tornaram-se estáveis, no momento em que os requisitos de natureza física, química, biológica, social, econômica e tecnológica são atendidos através da qualidade ambiental (TOCCHETTO, 2005).

Entretanto, assim como afirma Haas (2013), para dar início à implantação deste sistema, é preciso identificar a atual situação da organização em relação às suas atividades e ao meio ambiente, isto é, desenvolver um diagnóstico ambiental, que interpreta a situação ambiental problemática da área em questão, a partir da interação e da dinâmica de seus componentes, relacionado aos elementos físicos e biológicos e aos fatores socioculturais. A Resolução 313/02 do CONAMA, dispõe de formulários padronizados sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais, o qual é definido como o conjunto de informações sobre a geração, características, armazenamento, transporte, tratamento, reutilização, reciclagem, recuperação e disposição final dos resíduos sólidos gerados pelas indústrias do país.

A atividade industrial, em termos de potencial poluidor, é uma das fontes mais representativas na geração de impactos ambientais. Porém, com a disponibilidade e utilização atual de melhores tecnologias, que conformam a dinâmica do desenvolvimento industrial

impulsionada pela pressão de um mercado globalizado cada vez mais competitivo e exigente quanto à preservação ambiental, esse cenário vem sendo modificado, principalmente em relação ao tratamento dos efluentes líquidos e ao controle das emissões gasosas. Não se pode dizer o mesmo, ainda, do gerenciamento dos resíduos sólidos, cujo tratamento continua incipiente, por falta de políticas nacionais eficientes e de investimentos públicos e privados que incentivem a adoção de práticas de controle, com base em diretrizes e procedimentos pré-estabelecidos. A Norma Brasileira Regulamentada (NBR) 10.004/04 (2004, p. 1) define resíduos sólidos como os que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu 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.

Uma das ferramentas básicas recomendadas para uma avaliação do cenário dos resíduos sólidos é a realização prévia do Inventário, instrumento pelo qual, através de levantamentos de dados cadastrais e de pesquisa de campo das fontes geradoras, sistematiza-se o controle das informações acerca da geração, acondicionamento, transporte, armazenamento e destino final. Essas avaliações poderão ser empregadas em importantes trabalhos de planejamento das ações de controle da poluição industrial, auxiliando, por exemplo, na priorização das ações, levando em consideração o cruzamento das potencialidades da poluição por geração de resíduos sólidos, planejamento de usos do solo, bem como no planejamento dos Órgãos Estaduais de Meio Ambiente, visando o desenvolvimento industrial sustentado (SILVA et al., 2017 apud FEPAM,1997).

3 METODOLOGIA

Neste trabalho foi adotado um planejamento metodológico que permitiu o uso racional dos recursos ambientais no desenvolvimento de atividades humanas, promovendo a sustentabilidade ambiental e econômica e a equidade social. O levantamento de dados consistiu na pesagem/medição dos resíduos, e aplicação formulário recomendado pela Resolução 313/02 do CONAMA, no período entre janeiro a dezembro de 2017. Para isto, foram agendadas previamente visitas nas duas únicas empresas inventariadas localizadas em Campina Grande, que se propuseram a armazenar os materiais gerados durante um mês. O responsável pelas informações foram os gerentes de produção das empresas, contendo endereço, telefone, razão social e atividade de cada empresa.

Os passivos ambientais medidos foram: cacos, pedaços de blocos, entulho e madeira, depósitos de lama abrasiva descartada, abrasivos usados, sucatas metálicas, lâminas usadas dos teares e discos de corte. Estes foram medidos em volume utilizando-se trena quando necessário, pois devido aos recursos disponíveis, ou seja, equipamentos e mão-de-obra, e a grande quantidade existente nos pátios das empresas, tornou-se inviável a realização da pesagem dos resíduos.

Para a pesagem dos resíduos acumulados nas empresas estudadas foi usada uma balança mecânica, da marca FILIZOLA, com capacidade de 200 Kg e utilizado como tara um pallet de madeira, e como recipiente, big bags. Foram pesados os seguintes materiais: papel/papelão, plásticos, madeiras, sucatas metálicas, lâminas usadas, resíduos Classe I (óleo diesel, embalagens, trapos/estopas), pastilhas de abrasivos desgastadas, cacos e casqueiros, solo-cimento (material de assentamento dos blocos nos carrinhos de transporte).

Após pesagem e análise dos diferentes descartes, novas visitas às empresas foram agendadas, para que com métodos pedagógicos, como por exemplo, folders, fossem repassados aos funcionários e donos as aplicações das possíveis práticas ambientais para um destino correto dos resíduos liberados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O resultado deste trabalho é apresentado através de síntese das etapas de geração dos resíduos das indústrias de beneficiamento de granitos e do inventário do ano de 2017, nas duas Indústrias de Beneficiamento de Granito do Estado da Paraíba, localizadas no município de Campina Grande. Em seguida são apresentadas alternativas viáveis de aplicação de medidas atenuantes para os impactos e passivos negativos dos resíduos desta importante atividade produtiva para o desenvolvimento industrial, social e econômico do Estado.

4.1 Inventário do resíduo industrial do beneficiamento de granito

Os inventários realizados nas duas únicas Empresas de beneficiamento de granitos do Estado da Paraíba estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Inventário dos resíduos industriais do beneficiamento de granito de Campina Grande-PB, sugerindo algumas medidas atenuantes.

Resíduo	Efluente	Resíduos das empresas (%)	Medidas Atenuantes
Lama Abrasiva	Sólido/Líquido	74.739	Aterro, adubo, argamassa, tijolo solo-Cimento, etc.
Costaneiras e Retraço	Sólido	24.913	Construção Civil (pedra rachão, calçadas, revestimento de paredes, etc.)
Lâmina de Aço	Sólido	0.291	Siderúrgicas
Madeira e Sacos de Papel	Sólido	0.050	Comercializados na Indústria de Reciclagem
Abrasivos (Policarbonato + sílica)	Sólido	0.004	Descarte (lixão), porém com interesse para reciclagem
Óleos	Líquido	0.003	Reuso para Fundição

A elevada percentagem de lama abrasiva disposta acima, classifica-se como sendo o principal impacto e passivo ambiental gerado na indústria de beneficiamento de granito, que inclusive tem despertado grande preocupação dos empresários e órgãos fiscalizadores do meio ambiente, pois os constituintes deste resíduo são basicamente água, granalha (mini esferas de aço ou ferro fundido), cal (calcário ou carbureto de cálcio) e rocha moída (MOTA et al., 2012

apud GONÇALVES, 2000). As Figuras 4.1 a 4.9 apresentam fotos dos resíduos gerados durante o beneficiamento de granitos nas indústrias de Campina Grande/PB.



Figura 4.1 (a) – ETE
Fonte: Autor



Figura 4.1 (b) - Filtro prensa da ETE
Fonte: Autor

A Figura 4.1 (a) mostra a Estação de Tratamento de Efluentes Líquidos (ETE) com o auxílio de um floculador (utiliza-se o sulfato de alumínio como floculante), decantado de fluxo ascendente e filtro prensa, conforme Figura 4.1 (b), para redução do volume de água na lama abrasiva, como sendo a de maior volume e peso de resíduo das indústrias de beneficiamento de granito. Nas duas empresas estudadas têm-se o mesmo sistema e capacidade da ETE.



Figura 4.2 (a) - Lama abrasiva *in natura*
Fonte: Autor



Figura 4.2 (b)- Lama abrasiva acondicionada em tira-entulhos. Fonte: Autor

As Figuras 4.2 (a) e (b) apresentam a lama abrasiva *in natura* e a lama após o filtro prensa. Esta lama abrasiva normalmente é em geral descartada em córregos, ravinas, lagos e rios, havendo a formação de grandes depósitos a céu aberto, podendo afogar plantas e animais e depreciar o solo, e quando seca, sua poeira inspirada é danosa à saúde de homens e animais. Porém, no caso das indústrias em estudo, tem sido utilizada em terrenos próximos às fábricas, com autorização dos proprietários, com a finalidade de aterro e regularização de terreno.



Figura 4.3 - Costaneiras armazenadas no pátio
Fonte: Autor

A Figura 4.3 mostra as costaneiras, que a partir do inventário de resíduo industrial do beneficiamento de granito considera-se como outro significativo passivo ambiental. São pedaços do bloco de granito desprendidos a partir de choques mecânicos, que permanecem armazenadas no pátio das fábricas aguardando destino final. Logo, um maior cuidado no armazenamento, equipamentos que facilitem o tombamento dos blocos para definir o lado correto para serragem e/ou melhoria no treinamento dos funcionários, acarretariam numa perda mínima. Como subproduto, a empresa comercializa este rejeito para pedra de construção (pedra-rachão) ou aplicação em calçadas e pavimentos (construção civil), diminuindo custos por perda.



Figura 4.4 - Efluente líquido (Etapas do processo)
Fonte: Autor

A Figura 4.4 apresenta o processo de corte de granitos na fresa-ponte onde é gerado o resíduo de retraço de granitos. Com relação à quantidade de água para os cortes de granitos não existe passivo ambiental de efluentes líquidos, pois as fábricas possuem ETE, conforme Figura 4.1 (a).



Figura 4.5 - Retraços dos ladrilhos (Recorte).
Fonte: Autor

Na Figura 4.5 verifica-se outro importante resíduo do processo final do beneficiamento de granitos, os recortes das chapas em dimensões especiais e ladrilhos que devido ao seu tamanho não podem ser reutilizadas para construção civil, e constituem um subproduto de elevado custo, levando em conta todo o processo de beneficiamento do granito que já incorporou nele, ou seja, a mineração do bloco, o desdobramento em tear, o polimento e finalmente corte do ladrilho. Assim, como soluções para redução dos impactos econômicos causados por essas sobras, pode-se propor a busca por empresas que as reutilizem, diminuindo o custo por perda e equipamentos que reduzam ao máximo os rejeitos nesta etapa.



Figura 4.6 - Sucata de lâminas de aço.
Fonte: Autor

Observa-se na Figura 4.6 o estoque de lâmina de aço que não pode ser consumida no desdobramento de granito, tendo em vista o desgaste ao longo do processo. Este resíduo é

considerado subproduto, pois tem grande interesse comercial como sucata de aço para as siderúrgicas, agregando valor ao resíduo.



Figura 4.7 - Sacos de papel (cal e cimento)
Fonte: Autor



Figura 4.8 - Capa plástica dos abrasivos
Fonte: Autor

As Figuras 4.7 e 4.8 mostram resíduos dos insumos que são utilizados no processo de beneficiamento de granitos, como os sacos de papel de embalagem de cal e cimento e das capas de policarbonato dos abrasivos. Estes resíduos podem ser comercializados para as indústrias de reciclagem, embora enquanto estiver em baixo volume, fiquem armazenadas no pátio das empresas.



Figura 4.9 - Setor de preparação das embalagens de madeira.
Fonte: Autor

A Figura 4.9 apresenta os resíduos de madeira que é utilizada para a embalagem e ovação de granitos para exportação no setor de expedição. Os restos de madeira que não podem ser mais usados nas embalagens dos granitos são descartados para ser encaminhado para o sistema de coleta pública municipal, sendo enviado ao lixão da Cidade de Campina Grande-PB, juntamente com os lixos domésticos gerados nos escritórios das empresas.

Existem nas fábricas locais para coleta seletiva, conforme a Figura 4.10, e posterior descarte com destino ao lixão de pequenas quantidades de resíduos de papel, plásticos e madeira. Os metais coletados nestes recipientes são comercializados em sucatas locais, com base no interesse e valor comercial dos mesmos.



Figura 4.10 - Locais adequado para coleta seletiva dentro das fábricas.
Fonte: Autor

4.2 Práticas ambientais para os impactos e passivos negativos dos resíduos de beneficiamento de granito

Diante da quantidade elevada de lama abrasiva gerada nas indústrias de beneficiamento de granito, de seu impacto negativo e passivo ambiental, diversas pesquisas

vêm sendo desenvolvidas para buscar soluções ecologicamente corretas para esta situação. Nas Figuras 4.11 a 4.12 observa-se a fabricação de tijolos de solo cimento incorporado com lama abrasiva e de uma residência construída em Campina Grande/PB com este tipo de tijolo.



Figura 4.11 - Tijolo de solo-cimento com lama abrasiva
Fonte: Autor

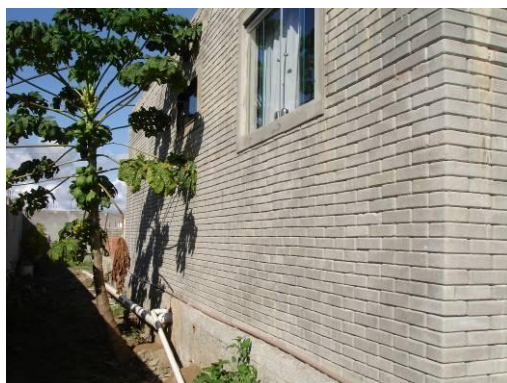


Figura 4.12 - Casa em Campina Grande-PB de tijolo de solo-cimento incorporando lama abrasiva.
Fonte: Autor

Outras alternativas para destino final adequado, através da incorporação desta lama abrasiva, é utiliza-la em argamassa e lajotas, como demonstra-se nas figuras 4.13 e 4.14.



Figura 4.13 - Argamassa experimental com lama Abrasiva
Fonte: Autor



Figura 4.14 - Lajota com lama Abrasiva
Fonte: Autor

As costaneiras e retraços de granitos polidos são resíduos que se tornam subproduto que podem agregar valor, pois pode-se transformar os rejeitos grossos que estão em forma de retalhos de pedra, em peças para serem utilizadas como insumo da construção civil, por exemplo, em calçadas, como mostram as Figuras 4.15 e 4.16.



Figura 4.15 - Calçada com retraço de granito
Fonte: Autor



Figura 4.16 - Calçada com costaneiras
Fonte: Autor

5 CONCLUSÃO

Diante dos diversos tipos de resíduos obtidos nas indústrias de beneficiamento de granito do Estado da Paraíba e de sua elevada quantia, observou-se a importância da implantação de práticas ambientais a respeito de alternativas viáveis para destino final destes. Em vista disto, pode-se concluir:

- O principal resíduo gerado nas indústrias de beneficiamento de granito é a lama abrasiva provinda do desdobramento, composta basicamente de água, cal, sucata de aço e pó de pedra, substâncias relativamente sem toxicidade, porém se expostas diretamente no solo ou em um recurso hídrico, podem ocasionar contaminação, assoreamento e turbidez;
- É possível reduzir a quantidade de resíduos do beneficiamento de rochas ornamentais utilizando soluções de baixo custo e capazes de lhes agregar valor comercial, como aplicações em construção civil, ou até mesmo como aterro sanitário, dependendo do tipo de rejeito;
- A inserção deste processo depende essencialmente de uma educação ambiental de qualidade e de um ambiente de geração e disseminação de tecnologias e conhecimentos, através de uma ampla interação entre os colaboradores, fornecedores e clientes;
- A implantação de sistemas de gestão ambiental nesta atividade produtiva contribuirá para os seguintes aspectos: controle e diminuição dos passivos ambientais; melhor relação entre sociedade e empresa; menores custos produtivos; menor número de resíduos desperdiçados; otimização da área industrial e menor consumo de água no processo, consequentemente proporcionando maior competitividade no mercado;

Com base no exposto neste trabalho, consideram-se as rochas ornamentais um produto de grande importância comercial e industrial, com alto potencial estético e físico que permitem seu uso como matéria-prima de materiais como pisos, revestimentos, mesas e inúmeros outros instrumentos, a maioria relacionada à construção civil. Porém, durante seu processo de beneficiamento, é necessária atenção e cuidado para com os rejeitos produzidos, em vista que durante seu descarte ou armazenamento final, não sejam acarretados impactos que comprometam o meio ambiente.

REFERÊNCIAS

- NOBREGA, H. F.. *A questão ambiental na empresa*. 2010. Disponível em: <<http://www.administradores.com.br/artigos/marketing/a-questao-ambiental-na-empresa/45182/>>. Acesso em: 20 de julho de 2018.
- LUZ, Adão; LINS, Fernando. *Tratamento de Minérios*. In.: Introdução ao Tratamento de Minérios. Rio de Janeiro, 2010. CETEM-MCT, 3 – 20, 14.
- SOUSA, J. G. *Análise ambiental do processo de extração e beneficiamento de rochas ornamentais com vistas a uma produção mais limpa: Aplicação em Cachoeiro de Itapemirim – ES*. Juiz de Fora – UFJF, 2007.
- MENEZES, R. G.; LARIZZATTI, J. H. *Rochas ornamentais e de revestimento: Conceitos, tipos e caracterização tecnológica. Módulo I – Aperfeiçoamento Tecnológico Disciplina I – 01 – Caracterização Tecnológica, Usos e aplicações – 2005*.
- FRANGELLA, J.. *Usos, adequações e aplicações das rochas ornamentais e de revestimentos*. IV Simposio de rochas ornamentais do Nordeste - SRONE -2003 – Fortaleza-CE/Brasil.
- NETO, A. A. B.; MELO, A. M. V.. *Desenvolvimento de projetos de produtos utilizando resíduos pétreos de rochas ornamentais*. 2013.
- Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais – ABIROCHAS. *O Setor Brasileiro de Rochas Ornamentais*. Informe ABIROCHAS 05/2018, p.13 e p.19.
- SILVEIRA, L. L. L.; VIDAL, F. W. H.; SOUZA, J. C.. *Tecnologia de rochas ornamentais: pesquisa, lavra e beneficiamento* In.: Beneficiamento de rochas ornamentais. Rio de Janeiro, 2014. CETEM-MCT, 327 – 398, 329 – 338.
- BESSA, B. H. R.; GADIOLI, M. C. B.. *Estudo do processo de beneficiamento para o inventário do ciclo de vida de rochas ornamentais*. XXI – Jornada de Iniciação Científica-CETEM, 2013.
- SOUSA, A.A.P. et al.. *Gestão ambiental nas indústrias de beneficiamento de rochas ornamentais do estado da Paraíba*. III Congresso Brasileiro de Rochas Ornamentais, 2007, c.21.
- BARBOSA, J. F.; COSTA, V. S.; LIMA, M. R. P.. *Avaliação da utilização de lama abrasiva gerada no beneficiamento de mármore e granito para a confecção de telhas de concreto*. Revista Eletrônica de Materiais e Processos, v.8.1 (2013) 30 –35 ISSN 1809-8797.
- LIMA, R. C. O.; NEVES, G. A.; CARVALHO, J. B. Q.. *Durabilidade de tijolos de solo-cimento produzidos com resíduo de corte de granito*. Revista Eletrônica de Materiais e Processos, v.5.2 (2010) 24 –31 ISSN 1809-8797.
- TOCCHETTO, M. R. L.. *Gerenciamento de resíduos sólidos industriais*. Santa Maria, 2005.
- HAAS, F. U.; TREIN, F. A.; RODRIGUES, M. T.. *Diagnóstico ambiental da gestão de resíduos em empresa de esquadrias de madeira*.RS, Brasil. 2013.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA. Resolução nº 313, seção 1, de 29 de outubro de 2002. *Disponível em:* <
<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=335>>. Acesso em 5 de agosto de 2018.

RESÍDUOS SÓLIDOS – CLASSIFICAÇÃO - ABNT NBR 10004. *Disponível em:* <
<http://www.conhecer.org.br/download/RESIDUOS/leitura%20anexa%206.pdf>>. Acesso em: 7 de agosto de 2018.

SILVA, G. L.; CUNHA, A. M. C.; SANTOS, A. F. M. S.. *Diagnóstico preliminar do inventário dos resíduos sólidos industriais no estado de Pernambuco*. XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2017.

MOTA, J. D. et al.. *Caracterização e avaliação da lama abrasiva proveniente do corte de rochas ornamentais: Um estudo comparativo*. Campina Grande, 2012.

