



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA**  
**CAMPUS DE JI-PARANÁ**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AMBIENTAL**



**FELIPE AUGUSTO GALVÃO DO NASCIMENTO**

**AVALIAÇÃO DOS ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS DE INDÚSTRIA DE  
BENEFICIAMENTO DE GRANITO EM JI-PARANÁ, RONDÔNIA - BRASIL**

Ji-Paraná

2013

**FELIPE AUGUSTO GALVÃO DO NASCIMENTO**

**AVALIAÇÃO DOS ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS DE INDÚSTRIA DE  
BENEFICIAMENTO DE GRANITO EM JI-PARANÁ, RONDÔNIA - BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia Ambiental, Fundação Universidade Federal de Rondônia, *Campus* de Ji-Paraná, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador: João Gilberto de Souza Ribeiro

Ji-Paraná

2013

N244a Nascimento, Felipe Augusto Galvão do  
2013 Avaliação dos aspectos e impactos ambientais de indústria de beneficiamento de granito em Ji-Paraná/ Rondônia - Brasil / Felipe Augusto Galvão do Nascimento; orientador, João Gilberto de Souza Ribeiro. -- Ji-Paraná, 2013  
77 f. : 30cm

Trabalho de conclusão do curso de Engenharia Ambiental. – Universidade Federal de Rondônia, 2013  
Inclui referências

1. Gestão ambiental. 2. Ambientes industriais. 3. Indústria de granito – Rondônia - Brasil. 4. Política ambiental, I. Ribeiro, João Gilberto de Souza. II. Universidade Federal de Rondônia. III. Título

CDU 628.51 (811.1)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AMBIENTAL  
CAMPUS DE JI-PARANÁ



**ATA DA SESSÃO DE APRESENTAÇÃO E DEFESA DO TRABALHO DE  
CONCLUSÃO DE CURSO**

As 16 horas do dia 16 (dezesesseis) do mês de setembro de 2013, realizou-se na Sala 01 do prédio da Engenharia Ambiental *Campus* de Ji-Paraná, a Sessão de Apresentação e Defesa do Trabalho de Conclusão de Curso intitulado "Avaliação dos Aspectos e Impactos Ambientais de Indústrias de Beneficiamento de Granito em Ji-Paraná, Rondônia - Brasil", apresentado pelo acadêmico **Felipe Augusto Galvão**. O trabalho foi julgado SATISFATÓRIO pelos docentes João Gilberto de Souza Ribeiro, Margarita Maria Dueñas Orozco e Nara Luísa Reis de Andrade, todos do Departamento de Engenharia Ambiental, da Fundação Universidade Federal de Rondônia - UNIR, *Campus* de Ji-Paraná, com nota **81** como requisito parcial para obtenção do título de BACHARELADO EM ENGENHARIA AMBIENTAL e APROVADO em sua forma atual, com ressalvas para correções a serem feitas pelo aluno antes de submeter a versão final para o fechamento da nota na disciplina: Trabalho de Conclusão de Curso.

Ji-Paraná, 16 de setembro de 2013.

APROVADO pela Banca Examinadora constituída pelos seguintes professores:

**ORIENTADOR: João Gilberto de Souza Ribeiro – Ass.:**

Aprovado  Reprovado ( )

**AVALIADOR 1: Margarita Maria Dueñas Orozco – Ass.:**

Aprovado  Reprovado ( )

**AVALIADOR 2: Nara Luísa Reis de Andrade – Ass.:**

Aprovado  Reprovado ( )

*Dedico este trabalho de pesquisa primeiramente ao meu Senhor e Salvador Jesus, também à minha família, meu pai Abrahão Souza Nascimento Júnior, minha mãe Célia Maria Peres Galvão e ao meu irmão Davi Gustavo Galvão do Nascimento, por todo o amor a mim prestado dia após dia de minha vida e principalmente ao incentivo.*

## **AGRADECIMENTOS**

Á Deus, Todo Poderoso.  
Espírito Santo, Consolador e Guia  
Jesus, melhor amigo.

Minha família, única, imprescindível, sem a qual eu não teria nada.

Ao meu orientador, João Gilberto de Souza Ribeiro, pela direção, conselhos, ideias e comprometimento com o trabalho, além de sempre valorizar a minha visão sobre a pesquisa.

Aos meus amigos mais próximos: Davi Gustavo, Francielle Tavares, Dholiman Balestrin, Daniel Toledo, Fábio Belizário, João Rafael, Natália Cristina, Daniele Lima, Vitor Borges, Gustavo Queiroz e muitos outros que me apoiaram.

Alguns amigos ficam com seus nomes gravados na história da gente: Gabriela Nazário Viana, Vinícius Alexandre Sikora de Souza, Ronei da Silva Furtado, Rhayanna Kalline do Nascimento, Harrison Cesar de Souza Coltre, Rafael Almeida Felisberto e Kismara Butske.

Á empresa que abriu as portas para esse estudo na pessoa do Srº Acássio Figueira dos Santos, e ao Técnico que me acompanhou na visita: Wendley Soares.

*"Minha alma certamente se lembra, e se abate dentro de mim. Entretanto disto me recordo, e tenho esperança: As misericórdias do Senhor são a causa de não sermos consumidos, pois suas misericórdias não têm fim. Novas são a cada manhã; grande é a tua fidelidade. A minha porção é o Senhor, diz a minha alma; portanto esperarei nele. Bom é o Senhor para os que nele esperam para a alma que o busca. Bom é ter esperança e aguardar em silêncio a salvação do Senhor."*

*(Lamentações de Jeremias 3: 20-26)*

## RESUMO

A indústria de beneficiamento de granito vem sofrendo expansão no país, a quantidade de insumos utilizados em seu processo produtivo é representativa, ocasionando impactos ambientais. Em decorrer das etapas que envolvem seu processo produtivo os impactos tendem a estar presentes, desde a extração dos blocos de granito até beneficiamento e destinação do produto final. Por essa problemática ser real que o presente estudo objetivou elaborar o reconhecimento, avaliação e discussão dos aspectos e impactos ambientais a partir de dados e documentos fornecidos pela empresa, visitas e entrevistas com seus responsáveis. Através destes itens foi possível elaborar este trabalho e analisar de forma particular cada item do processo produtivo, entendendo cada etapa até que o produto final seja concluído e liberado para consumo. Houve o levantamento dos resíduos produzidos em cada etapa, seu grau de periculosidade e motivo de geração, além dos tratamentos dados aos resíduos provenientes do processamento. Analisando a eficiência do tratamento, como também as partes que o constitui. Concluída a avaliação dos aspectos e impactos foi possível identificar a matéria-prima, quantidade de resíduos gerados, etapas que compõem o processo produtivo e seus respectivos resíduos. O tratamento para cada tipo de resíduo mostrou-se satisfatório quando confrontado com os requisitos para obtenção da licença de funcionamento da indústria que seria emitida somente se houvesse conformidade com as obrigações e os deveres cobrados pelo órgão ambiental competente a essa indústria, contudo, foram notadas disparidades dentro deste quesito. Em visita à empresa foi notada a necessidade de melhoras em alguns aspectos para redução de impactos, sejam eles ambientais ou visuais.

**Palavras-chave:** Programa Integrado de Gestão Ambiental; Sistema de Gestão Ambiental; Processamento de granito.



## **ABSTRACT**

The granite processing industry has undergone expansion in the country, the amount of inputs used in its production process is representative, causing environmental impacts. In the course of steps involving the production process impacts tend to be present, since the extraction of granite blocks to processing and disposal of the end product. For this problem to be real that this study aimed to develop the recognition, evaluation and discussion of environmental aspects and impacts from data and documents provided by the company, visits and interviews with their parents. Through these items was possible to prepare this work and analyze each item in a particular production process, understanding each step until the final product is completed and released for consumption. There was a survey of the waste produced at each stage, the degree of dangerousness and reason generation, besides the treatments given to waste from the processing. Analyzing the efficiency of the treatment, as well as its constituent parts. After the evaluation of the impact and it was possible to identify the raw material, the amount of waste generated, comprising the process steps and their production waste. The treatment for each type of waste was satisfactory when confronted with the requirements for obtaining a license to operate in the industry that would be issued only if there is compliance with the obligations and duties charged by the competent environmental agency to the industry, however, were noted disparities in this regard. Visiting the company was noted the need for improvement in some aspects to reduce impacts, be they environmental or visual.

**Keywords:** Integrated Programme for Environmental Management Environmental Management System; Processing granite.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 01</b> – Quadro comparativo entre Fim-de-Tubo e Produção mais Limpa.....	22
<b>Figura 02</b> – Localização da área de estudo.....	30
<b>Figura 03</b> - Matriz de responsabilidade.....	32
<b>Figura 04</b> - Quadro de Objetivos e Metas.....	33
<b>Figura 05</b> – Quadro constando a atividade principal, aspectos e impactos.....	34
<b>Figura 06</b> – Processo de extração em jazida através do uso de explosivos.....	38
<b>Figura 07</b> – Início do processo de transporte utilizando maquinário especializado.....	38
<b>Figura 08</b> - Máquina de Fio Diamantado FRACCAROLI & BALZAN®.....	42
<b>Figura 09</b> - Teares SIMEC®. Capacidade de Produção: 18.000 m <sup>2</sup> /Mês.....	43
<b>Figura 10</b> - Máquina Talha-blocos SIMEC®.....	44
<b>Figura 11</b> – Máquina polidora.....	48
<b>Figura 12</b> – Setor que abriga as máquinas responsáveis por processos de beneficiamento....	49
<b>Figura 13</b> – Setor que abriga as chapas embaladas para destinação.....	53
<b>Figura 14</b> - Filtro Prensa utilizado para no tratamento dos resíduos líquidos.....	60
<b>Figura 15</b> - Lagoa de decantação.....	61
<b>Figura 16</b> - Início da recuperação da jazida. Fase 1.....	62
<b>Figura 17</b> - Início da recuperação da jazida. Fase 2.....	63
<b>Figura 18</b> - Atterramento para recuperação concluído.....	63
<b>Figura 19</b> - Gradeamento do solo para plantação das mudas.....	64
<b>Figura 20</b> - Alinhamentos e marcações para início do plantio.....	64
<b>Figura 21</b> - Área com as mudas já plantadas.....	65
<b>Figura 22</b> - Mudas crescendo no primeiro ano de reflorestamento.....	66
<b>Figura 23</b> - Filtro separador de água e óleo.....	67
<b>Figura 24</b> - Escorredor de óleo.....	67
<b>Figura 25</b> - Estopas Contaminadas.....	68
<b>Figura 26</b> - Confecção de blocos para calçadas e paredes.....	69

<b>Figura 27</b> – Esquema simples ilustrando sistema de tratamento de esgoto sanitário.....	69
<b>Figura 28</b> – Recipientes e tanques abandonados.....	71
<b>Figura 29</b> – Tanque de acondicionamento abandonado.....	72
<b>Figura 30</b> – Instalações antigas(contêiner).....	73
<b>Figura 31</b> – Lagoa de Decantação.....	74
<b>Figura 32</b> – Fluxograma de entradas e saídas do processo produtivo.....	75

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 01</b> - Relação entre aspectos e impactos ambientais para a etapa de extração.....	39
<b>Quadro 02</b> - Apresentação de objetivos e metas ambientais para a etapa de extração.....	40
<b>Quadro 03</b> - Matriz de responsabilidade para a etapa de extração.....	41
<b>Quadro 04</b> - Relação entre aspectos e impactos ambientais para a etapa de corte.....	45
<b>Quadro 05</b> - Apresentação de objetivos e metas ambientais para a etapa de corte.....	46
<b>Quadro 06</b> - Matriz de responsabilidade para a etapa de corte.....	47
<b>Quadro 07</b> - Relação entre aspectos e impactos ambientais para a etapa de beneficiamento..	50
<b>Quadro 08</b> - Apresentação de objetivos e metas ambientais para a etapa de beneficiamento.	51
<b>Quadro 09</b> - Matriz de responsabilidade para a etapa de beneficiamento.....	52
<b>Quadro 10</b> - Relação entre aspectos e impactos ambientais para a etapa de destinação.....	54
<b>Quadro 11</b> - Apresentação de objetivos e metas ambientais para a etapa de destinação.....	55
<b>Quadro 12</b> - Matriz de responsabilidade para a etapa de destinação.....	56

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>14</b>
<b>Objetivo geral.....</b>	<b>14</b>
<b>Objetivos específicos.....</b>	<b>14</b>
<b>1 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>15</b>
<b>1.1 DESENVOLVIMENTOS SUSTENTÁVEL.....</b>	<b>15</b>
<b>1.2 GESTÃO AMBIENTAL.....</b>	<b>17</b>
<b>1.3 IMPACTOS AMBIENTAIS INDUSTRIAIS.....</b>	<b>19</b>
<b>1.4 MEDIDAS DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA.....</b>	<b>21</b>
<b>1.5 INDÚSTRIA DE BENEFICIAMENTO DE GRANITO.....</b>	<b>22</b>
<b>1.6 IMPACTOS CAUSADOS DURANTE A EXTRAÇÃO DE GRANITO.....</b>	<b>25</b>
<b>1.6.1 Ultralancamento.....</b>	<b>25</b>
<b>1.6.2 Sobrepressão Atmosférica.....</b>	<b>26</b>
<b>1.6.3 Poeira e Gases Tóxicos.....</b>	<b>27</b>
<b>1.6.4 Vibrações Propagadas pelo Terreno.....</b>	<b>28</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>29</b>
<b>2.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....</b>	<b>29</b>
<b>2.1.1 Caracterização da Empresa Beneficiadora de Granito.....</b>	<b>29</b>
<b>2.2 MÉTODOS.....</b>	<b>30</b>
<b>2.2.1 Levantamento de Dados da Indústria.....</b>	<b>31</b>
<b>2.2.2 Tratamento de Dados da Indústria.....</b>	<b>31</b>
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>35</b>
<b>3.1 TIPOS DE PRODUTOS.....</b>	<b>35</b>
<b>3.2 MATÉRIA PRIMA UTILIZADA NA EMPRESA BENEFICIADORA DE</b>	

<b>GRANITO .....</b>	<b>35</b>
<b>3.3 PROCESSO INDUSTRIAL.....</b>	<b>36</b>
3.3.1 Extração.....	36
3.3.2 Corte.....	42
3.3.3 Beneficiamento.....	47
3.3.4 Destinação.....	52
<b>3.5 RESÍDUOS GERADOS NO PROCESSO INDUSTRIAL.....</b>	<b>56</b>
3.5.1 Extração.....	56
3.5.2 Corte.....	57
3.5.3 Beneficiamento.....	57
3.5.4 Destinação.....	57
<b>3.6 AÇÕES AMBIENTAIS .....</b>	<b>58</b>
3.6.1 Sistema de Reuso da Água .....	58
3.6.2 Recuperação das Jazidas Desativadas .....	61
3.6.3 Medidas Preventivas para Resíduos Contaminados com Óleo .....	66
3.6.3.1 Óleo Queimado.....	66
3.6.3.2 Escorredor de Óleo.....	67
3.6.3.3 Estopas Contaminadas.....	68
3.6.4 Sobras de Granito.....	68
3.6.5 Tratamento de Esgoto e Disposição Final.....	69
<b>3.7 PROBLEMAS ENCONTRADOS E PROPOSTAS DE AÇÕES AMBIENTAIS....</b>	<b>70</b>
3.7.1 O Abandono de Recipientes.....	70
3.7.2 Antigas Instalações Abandonadas.....	72
3.7.3 Lagoas de Decantação.....	73
<b>CONSIDERAÇÕES</b>	
<b>FINAIS.....</b>	<b>75</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>77</b>

## INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de granito, tanto na forma de blocos como em produtos acabados. Entretanto o crescimento desse setor no país não impede que as indústrias brasileiras de beneficiamento de granito atinjam níveis altíssimos de desperdício quando não tratados de forma reaproveitável (MENEZES et al, 2002).

Durante o processamento do granito para a comercialização, o material passa por várias etapas que envolvem cortes, aquecimento, umidificação, etc. O contato entre a lâmina e o bloco durante essas etapas, a presença de água como lubrificante no corte dos teares, acaba fazendo com que a geração de resíduos seja bastante considerável, efluentes líquidos e resíduos como pó de pedra são muito comuns. Além do pó, existe também o consumo de água, destacando-se principalmente pela imensa quantidade utilizada deste insumo no processo industrial.

Segundo a NBR 10004/2004 os resíduos líquidos oriundos do processo de corte e beneficiamento não são considerados perigosos, não enquadrando-se na classe I, porém apresentam riscos ao meio ambiente caso sua destinação seja feita de forma inadequada. Os resíduos industriais sólidos (material particulado e sobras) são enquadrados na classe II B – não perigosos – inertes.

Inserido nesse contexto, é de extrema importância que tal atividade seja estudada, ressalta-se que tais impactos devem ser equacionados e analisados para a elaboração de medidas mitigatórias, minimizando assim sua intensidade. Acerca disso a elaboração de um estudo sobre o sistema produtivo e seus respectivos impactos, salientando medidas mitigadoras com o intuito de minimizar as consequências negativas dos mesmos se apresenta como uma importante ferramenta de estudo.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo Geral**

O objetivo geral deste trabalho é avaliar o sistema produtivo de uma indústria de beneficiamento de granito e seus respectivos impactos, bem como buscar medidas mitigadoras com o intuito de abrandar as consequências negativas dos mesmos.

### **Objetivos específicos**

Como objetivos específicos foram estabelecidos os seguintes pontos:

- a) Identificar a matéria-prima e as tecnologias envolvidas no seu processamento;
- b) Caracterizar os resíduos gerados no processo produtivo;
- c) Descrever o processo de tratamento dos resíduos oriundos do processo produtivo;
- d) Avaliar os aspectos e impactos ambientais;
- e) Identificar os possíveis problemas e elaborar propostas para mitigar os impactos de tais problemas encontrados no sistema produtivo da indústria.



## 1 REFERENCIAL TEÓRICO.

### 1.1 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Esclarece Nogueira (2009), que o termo *desenvolvimento sustentável* aparece pela primeira vez em 1980 em uma publicação intitulada: *Estratégia Mundial para a Conservação*, realizada pela União Internacional para a Conservação da Natureza e dos Recursos (UICN), essa ONG internacional foi a primeira a esboçar princípios voltados para a elaboração de uma Convenção sobre a Diversidade Biológica.

Foi na WCED (World Commission on Environment and Development, 1983), a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento – CNMAD, que teve a tarefa de reexaminar as questões críticas relacionadas ao meio ambiente e desenvolvimento, com o objetivo de elaborar uma nova compreensão do problema, além de propostas de abordagem realistas. A partir disso foi elaborado um relatório com o intuito de promover as mudanças que tanto se necessitava ambientalmente.

É visto através de Tayra (2007), que o relatório foi chamado de “*Our Common Future*”, “*Nosso Futuro Comum*”, o mesmo evidenciou a necessidade de um novo tipo de desenvolvimento que fosse capaz de manter o progresso em todo o planeta e a longo prazo ser alcançado pelos países em desenvolvimento e também pelos desenvolvidos. O relatório também apontou que o modelo adotado pelos países desenvolvidos, era insustentável e impossível de ser copiado pelos países em desenvolvimento, sob a possibilidade de um rápido esgotamento dos recursos naturais. A partir de tal fato surgia o conceito de desenvolvimento sustentável, ou seja, “*o atendimento das necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem as suas próprias necessidades*” (WCED, 1987).

O desenvolvimento desenfreado e inconsequente pode trazer danos, tanto para os ecossistemas, as paisagens, a biosfera e sua diversidade biológica. A extinção de espécies sequencia a perda de informação genética, equacionando em um quadro irreversível. Podendo representar um dano econômico de grandeza desconhecida que implicaria na perda de recursos para as futuras gerações. Evidências de que recursos genéticos têm se esgotado acumulam-se. (ODUM, 1998).

Acerca disso, um pensamento de preservação para as futuras gerações veio à tona, a preocupação com a aniquilação de tais recursos que até o momento eram vistos como infinitos

chocou-se com a grande necessidade de produção. A partir desses requisitos que o conceito de desenvolvimento sustentável ou sustentabilidade começou a ser divulgado e visto como uma forma inteligente e eficaz para lidar com o recente problema relacionado às questões ambientais.

Com o passar do tempo essa solução também se tornou uma forma de publicidade, logo, para as empresas a questão ambiental deixou de ser um obstáculo, para se tornar parte de uma solução maior – a credibilidade da empresa junto à sociedade, através da qualidade e da competitividade de seus produtos (SILVA e MENEZES, 2007).

Com o incentivo ao desenvolvimento sustentável sendo divulgado amplamente, poderá haver mudança no padrão de escolha de produtos pelo consumidor final. A preferência de escolha será dada aos produtos que divulgam, apoiam e atestam a questão ambiental. Dessa forma, supõe-se que haverá um aumento de vendas nas indústrias conscientes aliado ao fato de que tais indústrias avisam a conservação ambiental, tendo como principal beneficiário o consumidor e as futuras gerações.

Conforme Biazin (2000), para o mercado externo tem-se a apresentação de uma postura mais madura, apenas produtos que apresentarem certificados de ambientalmente corretos serão disputados no mercado externo, **o mercado de exportação**. A quantidade de requisitos para os produtos direcionados à exportação é marcante, trazendo assim um diferencial para o mercado consumidor internacional. O consumidor externo mostra-se mais interessado na qualidade ambiental dos produtos, fazendo uso disso pode-se dizer que a empresa que não se adequar a esse novo paradigma de qualidade dos produtos irá perder muitas oportunidades de crescimento em seu mercado externo. A preocupação se dá através da ilegalidade na venda de produtos não certificados ambientalmente por seus devidos órgãos e governos.

Assim, visando credibilidade e ganho de consumidores, as empresas passam a desejar um selo ambiental em seus produtos como forma de aumentar suas vendas, haja visto que o consumidor atual procura produtos ecologicamente corretos. Dessa forma, as empresas deixam de se preocupar apenas com multas e autuações de órgãos ambientais e passam a tentar minimizar o dano causado ao meio ambiente, como forma de prevenção e marketing, frente às outras empresas que não se atentam à preservação do meio ambiente (SILVA e MENEZES, 2007).

O pensamento antes predominante mudou a partir da introdução de novos conceitos como certificação ambiental, atuação responsável e gestão ambiental, até recentemente, o

relacionamento entre as empresas, órgãos de fiscalização e as ONG's atuantes na questão ambiental. (SILVA e MENEZES, 2007).

Para a aplicação do conceito de desenvolvimento sustentável na íntegra, não é suficiente fazer algumas melhorias ambientais, é necessário buscar a utilização de recursos naturais renováveis sem gerar acúmulo de resíduos que não possam retornar às suas características de origem. As indústrias precisam se adaptar a sustentabilidade, porém o consumidor deve ter a sua parcela de contribuição, exigindo produtos que atendam as necessidades ambientais (MANZINI e VEZZOLI, 2002).

Contudo, para que o consumidor possa colaborar com desenvolvimento sustentável, ele precisa ter informações sobre as condições ambientais da empresa, assim como ter alternativas de produtos e serviços compatíveis com estas informações (MANZINI e VEZZOLI, 2002).

## **1.2 GESTÃO AMBIENTAL**

O crescente desenvolver da sociedade nas esferas urbana e industrial surgiu rapidamente, logo sem o planejamento adequado, gerando sérias consequências que estão comprometendo a qualidade de vida, principalmente nos grandes centros. Para que tais problemas sejam revertidos e para que haja a prevenção do aparecimento de outros, torna-se necessária a implantação de sistemas de controle ambiental (LIMA, 2005).

Além das legislações criadas tem-se outras ferramentas para esses sistemas de controle ambiental, ferramentas para uso interno e externo. As legislações para controle ambiental de emissão de poluentes elaboradas podem ser enquadradas nos usos externos, trazendo como exemplo as resoluções do CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente) como mostrado na Figura 01, além do padrão de lançamento de efluentes, juntamente com laudos e análises do efluente já tratado, as mesmas são aplicadas de forma geral e sem a aceção de empreendimentos, logo, pode-se entender que é uma forma geral de controle ambiental que todos devem estar sujeitos.

O Sistema Integrado de Gestão mostra as leis principais que regem a legislação ambiental no Brasil, as quais são:

- Constituição Federal, promulgada em 08/10/1988 – Art. 228: *“Todos têm o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à*

sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público o dever de defendê-lo e à coletividade o de preservá-lo para presentes e futuras geração”;

- Decreto-Lei nº 1413 – 14/08/1975: ”*Dispõe sobre o controle da poluição do meio ambiente provocada por atividades industriais*. Art. 1º - As indústrias instaladas ou a se instalarem em território nacional são obrigada a promover as medidas necessárias a prevenir ou corrigir os inconvenientes e prejuízos da poluição”;
- Lei nº 6938 – 31/08/1981: Dispõe sobre a Política Nacional do meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação e dá outras providências. “Art. 4º - Visará à imposição, ao poluidor e ao predador, da obrigação de recuperar e/ou indenizar os danos causados e, ao usuário, de contribuição pela utilização dos recursos ambientais com fins econômicos”;
- Resolução CONAMA nº 237 – 19/12/1997: Dispõe sobre o *Licenciamento Ambiental*. “Art.12 – O órgão ambiental competente deverá estabelecer critérios para agilizar os procedimentos de licenciamento ambiental das atividades e empreendimentos que implementem planos e voluntários de gestão ambiental, visando melhoria contínua e o aprimoramento do desempenho ambiental”.

Já o Sistema de Gestão Ambiental (SGA) caracteriza-se como uma ferramenta de uso interno, adequando as condições da própria empresa e suas inevitáveis particularidades com as legislações vigentes, observando a o padrão de lançamento de efluente até o índice de ruído ambiental, desde como executar suas atividades sem gerar resíduos até as medidas de prevenção de acidentes. .

Segundo Cesar (2004), a implantação de um Sistema de Gestão Ambiental não depende somente da intenção de obter o certificado ambiental, devendo ser precedida por um diagnóstico da situação atual, identificando os aspectos e impactos ambientais além da preparação de um plano de ação, meio pelo qual será formulada a Política ambiental da organização.

Na perspectiva de Alcântara *et al* (2012), os Sistemas de Gestão Ambiental (SGA) são definidos segundo a NBR ISO 14001, como a parte do sistema de gestão que deve compreender a estrutura organizacional, as responsabilidades, as práticas, os procedimentos, os processos e recursos para aplicar, elaborar, revisar e manter a política ambiental da empresa. Com isso, têm-se várias certificações para que empresas apliquem o pensamento ambiental e sustentável, por meio de técnicas e soluções. Assim sendo, a série ISO14000 é de

extrema importância, atestando que uma determinada empresa executa suas atividades com base nas normas da Gestão Ambiental, visando o uso racional dos recursos naturais, renováveis ou não.

A normas de gestão ambiental, como a NBR ISO 14001:2004, envolvem a implementação de ações e controles formalizados nas empresas, e destaca que, muitas vezes, o nível de complexidade do SGA, a extensão de sua documentação e dos recursos dedicados ao sistema (até para a obtenção da certificação) oferecem dificuldade para sua adoção pelas pequenas companhias (RODRIGUÊS, 2008).

### **1.3 IMPACTOS AMBIENTAIS INDUSTRIAIS**

Uma das grandes preocupações do setor industrial consciente é em relação ao seu processo produtivo, o mesmo precisa estar dentro de normas, se enquadrando adequadamente às legislações e acima de tudo equacionando um produto de qualidade e conseguindo suprir a necessidade de obter lucro em curto prazo.

O maior peso dentro dessa problemática são os impactos ambientais, os mesmos, quando não recebem a devida atenção podem ocasionar muitos problemas internos e principalmente externos, além da não adequação com as legislações vigentes que conseqüentemente trazem sanções legais enquadradas em leis específicas. A resolução CONAMA 001/1986 que dispõe acerca de Impactos Ambientais definindo-os da seguinte forma:

Artigo 1º - Para efeito desta Resolução, considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população;

II - as atividades sociais e econômicas;

III - a biota;

IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;

V - a qualidade dos recursos ambientais.

(CONAMA, 1986)

Impactos ambientais ocorrem sobre o meio ambiente físico: ar, água e solo. A poluição das águas dá-se pela sua perda de qualidade, seja por introdução de substâncias biológicas, físicas e/ou químicas, assim sendo, haveria um dano prejudicial contra as espécies vivas contidas nela como, por exemplo, o caso do aumento da concentração de nitrogênio e fósforo nas águas. Esse aumento causa o crescimento desenfreado da população de algas azuis e/ou verdes, após a morte das algas, durante o processo de decomposição das mesmas

consumirá muito oxigênio em seu metabolismo suprimindo assim a quantidade de oxigênio dissolvido necessária para a manutenção de várias espécies que necessitam desse oxigênio. (ROSA & ROCHA, 2013)

A poluição do solo é causada assim como nos outros meios, através da disposição inadequada de resíduos, sendo eles sólidos ou líquidos. Através da percolação dos líquidos teríamos a contaminação do lençol freático. O mau uso do solo também causa perda de qualidade do mesmo e seu posterior decréscimo de produção, além de reduzir sua capacidade de suporte à vida. A poluição do ar é causada pela liberação exacerbada de substâncias tóxicas que afetam o meio ambiente e também o próprio homem. Muitas dessas substâncias são agentes que causam ou agravam doenças e problemas respiratórios. (ROSA & ROCHA, 2013)

A avaliação de impactos ambientais é apenas um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), que foram instituídos pela Lei nº 6.938/81:

Em suma a lei 6938/81 dispõe acerca do:

- Estabelecimento de padrões de qualidade;
- Avaliação de impactos ambientais; medidas acerca de licenciamento ambiental, incentivos à produção e desenvolvimento de tecnologias voltadas à melhoria da qualidade ambiental;
- Criações de territórios protegidos pelo poder público para áreas de proteção ambiental; implementação dos instrumentos de defesa ambiental, criação de sanções com penalidades disciplinares ou compensatórias para o cumprimento das medidas necessárias para a preservação ou correção de ações de degradação ambiental;
- Instituição do Relatório de Qualidade do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis; a criação da garantia da prestação de informações relativas ao meio ambiente e a obrigação de produção do poder público caso não existam;
- A implementação do Cadastro Técnico Federal de atividades potencialmente poluidoras e/ou utilizadoras de recursos naturais
- A criação de instrumentos econômicos, tais como concessão florestal, servidão ambiental, seguro ambiental e outros.

Essa preocupação crescente com a relação causa-efeito entre os impactos ambientais eo meio ambiente, tem criado a necessidade do uso de mecanismos de constatação, tais como análises, diagnósticos e ensaios. Muitas empresas têm efetuado análises ambientais a fim de avaliar seu desempenho ambiental. Para que estes sejam eficazes, é necessário que esses

procedimentos sejam conduzidos dentro de um sistema de gestão estruturado e integrado ao conjunto de atividades de gestão. É buscando a realização de todos os requisitos legais e a otimização de seu processo produtivo que as indústrias estão buscando a implantação da ISO14001(FERNANDES *et al.* 2003).

Nos últimos anos, os mais diversos setores industriais vêm sendo citados como fontes de contaminação e/ou poluição do meio ambiente, devido a enorme quantidade de rejeitos gerados e frequentemente lançados diretamente no ecossistema, sem um processo de tratamento para eliminar ou reduzir os constituintes presentes.

#### **1.4 MEDIDAS DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA**

De acordo com CNTL (2003), a técnica de Produção mais Limpa pode ser definida como a aplicação de uma estratégia técnica, econômica e ambiental integrada aos processos e produtos com os seguintes objetivos:

- Aumento da eficiência no usufruto de matérias-primas;
- O uso inteligente de água e energia;
- Implementação de objetivos relacionados à não geração, minimização ou reciclagem dos resíduos e emissões geradas, com benefícios ambientais, de saúde ocupacional e econômicos;
- Fazer com que o processo se torne mais eficiente no emprego de seus insumos, gerando mais produtos e menos resíduos;
- O uso de tecnologias limpas adequando-as à particularidade de cada etapa do processo produtivo;
- A consideração das variáveis ambientais em todos os níveis da empresa, incluindo até mesmo a compra das matérias-primas, além da engenharia do produto, o design do mesmo, o pós-venda, e o relacionamento das questões ambientais coma obtenção de lucro para a empresa;
- A otimização na qualidade da saúde ocupacional levando a um melhor ambiente de trabalho.

Em contraponto ao Método de Produção mais Limpa tem-se a implementação das técnicas de fim de tubo. Conforme a CNTL (2003), enquanto a primeira dedica-se à solução do problema desde o primeiro momento do processo produtivo, a última busca estudos

associados somente à solução dos futuros impactos direcionando-se para as causas da geração do resíduo e o entendimento das mesmas.

Assim sendo, CNTL (2003) afirma que a forma tradicional de atuar somente na solução da geração de resíduos é simplista e acaba geralmente resultando no aumento dos custos associados ao gerenciamento ambiental. O quadro mostrado da figura 02 a seguir mostra os principais pontos de cada linha de pensamento contrastando suas diferenças.

TÉCNICAS DE FIM-DE-TUBO	PRODUÇÃO MAIS LIMPA
Pretende reação.	Pretende ação.
Os resíduos, os efluentes e as emissões são controlados através de equipamentos de tratamento.	Prevenção da geração de resíduos, efluentes e emissões na fonte. Procurar evitar matérias-primas potencialmente tóxicas.
Proteção ambiental é um assunto para especialistas competentes.	Proteção ambiental é tarefa para todos.
A proteção ambiental atua depois do desenvolvimento dos processos e produtos.	A proteção ambiental atua como uma parte integrante do <i>design</i> do produto e da engenharia de processo.
Os problemas ambientais são resolvidos a partir de um ponto de vista tecnológico.	Os problemas ambientais são resolvidos em todos os níveis e em todos os campos.
Não tem a preocupação com o uso eficiente de matérias-primas, água e energia.	Uso eficiente de matérias-primas, água e energia.
Leva a custos adicionais.	Ajuda a reduzir custos.

**Figura 01** – Quadro comparativo entre Fim-de-Tubo e Produção mais Limpa

**FONTE:** (CNTL, 2003)

Portanto, incorporar a preocupação ambiental, o bem-estar social com a saúde do trabalhador a partir do momento que se pretende reduzir custos e acrescentar índices de produtividade, com uma melhor imagem perante a sociedade, requer a agregação da aplicação de técnicas de Produção mais Limpa (PONTES, 2012).

## 1.5 INDÚSTRIA DE BENEFICIAMENTO DE GRANITO

Conforme o Código de Mineração no Decreto Lei 227, de 28/02/1967 o direito de lavra foi concedido em 1937 para Indústria de Mármore Italva LTDA, através do ainda regime de manifesto de mina). As lavras de granito para revestimento, todavia, deram início no final dos anos 60 e início dos anos 70, quando a indústria de beneficiamento evoluiu tecnologicamente.

A primeira mina de mármore branco do Brasil registrada pelo Cadastro Geral das Minas brasileiras do DNPM se deu em 1982. As primeiras indústrias de beneficiamento de



mármore no Brasil foram implantadas em moldes artesanais por imigrantes italianos e portugueses, no século XIX. Utilizando métodos rudimentares, as indústrias tiveram um baixo desenvolvimento, em suma devido à concorrência sofrida com as importações de mármore italianos de Carrara (MATTA, 2003)

O autor supracitado menciona que desde a década de 1950, a indústria de mármore e granitos foi impulsionada pela crescente procura de material de acabado para revestimento nas construções no país e seu consumo foi ampliado, chegando a adquirir no final da década de 80, o verdadeiro *boom* do setor no Brasil, sendo até denominada como a “nova idade da pedra” (MATTA, 2003).

As exportações brasileiras do setor de rochas ornamentais somaram cerca US\$ 421,15 milhões, correspondendo ao volume físico comercializado de 886.295,36 t, de janeiro a maio de 2012. Comparando com o mesmo período de 2011, foi registrada uma variação positiva de 12,29% no faturamento e 7,34% no volume físico dessas exportações. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ROCHAS, 2012)

A indústria de beneficiamento de mármore e granito em seu grande avanço tem despertando cada vez mais o interesse dos ambientalistas. Durante as diversas etapas de produção (extração, beneficiamento e suas componentes), as perdas de material podem variar de 30 a 40%. Em grande parte dos casos, não existe nenhuma preocupação com o meio ambiente, sendo o rejeito liberado de forma direta em “depósitos”, geralmente rios e lagoas, sem qualquer tratamento prévio, o que, apesar de as lamas de serragem não serem consideradas resíduo perigoso (classe I), constituindo dessa forma um sério problema ambiental (SILVA *et al*, 2005).

Vale ressaltar que a classificação dos resíduos dar-se-á através da norma ABNT NBR 10004:2004 que classifica resíduos da seguinte forma:

- a) resíduos classe I – Perigosos. Sendo aqueles que apresentam periculosidade, oferecendo as seguintes características:
  - \*Inflamabilidade
  - \* Corrosividade
  - \* Reatividade
  - \* Toxicidade
  - \* Patogenicidade
- b) resíduos classe II – Não perigosos, que são divididos em duas subclasses:

1 - resíduos classe II A – Não inertes - Aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos classe I - Perigosos ou de resíduos classe II B - Inertes, segundo a Norma ABNT NBR 10004/2004. Os resíduos classe II A – Não inertes podem ter propriedades, tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.

2 - resíduos classe II B – Inertes - Quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa, segundo a ABNT NBR 10007/2004 (amostragem de resíduos sólidos), e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou desionizada, à temperatura ambiente, conforme ABNT NBR 10006/2004 (procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos), não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.

Gonçalves *et al* (2002) através de ensaios de lixiviação do resíduo resultante do beneficiamento de granito observou a partir dos resultados obtidos, que nenhum dos seus compostos apresentou concentração superior em relação às especificações da norma. No ensaio de solubilização, comparando os resultados com os limites estabelecidos pela NBR 10004, apenas o flúor apresentou concentração superior. Como o flúor não é uma substância considerada perigosa, o resíduo de corte de granito, conseqüentemente, não apresenta riscos à saúde humana, sendo classificado como Classe II A - não inerte.

Já Moreira *et al* (2003) afirma que a lama proveniente do beneficiamento de granito quando seca torna-se um resíduo sólido não biodegradável classificado como resíduo classe II B - inerte. Porém quando descartado de forma inadequada pode alcançar rios, lagoas, córregos e até mesmo os reservatórios naturais de água, provocando problemas de assoreamento, causando danos ao meio ambiente.

A indústria da mineração e beneficiamento de granitos é uma das mais promissoras áreas de negócio do setor mineral, apresentando um crescimento médio da produção mundial estimado em 6% ao ano, nos últimos anos. Com uma movimentação de US\$ 6 bilhões/ano, no mercado internacional e cerca de US\$ 13 bilhões na cadeia produtiva dos países produtores (MENEZES *et al*, 2002).

O Brasil está entre os maiores produtores de granito em escala mundial, tanto na forma de blocos como em produtos acabados. Por mais desenvolvido que o setor pareça os níveis de desperdício durante o beneficiamento de granito atingem números altíssimos, havendo a formação de rejeitos na forma de pó de 20% a 25%, em massa do total beneficiado,

intensificando a quantidade de rejeitos gerados e a periculosidade de danos ambientais (MENEZES *et al*, 2002).

Durante os processos de exploração e produção industrial que envolvem as etapas do beneficiamento de granito há uma enorme geração de resíduos, provocando grande degradação e perdas muitas vezes irreversíveis (MOREIRA *et al*, 2003).

Conforme Ferreira *et al* (2004), os impactos ambientais originados pelas empresas mineradoras podem ser classificados em duas etapas. Na primeira, a origem do impacto se dá pela exploração da lavra, causando o desmatamento e a remoção da cobertura vegetal. Na segunda, o impacto é ocasionado pela considerável geração de resíduos advindas do beneficiamento da rocha, muitas vezes lançados diretamente e sem nenhum tratamento prévio, para reduzir seus constituintes. O mesmo autor também afirma que durante processo de beneficiamento do granito milhares de toneladas de resíduos acabam por ocupar grandes áreas, formando montanhas de pó e granalha de aço. Geralmente a disposição do resíduo é feita em terrenos, tanques e lagoas. Além do impacto visual ocasionado, é necessário que os reservatórios sejam esvaziados, o conseqüente o gasto com manutenção torna-se muito representativo, logo, nos mostra quão inadequada é essa forma de lidar com o resíduo.

A exploração de maciços rochosos com uso de explosivos provoca inevitáveis impactos ambientais e desconforto para as populações do entorno, as quais estão expostas cotidianamente aos seus efeitos (PONTES, 2012).

## **1.6 IMPACTOS CAUSADOS DURANTE A EXTRAÇÃO DE GRANITO**

### **1.6.1 Ultralancamento**

Ferreira (2006) explica que durante o desmonte de rochas através de explosivos os principais impactos ambientais são em razão da dissipação da fração de energia que é liberada no momento da detonação. Essa energia é dissipada em sua maioria através de vibrações e de sobressão atmosférica, além da geração de poeira, ultralancamentos e a geração de gases tóxicos.

Eston (1998) ainda nos mostra que há possibilidade de contaminação de águas subterrâneas pelo escoamento de produtos químicos utilizados durante a detonação, além do impacto visual e psicológico causado pela não familiaridade com a atividade em questão ao ver o processo de detonação.

Explicitando o impacto de ultralancamento de fragmentos durante as detonações, a Associação Brasileira de Normas Técnicas define ultralancamento na norma NBR 9.653 como o “arremesso de fragmentos de rocha decorrente do desmonte com uso de explosivos, além da área de operação” (ABNT, 2005).

Ferreira (2006), dentre os impactos causados durante a detonação, Midéa (1989) diz que o ultralancamento representa o perigo direto, trazendo a possibilidade de ocasionar acidentes em vítimas, e dependendo da situação vítimas fatais. Porém eventos graves são raríssimos no decorrer das novas técnicas que foram introduzidas no processo de desmonte de rochas.

### **1.6.2 Sobrepressão Atmosférica**

Explicitando o impacto de ruído e sobrepressão atmosférica. Ferreira (2006) acredita que a relação entre a poluição sonora e ruído presente no processo de extração se dá principalmente pelas detonações, o trânsito de caminhões e máquinas, além dos demais equipamentos utilizados. Acentua-se que para os moradores da circunvizinhança o principal incômodo dá-se pelo barulho causado a cada explosão, por esses serem mais representativos e não se dissiparem com a distância. Trazendo para a realidade dos trabalhadores que atuam nas áreas de extração a exposição continuada a esse alto grau de ruído pode causar danos à saúde dos que são expostos dia após dia após dia, pode-se incluir nesse grupo as pessoas que moram em áreas adjacente às áreas anteriormente citadas.

O mesmo autor afirma que a sobrepressão atmosférica é causada pela movimentação de material desmontado ou pela perda de energia durante a detonação de cargas explosivas, havendo assim a liberação de gases confinados de modo inadequado. Ocorre comumente na frente de desmonte e é confundida com o ruído da detonação. Eston (1998) define sobrepressão atmosférica como a propagação de uma onda elástica pelo ar, o mesmo autor considera ruído como a sobrepressão que encontra-se na faixa de frequência entre 20Hz e 20.000Hz sendo considerada assim desagradável segundo os padrões do ser humano. Denominam-se frequências inferiores a 20 Hz como infra-sons e frequência superiores a 20.000Hz como ultra-sons.

Sanchez (1995) afirma que as principais formas de sobrepressão são a através da liberação de gases explosivos indevidamente confinados usando como exemplo os blocos grande demais para serem partindo, esse fenômeno de liberação é chamado de GRP – Gás Release Pulso. A outra forma de liberação dá-se através da liberação de gases por parte da

detonação na parte superior da coluna de explosivos, fenômeno conhecido como SPR – Stemming Press Release.

Segundo Ferreira (2006) as condições de dispersão são relacionadas às condições atmosféricas que predominam no local no momento da detonação, a intensidade e direção do vento, presença ou ausência de inversões térmicas, pressão, temperatura e nebulosidade. Tais efeitos ao somar-se se confundem com os mesmo efeitos causados pelas vibrações que são provocadas e acabam sendo incômodo para a população vizinha causando muitas vezes danos às edificações. De acordo com a ABNT, o limite de pressão acústica permitido é de 134 dBL pico no ambiente externo da área de operação dos desmontes, a área a que concedida o licenciamento ou concessão para exploração da empresa, já a CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental) recomenda com base no projeto de norma D7.103: Mineração por Explosivos, de 1992, que o limite máximo permitido seria de 128 dBL linear-pico no limites da área de exploração.

### **1.6.3 Poeira e Gases Tóxicos**

Ferreira (2006) enumera que a emissão de material particulado dá-se através das operações de detonação e desmonte de rochas, das perfurações para a colocação dos agentes explosivos, justamente com a limpeza do furo feito com a utilização de ar comprimido, além da ejeção de material constituinte e dos fragmentos gerados.

Rodrigues (1993) apresenta outras fontes de emissão de material particulado além das que são os provenientes do desmonte de rocha com o uso de explosivos. Enumerando a queima e evaporação de combustível justamente com a emissão pela movimentação dos equipamentos e veículos. O mesmo autor ainda incita que tais materiais têm grande poder de penetração no sistema respiratório, podendo atingir os alvéolos, tornando-os altamente prejudiciais à saúde.

Ribeiro (1995) afirma que além do desconforto ambiental causado pela poeira, a mesma é nociva á saúde humana, podendo provocar diversas doenças de cunho respiratório, destacando as pneumoconioses, também afirmando que as pessoas mais afetadas são aquelas que trabalham na área das emissões, olhando mais além pode-se incluir que os materiais particulados também poderão afetar os moradores circunvizinhos da área de mineração.

Fabri *et al* explana que, em condição ideal os gases que seriam gerados nas detonações de explosivos seriam constituídos por vapor d'água, gás carbônico e nitrogênio conforme a

reação de detonação de mistura de nitrato de amônio e óleo combustível – ANFO ( $3\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{CH}_2 \rightarrow 7\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 + 3\text{N}_2$ ), caso a formulação dessa mistura seja inadequada haveria a geração de gases sob a forma de  $\text{NO}_x$  e  $\text{CO}_2$ , os mesmos são considerados tóxicos.

Além da liberação por explosões durante as detonações há também a queima de combustível nos equipamentos e maquinários, Dias (2001) destaca a possibilidade de ocorrência de gases sob a forma de  $\text{SO}_x$  em decorrência do uso de óleo combustível contendo enxofre em sua composição.

#### **1.6.4 Vibrações Propagadas pelo Terreno**

Outro importante efeito da utilização de explosivos durante o processo de desmonte de rochas é a geração de vibrações, tais vibrações causam um acentuado desconforto ambiental à população próxima. Essas vibrações podem chegar a provocar à moradia das populações próximas trincas em construções, em casos extremos, porém as consequências comumente causadas são a sensação de vibração e até tremores nas edificações, podendo acontecer também oscilação e a quedas de objetos (CETESB, 1983).

A fração da energia liberada pela detonação de cargas explosivas, transmitidas ao maciço e não absorvida na realização do trabalho útil provoca perturbações que se manifestam pela movimentação de suas partículas constituintes em torno de sua posição de equilíbrio, que será tão acentuada quanto maior for a intensidade da perturbação, dentro dos limites elásticos do meio. Essa movimentação de partículas é transmitida àquelas situadas em seu entorno, e assim sucessivamente, causando a propagação da onda através do maciço. Manifesta-se inicialmente como ondas compressivas, às quais seguem-se ondas secundárias ou cisalhantes; sua interação em interfaces com o ar geram ondas de superfície. A propagação dessas ondas sísmicas é afetada, em sua intensidade, pela energia liberada na fonte, distância percorrida, características do meio, tipo de onda, frequência, ângulo de incidência com interfaces entre meios distintos e descontinuidades existentes no meio. (FERREIRA, 2006).

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

O Estado de Rondônia está localizado na Amazônia Ocidental entre os paralelos de 7° 58' e 13° 43' de Latitude Sul e meridianos de 59° 50' e 66° 48' de Longitude Oeste. O estado de Rondônia é composto por 52 municípios, sendo o mais populoso a capital do estado, Porto Velho, possuindo 428.527 habitantes (IBGE, 2010).

A área de pesquisa consiste no local de estudo (Figura 02) definido como sendo a indústria de beneficiamento de granito, instalada na região centro-leste do estado de Rondônia, situada a 368 km da capital Porto Velho, no Município de Ji-Paraná.

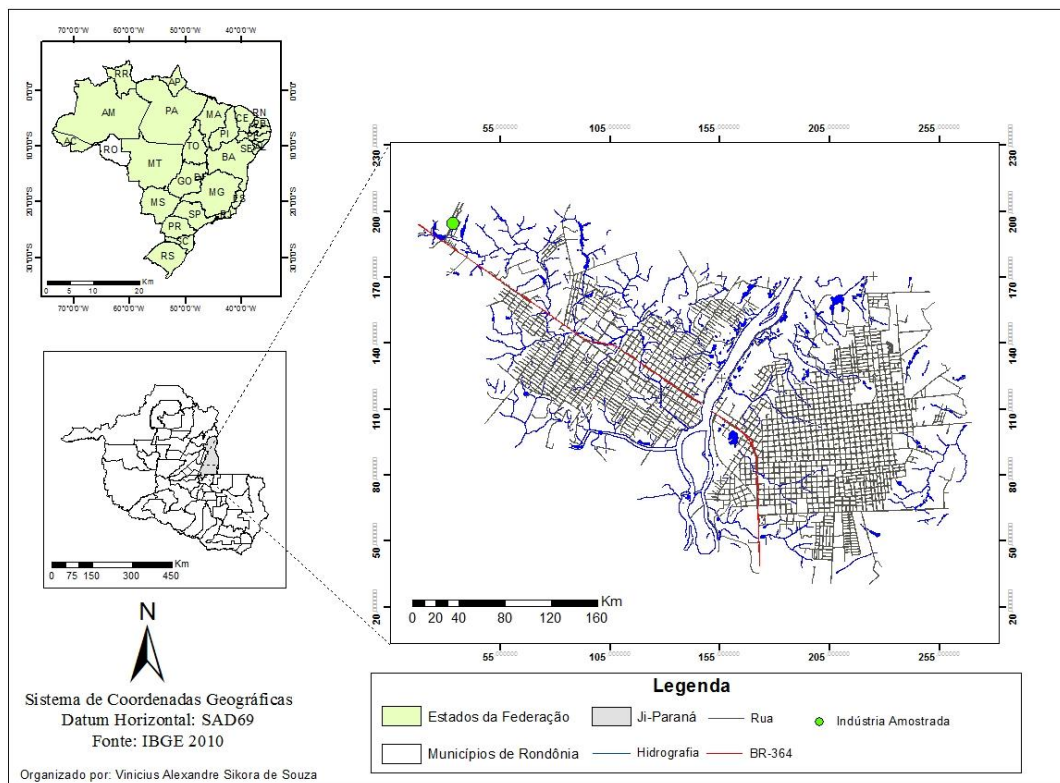
O município de Ji-Paraná, fundado em 22 de Novembro de 1977. O mesmo tem uma população de 116.610 habitantes, e tem seu PIB através das atividades dos setores madeireiros e de indústrias de diversos tipos. A cidade de Ji-Paraná é dividida em dois distritos através do Rio Ji-Paraná ou Machado, cidade também conhecida como o “Coração de Rondônia” devido a sua localização na região central de Rondônia e à presença de uma ilha com o formato que poderia lembrar um coração, localizada entre a confluência dos rios Machado e Urupá (IBGE, 2010). Esta empresa foi escolhida por ser a única de seu segmento no estado de Rondônia, também possuindo filiais no estado do Amazonas e Espírito Santo.

#### **2.1.1 Caracterização da Empresa Beneficiadora de Granito**

Localizada na cidade de Ji-Paraná, a empresa em questão teve suas atividades iniciadas em 1992, com uma equipe de geólogos e engenheiros de minas nas pesquisas minerais, através das mesmas houve a descoberta de diversas ocorrências de rochas graníticas de grandes dimensões e de notável potencial para o seu aproveitamento como rochas ornamentais em revestimentos da indústria da construção civil. Durante a exploração foram analisados os potenciais e a qualidade dos granitos da região de Rondônia e norte do Mato Grosso.

No dia 08 de Maio 1998, com apoio da Agência de Desenvolvimento da Amazônia – ADA (antiga SUDAM – Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia) e do governo federal, por meio do FINAM - Fundo de Investimentos da Amazônia, foi inaugurada a

indústria de beneficiamento. Começando a operar somente com 02 teares com a capacidade instalada para 8000m<sup>2</sup>/mês de chapas serradas e 01 polidora de 18 cabeças com capacidade de 15.000m<sup>2</sup>/mês de chapas lustradas e polidas. No segundo semestre de 2001, foram instalados mais 03 teares com a capacidade sendo aumentada para 18.000m<sup>2</sup>/mês de chapas serradas. Em um terceiro momento, em Dezembro de 2002 com a implantação da linha de produção de ladrilhos, com uma capacidade de 450m<sup>2</sup>/dia. Todos os equipamentos e a tecnologia em automação industrial foram importados da Itália, produtos da marca italiana, SIMEC (<http://www.simec.it/>). A empresa fornece chapas e ladrilhos de granito para o mercado interno e externo. Em parceria com arquitetos e engenheiros, há o atendimento também de obras com bancadas, peitoris, soleiras, ladrilhos, rodapés e peças especiais, feitas sobre encomenda, em tamanhos e formas variados. A empresa atualmente conta com um quadro com cerca de 180 funcionários, entre áreas de jazida e indústria na zona urbana.



**Figura 02** - Localização da área de estudo.

Fonte: Vinicius A. S. Sikora.

## 2.2 MÉTODOS

A pesquisa do presente trabalho é caracterizada como sendo a formulação de uma pesquisa qualitativa. Apresentando cunho documental juntamente com um estudo de caso,



onde cada dado obtido foi analisado de forma que pudesse oferecer uma interpretação pautada em estudos e análises, como Haguete (2003) confirma.

### **2.2.1 Levantamento de Dados da Indústria**

Os dados levantados foram obtidos e cedidos na própria empresa, através de entrevistas e visitas que foram acompanhadas pelo funcionário responsável pelo controle ambiental da empresa.

As visitas foram executadas no período de Julho a Agosto de 2013, o foco principal das visitas foi à coleta de dados e observação dos processos *in loco*. Questões relacionadas à matéria-prima, produtos, maquinário, resíduos gerados por etapas, equipamentos de controle de poluição, licença ambiental e certificações.

Estes dados coletados englobaram a produtividade identificando a produção média por período de tempo e o seu destino, o maquinário e equipamento utilizados na linha de produção e na prevenção, a quantidade mensal de matéria-prima e tipos de acabamentos e revestimentos, a existência das licenças ambientais e as certificações das matérias-primas e das indústrias com relação ao interesse de conhecimento e aquisição.

### **2.2.2 Tratamento dos dados da Indústria**

Com os dados em mãos houve a análise através da utilização do conceito de aspectos e impactos ambientais. Vanderbrande (1998) afirma que realizar o levantamento e a análise dos aspectos e impactos ambientais pode ser constituída como uma das maiores tarefas na implementação de um Sistema de Gestão Ambiental. Tal sistema foi projetado inicialmente para estudar as falhas em potencial em projetos novos ou alterados da indústria aeronáutica, visto que possuía notável aplicação na identificação e diagnóstico de problemas ambientais.

Palady (1997) define como sendo uma técnica que visa o reconhecimento e a avaliação das falhas potenciais de um projeto ou processo e seus efeitos através da identificação de ações que possam eliminar ou reduzir a ocorrência dessas falhas, a mesma apresenta como objetivos principais: prever os problemas mais importantes; impedir ou minimizar as consequências dos mesmos; e maximizar a qualidade e confiabilidade de todo o sistema.

Após a obtenção dos dados e o entendimento dos mesmos, buscaram-se na literatura os fundamentos teóricos de apoio ou de reprovação para cada ponto, através da utilização do método supracitado executou-se a separação dos aspectos ambientais relacionando com os seus impactos ambientais respectivos, a partir desta ideia foi feita a correlação entre aspecto, impacto e ações ambientais tomadas ou não pela empresa em questão. Mostrando-as, exemplificando e buscando exemplos na literatura para apoiar as medidas tomadas pela empresa, vale ressaltar que obtenção de fotos das etapas e processos para melhor entendimento foi de suma importância.

O método utilizado para organização dos dados obtidos foi o do Sistema Integrado de Gestão (SIG) ou ERP (Enterprise Resource Planning), aplicado a gestão ambiental, gerando assim o método do Sistema Integrado de Gestão Ambiental descrito por Viterbo (1998). O método utilizado para definir as funções foi a da matriz de responsabilidade descrita por Viterbo (1998), onde são definidas as atribuições das funções existentes nos níveis administrativos e operacionais da empresa as diferentes atividades do SGI, exemplificada na Figura 03.

<b>PROGRAMA DE GESTÃO AMBIENTAL</b>					Data:
Definição de Objetivos e Metas para o SGA					Revisão:
					Elaborado por:
					Aprovado por:
OBJETIVO: Reduzir os impactos dos processos erosivos					
O Quê? (What?)	Por quê? (Why?)	Como? (How)	Onde? (Where?)	Responsável (Who?)	Prazo (When?)
Fazer o plantio de Vetiver	Conter processos erosivos	Por meio de projeto de recuperação de área degradada	Na área de extração do granito	Engenheiro ambiental	Tantos meses após a extração da matéria prima
Construir sistema de drenagem das águas pluviais	Conter processos erosivos	Por meio de projeto de recuperação de área degradada	Na área de extração do granito	Engenheiro ambiental	Tantos meses após a extração da matéria prima
Fazer análise da perda do solo	Monitorar a perda de solo	Medidas mensais com a metodologia Calha de Gerlach	Na área de extração do granito	Engenheiro ambiental	Imediatamente
Fazer mapa <u>multitemporal</u>	Com objetivo de acompanhar a evolução dos processos erosivos	Utilizando softwares x, y, e z	-	Engenheiro ambiental	Imediatamente

**Figura 03** – Matriz de responsabilidade.

Utilizando-se também da definição de objetivos e metas, que foram baseados no levantamento de aspectos e impactos ambientais associados às atividades, produtos e serviços, bem como aos fatores de risco, análise, avaliação e controle de riscos. Vale ressaltar que os objetivos e metas são os propósitos globais para o desempenho ambiental. Abaixo na Figura 04 há o exemplo de um quadro de objetivos e metas, tal quadro é apenas representativo ao método.

<b>OBJETIVOS E METAS AMBIENTAIS</b>		Data: Revisão: Elaborado por: Aprovado por:
<b>OBJETIVOS</b>	<b>METAS</b>	
Reduzir os impactos dos processos erosivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar técnicas de bioengenharia para conter os processos erosivos;</li> <li>- Fazer o monitoramento da qualidade das águas afloradas do lençol d'água.</li> </ul>	

**Figura 04** – Quadro de Objetivos e Metas.

Também foi utilizado outro quadro, o mesmo define a atividade principal ao qual se relaciona, a sub-atividade ou operação com seus respectivos aspectos e impactos ambientais. O mesmo é mostrado na Figura 05.

AREA		ATIVIDADE PRINCIPAL - (Nº )		
Nº	SIT	IDENTIFICAÇÃO		
		SUB ATIVIDADE E/OU OPERAÇÃO	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL

**Figura 05** – Quadro constando a atividade principal, aspectos e impactos.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 TIPOS DE PRODUTOS

Como visto no item anterior, a empresa produz ladrilhos calibrados, chapas polidas e peças especiais. Produtos voltados para pisos, forros de parede, tampões de mesa, e outros diversos itens feito por encomenda, como mesas, piso antiderrapante para piscina, objetos de decoração.

#### 3.2 MATÉRIA-PRIMA UTILIZADA NA EMPRESA BENEFICIADORA DE GRANITO

A indústria em questão tem basicamente como principal matéria-prima para a confecção de seus produtos, o granito, material de origem mineral. O mesmo é obtido em jazidas, áreas da própria empresa. Todo o processo de extração é pensado prezando a qualidade da matéria-prima.

O granito é uma rocha ígnea (magnética plutônica), resultado do processo de solidificação do magma em grandes profundidades. Sendo envolvido por outras rochas, as mesmas impedem a libertação do calor, não permitem um rápido arrefecimento do magma. Desta forma acaba por retardar sua solidificação. Os minerais constituintes têm o tempo necessário para se desenvolver o que finalmente os levam a uma textura granular bem visível e identificável (PACHECO, 2009).

De acordo com Pacheco (2009), os principais minerais que constituem a formação do granito são o quartzo transparente, o feldspato e as micas (biotita escura):

- O quartzo ( $\text{SiO}_2$ ) tem dureza 7 na escala mohs, permitindo riscar o vidro a exemplo. Sua tenacidade é considerada baixa, o que o torna quebradiço e pouco resistente á flexão.
- O Feldspato ( $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$ ) apresenta a tenacidade baixa, dando características similares as do quartzo, apesar de ter uma dureza menor.
- As micas podem ser encontradas nos granitos de diferentes formas, a mais comum é a biotita ( $\text{K}_2(\text{Mg},\text{Al},\text{Fe})_6(\text{Si}_2,\text{Al})_8 \text{O}_{20}(\text{OH})_4$ ). A biotita tem uma tenacidade superior a do quartzo e a do feldspato, tornando-a o mais elástico dos elementos constituintes do granito.

Sua coloração é principalmente influenciada pela cor dos feldspatos. O mesmo autor informa que o granito pode ocorrer sob a forma de maciços rochosos como em matacões (blocos arredondados). É comum no interior de maciços graníticos a ocorrência de outros tipos de rochas ígneas de cores mais claras, cristalizadas a partir do magma residual como o pegmatitos e aplitos. Isso acontece devido à presença de diques ou veios formados pelo preenchimento na rocha recém-consolidada.

Pacheco (2009) cita que as propriedades dos granitos são: estrutura-maciça, granulometria com grãos consideravelmente grandes, quando comparados aos das rochas vulcânicas, dureza por ser composto de quartzo e feldspato, densidade de  $2,56\text{g/cm}^3$ , absorção/porosidade relativamente baixas com sua capacidade de absorção em 0,4%, resistência à compressão em torno de 131 Mpa, em comparação com o mármore constitui-se mais resistente e resistência à flexão em torno de 8Mpa, também maior que a do mármore.

### **3.3 PROCESSO INDUSTRIAL**

O processo industrial da indústria beneficiadora de granito em questão é formado por algumas áreas, dentro destas áreas são encontradas diversas etapas, o processo produtivo é dividido em:

1. Extração
2. Corte
3. Beneficiamento
4. Destinação

#### **3.3.1 Aspectos Ambientais da etapa de Extração**

A extração da matéria-prima em questão é feita em jazidas (Figura 06 e 07), as mesmas são de propriedade da empresa. Em áreas devidamente licenciadas e de acordo com as legislações preconizadas, os campos de extração têm sua localização espalhada por todo o Estado de Rondônia e norte do Estado de Mato Grosso, com grandes reservas. Atualmente os principais campos de extração encontram-se nos municípios de Cacoal; Machadinho d'Oeste; Alto Paraíso; Ouro Preto do Oeste; Ministro Andreazza; Rondolândia e Rio Crespo. Com mais de 50 jazidas espalhadas entre Rondônia e Mato Grosso, no entanto, 10 funcionam por vez por adotar o regime de descanso. Os métodos de extração adotados são o método da Massa Expansiva e o método da utilização de Agentes Explosivos.

Bortolussi (1988) diz, que em diversas lavras de rochas ornamentais e especialmente nas de granito, são utilizados arranjos e combinações de tecnologias durante os processo de extração. Tal técnica é utilizada para a maximização de lucro além de trazer flexibilidade ao ciclo produtivo. Na empresa que é colocada em questão neste trabalho, utiliza-se do métodos de agentes explosivos para desmonte dos grandes blocos e a utilização do método de massa expansiva para o corte do mesmo a um tamanho transportável para corte e beneficiamento. O mesmo autor salienta que ao utilizar apenas uma técnica de extração tem-se a possibilidade de prejudicar o processo, pois diminuiria a quantidade de volume utilizável para comercialização.

Segundo Silva & Lira (2011) o método da massa expansiva ou argamassa expansiva constitui-se através desse agente demolidor não explosivo, sendo que o mesmo é em pó e tem seu principal componente constituído por cal virgem. O mesmo autor explica que a reação acontece através desse pó entrando em contato com água, iniciando assim as reações de hidratação, causando o aumento do volume durante o progresso dessas reações, ocasionando, quando em confinamento, a formação de grandes pressões sobre as paredes confinantes, as quais chegam aproximadamente a 78 MPa. As tensões geradas causam fissuras nomeio confinante, com magnitude e direção dependendo do balanço de esforços atuantes no referido meio.

O segundo método é o de Agentes Explosivos, Pacheco (2009) cita primeiramente, furos verticais são estabelecidos, variando sua profundidade de 7m a 8m cada utilizando máquinas perfuratrizes. Em um segundo momento, os furos anteriormente feitos são preenchidos com explosivos especificados com uma determinada “potência” variando para cada tipo de rocha. Com os furos já preenchidos, há o acionamento dos detonadores, ocorrendo desta forma a fragmentação do minério. Logo após, isso, ainda dentro da extração tem-se a etapa do transporte da rocha fragmentada até o local do corte e conseqüente beneficiamento. O transporte até o centro de beneficiamento é feito com o uso de caminhões. Vale ressaltar que a etapa para preparação das explosões é muito importante para que se evite o desperdício na hora da extração.



**Figura 06-** Processo de extração em jazida através do uso de explosivos.



**Figura 07 -** Início do processo de transporte utilizando maquinário especializado.

Durante a etapa de extração são utilizadas diversas máquinas, o volume de combustível utilizado durante a operação das máquinas nas áreas de jazida é 400.000l/mês de diesel, as máquinas que são utilizadas na etapa de extração são mais especificamente:

- 5 Pás Escavadeiras;
- 1 Trator de esteira;
- 5 Pás carregadeiras;
- 2 Caminhões Randon RK fora de estrada;



- 3 Máquinas de Fio Diamantado;
- Motor gerador;
- Marteletos pneumáticos com coletor de pó.

A consolidação dos dados realiza-se no quadro 01, o quadro 01 trás a relação direta entre Subatividade, aspecto ambiental e impacto ambiental, o quadro 02 trás os objetivos e metas traçados a partir dos dados obtidos e observados e o quadro 03 trás a matriz de responsabilidade, que nos apresenta os objetivos definidos com os meios cumpri-los.

**Quadro 01-** Relação entre aspectos e impactos ambientais para a etapa de extração.

Área	ATIVIDADE PRINCIPAL – (Nº): 1 - EXTRAÇÃO		
	IDENTIFICAÇÃO		
	Sub Atividade/Operação	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental
1.1	Extração de Granito.	Consumo de Matéria-prima.	Aceleração de processos erosivos, esgotamento de recursos naturais.
1.2	Retirada de matacões com agentes explosivos para aplicação de massa expansiva.	Uso de explosivos para retirada de matacões.	Geração de poeira e gases, sobrepressão atmosférica, ultralancamento, tremores vibrações propagadas pelo terreno.
1.3	Transporte do material extraído.	Utilização de combustíveis(diesel) nos veículos utilizados.	Aumento da geração de material particulado, gases, e possíveis causadores do efeitos do aquecimento global.
1.4	Manutenção do maquinário pesado utilizado nas jazidas.	Uso de óleos, lubrificantes e filtros. Consequente geração de embalagens, geração de óleo queimado, de estopas e filtros contaminados com resíduos óleos	Contaminação de solo, além da possível infiltração e a consequente contaminação das águas subterrâneas.

**Quadro 02-** Apresentação de objetivos e metas ambientais para a etapa de extração

OBJETIVOS E METAS AMBIENTAIS PARA A ETAPA DE EXTRAÇÃO		
Área	OBJETIVOS	METAS
1.1	Reduzir os impactos dos processos erosivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Execução de estudos de concepção para instalação de jazidas;</li> <li>- Levantamento do panorama hídrico contido ou circunvizinho das áreas de jazidas;</li> <li>- Utilização da engenharia para minimização os efeitos dos processos erosivos, e a otimização das técnicas de extração;</li> <li>-Estudos dos impactos causados durante a utilização da jazida.</li> </ul>
1.2	Redução dos efeitos causados pelas explosões	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Programação antecipada com medidas de segurança para as detonações;</li> <li>- Estudos de área de influência das explosões com as detonações durante o processo de extração.</li> </ul>
1.3	Redução da emissão de material particulado através do ir e vir de veículos envolvidos no processo de extração	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalação, manutenção e acompanhamento do funcionamento de filtros para a diminuição da emissão de material particulado nos veículos e maquinários;</li> <li>-Medições de material particulado emitido durante o funcionamento dos veículos e maquinários.</li> </ul>
1.4	Redução da geração de embalagens provenientes da manutenção dos maquinários envolvidos nas etapas de extração.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Através do uso consciente dos produtos, fazendo a destinação corretas das embalagens.</li> </ul>

Observando os Quadros 01 e 02 é possível notar que os dados apontam para a problemática dos processos erosivos durante a extração nas jazidas em operação, como também da emissão de material particulado, liberação de gases e formação de poeira durante os processos de extração.

**Quadro 03-** Matriz de responsabilidade para a etapa de extração

Programa de Gestão Ambiental					
Definição de Objetivos e Metas para o SGA					
OBJETIVO: Reduzir os impactos erosivos nas áreas de extração					
O Quê?	Por quê?	Como?	Onde?	Responsável	Prazo
Fazer o plantio das mudas de espécies endêmicas da região.	Conter processos e revitalizar a área de jazida encerrada.	Elaboração de um programa de recuperação de áreas degradadas.	Na área onde a jazida de extração de granito está instalada.	Engenheiro Ambiental e Eng. Florestal.	Após o encerramento parcial ou total das áreas de jazida e retirada dos equipamentos pertinentes a extração.
Construir um sistema de drenagem de águas pluviais.	Conter os processos erosivos.	Elaboração de um programa de recuperação de áreas degradadas.	Na área da jazida de extração de granito está instalada.	Engenheiro Ambiental.	Após o encerramento parcial ou total das áreas de jazida e retirada dos equipamentos pertinentes a extração.
Fazer análise das perdas de solo.	Conter as perdas de solo por meio dos processos erosivos.	Medidas mensais com a metodologia Calha de Gerlach.	Na área da jazida de extração de granito está instalada.	Engenharia Ambiental com equipe multidisciplinar	Após o encerramento parcial ou total das áreas de jazida e retirada dos equipamentos pertinentes a extração.
Fazer mapa e análise multitemporal das áreas de jazidas.	Com o objetivo de acompanhar da evolução dos processos erosivos	Utilização de softwares e técnicas de aferimento pertinente à área.	Na área da jazida de extração de granito está instalada.	Engenheiro Ambiental	Antes, durante e depois das operações das jazidas.
Elaboração de análises do ar nas áreas de influências diretas e indiretas.	Averiguar e estudar a influências da poeira e/ou gases tóxicos gerados a partir das detonações na jazida de extração.	Através da coleta de amostras, estudos, queixas e reclamações dos moradores circunvizinhos e observação das áreas de influência por equipe multidisciplinar.	Na área da jazida de extração de granito está instalada e áreas de influência direta e indireta.	Engenharia ambiental com equipe multidisciplinar com participação ativa de biólogos.	Antes, durante e depois das operações das jazidas.

### 3.3.2 Corte

Nesta etapa é realizado o corte dos grandes blocos retirados das jazidas, são cortados em diferentes espessuras, sendo chamados após o corte de chapas.

Para o corte de grandes blocos vindos das jazidas, blocos também chamados de “matacões”, é utilizada a máquina de fio diamantado (Figura 08). Para Pacheco (2009) no processo de corte, um conjunto de fios de aproximadamente 19m de comprimento é ligado a polias que são acionadas por um motor elétrico, fazendo o conjunto funcionar como uma espécie de serra-fita. Este conjunto de serra-fita tenciona horizontalmente o bloco, executando o corte. Pela extensão dos fios há grãos diamantes que permitem a serragem dos “matacões” de granito.



**Figura 08** - Máquina de Fio Diamantado FRACCAROLI & BALZAN®.

As chapas são cortadas geralmente com espessuras que variam entre 3 a 5 cm, porém essa variação é indicada de acordo com o pedido. A empresa a qual o presente trabalho foi executado possui teares e talha-blocos, sendo que há 05 teares e 01 talha-bloco.

Os teares utilizados são teares de lâminas (Figura 09), segundo Pacheco (2009), os mesmos utilizam lâminas de ferro com um comprimento longitudinal grande e espessura de aproximadamente 1 cm. Estas lâminas são colocadas em um quadro “porta-lâmina”, e afastadas

entre si a distância que terá a espessura das chapas. Dessa forma as lâminas são acionadas por motor elétrico, com auxílio de um volante, através de um mecanismo biela-manivela, fazendo um movimento de vai e volta nas lâminas. Durante todo o processo de corte existe a presença de uma mistura de água, cal e granalha, esta mistura é chamada de lama abrasiva, constituindo-se como parte importante no processo de serragem de blocos. A lama é despejada continuamente sobre o bloco tanto para otimização do corte, tanto para o resfriamento das lâminas. Desta forma há uma maior eficiência e um acréscimo na vida útil dos teares. É através do movimento das lâminas, com auxílio da lama abrasiva citada anteriormente, que é feito o corte. O processo de corte demora entre 4 a 5 dias, dependendo da dureza da rocha, e a máquina comporta em média três blocos por corte. É um processo demorado, mas de grande eficácia.



**Figura 09** - Teares SIMEC®. Capacidade de Produção: 18.000 m<sup>2</sup>/Mês.

A outra parte do processo de corte é feita no talha-bloco. O talha-bloco (Figura 10) é usado para os cortes com espessuras menores na produção de peças mais trabalhadas, sendo que os blocos são cortados em chapas de diâmetros e tamanhos variáveis, geralmente essas chapas são confeccionadas por encomenda para atender um mercado mais especializado e exigente.

Talha-blocos são máquinas de serragem que funcionam a partir de discos diamantados, tendo capacidade para cortes de grande profundidade, cuja maior utilização é voltada para produtos padronizados (lajotas), peças de tamanho único, menores que as chapas feitas nos teares.

Uma grande vantagem no uso de talha-blocos é que o equipamento admite uma movimentação de eixo em ângulos variados (vertical até horizontal), dessa forma, permitindo, diferentes formas de desdobramento dos materiais. O custo médio de produção em talha-blocos é, no entanto ligeiramente superior ao dos teares, tanto pelo preço dos equipamentos, como também pelo preço dos discos diamantados. Além disso, os talha-blocos não permitem a serragem de chapas grandes, especialmente em alguns projetos, ficando assim explícita a importância da utilização em conjunto com os teares.

Durante todo o processo de corte são utilizadas máquinas, como citado acima, tais máquinas necessitam de manutenção. A frequência de manutenção é particular em cada uma das máquinas, tendo seus períodos diferenciados, geralmente as manutenções são executadas entre 2 e 3 meses, levando em consideração o horímetro de cada um dos equipamentos.



**Figura 10** - Máquina Talha-blocos SIMEC®.

A consolidação dos dados realiza-se no quadro 04, o quadro 04 trás a relação direta entre Subatividade, aspecto ambiental e impacto ambiental, o quadro 05 trás os objetivos e

metas traçados a partir dos dados obtidos e observados e o quadro 06 trás a matriz de responsabilidade, que nos apresenta os objetivos definidos com os meios cumpri-los.

**Quadro 04 -** Relação entre aspectos e impactos ambientais para a etapa de corte.

Áreas	Atividade Principal – (Nº): 2 - Corte		
	Identificação		
Área	Sub atividade/operação	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental
2.1	Funcionamento dos teares e talha bloco	Uso de eletricidade	Aumento dos impactos ambientais causados pelo uso da energia elétrica
2.2	Cortes dos matacões de granito a úmido nos teares e talha-bloco	Utilização de água (1500L/min) com geração de efluente industrial constante (lama abrasiva)	Assoreamento de corpos hídricos, além da contaminação dos mesmos por resíduos que podem sofrer oxidação
2.3	Manutenção do maquinário de corte a cada 2 ou 3 meses	Utilização de óleos e/ou lubrificantes e posterior geração de embalagens e resíduos óleos	Contaminação de solo e água com resíduos óleos, além da possível infiltração e contaminação do nível d'água, havendo assim contaminação de águas subterrâneas

Através da observação do quadro 04 é possível notar os aspectos mais significativos são os do processo de corte (área 2.2), caracterizado pela quantidade de efluente industrial que é gerada durante o corte dos blocos, a utilização da lama abrasiva, descrita por Braga et al (2010) como sendo composta por granalha de aço (grãos milimétricos facetados), cal e água. Outro aspecto observado é uso de óleos e lubrificantes, gerando dessa forma embalagens com um impacto ambiental que sequenciará de contaminação de solo e água com esses resíduos óleos, podendo até ocorrer a contaminação do nível d'água (lençol freático). O Quadro 05 traz a seguir os objetivos e metas ambientais da etapa de corte que foram traçados a partir da observação dos aspectos e impactos do Quadro anterior (Quadro 04).

**Quadro 05** - Apresentação de objetivos e metas ambientais para a etapa de corte.

<b>OBJETIVOS E METAS AMBIENTAIS DA ETAPA DE CORTE</b>		
<b>Área</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>METAS</b>
<b>2.1</b>	Redução dos impactos causados pelos resíduos provenientes do processamento de granito	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elaboração de um estudo das características e natureza dos resíduos gerados</li> <li>- Elaboração de uma forma de tratamentos efluente gerado no processamento de granito (setor de corte)</li> <li>- Otimização do tratamento elaborado</li> </ul>
<b>2.2</b>	Implantar medidas de Produção mais Limpa (P + L)	- Reduzir os gastos e consumos de água, matéria-prima, energia elétrica, produtos para manutenção através de políticas de economia de insumos desenvolvida através de estudos.
<b>2.3</b>	Redução da geração de embalagens provenientes da manutenção dos maquinários envolvidos nas etapas de corte.	- Através do uso consciente dos produtos, fazendo a destinação corretas das embalagens.



**Quadro 06** - Matriz de responsabilidade para a etapa de corte.

Programa de Gestão Ambiental					
Definição de Objetivos e Metas para o SGA					
OBJETIVO: Redução dos Impactos ambientais causados pela atividade de Corte.					
O Quê?	Por quê?	Como?	Onde?	Responsável	Prazo
Tratar o efluente proveniente da atividade de corte (atividade dos teares).	Não liberação do efluente sem tratamento, (Pó de pedra, Granalha de aço e água).	Através do tratamento correto do efluente, onde o principal é a separação da granalha de aço e sua remoção antes da liberação em corpo hídrico.	Na estação de tratamento de efluente industrial da indústria.	Engenheiro Ambiental	Constantemente.
Destinar ou tratar o efluente proveniente da atividade de corte (atividade do talha bloco. Consumo médio de água em 1200L/minuto).	Não liberação do efluente à corpos hídricos sem tratamento (Pó de pedra- Calcário e água)	Através do acondicionamento em reservatório devidamente impermeabilizado seguido de estudos aprofundados de reaproveitamento e destinação correta do resíduo (pó de pedra + água).	Na estação de tratamento de efluente industrial da indústria.	Engenheiro Ambiental	Constantemente.
Destinar corretamente as tortas de lama provenientes do sistema de filtro prensa buscando seu reaproveitamento.	Não liberação das tortas de lama que tem alto potencial de oxidação.	Recolhendo as tortas de lama, destinando à pesquisas , à indústria de separação de granalha ou ao aterro sanitário.	Na estação de tratamento de efluentes industriais da indústria em questão	Engenheiro Ambiental	Constantemente

### 3.3.3 Beneficiamento

Após o corte ou desdobramento de blocos, que seria a etapa que daria forma às peças que foram cortadas anteriormente, este processo abrange todos os processos de caracterização dimensional, de conformação e especificação do produto final. Neste momento da produção as placas, que já foram cortadas vão para o setor onde serão aperfeiçoadas e tratadas para futura venda. Segundo Pacheco (2009) assim, inicia-se o procedimento de acabamento das peças, composto por 07 etapas: inicialmente é feito o levigamento das chapas (1º polimento), este primeiro polimento tem como objetivo o desgrossamento das chapas, com isso tem-se a criação de superfícies planares e paralelas. Em seguida a placa vai ao forno para secagem, vale ressaltar que todo o processo é feito sobre a ação da água. A figura 11 trás a etapa de enceramento.



**Figura 11** – Máquina polidora.

Logo depois ocorre a resinagem a vácuo, passa novamente pelo forno para secagem da resina, e depois a placa é polida, só então é feito o recorte, otimizando as bordas da chapa para aparar as pontas, e o processo é finalizado com o enceramento. Esse acabamento superficial é o que ressalta a coloração, a textura e a aparência do material. A figura 12 mostra outra parte do setor de beneficiamento.



**Figura 12** – Setor que abriga as máquinas responsáveis por processos de beneficiamento.

O mesmo autor contribui dizendo que as operações do processo de polimento e lustro das placas de rochas reduzem a rugosidade da superfície serrada para intensificar e ressaltar o brilho. Isso é feito por meio de elementos abrasivos que, conduzidos em movimentos de fricção sobre o material vão desgastando o mesmo até que o polimento atinja a aparência desejada. Esta atividade produz o fechamento dos grãos minerais ou cristais que formam as rochas criando uma superfície lisa, brilhosa, opaca e mais impermeável, comparado a uma face natural da mesma rocha. O processo é todo realizado em meio úmido, utilizando água como elemento de refrigeração. A vazão desta água é importante, pois ela determina o consumo de abrasivos e pode evitar, e até minimizar, a perda da qualidade do polimento. As politrizes manuais (1 cabeçote), politrizes de ponte (1 a 2 cabeçotes) e politrizes multicabeçotes (5 a 20 cabeçotes), são os equipamentos mais utilizados no polimento, por serem linhas de politrizes mais modernas e eficientes, que possibilitam o processamento de chapas de até 10-15 cm de espessura e 2 m de largura. A aplicação do lucro é executada no sentido de se imprimir brilho à superfície da chapa, produzido pelo espelhamento das faces dos cristais constituintes da rocha.

Para Pacheco (2009), o aspecto particular de vitrificação na superfície do granito é necessária uma etapa chamada flameamento, durante tal etapa a chapa de granito é submetida a uma chama de alta temperatura, perto dos 3000°C, sua superfície é dirigida a um maçarico de gás com múltiplas chamas, imediatamente após esse momento há o resfriamento das

chapas por água. Ocasionalmente assim o choque térmico, este choque é o responsável pela descamação da chapa produzindo o efeito de vitrificação consequente brilho. Esse processo é indicado apenas para o granito por apresentar resultados poucos satisfatórios em outras matérias, vale ressaltar que o mesmo só é recomendado para chapas com espessura acima de 3 cm, a não ser que a aplicação seja na face oposta à aplicação da água.

A esquematização como mostrada na metodologia é utilizada abaixo, o quadro 07 trás a relação direta entre Subatividade, aspecto ambiental e impacto ambiental, o quadro 08 trás os objetivos e metas traçados a partir dos dados obtidos e observados e o quadro 09 trás a matriz de responsabilidade, que nos apresenta os objetivos definidos com os meios cumpridos.

**Quadro 07-** Relação entre aspectos e impactos ambientais para a etapa de beneficiamento

<b>Atividade Principal – (N)º: 3 - Beneficiamento</b>			
<b>Identificação</b>			
<b>Áreas</b>	<b>Sub atividade/Operação</b>	<b>Aspectos Ambientais</b>	<b>Impactos Ambientais</b>
3.1	Funcionamento do maquinário responsável pelo Beneficiamento	Uso de eletricidade e ruídos causados pelo maquinário.	Aumento dos impactos ambientais causados pelo uso da energia elétrica, como também causados pelo barulho das máquinas em pleno funcionamento.
3.2	Utilização de água durante processos úmidos, relacionando com as atividades de beneficiamento.	Utilização de água durante os processos e posterior geração de efluente industrial (água + calcário/pó de pedra) proveniente das atividades relacionadas à etapa de beneficiamento	Assoreamento de corpos hídricos, bem como a perda de qualidade.
3.3	Manutenção do maquinário de corte a cada 2 ou 3 meses	Utilização de óleos e/ou lubrificantes e posterior geração de embalagens e resíduos óleos	Contaminação em caso de contato direto com água e solo, caso houver infiltração ocorrerá contaminação das águas subterrâneas.

Através da observação do quadro 08 é possível notar os aspectos mais significativos são os do processo de beneficiamento (área 3.2), caracterizado pela quantidade de efluente industrial que é gerada durante o beneficiamento das chapas já cortadas no processo de corte, a utilização da lama abrasiva. Outro aspecto observado é uso de óleos e lubrificantes, gerando dessa forma embalagens com um impacto ambiental que sequenciará de contaminação de solo e água com esses resíduos óleos, podendo até ocorrer à contaminação do nível d'água (lençol freático). O Quadro 08 traz a seguir os objetivos e metas ambientais da etapa de beneficiamento que foram traçados a partir da observação dos aspectos e impactos do quadro anterior (Quadro 07).

**Quadro 08 - Apresentação de objetivos e metas ambientais para a etapa de beneficiamento**

<b>OBJETIVOS E METAS AMBIENTAIS DA ETAPA DE BENEFICIAMENTO</b>		
<b>Área</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>METAS</b>
	Reduzir os resíduos gerados (medidas P + L) durante o processo de beneficiamento	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pesquisas sobre medidas de produção mais limpa;</li> <li>- Cortes das chapas mais exatos;</li> <li>- Utilização consciente dos produtos envolvidos no beneficiamento</li> </ul>
	Redução ou mitigação dos efeitos dos impactos ambientais causados pelo resíduo proveniente desta etapa de beneficiamento	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elaboração de um estudo das características e natureza dos resíduos gerados</li> <li>- Elaboração de uma forma de tratamentos efluente gerado no processamento de granito (setor de corte)</li> <li>- Otimização do tratamento elaborado</li> </ul>

**Quadro 09 - Matriz de responsabilidade para a etapa de beneficiamento**

Programa de Gestão Ambiental					
Definição de Objetivos e Metas para o SGA					
OBJETIVO: Redução dos Impactos ambientais causados pela atividade de Beneficiamento.					
O Quê? (What?)	Por quê? (Why?)	Como? (How)	Onde? (Where?)	Responsável (Who?)	.Prazo (When?)
Tratar o efluente proveniente da atividade de corte (atividade das máquinas envolvidas no beneficiamento).	Não liberação do efluente sem tratamento, (Pó de pedra e água).	Através do tratamento correto do efluente.	Na estação de tratamento de efluente industrial da indústria.	Engenheiro Ambiental	Constantemente.
Gerenciamento correto das embalagens dos produtos usados no beneficiamento.	Não ocorrer contaminação de posterior impacto ambiental	Fazendo a destinação correta para entidades recolhedoras com permissão para tal.	Setor de Beneficiamento da empresa	Engenheiro Ambiental	Constantemente.

**3.3.4 Destinação**

Terminado o processo, tanto o primeiro (corte) e o segundo (polimentos, secagens e etc), as placas prontas têm destinos variados. A empresa em questão trabalha com a exportação e com o atendimento ao consumo interno. Para a exportação as chapas de granito já prontas são fixadas entre paletes madeira, a quantidade de madeira utilizada na elaboração dos paletes é 2 a 3 m<sup>3</sup>/mês, vale lembrar que a madeira dos paletes é madeira reflorestada e com guia florestal certificada. O principal destino das placas no mercado interno são as marmorarias que transformam as placas no produto final solicitado pelo cliente.

As máquinas utilizadas dentro da indústria no setor de destinação são:

- 2 Carregadeiras;
- 1 Empilhadeira;
- Guincho automatizado com trilhos de locomoção de grande extensão.

Para alimentação das máquinas, são gastos cerca de 8000L/mês de óleo diesel, o guincho é alimentado por energia elétrica, assim como as máquinas do setor de corte e de beneficiamento. A figura 13 a seguir mostra uma parte da área de destinação com chapas prontas.



**Figura 13** – Setor que abriga as chapas embaladas para destinação.

A esquematização como mostrada na metodologia é utilizada abaixo, o quadro 10 trás a relação direta entre Subatividade, aspecto ambiental e impacto ambiental, o quadro 11 trás os objetivos e metas traçados a partir dos dados obtidos e observados e o quadro 12 trás a matriz de responsabilidade, que nos apresenta os objetivos definidos com os meios cumprilos.

**Quadro 10-** Relação entre aspectos e impactos ambientais para a etapa de destinação.

Áreas	Atividade Principal Nº: 4 - Destinação		
	Identificação		
	Sub atividade/Operação	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental
4.1	Transporte de chapas com empilhadeiras e carregadeiras.	Uso de combustível.	Aumento do aquecimento global por queima de combustíveis fósseis.
4.2	Manutenção das empilhadeiras e carregadeiras.	Uso de óleos, lubrificantes, de estopas, de filtros de óleo. Geração de óleo queimado, embalagens de óleos e lubrificantes, estopas contaminadas e filtros de óleos	Contaminação em caso de contato direto com o solo e a água. Além da possível infiltração no solo, contaminando assim o nível d'água, as águas subterrâneas.
4.3	Embalagem para proteção das chapas de granito com palets retornáveis ou não.	Extração e uso de madeira para confecção dos paletes.	Remoção de cobertura vegetal, desequilíbrio ambiental à fauna e flora.
4.4	Armazenamento para óleos e óleos queimados utilizados.	Geração de antigos recipientes, contêineres e equipamentos para o acondicionamento dos resíduos óleos.	Contaminação de solo e água com possíveis resquícios dos resíduos óleos nos recipientes, além do choque causado pelo impacto visual.
4.5	Transporte externo e/ou interno das chapas de granito por caminhões.	Utilização de combustível fóssil para alimentação dos motores.	Aumento dos efeitos do aquecimento global pela queima de combustíveis fósseis.
4.6	Manutenção dos motores dos caminhões usados no transporte.	Óleos lubrificantes e filtros de óleo.	Geração de embalagens resíduos óleos, filtros de óleo e estopas de óleo.

Através da observação do quadro 10 é possível notar aspectos significativos caracterizados pela quantidade de resíduos óleos e embalagens geradas durante o funcionamento e manutenção das máquinas utilizadas na destinação (empilhadeiras e caminhões). Tal aspecto ocasionará o impacto ambiental que ocasionará a contaminação do solo e água com esses resíduos óleos, podendo até ocorrer à contaminação do nível d'água (lençol freático). Outro aspecto observado é a utilização de madeira para confecção dos paletes, para a utilização dessa madeira há a consequente remoção de cobertura vegetal. O



Quadro 11 traz a seguir os objetivos e metas ambientais da etapa de destinação que foram traçados a partir da observação dos aspectos e impactos do quadro anterior (Quadro 10).

**Quadro 11-** Apresentação de objetivos e metas ambientais para a etapa de destinação.

OBJETIVOS E METAS AMBIENTAIS DA ETAPA DE DESTINAÇÃO	
OBJETIVOS	METAS
Reduzir o volume de óleo e óleo queimado gerado nas empilhadeiras e carregadeiras.	- Realizar manutenções periódicas com frequências padronizadas.
Reduzir os impactos causados pelos resíduos óleos.	- Realizar o acondicionamento correto do óleo e a impermeabilização do piso no colo de acondicionamento; - Destinar os resíduos a empresas especialistas na área, seja pra reuso ou reciclagem do mesmo.
Reduzir o impacto visual causado pelo setor de armazenamento de óleos, além de possíveis acidentes com os antigos recipientes.	- Determinar políticas de estocagem com segurança, desde como manusear a quando manusear, usando equipamentos e protetores devidos.
Reduzir os impactos causados pela remoção de madeira para confecção de paletes.	- Utilização de madeira proveniente de reflorestamento e legalizada pelas instituições competentes.

**Quadro 12-** Matriz de responsabilidade para a etapa de destinação.

Programa de Gestão Ambiental					
Definição de Objetivos e Metas para o SGA					
OBJETIVO: Redução dos Impactos ambientais causados pela atividade de Destinação.					
O Quê?	Por quê?	Como?	Onde?	Responsável	Prazo
Destinar corretamente os resíduos óleos.	Para não ocorrer o retorno deste material ao meio ambiente e evitar a contaminação do solo e da água	Buscando um fim adequado para o mesmo, seja por reuso ou reciclagem, na própria indústria ou em empresas especializadas.	Setor voltado para o armazenamento de tambores e galões.	Engenheiro Ambiental	Imediatamente
Acondicionar corretamente os resíduos óleos.	Evitar o impacto causado pelos vazamentos acidentais desses resíduos na água ou no solo.	Acondicionando os mesmos em recipientes padronizados, lacrado e seguros.	Qualquer lugar desde que o mesmo já tenha sido usado.	Engenheiro Ambiental	Imediatamente
O uso sustentável dos paletes de madeira de suporte para chapas de granito.	Evitar o desperdício e o impacto causado pela remoção da madeira do seu meio natural.	Planejando corretamente o uso dos paletes de acordo com a demanda esperada.	Setor de destinação e fabricação dos paletes	Engenheiro Ambiental e administrador de vendas	Imediatamente

### 3.5 RESÍDUOS GERADOS NO PROCESSO INDUSTRIAL

#### 3.5.1 Extração

Durante o processo de extração há a emissão de material particulado proveniente das explosões nos blocos, além do levantamento da poeira pelos veículos e equipamentos usados no local, acarretando mais liberação de material particulado. Durante a movimentação dos caminhões e máquina para carregamento, como tratores e etc. Há um alto teor de poluição sonora, o som do maquinário acaba por ser significativo. Em confronto com tal fato há um fator para ser considerado, geralmente essas jazidas se localizam em locais afastados e

inabitados, fazendo com que a população não venha afetar nenhum morador ou sistema. Durante todo o processo de extração há o uso de Equipamento de Proteção Individual (EPI), além do uso de EPIs, há em vigência uma política para prevenção de acidentes de trabalho.

### **3.5.2 Corte**

Durante o processo de corte como antes citado há o uso dos teares e do talha-bloco, os mesmo movimentam-se por meio da energia elétrica, então há a dispensa do uso de combustíveis. O ponto principal para o bom funcionamento dos teares é o uso da lama abrasiva, a mesma é formada por cal (pó de pedra) + água e granalha de aço, essa lama é lançada sobre os blocos a serem cortados durante todo o processo. Dessa forma a mesma se apresenta como principal resíduo durante o processo de corte. Como nem todas as peças do corte são aproveitadas, bem como as pequenas peças cortadas, há também pequenas partes de granito que acabam entrando na categoria de resíduos.

### **3.5.3 Beneficiamento**

Durante as etapas presentes no processo de beneficiamento também há a geração de resíduos, as máquinas são alimentadas por energia elétrica, logo há a dispensa de combustíveis. A presença de água durante todo processo é imprescindível, logo será a água caracterizada como resíduo, juntamente com a água tem-se o pó proveniente dos polimentos, levigamentos, com essa mistura de água e pó, ocorrendo assim a formação de lama abrasiva, a mesma que é usada durante o processo de corte. No decorrer das etapas, o enceramento entra como uma parte do processo de beneficiamento, as embalagens dos produtos necessários para este procedimento também podem ser caracterizadas como resíduos, porém, em comparação com a geração dos outros resíduos, água, pó de pedra e granalha, se torna quase mínima.

### **3.5.4 Destinação**

A geração de resíduos na etapa de destinação é toda proveniente da manutenção dos caminhões utilizados para transportes, estes resíduos seriam os filtros e as embalagens de lubrificantes.

### 3.6 AÇÕES AMBIENTAIS

No que se refere ao sistema de gestão ambiental, a empresa em questão tem o seu já desenvolvido e em prática, passando a desenvolver ações que melhorassem a qualidade ambiental, principalmente no que diz respeito ao destino dos resíduos gerados na empresa, pode-se perceber nas visitas que é um assunto importante para seus responsáveis.

#### 3.6.1 Sistema de Reuso da Água e Destinação Final do Resíduo

Para o funcionamento de toda a indústria é necessária uma quantidade de 1500 l/min, segundo informações cedidas pelo responsável técnico ambiental da empresa, é importante frisar que a máquina com maior consumo de água é a máquina de Talha-Bloco, a mesma faz uso de 1200 L/min. Vale ressaltar que a qualidade da água deve ser elevadíssima, caso contrário o corte seria prejudicado e a vida útil das lâminas e discos necessários para o corte diminuiria drasticamente.

O tratamento do resíduo de corte proveniente do talha-bloco é diferenciado, responsável ambiental da empresa informou que o mesmo é destinado às lagoas de decantação, após isso é acelerada a decantação com a adição sulfato de alumínio, havendo a decantação realiza-se a drenagem da água e o resíduo sólido resultante desta drenagem é removido para o aterro sanitário municipal.

Toda a água utilizada nas etapas (menos a água residuária do funcionamento do talha bloco) do processo produtivo é encaminhada por meio de um sistema às várias etapas que compõem seu tratamento. Durante a serragem dos blocos, a água limpa se mistura com outros resíduos como o pó de pedra, calcário e o pó de aço, constituindo-se com um aspecto de lama grossa e homogenea, esta não poderá ser descartada nos cursos d'água, pois o pó de aço contido na lama pode oxidar e desencadear desequilíbrios ambientais.

Para Caiado *et al* (1995), este resíduo enquanto fluído trás risco às plantas e animais além de causar a depreciação o solo. Após sua secagem, a poeira proveniente, quando inalada torna-se danosa à saúde de homens e animais. Assim, é comprovada a poluição de cursos d'água e mananciais por parte destes resíduos.

O tratamento desta lama é feito através de processo de Coagulação, Floculação, Decantação, Cloração, Filtragem e Prensa dos resíduos sólidos, durante o tratamento que é contínuo há a adição constante de acordo com o nível do reservatório de produto de uma

mistura de floculante, coagulante e clarificante, o produto é o GE Belts da empresa GE (<http://www.gewater.com>). A quantidade desse produto utilizado no tratamento é de 30 kg/mês. Todos os resíduos são separados e a água é filtrada, inclusive o formado por calcário e pó de aço, a mesma depois de tratada é encaminhada para os reservatórios (represas), as mesmas tem uma profundidade de varia entre 2m a 5m onde ocorre a recirculação e em seguida o bombeamento, para novamente ser utilizada (taxa de reutilização de 100%) no processo produtivo as bombas utilizadas são 3 bombas de 30CV cada, a manutenção das mesmas é feita com a frequência de um ano.

Uma particularidade da empresa é que o sistema de represa é interligado com outras represas da região que são voltadas para a atividade piscicultura. A água da represa de recirculação da empresa é utilizada também para criação de peixes, espécies endêmicas da região como Tambaqui, Tilápia, Traíra e também foram adicionados peixes da espécie Pirarucu.

A efluente tratado é disposto nas represas, as análises de água foram feitas através de um convênio com a UNIR (Fundação Universidade Federal de Rondônia) durante 1 ano, atualmente as análises de água só são feitas quando há a requisição do órgão ambiental para renovação da licença de operação da empresa, onde há visita de um fiscal da SEDAM (Secretária de Estado de Desenvolvimento Ambiental).

Como ressalta Braga *et al* (2010), o tratamento mais comumente aplicado a esse tipo de resíduo, sob forma de lama, elabora-se apenas no desaguamento do resíduo em tanques de sedimentação, os mesmos demonstram baixa eficiência de remoção de sólidos. O autor salienta ainda que o acondicionamento final feito em tanques escavados no solo, descobertos e sem nenhuma proteção quanto à migração de poluentes para o solo, para as águas subterrâneas e superficiais, funcionará apenas como armazenamento temporário. Logo, este tipo de tratamento em tanques de depósito não atende as necessidades de uma instituição que visa conservar e proteger o meio ambiente.

Peyneau e Pereira (2004) mostram que no tratamento que utiliza tanques de depósito toda água utilizada no processo industrial ficar retida nos tanques sem nenhum reaproveitamento. Já com o uso do filtro-prensa (Figura 14) consegue-se aproveitar a água contida na lama residuária e reenviá-la aos teares e às demais etapas que utilizem esse insumo, reduzindo-se o seu consumo adicional.



**Figura 14-** Filtro Prensa utilizado para no tratamento dos resíduos líquidos.

A parte final do processo de tratamento é feita no filtro-prensa, de acordo com Fernandes (2003), os resíduos que são prensados em filtro-prensa são compactados em blocos, tais blocos são chamados de torta de lodo ou torta de lama, a quantidade de tortas de lama produzidas pela empresa é na estimativa de 30000 kg ao mês, esse resíduo é coletado pela empresa GRANASA, após o resíduo ser recolhido ele é enviado às instalações da empresa que fica localizada no estado de São Paulo, onde há separação da granalha de aço dos demais componentes da lama, a granalha de aço obtida é vendida novamente a empresa, criando assim um ciclo de obtenção de granalha mais barato.

Além do reaproveitamento para a obtenção de uma nova granalha de aço há também inúmeras aplicações, utilizando como fertilizante agregado em construção civil entre outras utilidades.

O tratamento do resíduo de corte proveniente do talha-bloco é diferenciado, responsável ambiental da empresa informou que o mesmo é destinado à lagoas de decantação (mostrada na Figura 15), após isso é acelerada a decantação com a adição sulfato de alumínio, havendo a decantação realiza-se a drenagem e o resíduo resultante desta drenagem é removido para o aterro sanitário municipal ou doado para ser usado em construção civil para assentamento.



**Figura 15-** Lagoa de decantação.

Sob os saberes de Silva *et al* (2005), é possível o uso do resíduo proveniente do processo produtivo de beneficiamento de granito para a incorporação em massas cerâmicas. Tal uso pode amenizar um grave problema ambiental da má disposição e acúmulo de resíduos como também significar uma fonte alternativa de matéria-prima para o setor cerâmico.

Dessa forma Thomas (2001), sinaliza que este tipo de rejeito industrial apresenta um bom potencial para ser incorporado em massas argilosas destinadas à produção de materiais cerâmicos tradicionais.

O uso do resíduo é encontrado em estudos até mesmo na agricultura, Guarçoni (2011), indica a utilização dos resíduos do processo beneficiamento de granito na agricultura como fertilizante alternativo na cultura de café.

### **3.6.2 Recuperação das Jazidas Desativadas.**

Desde a abertura das jazidas até sua desativação, há um grande dano ambiental causado. Após conclusão de extração na frente de lavra, a gerência ambiental das mineradoras da empresa executa todo processo de recuperação das áreas degradadas, colocando-as em situação apropriada para plantio, são utilizadas duas formas de recuperação, a recuperação natural e a recuperação artificial, para a recuperação artificial que comporta o aterramento e

reflorestamento é necessário que a jazida tenha deixado de operar, esse processo só foi feito na jazida de Machadinho-RO, enquanto a recuperação natural é apenas o isolamento da área e o acompanhamento da área é feita nas jazidas dos municípios de Rondolândia-RO e Cacoal-RO. Para o reflorestamento da área o procedimento padrão é de análise da região para entender quais as espécies são endêmicas da região, recuperação das jazidas do município de Machadinho-RO foram utilizadas 7000 mudas, o processo de recuperação de jazidas levou cerca de 1 ano, gastando cerca de R\$ 200.000,00 no processo, o reflorestamento foi feito com as espécies como a Bandarra, Ipê, Sumaúma e Ingá. Para o processo de recuperação há o preenchimento da área com rochas e terra para a fundação,, efetuação dos filtros de drenagem, (Figuras 16, 17, 18 e 19), executando a recuperação de fertilidade, correção da acidez do solo, estudos das espécies endêmicas e por fim a plantação das mudas (Figuras 20, 21 e 22) da área com espécies nativas da região amazônica. Segue abaixo fotos do processo de recuperação das áreas degradadas, tais imagens foram cedidas pela própria empresa.



**Figura 16-** Início da recuperação da jazida. Fase 1.

As Figuras 16 e 17 mostram como é início do processo de recuperação, com a adição de rochas para a criação fundação para o plantio.





**Figura 17-** Início da recuperação da jazida. Fase 2.

Juntamente com a fundação há também a implantação de canais de drenagem de água, para que não haja inundações no local, prejudicando assim as mudas que virão a ser plantadas.



**Figura 18-** Aterramento para recuperação concluído.

Após a fundação ser completada há o aterramento da área, são feitos estudos sobre as características do solo é feita a correção, e dá-se início ao gradeamento como visto na Figura 18.



**Figura 19-** Gradeamento do solo para plantação das mudas.



**Figura 20-** Alinhamentos e marcações para início do plantio.



**Figura 21-** Área com as mudas já plantadas

Como visto anteriormente (Figuras 19 e 20) após o gradeamento plantam-se as mudas (Figura 21), tais mudas podem variar em espécie, dando preferência às espécies endêmicas da região, antes da recuperação da área degradada há um estudo da mesma, visando o levantamento de informações acerca da fauna e flora primárias. Após a plantação as áreas são cercadas e acompanhadas, para a recuperação seja como esperada, podem ser vistas mudas já crescidas na Figura 22.



**Figura 22-** Mudas crescendo no primeiro ano de reflorestamento.

### **3.6.3 Medidas Preventivas para Resíduos Contaminados com Óleo.**

#### **3.6.3.1 Óleo Queimado**

Todos os resíduos líquidos relacionados ao óleo queimado gerados na indústria, são armazenados de forma segura e preventiva em galões de 200L e 20L para que sejam evitados vazamentos e acidentes, desta forma este resíduo não contaminará o solo, os cursos d'água e lençol freático. Após o uso, estes componentes são enviados para o filtro separador de água e óleo (Figura 23), que posteriormente será coletado e terá destinação ambientalmente correta, os mesmos são recolhidos pela empresa RESINORTE, a cada 6 meses são recolhidos cerca de 150 galões de óleo e 3000L de óleo queimado, a empresa que recolhe usa o óleo para a fabricação de piche, utilizada para pintar cercas e impermeabilização de cascos de barcos para navegação.



**Figura 23-** Filtro separador de água e óleo.

### 3.6.3.2 Escorredor de Óleo

Todo o material que conteve óleo, como filtros e embalagens lubrificantes, que foram utilizados nas máquinas, equipamentos e veículos da indústria, antes de irem para reciclagem passam por um processo de limpeza no escorredor de óleo (Figura 24), por um período de 3 dias. Neste tempo todo o óleo escorre e é retirado antes da destinação final para o recolhimento adequado.



**Figura 24-** Escorredor de óleo.

### 3.6.3.3 Estopas Contaminadas

Todas as estopas contaminadas com resíduos de lubrificantes, que foram utilizadas na indústria são separadas em um recipiente receptor (Figura 25) e encaminhadas a um coletor credenciado pela SEDAM.



**Figura 25-** Estopas Contaminadas.

### 3.6.4 Sobras de Granito

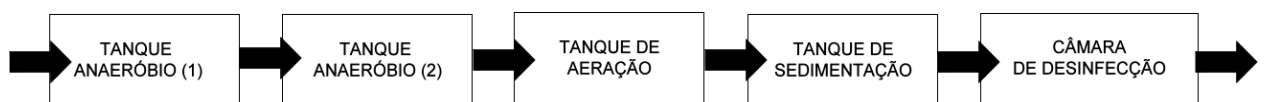
Atualmente a empresa tem reutilizado as placas resultantes do corte de blocos de granito, que inicialmente eram sem valor comercial, para a confecção de artigos para decoração (mosaicos, por exemplo) ou uso para piso, paredes ou muros, as partes são cortadas com máquinas próprias em blocos de tamanho padrão e vendidas como mostrado na Figura 26. Entre as diversas soluções de aproveitamento de sobras de granito a melhor que se obteve eficiência na região foi àquela utilizada na construção civil. Oferecem um bonito efeito quando aplicadas em muros, paredes ou em propostas paisagísticas, e a limpeza é aplicada apenas com água e sabão neutro. O preço é acessível e usada em sua forma fragmentada na maioria das vezes, apresentando ótimos resultados tanto em áreas internas como externas. Seu uso se dá principalmente em revestimentos como pisos, paredes, etc. Pode ser lusturada, ganhando brilho razoável. É encontrada nas cores cinza, rosa, verde e preto. Para limpeza usa-se apenas água e sabão neutro.



**Figura 26-** Confeção de blocos para calçadas e paredes.

### 3.6.5 Tratamento de Esgoto e Disposição Final

Projetos para instalação de estações compactas de tratamento de esgoto permitem a reciclagem da água para usos menos nobres. Esse benefício pode ser usado em condomínios, residências, edifícios e hotéis. A principal busca hoje é, sem dúvida, pela racionalização do uso da água (DIAS, 2003). A empresa em questão também utiliza de um sistema compacto de tratamento de esgoto, o mesmo é da marca Mizumo<sup>®</sup>. Todo o despejo proveniente de vasos sanitários, pias, chuveiros, cozinhas, é encaminhado por meio de uma tubulação única, até a entrada do sistema de tratamento (Figura 27). O sistema em questão é composto pelos seguintes estágios.



**Figura 27**–Esquema simples ilustrando sistema de tratamento de esgoto sanitário.

**Fonte:** Rafael Almeida Felizberto (2011).

- Dois tanques anaeróbios: O esgoto passa por uma primeira câmara anaeróbia, onde há a sedimentação dos sólidos brutos que ali chegam. É o início do processo de decomposição dos

compostos orgânicos mais complexos que iriam poluir o meio ambiente se não quebrados. Na segunda câmara anaeróbia ocorre o desenvolvimento e estabilização de uma colônia de microrganismos que serão responsáveis pela quebra dos compostos orgânicos poluentes em partículas mais simples. Esses microrganismos são basicamente bactérias capazes de se desenvolver em um ambiente sem aeração vigorosa. Eles se alimentam das partículas poluentes, transformando-as em compostos menos complexos.

- Tanque de aeração por contato: O esgoto que já passou por uma etapa de tratamento anaeróbio chega a essa câmara no qual será oxidado, ou seja, decomposto em partículas não poluentes que poderão ser descartadas ao meio ambiente sem riscos de contaminação. Os responsáveis pelo processo de oxidação mencionado são microrganismos aeróbios. Por isso que nessa etapa existe insuflação de ar a partir de um conjunto de sopradores. Para uma melhor eficiência no processo de tratamento, esses microrganismos permanecem agregados às placas de aeração onde executam sua tarefa de oxidar os compostos orgânicos.

- Tanque de sedimentação: Os flocos de microrganismos que se desenvolvem nas etapas anteriores se deslocam do meio suporte e atingem essa última câmara de tratamento. Estes são removidos do efluente de saída para que não apresente uma coloração desagradável. Essa etapa também é conhecida como clarificação. Esses flocos, mais densos que a água, são forçadamente sedimentados e permanecem no fundo desse compartimento. Somente a porção clarificada será vertida por uma calha e passará para etapa de desinfecção.

- Câmara de desinfecção: A desinfecção é por processo de cloração, o efluente entra em contato com as pastilhas de hipoclorito de cálcio, que garantirá a eliminação dos agentes patogênicos ainda presentes na fase líquida nessa etapa de tratamento.

### **3.7 PROBLEMAS ENCONTRADOS E PROPOSTAS DE AÇÕES AMBIENTAIS**

Durante as visitas foram avistados e notados alguns problemas, sejam eles de cunho ambiental ou organizacional, os mesmos causam impactos, sejam ambientais ou visuais, devendo dessa forma serem incluídos, citados e estudados nesse trabalho.

#### **3.7.1 O Abandono de Recipientes**



Durante a visita às dependências da empresa foi notada a presença de diversos recipientes de formato cúbico no setor de resíduos óleos como mostrado na Figura 28, junto com os galões e tambores que tem sua utilidade acondicionando o óleo, há também um tanque de óleo ou combustível abandonado como visto na Figura 29.



**Figura 28**– Tanque de acondicionamento abandonado.



**Figura 29**– Recipientes e tanques abandonados.

A medida mais adequada seria a retirada desses recipientes, fazer a descontaminação dos mesmos e doa-los á estabelecimentos de ferro velho ou buscar outras formas de reutilização dos mesmos. Além de causar impacto visual podem causar o vazamento de resíduos óleos e causar a contaminação dos horizontes do solo podendo até mesmo contaminar os níveis d'água (lençóis freáticos). Além dos impactos supracitados há também a possível procriação de vetores como ratos, baratas e semelhantes.

### 3.7.2 Antigas Instalações Abandonadas

Foram notadas antigas instalações, contêineres para maior precisão de fatos, os mesmo encontram-se parados, lacrados ou não, sendo expostas as ações do sol e da chuva, causando a oxidação dos mesmos, como visto na Figura 30.



**Figura 30** – Instalações antigas (contêiner).

A medida mais adequada para redução do impacto visual causado seria a remoção dos mesmos para uma área protegida das ações das intempéries, a reforma das instalações, sua doação para estabelecimentos de ferro velho ou reutilização em construções como abrigo de equipamentos.

### 3.7.3 Lagoas de Decantação

A disparidade é vista na Figura 31 entre um tratamento adequado, mais elaborado e as lagoas de decantação é alarmante, as lagoas em questão como visto na visita não tem padronização, não impermeabilização das mesmas, causando grande impacto visual quando vistas.

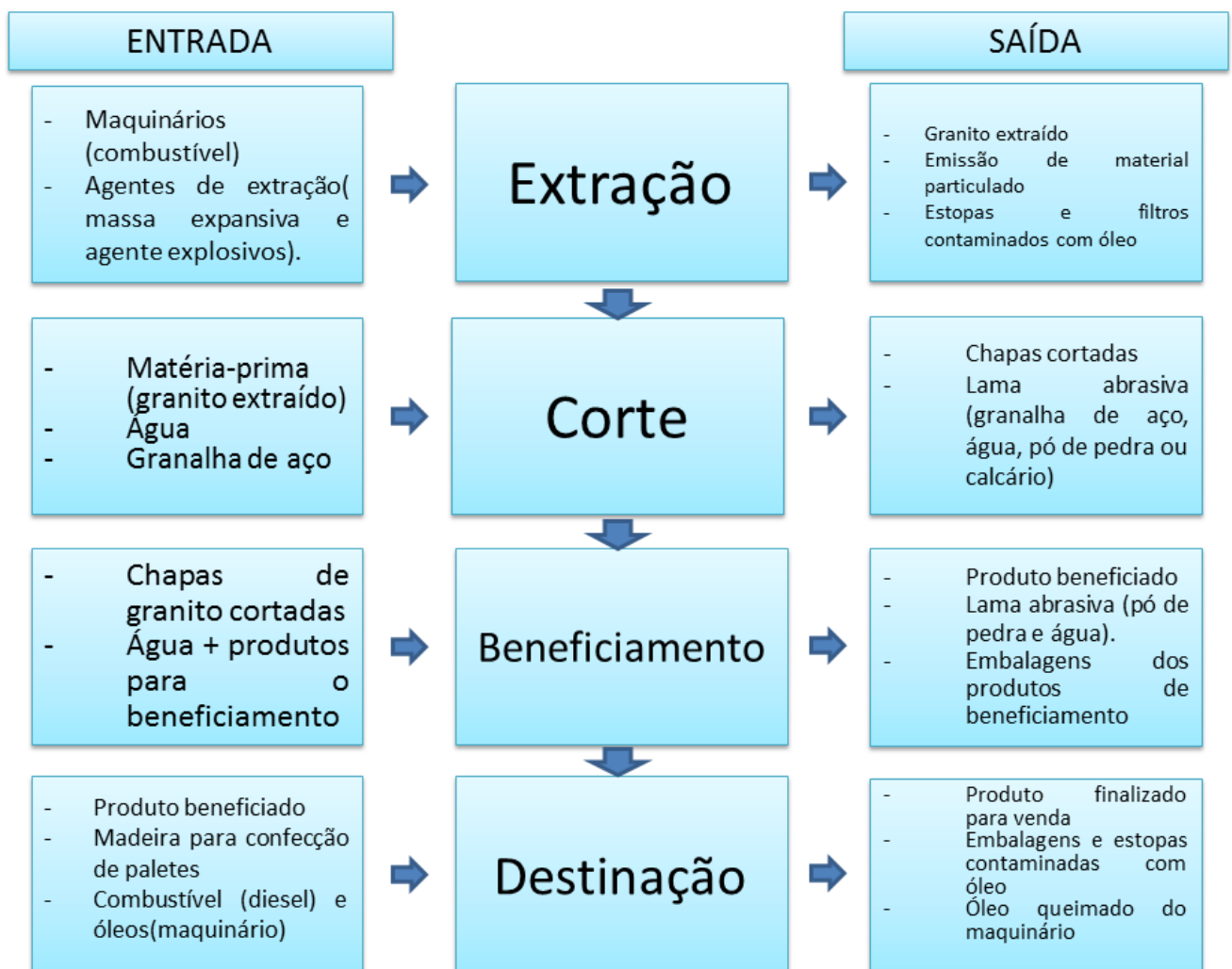


**Figura 31** – Lagoa de Decantação.

Lagoas de decantação, facultativas de maturação e outros tipos de lagoas no uso de tratamento ou destinação ambiental adequada devem ser elaborados de acordo com regras da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), para melhor segurança ambiental e proteção do meio ambiente em atividades industriais como acorda o Decreto-Lei nº1413 - 14/08/1975 que dispõe sobre o controle da poluição do meio ambiente provocada por atividades industriais.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse trabalho apresentou resultados relevantes, uma vez que elaborou o proposto em seus objetivos. Descrevendo de forma detalhada o processo produtivo e suas etapas envolvidas. O processo produtivo é mostrado na figura a seguir com um fluxograma de entradas e saídas, descrito na Figura 32.



**Figura 32** – Fluxograma de entradas e saídas do processo produtivo.

Conforme o levantamento efetuado junto à empresa verificou-se que os resíduos gerados no processo industrial são constituídos basicamente pelo efluente líquido composto por água, pó de pedra (calcário originado do corte do granito) e granalha de aço. Com a quantidade de 1500L/min de água sendo utilizada com todo maquinário funcionando, conseqüentemente, como a água é usada nos processos para eficiência de corte dos blocos ou para resfriamento, sua totalidade retorna em forma de resíduo para o sistema de reuso cíclico de água do empreendimento. O sistema de recirculação da água mostrou-se eficiente em tratamento, pois a água que retorna é utilizada para o corte dos blocos, porém análises da água deveriam ser feitas de acordo com critério técnico e em intervalos de tempo padronizados. Segundo o responsável técnico da empresa, durante o processo de corte o bloco de granito não aceita água que não seja limpa e tratada, caso contrário, a vida útil das máquinas diminuiria drasticamente.

No decorrer do trabalho é explanada a forma de tratamento para os resíduos gerados pela indústria, seja no local, ou por destinação a outras entidades devidamente licenciadas para tal tarefa, emitindo nota de registro e recolhimento e de responsabilidade sobre tal resíduo.

As ações ambientais, como o sistema de gestão ambiental adotado pela empresa e os tratamentos para os resíduos mostram ser eficientes. A licença de operação da empresa só é emitida se essa eficiência for comprovada por vistoria técnica elaborada pelo órgão ambiental competente e responsável por tal área no município, porém ainda que a licença seja emitida há fatos para relatar acerca das lagoas de decantação, recipientes e instalações paradas, as mesmas não demonstram tanta confiabilidade ambiental, a adequação, remoção, reutilização ou reforma dos itens em questão iria acrescentar ainda mais na confiabilidade ambiental da empresa, trazendo maior qualidade ao empreendimento e possíveis avanços ambientais consideráveis.

Vale ressaltar que a recomendação de estudos das tortas de lama provenientes do tratamento no filtro-prensa seria de relevância para a confiabilidade ambiental da empresa, além de trazer possíveis utilidades para as mesmas.

## REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, L. A.; SILVA, M. C. A.; NISHIJIMA, **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**. Santa Maria, v.5, n. 05, p. 734-740, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ROCHAS. **Balço das exportações e importações brasileiras de rochas no período de janeiro a maio de 2012**. Informativo. São Paulo: 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9653**: Guia para avaliação dos efeitos provocados pelo uso de explosivos nas minerações em áreas urbanas - procedimento, Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: resíduos sólidos: classificação, Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10006**: Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos, Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10007**: Amostragem de resíduos sólidos, Rio de Janeiro, 2004.

BIAZIN, C C., GODOY; M G, A. O Selo Verde: Uma Nova Exigência Internacional Para as Organizações. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DA PRODUÇÃO E VI INTERNATIONAL CONFERENCE ON INDUSTRIAL ENGINEERING AND OPERATION MANAGEMENT, 20., 2000, São Paulo. **Anais ...**, São Paulo. 2000.

BORTOLUSSI, A. Improved Technology and Planning in MODern Stone Quarryind. In: SYMPOSIUM ON MINE PLANNING AND EQUIPAMENT SELECTON, Balkema. **Anais...** Rotterdam, p 107-119, 1988.

BRAGA, F. S.; BUZZI, D. C.; COUTO, M. C. L.; LANGE, L. C. Caracterização ambiental de lamas de beneficiamento de rochas ornamentais. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v.15, n. 03, p 237-244, 2010.

BRASIL. Lei nº 6.938 de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília:Senado Federal, 1981.

BRASIL. Decreto-lei n. 227 – de 28 de fevereiro de 1967. Altera dispositivos do Decreto-lei n. 227, de 28 de fevereiro de 1967, e dá outras providências. Código de Minas. **Diário Oficial da União**, Brasília:Senado Federal, 1967.

Bruntland, G.. Our common future: The world commission on environment and development, WCED, 1987.

CAIADO, M. A. C.; MENDONÇA, A. S. F. Impactos de Atividades de Exploração de Mármore e Granito sobre a Qualidade de Água de Bacias Hidrográficas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 18..., Salvador. **Anais...**, Salvador: CTES, 1995.

CARVALHO, A. C. B; ROCHA, G. C.; ZAIDAN, R. T. **Diagnóstico Ambiental Pedológico da Bacia Hidrográfica do Rio Paraibuna a partir do Projeto RADAMBRASIL.**

Disponível em:

<<http://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/forum/article/viewFile/89/92>>

Acesso em: 18 mar. 2013.

CESAR, R. G. **Diagnóstico ambiental interno visando a implantação futura de sistema de gestão ambiental no CETEM.** Rio de Janeiro: 2004.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. 1986. Resolução Conama nº 001. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>

Acesso em 17/03/2013.

CETESB – COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL.

**Reestudo dos critérios de análise do incômodo causado aos indivíduos por vibrações.** São Paulo, 51 p., 1983.

CNTL – CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIAS LIMPAS. **Implementação de Programas de Produção mais Limpa.** SENAI-RS, 2003.

DIAS, M. M. **Aplicação de Tecnologias Limpas na Indústria Hoteleira para um Turismo Sustentável.** Disponível em:



<[http://www.uniethos.org.br/\\_Uniethos/Documents/Aplica%C3%A7%C3%A3o%20de%20Tecnologias%20Limpas%20na%20Ind%C3%BAstria%20Hoteleira.pdf](http://www.uniethos.org.br/_Uniethos/Documents/Aplica%C3%A7%C3%A3o%20de%20Tecnologias%20Limpas%20na%20Ind%C3%BAstria%20Hoteleira.pdf)> Acesso em: 18 de mar. 2013.

ESTON, S.M. **Uma análise dos níveis de vibração associados a detonações**. São Paulo, 1998, p 125. Tese (Livre Docência) – Escola Politécnica, USP.

FABRI, E. S.; JÚNIOR, H. A. N.; LEITE, M. G. P. Exploração de rochas ornamentais e meio ambiente. **Revista Geociências**, UNESP, , São Paulo v. 25, n. 4, p. 467-473, 2006.

FERNANDES, P. F., OLIVEIRA, A. P. N., HOTZA, D. Reciclagem do Lodo da Estação de Tratamento de Efluentes de uma Indústria de Revestimentos Cerâmicos. Parte 1: Ensaios Laboratoriais. **Revista Cerâmica Industrial**, v. 8, n. 2 Março/Abril, 2003

FERREIRA, G. C.; DAITX, E. C.; NETO, C. D. (2006). Impactos ambientais associados a desmonte de rocha com uso de explosivos. **Revista Geoambiência**, *São Paulo*, v. 25, n. 4, p. 467-473, 2006..

FERREIRA, H. S.; NUNES, L. S.; RODRIGUES, A. W. B.; NEVES, G. A.; FERREIRA, H. C. Influencia da adição de resíduos industriais provenientes de serragem de granitos nas propriedades cerâmicas de massas para confecção de revestimentos cerâmicos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CERÂMICA, 48..., Curitiba. **Anais...**, Curitiba: CBC, 2004.

GUARÇONI, A. M.; FANTON, C. J.; Resíduo de beneficiamento do granito como fertilizantes alternativo na cultura de café. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n 1, p -16-26, 2011.

GONÇALVES, J. P.; MOURA, W. A.; DAL MOLIN, D. C. C. Avaliação da influência da utilização do resíduo de corte de granito (RCG), como adição, em propriedades mecânicas do concreto. *Ambiente construído*. **Revista da Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**. Porto Alegre, RS. v. 2, n. 1 (jan./mar), p. 53-68, 2002.

HAGUETE, T. M. F. **Metodologias qualitativas na Sociologia**. 10.ed. Petrópolis: Vozes, 2003.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades por Unidades Federativas**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 20 jun. 2011.

LIMA, E. G. **Diagnóstico ambiental de empresas de móveis em madeira situadas no pólo moveleiro de Arapongas-PR**. Dissertação(Mestrado em Engenharia Florestal) Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, 2005.

MANZINI E.; VEZZOLI C. **O desenvolvimento de produtos sustentáveis: os requisitos ambientais dos produtos industriais**. São Paulo: EDUSP, 2002.

MATTA, P. M. **Indústria de Rochas Ornamentais Rejeitos X Produção Limpa**. Salvador: Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM/BA, 2003.

MENEZES, R. R.; FERREIRA, H. S.; NEVES, G. A.; FERRERIA, H. C. Uso de rejeitos de granitos como matérias-primas cerâmicas. **Revista Cerâmica**, São Paulo, v. 48, n. 306, p 92-101, 2002.

MOREIRA, J. M. S.; FREIRE, M. N.; HOLANDA, J. N. F.Utilização de resíduo de serragem de granito proveniente do estado do Espírito Santo em cerâmica vermelha (Utilization of granite sawing waste from Espírito Santo state in red ceramic). **Revista Cerâmica**, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Rio de Janeiro, v. 49, p. 262-267, 2003.

NOGUEIRA, M. G. Ambiente e Desenvolvimento Sustentável: Reflexão sobre a Educação Ambiental no Âmbito da Gestão ambiental Empresarial.AMBIENTE & EDUCAÇÃO-Revista de Educação Ambiental, v. 14, p 137-158, 2009.

ODUM, E.P. **Ecologia**. Editora Guanabara, Rio de Janeiro. 1998.

PACHECO, C. P.; GONÇALVES, L. P. N.; LORENZONI, R.; GÓIS, T. S.; SIQUEIRA, W. L. **Mármore e Granito**.Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2009.

PALADY, P. FMEA: Análises dos Modos de Falhas e Efeitos, São Paulo, IMAM, 1997.

PEYNEAU, G.O.R.; PEREIRA, G.S. Tratamento dos Resíduos Provenientes das Serragens de Granito através da Implantação do Filtro-Prensa. In: XXIV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 24..., Florianópolis. **Anais...**, Florianópolis: ENEGEP, 2004.

PONTES, J. C., LIMA, V. L. A., FARIAS, M. S., SILVEIRA, W. (2012). Aplicação de técnicas de produção mais limpa no desmonte de rocha e sua contribuição para a saúde do

trabalhador. **Revista Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, UNESP, São Paulo v. 9, n. 2, 2012

RIBEIRO, J.T.M. **Monitoramento da vibração causada por detonações em mina subterrânea de carvão (Mina Trevo – Siderópolis, SC) como subsídio ao estabelecimento de uma política de relacionamento com a comunidade do entorno da mineração**. Rio Claro. Dissertação (Mestre em Geociências) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, , 2003

ROSA, A, H.; ROCHA, J, C. Fluxos de matéria e energia no reservatório solo: da origem à importância para a vida. **Redes**, 2013.

RODRIGUES, G.L. **Efeitos ambientais na produção de brita em áreas urbanas (poluição atmosférica e vibração)**. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 1993.

RODRIGUES, P. O. P.; RABELO, S. K. L. Uma abordagem sobre a gestão ambiental em serviços de saúde - Estudo nos Laboratórios de Análises Clínicas e de Anatomia Patológica e Citopatologia no município de Campos dos Goytacazes. **Revista Perspectiva Online**,v. 5, n. 2, 2008. Disponível em:  
<<http://www.perspectivasonline.com.br/revista/2008vol12n6/volume%202%286%29%20artigo12.pdf>> Acesso em: 19 mar. 2013.

SANCHEZ, L.E. Control de contaminacion del aire. In: REPETTO, F.L. & KAREZ, C.S. (Eds.), **Aspectos geologicos de proteccion ambiental**. Montevideo: PNUMA/UNESCO e Instituto de Geociências/UNICAMP, v. 1, p. 197-204, 1995. (c).

SILVA, R. A. V.;LIRA,H. L. Máquina de Ensaios para Argamassa Expansiva. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, Campina Grande,v.6.2, 118-122, 2011.

SEBRAE/DF. **Gestão ambiental**. Disponível em: <[www.sebrae-df.com.br](http://www.sebrae-df.com.br)>. Acesso em: 18 de mar. 2013.

SILVA, J. B.; HOTZA, D.; SEGADÃES, A. M.; ACCHAR, W. Incorporação de lama de mármore e gratinho em massas argilosas. **Revista Cerâmica**, São Paulo, v. 51, p. 325-330, out./dez. 2005.

SILVA, R. A. V.; LIRA H. L. Máquina de ensaios para argamassa xxpansiva. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, Campina Grande, v.6.2, 118-122, 2011.

SILVA, T. D.; MENEZES, M. S. Uma discussão ambiental: o aquecimento global e a busca pelo desenvolvimento sustentável. **Revista Geografia em Atos**. Presidente Prudente, v. 1, n. 7, 2007.

TAYRA, F. O Conceito do Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: <<http://www.portatgeobrasil.org/geo/mat/meio/desensust.pdf>>. Acesso em: 31 de jun. 2013.

THOMAS H.; PEER, G. “Mineral raw materials in the brick and tile industry-important parametres in the daily practice of the geoscientist”, Part 2, J. ZI, 12 20-26, 2001.

VANDENBRANDE, W. W. How to use FMEA to reduce the size of your quality toolbox. **Quality Progress**. v.31, n.11, p. 97-100, 1998.

VITERBO, E. J. **Sistemas integrados de gestão ambiental: como implementar a ISO 14001 a partir da ISO 9000, dentro de um ambiente de GQT**. Editora Ground, São Paulo, 1998.