



You are free: to copy, distribute and transmit the work; to adapt the work.  
You must attribute the work in the manner specified by the author or licensor

## RELATO DE IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS POR MÁQUINAS EM MARMORARIAS

Ariane Fiorese Maldonado<sup>1</sup>; Juan Carlos Valdés Serra<sup>2</sup>

### RESUMO

---

No Brasil, como em outros países, podem ser encontrados milhões de trabalhadores com distúrbios e problemas resultantes da exposição ocupacional a vibrações mecânicas, ruídos advindos de máquinas operacionais, bem como com um quadro de doenças crônicas causadas pela exposição dos mesmos a poeiras minerais. O presente trabalho visa, por meio de um levantamento de outros trabalhos já realizados especificar as máquinas utilizadas em empreendimentos de beneficiamento de mármore e granitos e caracterizar os impactos gerados por tais empresas. Foi demonstrado ao fim que as máquinas utilizadas nos processos de acabamento e cortador são as mais impactantes.

**Palavras-chave:** impactos; marmorarias; saúde.

### ENVIRONMENTAL IMPACTS CAUSED BY MACHINES IN MARBLE QUARRYING

#### ABSTRACT

In Brazil, like in other places, millions of workers can be found with problems and disorders resulting from occupational exposure to mechanical vibration, noise arising from operating machinery, as well as chronic diseases caused by their exposure to mineral dust. This paper aims, through a survey of another papers to determine the machines used in enterprises of marble and granite processing and to characterize the impacts generated by such companies. It has been demonstrated at the end that the machines used on finishing and cutter processing are the most impactful.

**Keywords:** impacts; marble quarrying; health.

---

---

<sup>1</sup> Universidade Federal do Tocantins. E-mail: arianefiorese@hotmail.com.

<sup>2</sup> Universidade Federal do Tocantins. E-mail: juancs@uft.edu.br.

## 1. INTRODUÇÃO

De acordo com Moulin, Reis e Wenichi (2000) a marmoraria constitui-se na terceira etapa da industrialização do granito ou do mármore, também conhecida como etapa de beneficiamento e é constituída pelos setores de polimento, corte, acabamento e montagem. Conforme SEBRAE (1999) o ramo de atividade das marmorarias é classificado como Indústria e Comércio de Artefatos de Mármore e Granito e pertence ao setor secundário da economia. Os principais produtos ofertados são as pias e bancadas para banheiros e cozinhas, tampos de mesas, rodapés, pisos, soleiras, entre outros.

Segundo a Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica (SETEC, 2007), o setor brasileiro de rochas ornamentais movimenta cerca de US\$ 2,1 bilhões/ano, incluindo a comercialização nos mercados interno e externo e as transações com máquinas, equipamentos, insumos, materiais de consumo e serviços. O setor gera ainda, cerca de 110 mil empregos diretos em aproximadamente dez mil empresas espalhadas pelo país. A extração destas rochas gera um total de aproximadamente 5,2 milhões de toneladas/ano. Os estados do Espírito Santo, Minas Gerais e Bahia tem uma participação significativa de 80% da produção nacional, com o estado do

Espírito Santo sendo o principal produtor, seguido de Minas Gerais, que por sua vez, possui a maior diversidade de rochas extraídas (SETEC, 2007).

O crescimento das indústrias de beneficiamento de rochas ornamentais ocorre principalmente devido a flexibilidade de uso, resistência, durabilidade, facilidade de limpeza e estética que a peça feita dessas rochas proporciona. Apresentando, assim uma elevada capacidade de substituição em relação a outros materiais (MAGACHO et al., 2006).

Oliveira (2009) destaca o significativo volume de resíduos que são gerados na atividade de beneficiamento de rochas ornamentais, de 25% a 30% o total de resíduo gerado no processo. Desta forma, uma gestão inadequada gera diversos impactos ambientais negativos, que poderiam ser evitados através de uma gestão sustentável do processo produtivo com um gerenciamento da matéria prima e do resíduo, da etapa de acondicionamento até a destinação final.

Neste setor, os trabalhadores estão ainda sujeitos a agentes ambientais como: poeira (com significativa presença de sílica, o que pode acarretar doenças como silicose e câncer); ruído (gerado pelas máquinas e equipamentos, responsável pela perda auditiva induzida pelo ruído);

além de riscos de acidentes ergonômicos (CUNHA; BON; MANTOVANI, 2008).

Todos estes problemas causados durante as etapas de produção são listados de forma a estabelecer os impactos ambientais gerais acarretados por este tipo de empreendimento, sendo necessário o levantamento específico dos processos e máquinas que os originam, para identificação e caracterização dos impactos.

A natureza dos problemas ambientais em grande parte tem sido atribuída à complexidade dos processos industriais, além disto, a geração de resíduos, como consequência destes processos, afeta a sobrevivência dos organismos nos ecossistemas, o que chega a alterar inclusive a cadeia alimentar (SANTOS, 2006).

A resolução 001/86 considera como impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, resultante das atividades antrópicas e que possam vir a afetar a saúde, as atividades sociais e econômicas, a biota, as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente, e a qualidade dos recursos ambientais (CONAMA, 1986).

Entre os vários métodos de Avaliação de Impactos Ambientais hoje

disponíveis, encontra-se a Matriz de Interação que consiste em listagens de controle bidimensional dispostas nas linhas e nas colunas os fatores ambientais e as ações resultantes do projeto, e a interseção destas representam a relação de causa e efeito geradora de impacto, de acordo com Silva (1994).

Este trabalho tem por objetivo levantar e caracterizar os impactos negativos causados por uma marmoraria, devido à utilização das máquinas e equipamentos de processo.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

Para a realização deste trabalho foram propostas as seguintes ações: levantamento bibliográfico de estudos de caso acerca dos impactos negativos causados em marmorarias; levantamento das máquinas responsáveis pelos impactos citados no item anterior; visita a uma marmoraria da cidade de Palmas - TO para conhecimento da produção.

Esta metodologia foi realizada com o intuito de determinar quais equipamentos produziam maior quantidade de resíduos e impactos.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1 Quanto ao ruído

O trabalho utilizado para verificação de dosagem de ruídos em marmorarias foi realizado por Cunha, Bon e Mantovani, na cidade de Joinville, no ano de 2008. Considerou-se os procedimentos e critérios estabelecidos pela Norma NHO-01 sobre Avaliação da Exposição Ocupacional ao Ruído, além de terem sido efetuados ajustes nos medidores de nível de pressão

sonora (dosímetros de ruído) usados, de forma a atender os requisitos legais previstos na Norma Regulamentadora NR-15, que teve por objetivo a caracterização do risco (Tabela 1).

Constatou-se que o ruído gerado pelas atividades de corte com serra e acabamento a úmido utilizando lixadeiras pneumáticas modelo LFC-1 supera os limites de exposição em doses bem acima dos 100% o que pode causar perda auditiva.

**Tabela 1:** Médias das dosagens de ruído, em três marmorarias.

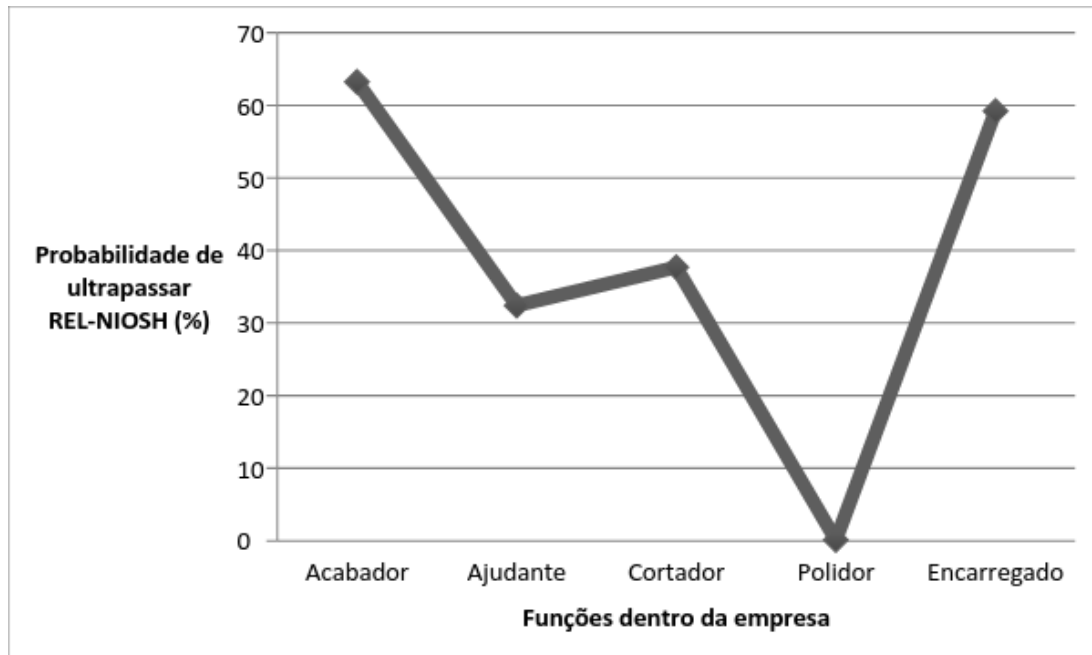
Local	Função	Critérios Utilizados			
		NR-15		NHO-01	
		NE [dB(A)]	Dose (%)	NE [dB(A)]	Dose (%)
<b>Marmoraria A</b>	Acabador	92,03	271,02	94,84	1071,26
	Cortador	92,40	277,90	95,33	1115,03
<b>Marmoraria B</b>	Acabador	92,02	273,33	95,72	1262,17
	Cortador	87,40	138,60	92,70	289,70
<b>Marmoraria C</b>	Acabador	92,35	285,25	95,73	1316,32
	Cortador	91,40	244,47	93,90	793,30

Fonte: adaptado da Cunha, Bon e Mantovani, 2008.

#### 3.2 Quanto à poeira e a sílica cristalina respirável

Segundo NIOSH (2002) e ATS (1997), as partículas de sílica cristalina são consideradas extremamente tóxicas para o organismo humano, podem causar bronquite crônica, aumento da incidência de tuberculose, doenças autoimunes, câncer e silicose, doença progressiva e irreversível marcada por fibrose pulmonar.

A Figura 1 apresenta a probabilidade de a concentração média de sílica cristalina ultrapassar o valor de referência (0,05 mg/m<sup>3</sup>), adotado como limite de exposição por NIOSH (2002), para as funções de acabador, ajudante, cortador, polidor e do encarregado em uma média calculada dentre vinte e duas marmorarias da cidade de São Paulo.



**Figura 1:** Probabilidade de ultrapassar REL<sup>0</sup>-NIOSH (%)

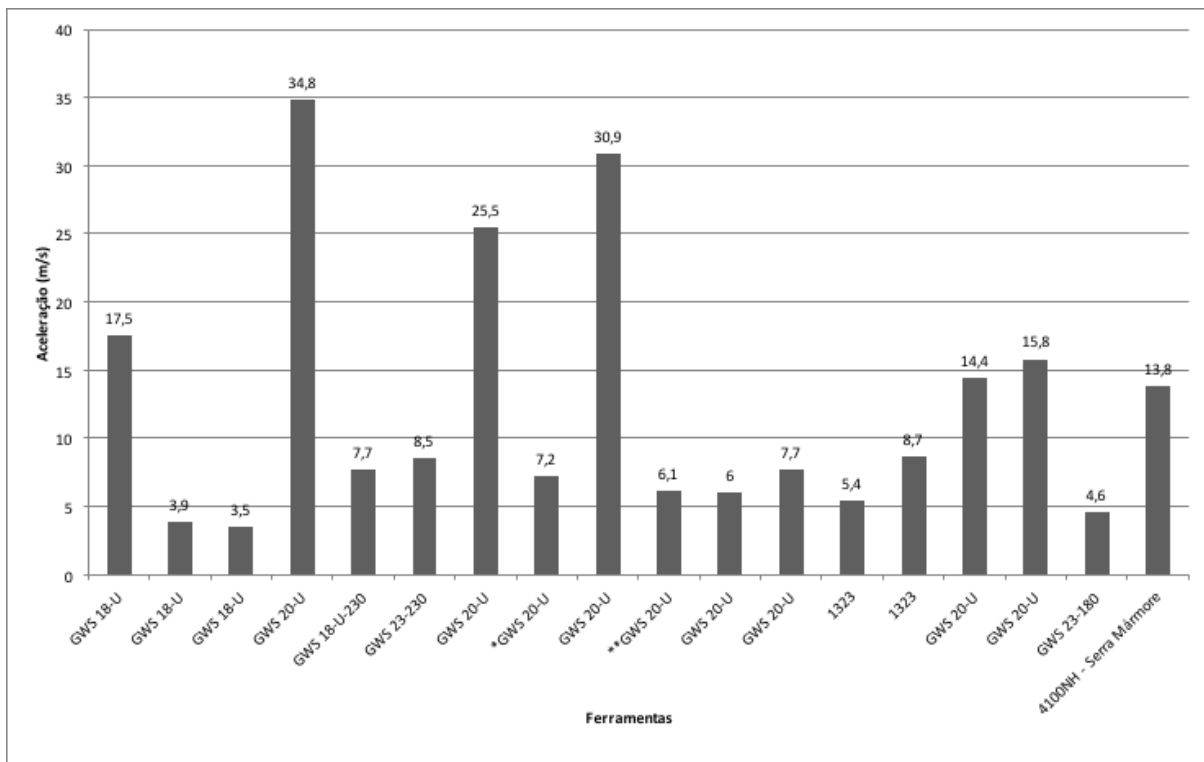
Fonte: adaptado de BON, 2006. (1) REL="Limite de Exposição Recomendado" pelo NIOSH para sílica cristalina respirável = 0,05mg/m<sup>3</sup>

As médias utilizadas na Figura 1 correspondem às misturas de poeiras minerais no ar das marmorarias onde foram recolhidas as amostras. Pode-se observar através destas que a exposição à sílica cristalina foi maior para as funções de acabador e encarregado, as quais aparecem expostas a valores até 12 vezes superior ao valor de referência de 0,05 mg/m<sup>3</sup>. Para as funções de ajudante e cortador a exposição a sílica cristalina também aparecem bem maiores que o desejado. Isto demonstra a ocorrência de exposição excessiva a sílica cristalina nestas funções. A única função que permaneceu abaixo do nível de 0,05 mg/m<sup>3</sup>

foi a de polidor, posição na qual o trabalhador não se expõe a poeira, pois o polimento das pedras é realizado somente à base de água.

### 3.3 Quanto à vibração em mãos e braços

Já para a exposição às vibrações, os dados obtidos foram analisados pelo processo a seco durante operações de corte, desbaste e acabamento, onde são gerados os níveis de vibração mais elevados. Neste caso o termo "acabamento" se refere a um acabamento "mais grosseiro", com maior remoção de material, durante a fase inicial do processo.



**Figura 2:** Média da aceleração da vibração sofrida pelo condutor ao manusear cada máquina.

Na Figura 2 observa-se as máquinas observadas e as respectivas médias da aceleração equivalente ponderada em frequência, medidas no punho do operador conforme utilizavam-nas durante o processo a seco. Verificou-se que o valor obtido para a máquina \*GWS 20-U, na qual o operador foi orientado a executar a operação enquanto segurava seu punho, foi de uma aceleração média de 7,2 m/s<sup>2</sup>, enquanto que com a máquina \*\*GWS 20-U, na qual o operador realizou a mesma tarefa sem segurar o punho durante a operação, isto é, com o punho livre, obteve-se um valor de 30,9 m/s<sup>2</sup>, quatro vezes superior a situação anterior. Na prática isto significa contabilizar um resultado maior àquele recebido pelas

mãos do operador. Constatando-se assim que quando o punho auxiliar não tinha o apoio da mão ou este era fraco, a aceleração aumentava significativamente. Observou-se ainda que os picos (34,8; 25,5; 30,9) foram obtidos por causa de péssimas condições da ferramenta ou má utilização da mesma pelo operador, ao alterna-la constantemente entre o punho auxiliar e o corpo da lixadeira GWS-20-U.

Deve-se ainda considerar que as abordagens não foram feitas para cada modelo de ferramenta, já que os acabadores estão sujeitos a diversos tipos e modelos ao longo de sua atividade. Por outro lado, a variação da vibração encontrada para um mesmo tipo de ferramenta no caso das lixadeiras, por

exemplo, é elevada, ou seja, as variáveis que se referem às funções dos trabalhadores têm maior influência do que aquelas que se referem aos diferentes tipos e modelos de ferramentas (Tabela 2).

**Tabela 2:** Aceleração média calculada a partir dos diversos tipos de operações com rochas ornamentais.

Operações	Aceleração Média $\pm$ dp (m/s <sup>2</sup> )	
	Punho auxiliar	Punho principal
<b>Corte</b>	4,43 $\pm$ 1,2	3,70 $\pm$ 2,40
<b>Desbaste</b>	3,10 $\pm$ 0,8	3,55 $\pm$ 1,6
<b>Polimento</b>	0,60 -- ---	1,57 $\pm$ 0,91

Fonte: adaptado de Cunha, 2006.

### 3.4 Impactos Ambientais

As Tabelas 3, 4 e 5 foram elaboradas por consultas bibliográficas e visitas a marmoraria em Palmas-TO. Correspondem a técnica de matriz de interação para os impactos ambientais, nos meios Antrópico, Biótico e Físico, respectivamente. Foram caracterizados qualitativamente com base em seis critérios de acordo com Moreira (1985) e Silva (1994):

- Valor – Que pode ser positivo (quando há melhoria da qualidade de um fator ambiental) ou negativo (quando um dano é causado, diminuindo a qualidade de um fator ambiental).

- Ordem – Podendo ser direto (resultado de uma relação de causa e efeito) ou indireto (resultado de uma reação secundária em relação à ação).

- Espaço – Um impacto local (a ação ocorre no próprio local e nas suas imediações), impacto regional (o seu efeito é propagado além da área local onde se dá a reação) ou impacto estratégico (neste caso, quando ocorre um impacto de importância coletiva, nacional ou, até mesmo, internacional).

- Tempo – Impacto a curto prazo (os seus efeitos ocorreram a curto prazo), impacto a médio prazo (os seus efeitos ocorreram a médio prazo) ou um impacto a longo prazo (os seus efeitos ocorreram a longo prazo).

- Dinâmica – um impacto temporário (o efeito se estende por um tempo determinado), impacto cíclico (o efeito ocorre em determinados ciclos, constantes ou não) ou impacto permanente (onde os efeitos não param de se manifestar, dentro de um horizonte de tempo conhecido).

- Plástica – Impacto reversível (aquele que assim que se finda a ação o fator ambiental retorna às condições originais) ou impacto irreversível (aquele em que, mesmo após encerrada a ação, o fator ambiental não retorna às condições originais).

**Tabela 3:** Matriz de Caracterização Qualitativa e Quantitativa dos Impactos Ambientais – Meio Antrópico.

ETAPAS	Abaixo encontra-se as matrizes <b>IMPACTOS VISADOS</b>	Caracterização Qualitativa						Caracterização Quantitativa	
		Paisagem	Meio Antrópico	Flora/Fauna	Ar	Água	Solo	Magnitude	Importância
I M P L A N T A Ç Ã O	Alteração do padrão cênico-paisagístico.	PO, D, L, LP, PE, IR	PO, D, L, LP, PE, IR	PO, D, L, LP, PE, IR	PO, D, L, LP, PE, IR	PO, D, L, LP, PE, IR	PO, D, L, LP, PE, IR	5	>>
	Melhoria da qualidade de vida e geração de renda.		PO, IN, R, LP, PE, IR					4	>
	Perda da capacidade funcional humana, devido à ocorrência de acidentes do trabalho.		N, D, L, CP, T, REV					3	>
	Geração de empregos diretos e indiretos.		PO, D, R, CP, C, REV					5	>
	Geração de conflitos.		PO, IN, R, MP, C, REV					4	>
	Perda da capacidade auditiva humana.		N, IN, L, CP, T, REV					4	>
	Aumento da incidência de doenças respiratórias.		N, IN, L, CP, T, REV					4	>
	Risco de agravos respiratórios devido a elevadas concentrações de material particulado e gases tóxicos.		N, IN, L, CP, T, REV	N, IN, L, CP, T, REV	N, IN, L, CP, T, REV			4	>
	Perturbação sonora.		N, IN, L, CP, T, REV	N, IN, L, CP, T, REV				4	>
	Risco de disposição inadequada de resíduos sólidos.	N, IN, L, CP, T, REV	N, IN, L, CP, T, REV	N, IN, L, CP, T, REV	N, IN, L, CP, T, REV	N, IN, L, CP, T, REV	N, IN, L, CP, T, REV	3	>
Risco de disposição inadequada de resíduos sólidos cortantes e pontudos.	N, IN, L, CP, T, REV	N, IN, L, CP, T, REV	N, IN, L, CP, T, REV			N, IN, L, CP, T, REV	3	>	
E X P L O R A Ç Ã O	Oportunidade de atividade geradora de renda por comerciantes locais.		PO, IN, R, CP, T, IR					4	>>
	Geração de empregos diretos e indiretos.		PO, D, IN, R, CP, C, REV					5	>
	Perturbação sonora.		N, IN, L, CP, T, REV	N, IN, L, CP, T, REV				4	>
	Risco de disposição inadequada de resíduos sólidos.	N, IN, L, CP, T, REV	N, IN, L, CP, T, REV	N, IN, L, CP, T, REV	N, IN, L, CP, T, REV	N, IN, L, CP, T, REV	N, IN, L, CP, T, REV	3	>
M A N Ç U T E N	Presença, funcionamento e manutenção	PO, D, R, CP, T, REV	PO, D, R, CP, T, REV	N, D, R, CP, T, REV	PO, D, R, CP, T, REV	PO, D, R, CP, T, REV	PO, D, R, CP, T, REV	3	>
	Manutenção de EPI's	PO, D, L, CP, T, REV	PO, D, L, CP, T, REV	N, D, L, CP, T, REV		PO, D, L, CP, T, REV	PO, D, L, CP, T, REV	3	>
D E S A T I V A	Despensa de funcionário		N, D, R, CP, T, REV					4	>
	Retirada de materiais e equipamentos	PO, D, L, CP, T, REV	PO, D, L, CP, T, REV	PO, D, L, CP, T, REV	PO, D, L, CP, T, REV	PO, D, L, CP, T, REV	PO, D, L, CP, T, REV	3	>
	Desativação e demolição	N, D, L, MP, T, REV	N, D, L, MP, T, REV	N, D, L, MP, T, REV	N, D, L, MP, T, REV	N, D, L, MP, T, REV	N, D, L, MP, T, REV	4	>

**PO = positivo; N = negativo; D = direto, IN = indireto; L = local; R = regional; E = estratégico; CP = curto prazo; MP = médio prazo; LP = longo prazo; T = temporário; C = cíclico; PE = permanente; REV = reversível e IR = irreversível.**  
**Magnitude:** não existe = 0; desprezível = 1; baixo grau = 2; médio grau = 3; alto grau = 4; muito alto = 5.  
**Importância:** > importante; >> muito importante; < não importante e << desprezível.



**Tabela 4:** Matriz de Caracterização Qualitativa e Quantitativa dos Impactos Ambientais – Meio Biótico.

ETAPAS	Abaixo encontra-se as matrizes IMPACTOS VISADOS	Caracterização Qualitativa						Caracterização Quantitativa	
		Paisagem	Meio Antrópico	Flora/Fauna	Ar	Água	Solo	Magnitude	Importância
I M P L A N T A Ç Ã O	Possível afugentamento da fauna local.			N, D, L, CP, PE, IR				4	>>
	Perda da diversidade da microfauna.	N, D, L, CP, PE, IR		N, D, L, CP, PE, IR	N, D, L, CP, PE, IR	N, D, L, CP, PE, IR	N, D, L, CP, PE, IR	4	>
	Alteração do padrão cênico –paisagístico.	N, D, L, CP, T, REV	P, D, L, CP, T, REV	N, D, L, CP, T, REV	N, D, L, CP, T, REV	N, D, L, CP, T, REV	N, D, L, CP, T, REV	5	>>
E X P L O R A Ç Ã O	Mudança comportamental de animais da avifauna.			N, D, L, LP, PE, IR	N, D, L, LP, PE, IR	N, D, L, LP, PE, IR	N, D, L, LP, PE, IR	3	>>
	Geração de ruídos.		N, D, L, CP, T, REV	N, D, L, CP, T, REV				4	>
	Possível afugentamento de fauna.			N, D, L, CP, T, REV				4	>
	Perda na biodiversidade de animais.			N, D, L, MP, T, REV				5	>>
	Alteração do padrão cênico –paisagístico.	N, D, L, CP, T, REV		N, D, L, CP, T, REV	N, D, L, CP, T, REV	N, D, L, CP, T, REV	N, D, L, CP, T, REV	5	>
M A N Ç U T O E N	Presença, funcionamento e manutenção		PO, D, R, CP, T, REV	N, D, R, CP, T, REV	PO, D, R, CP, T, REV	PO, D, R, CP, T, REV	PO, D, R, CP, T, REV	3	>
D E S A T I V A Ç Ã O	Despesa de funcionário		N, D, R, CP, T, REV					4	>
	Retirada de materiais e equipamentos	PO, D, L, CP, T, REV		PO, D, L, CP, T, REV	PO, D, L, CP, T, REV	PO, D, L, CP, T, REV	PO, D, L, CP, T, REV	3	>
	Desativação e demolição	N, D, L, MP, T, REV		N, D, L, MP, T, REV	N, D, L, MP, T, REV	N, D, L, MP, T, REV	N, D, L, MP, T, REV	4	>
	Reposição da flora	PO, D, L, CP, T, REV		PO, D, L, CP, T, REV	PO, D, L, CP, T, REV	PO, D, L, CP, T, REV	PO, D, L, CP, T, REV	3	>
<p><b>PO = positivo; N = negativo; D = direto, IN = indireto; L = local; R = regional; E = estratégico; CP = curto prazo; MP = médio prazo; LP = longo prazo; T = temporário; C = cíclico; PE = permanente; REV = reversível e IR = irreversível.</b>  <b>Magnitude:</b> não existe = 0; desprezível = 1; baixo grau = 2; médio grau = 3; alto grau = 4; muito alto = 5.  <b>Importância:</b> &gt; importante; &gt;&gt; muito importante; &lt; não importante e &lt;&lt; desprezível.</p>									

**Tabela 5:** Matriz de Caracterização Qualitativa e Quantitativa dos Impactos Ambientais – Meio Físico.

ETAPAS	Abaixo encontra-se as matrizes IMPACTOS VISADOS	Caracterização Qualitativa						Caracterização Quantitativa	
		Paisagem	Meio Antrópico	Flora/Fauna	Ar	Água	Solo	Magnitude	Importância
I M P L A N T A Ç Ã O	Desestruturação do solo e aumento do escoamento superficial.				N, D, L, MP, T, REV	N, D, L, MP, T, REV	N, D, L, MP, T, REV	3	>>
	Diminuição da permeabilidade do solo.				N, D, L, MP, PE, IR	N, D, L, MP, PE, IR	N, D, L, MP, PE, IR	4	>>
	Desestruturação do arranjo granulométrico do solo devido a vibrações.			N, D, L, CP, T, REV	N, D, L, CP, T, REV	N, D, L, CP, T, REV	N, D, L, CP, T, REV	3	>
	Perda da microbiota			N, IN, L, MP, T, REV	N, IN, L, MP, T, REV	N, IN, L, MP, T, REV	N, IN, L, MP, T, REV	3	>
	Descaracterização do relevo local	PO, D, L, CP, PE, IR			N, D, L, CP, PE, IR	N, D, L, CP, PE, IR	N, D, L, CP, PE, IR	5	>>
	Alterações no uso do solo da bacia hidrográfica.				N, D, L, MP, T, REV	N, D, L, MP, T, REV	N, D, L, MP, T, REV	2	>
	Risco de percolação/infiltração de contaminantes no solo.			N, D, L, CP, T, REV	N, D, L, CP, T, REV	N, D, L, CP, T, REV	N, D, L, CP, T, REV	2	>
	Possível Redução da Qualidade do Ar devido à emissão de material particulado.		N, D, L, CP, T, REV	N, D, L, CP, T, REV	N, D, L, CP, T, REV			1	>
	Aumento da capacidade do ar veicular doenças respiratórias devido a emissão de material particulado.		N, IN, L, MP, T, REV	N, IN, L, MP, T, REV	N, IN, L, MP, T, REV			2	>
	Redução significativa da umidade.		N, D, L, MP, T, REV	N, D, L, MP, T, REV	N, D, L, MP, T, REV			1	<
	Emissão de ruídos.		N, IN, L, CP, T, REV	N, IN, L, CP, T, REV				5	>>
	Alteração das propriedades térmicas da água devido à turbidez.			N, D, L, MP, T, REV		N, D, L, MP, T, REV	N, D, L, MP, T, REV	3	>

**Tabela 5:** Matriz de Caracterização Qualitativa e Quantitativa dos Impactos Ambientais – Meio Físico – Continuação.

E P L O R A Ç Ã O	Perda da permeabilidade do solo.					N, D, L, CP, PE, IR	N, D, L, CP, PE, IR	4	>>
	Possibilidade de veiculação de patógenos		N, D, L, CP, C, REV					2	>
	Desestruturação granulométrica e de textura do solo.						N, D, L, CP, PE, IR	3	>
	Aumento de material particulado no ar.		N, D, L, CP, T, REV	N, D, L, CP, T, REV	N, D, L, CP, T, REV			1	>
	Aumento ou aparecimento de substâncias tóxicas presente no ar.		N, D, L, MP, T, REV	N, D, L, MP, T, REV	N, D, L, MP, T, REV			1	>
	Aumento na concentração de sólidos em suspensão, sedimentáveis e dissolvidos, na água superficial.	N, D, L, CP, T, REV		N, D, L, CP, T, REV	N, D, L, CP, T, REV	N, D, L, CP, T, REV	N, D, L, CP, T, REV	4	>>
	Perda da qualidade da água.		N, D, L, MP, T, REV	N, D, L, MP, T, REV	N, D, L, MP, T, REV	N, D, L, MP, T, REV	N, D, L, MP, T, REV	5	>>
	Acumulação de substâncias tóxicas, com alteração na característica química do solo, agravando mudanças no pH.		N, D, L, MP, T, REV	N, D, L, MP, T, REV	N, D, L, MP, T, REV	N, D, L, MP, T, REV	N, D, L, MP, T, REV	1	<
M A N U T E N	Presença, funcionamento e manutenção		PO, D, R, CP, T, REV		PO, D, R, CP, T, REV	PO, D, R, CP, T, REV	PO, D, R, CP, T, REV	3	>
	Manutenção paisagística	PO, D, L, CP, T, REV	PO, D, L, CP, T, REV	N, D, L, CP, T, REV	PO, D, L, CP, T, REV	PO, D, L, CP, T, REV	PO, D, L, CP, T, REV	3	>
D E S A T I V A Ç Ã O	Despensa de funcionário		N, D, R, CP, T, REV					4	>
	Retirada de materiais e equipamentos	PO, D, L, CP, T, REV		PO, D, L, CP, T, REV	PO, D, L, CP, T, REV	PO, D, L, CP, T, REV	PO, D, L, CP, T, REV	3	>
	Desativação e demolição	N, D, L, MP, T, REV		N, D, L, MP, T, REV	N, D, L, MP, T, REV	N, D, L, MP, T, REV	N, D, L, MP, T, REV	4	>
	Reposição da flora	PO, D, L, CP, T, REV		PO, D, L, CP, T, REV	PO, D, L, CP, T, REV	PO, D, L, CP, T, REV	PO, D, L, CP, T, REV	3	>
<p>PO = positivo; N = negativo; D = direto, IN = indireto; L = local; R = regional; E = estratégico; CP = curto prazo; MP = médio prazo; LP = longo prazo; T = temporário; C = cíclico; PE = permanente; REV = reversível e IR = irreversível.</p> <p><b>Magnitude:</b> não existe = 0; desprezível = 1; baixo grau = 2; médio grau = 3; alto grau = 4; muito alto = 5.</p> <p><b>Importância:</b> &gt; importante; &gt;&gt; muito importante; &lt; não importante e &lt;&lt; desprezível.</p>									

Os impactos também foram analisados qualitativamente, isto é, utilizando-se uma classificação numérica também recomendada por Moreira (1985)

e Silva (1994), na qual o grau de alteração dos fatores são dados por: (0) nenhum impacto; (1) desprezível; (2) baixo grau; (3) médio grau; (4) alto grau e (5) muito alto grau de impacto. Avaliando ainda a importância dos mesmos, sendo: > importante; >> muito importante; < não importante e << desprezível.

#### 4. CONCLUSÕES

Na Tabela 6 encontram-se relacionados os resultados obtidos nos três trabalhos analisados de acordo com seus respectivos temas, os quais determinam as funções mais prejudicadas para cada impacto analisado.

**Tabela 6:** Relação dos Estudos de Caso analisados.

Estudo de Caso / Função	2008 (Ruído)	2006 (Poeira e sílica cristalina respirável)	2006 (Vibração em mãos e braços)
Acabador	X	X	
Cortador			X
Polidor			
Encarregado		X	

Pode-se concluir que, embora praticamente todas as funções sofram sérios impactos durante a atividade de beneficiamento realizada pelas indústrias de rochas ornamentais, a função de

acabador é a mais impactada pelos fortes ruídos emitidos pelos equipamentos utilizados, assim como pela quantidade de sílica respirável.

Esta última, devido tanto as máquinas utilizadas nesta função como ao processo realizado durante o acabamento, responsável por liberar as maiores quantidades de poeira durante o beneficiamento. O que acaba por afetar igualmente ao encarregado, que por muitas vezes assume diversas funções no cotidiano de uma marmoraria, expondo-se a grandes quantidades de sílica respirável.

Quanto ao impacto emitido pelas vibrações em mãos e braços o operador mais atingido é o responsável pelo corte da peça, pelo fato de operar uma máquina de corte mais robusta quando comparada as demais ferramentas utilizadas.

Com relação as matrizes de interação, Tabelas 3, 4 e 5 permite-se chegar a conclusão de que para o meio antrópico existem 120 possíveis relações de impacto, resultado da multiplicação entre as linhas (20) e as colunas (6) da Tabela 3, das quais 66 (55%) são da fase de implantação do empreendimento, 24 (20%) da fase de exploração, 12 (10%) da fase de manutenção e 18 (15%) da fase de desativação do empreendimento.

Para o meio biótico, Tabela 4, encontrou-se 78 possíveis relações de impactos ambientais, em que 18 (23%) referem-se a fase de implantação, 30 (38%) a fase de exploração, 6 (8%) a fase de manutenção e 24 (31%) da etapa final de desativação. Por fim para o meio físico, Tabela 5, identificou-se 156 possíveis relações de impactos ambientais, das quais 72 (46%) correspondem a fase de implantação, 48 (31%) a fase de exploração, 12 (8%) a fase de manutenção e 24 (15%) a fase de desativação.

Dentre todas essas possíveis relações de impacto, a matriz de interação possibilitou que se identificasse um total de 198 impactos ambientais, sendo 62 positivos (31%) e 136 negativos (69%). Já para a avaliação quantitativa para os três meios foram encontrados 59 impactos, dos quais 9 (15%) foram considerados desprezíveis (1) ou de baixo grau (2), 20 foram considerados de médio grau (3), o que correspondeu a 34% dos impactos.

E, por fim, 30 foram avaliados de alto grau (4) ou muito alto grau (5), equivalentes a 51% dos impactos identificados.

## 5. REFERÊNCIAS

ATS - American Thoracic Society (Org.).  
Adverse Effects of Crystalline Silica

Exposure. **American Journal of Respiratory And Critical Care Medicine**, Nova York, v. 155, n. 2, p.761-768, 01 fev. 1997. Disponível em:<<http://www.atsjournals.org/doi/abs/10.1164/ajrccm.155.2.9032226>>. Acesso em: 18 maio 2012.

BON, A. M. T. **Exposição Ocupacional à Sílica e Silicose entre Trabalhadores de Marmorarias, no Município de São Paulo**. 2006. 323 f. Tese (Doutorado) - Departamento de Saúde Ambiental da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego-MTE. **Portaria N° 3214 de 08/06/1978. Norma Regulamentadora n° 15, Atividades e Operações Insalubres, Anexo 8**. Disponível em: <[http://www.mte.gov.br/Empregador/secsau/Legislacao/Normas/Download/NR\\_15.pdf](http://www.mte.gov.br/Empregador/secsau/Legislacao/Normas/Download/NR_15.pdf)> Acesso em 18 abr. 2012.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução n°001/86**. - Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. Brasília: 1986.

CUNHA, I. de A. da; BON, A. M. T.; MANTOVANI, O. C. (Org.). **Relatório sobre avaliação da**

- exposição a agentes ambientais em marmorarias no município de Joinville – Santa Catarina. 2008. Elaborada por **FUNDACENTRO - Fundação Jorge Duprat Figueiredo De Segurança E Medicina Do Trabalho**. Disponível em: <<http://www.fundacentro.gov.br/biblioteca/biblioteca-digital/acervodigital/detalhe/2010/8/relatorio-sobre-avaliacao-da-exposicao-a-agentes-ambientais-em-marmorarias-no-municipio-de>>. Acesso em: 18 maio 2012.
- CUNHA, I. de A. da. **Exposição ocupacional à vibração em mãos e braços em marmorarias no município de São Paulo: proposição de procedimento alternativo de medição**. 2006. 171 f. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.
- FUNDAÇÃO JORGE DUPRAT FIGUEIREDO DE SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO-FUNDACENTRO. Avaliação da exposição ocupacional ao ruído. (Procedimento Técnico). NHO 01. São Paulo, 1999. 37 p. (**Normas de Higiene Ocupacional**). Disponível em: <<http://www.fundacentro.gov.br/dominios/CTN/nho01.asp>> Acesso em: 20 abr. 2012.
- MAGACHO, I. et al. **Identificação e Gerenciamento dos Resíduos Gerados em Empresas de Beneficiamento de Rochas Ornamentais Localizadas no Município de Nova Venécia – ES – BRASIL**. XXX Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Punta del Este – Uruguay, 2006.
- MOREIRA, I. V. D. **Avaliação de impacto ambiental**. Rio de Janeiro, FEEMA, 1985. 34 p.
- MOULIN, M. G. B.; R. C. T.; WENICHI, G. H. Homens de pedra? Pesquisando o processo de trabalho e saúde na extração e no beneficiamento do mármore – relato de uma experiência. **Cadernos de Psicologia Social do Trabalho**, vol. 3/4, pp. 47-63. 2000.
- NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH - NIOSH. **NIOSH Hazard Review – Health Effects of Occupational Exposure to Respirable Crystalline Silica**. Cincinnati (Ohio): DHHS (NIOSH) Publication n. 2002-129; 2002.
- OLIVEIRA, C. N. **Aplicação de Resíduos Oriundos do Corte de Rochas Ornamentais na Produção de Cosméticos**, Rio de Janeiro: CETEM, 2009.

- RIBEIRO, E. R. **Avaliação de Impactos Ambientais em Assentamentos Urbanos de Interesse Social: Estudo da Viabilidade de Aplicação de Matrizes de Interação.** 1999. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
- SANTOS, L. M. M. **Avaliação ambiental de processos industriais.** Editora Signus: São Paulo, 2006.
- SEBRAE - SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS PEQUENAS EMPRESAS (Brasil) (Org.). **Série Perfil de Projetos Marmoraria.** Vitória, 1999. 28 p. Disponível em: <[http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bds/bds.nsf/5209F2D329C0333D8325743600518C68/\\$File/NT00037826.pdf](http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bds/bds.nsf/5209F2D329C0333D8325743600518C68/$File/NT00037826.pdf)>. Acesso em: 01 abr. 2012.
- SETEC - Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. Ministério da Educação (Org.). **Cartilha Temática: Rochas Ornamentais.** Brasília, 2007. 29 p. Disponível em: <[portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf3/publica\\_setec\\_rochas.pdf](http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf3/publica_setec_rochas.pdf)>. Acesso em: 23 abr. 2012.
- SILVA, E. **Avaliação qualitativa de impactos ambientais do reflorestamento no Brasil.** 1994, 309 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, MG. 1994.