

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DA PRODUÇÃO

**ANÁLISE AMBIENTAL DOS PROCESSOS DE
BENEFICIAMENTO DAS MARMORARIAS DA CIDADE DE
MANAUS**

ERCILIA DO SOCORRO SOUZA SOARES

MANAUS

2016

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DA PRODUÇÃO

ERCILIA DO SOCORRO SOUZA SOARES

**ANÁLISE AMBIENTAL DOS PROCESSOS DE
BENEFICIAMENTO DAS MARMORARIAS DA CIDADE DE
MANAUS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Amazonas, como parte do requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, área de concentração Gestão Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Raimundo Kennedy Vieira

MANAUS

2016

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

S676a Soares, Ercilia do Socorro Souza
Análise ambiental dos processos de beneficiamento das marmorarias da cidade de Manaus / Ercilia do Socorro Souza Soares. 2016
49 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Raimundo Kennedy Vieira
Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) -
Universidade Federal do Amazonas.

1. marmorarias. 2. resíduos sólidos. 3. impactos ambientais. 4. gestão ambiental. I. Vieira, Raimundo Kennedy II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

ERCILIA DO SOCORRO SOUZA SOARES

**ANÁLISE AMBIENTAL DOS PROCESSOS DE
BENEFICIAMENTO DAS MARMORARIAS DA CIDADE DE
MANAUS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Amazonas, como parte do requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, área de concentração Gestão Ambiental.

Aprovado em 12 dezembro de 2016

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Raimundo Kennedy Vieira, Presidente
Universidade Federal do Amazonas

Prof. Dr. Raimundo Pereira de Vasconcelos, Membro
Universidade Federal do Amazonas

Prof. Dr. Genilson Pereira Santana, Membro
Universidade Federal do Amazonas

DEDICATÓRIA

A Deus, por sempre tornar meus sonhos realidade.

Aos meus pais, irmãos e sobrinhos.

Ao meu esposo e meu filho, pelo amor e carinho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a DEUS, por sempre renovar minhas forças para concretizar meus sonhos.

Aos meus pais, Osvaldo Souza (*In memoriam*) e Antonia Maria Pinto Souza, minhas bases, por todo o amor que ambos me dedicaram. Além de terem me proporcionado educação e amor pelos estudos meu eterno amor e agradecimento.

Ao meu orientador, Professor Raimundo Kennedy Vieira, que com seus comentários pontuais e a incansável cooperação nas sugestões e revisões, possibilitou a realização e conclusão deste trabalho.

Ao meu esposo, Erley Soares Júnior, por ser meu melhor amigo e companheiro de todas as horas, por ser minha fortaleza nos momentos de angústia. Enfim, por todo amor, carinho, paciência, compreensão e por cuidar tão bem do nosso filho nos momentos em que estive ausente.

Ao meu filho, Erley Neto, por sempre renovar minhas energias, acalmar meu coração com seu sorriso lindo e encantador todos os dias. Por ser o meu anjo, a luz que ilumina minha vida e a minha força para continuar.

Aos meus irmãos, Yamiles Souza e Evaldo Souza, e sobrinhos, Osvaldo e Vinícius, por sempre demonstrarem gestos de carinhos e me proporcionarem momentos de alegria. Meu imenso agradecimento pela confiança em mim depositada.

Aos professores e funcionários vinculados ao Programa de Pós-graduação em Engenharia da Produção da Faculdade de Tecnologia da Universidade Federal do Amazonas.

Agradeço aos colegas de mestrado pela amizade e contribuições durante a longa caminhada, pois passamos por momentos exaustivos os quais se tornaram motivos para fortalecer ainda mais o término do tão sonhado Mestrado.

Aos meus colegas de trabalho do Centro de Referência Regional em Saúde do Trabalhador-CEREST/Manaus que participaram diretamente deste trabalho e que me ajudaram em todos os momentos.

À minha amiga Loretta Ennes Sabóia, por sempre ouvir minhas angústias e frustrações durante todas as etapas do mestrado. E também por sua colaboração e atenção na conclusão deste trabalho.

Por fim, agradeço aos meus amigos e familiares, pelo carinho e pela compreensão nos momentos em que a dedicação aos estudos foi exclusiva, a todos que contribuíram direta ou indiretamente para que esse trabalho fosse concretizado meu eterno AGRADECIMENTO.

RESUMO

O setor de beneficiamento de rochas ornamentais vive um crescimento bastante significativo no contexto mundial. Porém é um dos setores que mais geram impactos ambientais. Através deste estudo propõe-se apresentar uma análise qualitativa, relativa aos impactos ambientais gerados nos processos de beneficiamento de pedras ornamentais de Manaus. E identificar as atividades de maior impacto ambiental através da matriz de Leopold. Contudo há uma grande problemática no processo de corte, polimento e acabamento das matérias primas como o mármore e o granito, pois geram grandes quantidades de resíduos tais como a poeira e a lama, formados neste beneficiamento, os quais quando descartados de maneira inadequada resultam em impactos ambientais significativos, uma vez que eles contribuem para a acumulação e dispersão prejudiciais no ar, água e solo de partículas sólidas. A análise foi realizada em quarenta marmorarias na área urbana da cidade de Manaus. Para obtenção dos dados foram realizadas inspeções *in loco* e aplicado um questionário semiestruturado. No total de empresas consultadas, nenhuma possuía a licença ambiental, e apenas 8% possuíam a licença sanitária. Os dados obtidos servem tanto como alerta ao poder público como ao setor estudado para atentarem ao cumprimento da legislação que versa sobre a destinação final sanitariamente adequada dos resíduos sólidos, além de expor a necessidade de políticas educacionais e ambientais nesses processos de trabalho.

Palavras-chave: marmorarias, resíduos sólidos, impactos ambientais

ABSTRACT

The ornamental stone processing industry is experiencing significant growth in the global context. However, it is one of the sectors that most generate environmental impacts. Through this study, aims to present a qualitative analysis of the impacts on the physical and anthropogenic resources generated in the production processes of ornamental stone processing companies in the city of Manaus. And identify the activities of greater environmental impact through the Leopold matrix. However there is a big problem in the process of cutting, polishing and finishing of raw materials such as marble and granite, because they generate large amounts of waste such as dust and mud, formed in the processing and discarded inappropriately result in significant environmental impacts since they contribute to the accumulation and damaging dispersal in air, water and soil solids. The data serve as a warning to the government and the generators to heed as to comply with the legislation that deals with the disposal of solid waste sanitary appropriate, in addition to exposing the need for educational and environmental policies in these processes work. The processing sector ornamental stone is experiencing a significant growth in the global context. Through this study aims to present a qualitative analysis of the impacts on the physical and anthropogenic resources generated in the production processes of ornamental stone processing companies in the city of Manaus. However there is a big problem in the process of cutting, polishing and finishing of raw materials such as marble and granite, because they generate large amounts of waste such as dust and mud, formed in the processing and discarded inappropriately result in significant environmental impacts since they contribute to the accumulation and damaging dispersal in air, water and soil solids. In total companies surveyed, none had the environmental license, and only 8% had health license. The data serve as a warning to the government and the generators to heed as to comply with the legislation that deals with the disposal of solid waste sanitary appropriate, in addition to exposing the need for educational and environmental policies in these work processes.

Keywords: marble factory, solid waste, environmental impact

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Produção de rochas ornamentais (1996 a 2013).....	15
Figura 2 - CNAE das marmorarias pesquisadas.....	20
Figura 3 - Fluxo e etapas da pesquisa.....	21
Figura 4 - Produtos confeccionados em mármore ou granito.....	22
Figura 5 - Ciclo de produção das marmorarias.....	24
Figura 6 - Primeira etapa da Matriz Leopold	27
Figura 7 - Segunda etapa da Matriz Leopold	28
Figura 8 - Terceira etapa da Matriz Leopold.....	29
Figura 9 - Quarta etapa da Matriz de Leopold adaptada pelo autor	30
Figura 10 - Cenário atual de descarte dos resíduos gerados no processo.....	34
Figura 11 - Matriz de Leopold final adaptada pelo autor	38
Figura 12 - Índices do processo de corte da matriz de Leopold.....	39
Figura 13 - Hierarquia de controle de risco	40
Figura 14 - Índices do processo de polimento da matriz de Leopold.....	41
Figura 15 - Índices do processo de acabamento da matriz de Leopold.....	41
Figura 16 - Hierarquia de controle	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Exportações Estaduais no Período Janeiro-Setembro de 2016	16
Tabela 2 - Riscos Ambientais.....	25
Tabela 3 - Ponderação dos valores para atributo magnitude	26
Tabela 4 - Ponderação dos valores para atributo importância.....	27
Tabela 5 - Análise da documentação	31
Tabela 6 - Abastecimento de água adequado	32
Tabela 7 - Controle do resíduo sólido do processo	33
Tabela 8 - Saúde e Segurança do Trabalho	36
Tabela 9 - Equipamento de Proteção Individual – EPI	37

LISTA DE SIGLAS

ABIROCHAS – Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais

CAT – Comunicação de Acidente de Trabalho

CNAE – Classificação Nacional de Atividades Econômicas

EPI – Equipamentos de Proteção Individual

FUNDACENTRO – Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

MTE – Ministério do Trabalho e Emprego

NR – Norma Regulamentadora

PAIR – Perda Auditiva Induzida por Ruído

PCMSO – Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional

PPRA – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais

PGRS – Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos

PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
2.1 O SETOR DE ROCHAS ORNAMENTAIS	15
2.2 ASPECTOS LEGAIS E NORMATIVOS.....	17
2.3 IMPACTOS AMBIENTAIS NA GERAÇÃO DOS RESÍDUOS.....	18
3. METODOLOGIA.....	20
3.1 CARACTERIZAÇÃO DAS MARMORARIAS DA CIDADE DE MANAUS	22
3.2 MATRIZ LEOPOLD	26
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4.1 ANÁLISE DA DOCUMENTAÇÃO	31
4.2 ABASTECIMENTO DE ÁGUA ADEQUADO.....	31
4.3 CONTROLE DO RESÍDUO SÓLIDO DO PROCESSO.....	32
4.4 SAÚDE E SEGURANÇA DO TRABALHO.....	35
4.5 EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL – EPI.....	36
4.6 MATRIZ LEOPOLD	37
5. CONCLUSÃO.....	44
REFERÊNCIAS	47

1. INTRODUÇÃO

Segundo Hanieh et al. (2014), a utilização do mármore não é privilégio dos dias de hoje, pois as civilizações antigas já empregavam na construção de pirâmides e outros edifícios arquitetônicos. No período Romano e Idade Média por possuírem características decorativas esses materiais também foram bastante utilizados na construção de monumentos com estrutura permanente (LOPES; MARTINS, 2012).

Apesar de apresentar benefícios como resistência e durabilidade na sua empregabilidade na construção civil (PIRES et al., 2014), estas rochas acarretam uma preocupação ambiental devido aos resíduos provenientes da indústria de beneficiamento de mármore e granito (ALIABDO et al., 2014).

De acordo com Gazi (2012), a falta de gestão sustentável dos recursos e grandes quantidades de material de resíduos gerados em todas as etapas de produção estão entre os principais problemas neste setor. Por isso, o setor de beneficiamento de rochas ornamentais traz impactos ambientais desde a extração ocasionando a poluição do ar como também a escavação que ocasiona o desmatamento e assoreamento dos rios.

Desta forma, segundo Alyamaç e Aydin (2015), este setor tem dois grandes problemas: o primeiro pode-se citar a poluição do ar decorrente do processo de corte dessas rochas que por sua vez é amenizado pelo processo de umidificação. O segundo é a poluição da água, pois a adição da água no corte dos mármore e granitos gera a lama, que é despejada sem um tratamento adequado (HANIEH et al., 2014).

Para Sadek et al. (2016), a secagem da lama acarreta a difusão do pó, ocasionando a poluição tanto do ar quanto da água. Um dos efeitos provocados por isso é o aumento da alcalinidade do solo, que reduz a sua fertilidade e, conseqüentemente, a produtividade da planta.

Além disso, a inalação da sílica por meio do pó proveniente do corte do mármore e do granito pode causar uma doença pulmonar chamada silicose, podendo ser prevenida adotando medidas de proteção (GENCEL et al., 2012; SHTRAICHMAN et al., 2015).

É importante ressaltar, que tal preocupação sobre a geração do pó tornou-se uma problemática neste setor, pois o Ministério do Trabalho e Emprego, através da Portaria nº 43/08, proibiu definitivamente o processo de corte e acabamento a seco de rochas ornamentais. Considerando que as marmorarias são ramos de atividade que apresentam diversos riscos à saúde dos trabalhadores e ao meio ambiente, e não se tem informações quais

os problemas reais deste processo, pois o pó proveniente do processo de corte e polimento, contendo sílica, quando inalada a partir de exposições ocupacionais é carcinogênica para os seres humanos, segundo a IARC (International Agency for Research on Cancer) e a OMS (Organização Mundial da Saúde) (FUNDACENTRO, 2008).

Sabendo que os resíduos gerados no processo de beneficiamento das marmorarias podem causar sérios problemas à saúde humana como também danos ao meio ambiente, verificou-se a necessidade de garantir a preservação do meio físico e biótico afetados por este processo.

Nesse contexto, este trabalho visa fazer uma análise sobre as condições ambientais e qual a gestão adotada pelas empresas localizadas na área urbana da cidade de Manaus em relação aos resíduos sólidos gerados nos processos produtivos deste setor. Além disso, pretende-se identificar as atividades de maior impacto ambiental através da matriz de Leopold, a fim de incentivar políticas públicas, pesquisas e práticas sustentáveis como a reutilização de materiais, ou ainda, a destinação adequada dos resíduos sólidos produzidos diariamente nos processos de beneficiamento destas rochas neste nicho de mercado.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

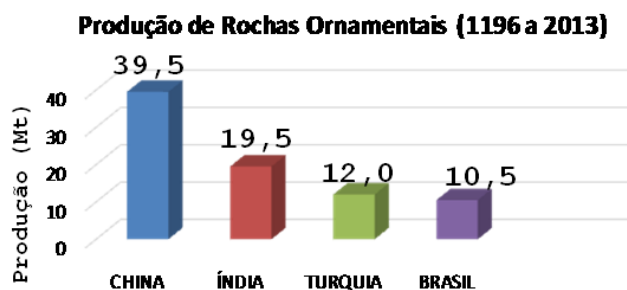
2.1 O SETOR DE ROCHAS ORNAMENTAIS

O setor de beneficiamento de rochas ornamentais vive um crescimento bastante significativo no contexto mundial, de acordo com Galetakis e Soutana (2016), em muitos países europeus como a Grécia, Itália e Espanha seguindo uma tendência mundial também tornou-se um importante setor industrial. O uso de rochas ornamentais na construção é relatado desde o início da história humana. Atualmente, o mármore e o granito são as rochas ornamentais mais utilizadas na construção civil (MUSTAFA et al., 2015).

De acordo com Montani (2014), na década de 1920 a produção de rochas ornamentais era de 1,8 milhão de toneladas por ano (Mt/ano), atualmente a produção mundial noticiada deste setor atingiu em 2013 o patamar de 130 Mt/ano, pois evoluiu exponencialmente como nenhum outro setor, onde já foram comercializadas 53,4 Mt de rochas brutas e beneficiadas no mercado internacional. Ainda para Montani, o crescimento nas décadas de oitenta e noventa no cenário mundial foi caracterizada como a “nova idade da pedra” e o próprio setor de rochas como uma das mais importantes áreas emergentes de negócios mínero-industriais. Em âmbito mundial, estima-se que o setor de rochas esteja, atualmente, movimentando transações comerciais de 130 bilhões de dólares por ano.

Considerando o panorama mundial do setor de rochas ornamentais e de revestimento em 2013, destacam-se como os maiores produtores de rochas ornamentais a China (39,5 Mt), Índia (19,5 Mt), Turquia (12 Mt) e Brasil, respectivamente, conforme Figura 1. O Brasil ocupa o 4º (quarto) lugar mundial com produção estimada de 10,5 Mt em 2013 (ABIROCHAS, 2014).

Figura 1 - Produção de rochas ornamentais (1996 a 2013)



Fonte: Elaborado pelo autor

Segundo Lopes e Martins (2012), a Turquia e o Brasil permanecem indubitavelmente em posição de destaque em termos de produção de rochas ornamentais graças à qualidade mostrada pelo material de pedra.

De acordo com a ABIROCHAS (2016), no período de janeiro a setembro de 2016 entre os maiores exportadores de rochas ornamentais do Brasil destacam-se seis estados: Espírito Santo, Minas Gerais, Ceará, Bahia, Rio Grande do Norte e Pernambuco, ver Tabela 1. Atualmente, os EUA seguem como principal destino das exportações brasileiras de rochas ornamentais. Como importadores destacam-se em ordem decrescente de volume os estados de São Paulo, Rondônia, Paraná, Santa Catarina, Goiás e Ceará.

Tabela 1 - Exportações Estaduais no Período Janeiro-Setembro de 2016

Estado	Faturamento (US\$ 1.000)	Volume Físico (1.000 t)	Preço Médio (US\$/t)
Espírito Santo	725,5	1.470,1	490
Minas Gerais	102,3	338,2	300
Ceará	19,5	28,2	690
Bahia	16,0	40,7	390
Rio Grande do Norte	8,1	18,7	430
Pernambuco	4,2	15,4	280

Fonte: ABIROCHAS, 2016

De acordo com o Serviço Geológico do Brasil (CPRM, 2016), as rochas são matérias formadas naturalmente por minerais, originando-se de formas variadas e, de acordo com o seu processo de formação, dividem-se em 3 (três) grupos: rochas ígneas, também chamadas de magmáticas, metamórficas ou sedimentares.

Segundo Mohamed et al. (2015), o mármore é uma rocha metamórfica, tendo em sua composição a predominância de calcite, somada a esta outros minerais. Com um polimento superficial qualquer calcário e/ou pode ser considerado mármore.

O mármore é composto principalmente por sedimentos como calcita, dolomita e o quartzo podendo estes apresentar um total expressivo de materiais radioativos. A presença de outros minerais no mármore é responsável pela diversidade de cores dessa rocha (CEVIK et al., 2010).

Para Llope (2011), o granito é uma rocha ígnea, uma rocha muito rígida, composta pelos minerais quartzo, mica e feldspato, além de minerais acessórios como mica, hornblenda, zircão e outros minerais. A partir da sua química e mineralogia, os granitos possuem basicamente cor de rosa para cinza escuro ou preto.

Do ponto de vista comercial, as rochas ornamentais e para revestimento são basicamente subdivididas em granitos e mármore. Como granitos, enquadram-se, genericamente, as rochas silicáticas (CPRM, 2016).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1995) define rocha ornamental como “uma substância rochosa natural que, submetida a diferentes graus de modelamento ou beneficiamento, pode ser utilizada com uma função estética qualquer”.

2.2 ASPECTOS LEGAIS E NORMATIVOS

O cenário atual da legislação ambiental brasileira é composto por uma infinidade de leis, decretos e instrumentos jurídicos que visam à prevenção e a punição aos autores de atos danosos ao meio ambiente. Em relação ao manejo inadequado dos resíduos sólidos, destaca-se a Lei 12.305/10, a qual instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Como exemplo, pode-se citar o conceito de resíduos sólidos, que segundo a lei define-se como material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (BRASIL, 2010).

Segundo o artigo 43 da Lei 605/2011, que institui o Código ambiental do município de Manaus, a instalação e operação de atividades consideradas efetivas ou potencialmente poluidoras, ou capazes, de qualquer forma, de causar degradação ambiental, dependerão de prévio licenciamento do órgão municipal de meio ambiente da cidade, sem prejuízo de outras licenças legalmente exigíveis.

A legislação sanitária federal Lei Nº 6437/77, em seu artigo 10, inciso III, configura infrações explorar atividades comerciais, industriais, ou filantrópicas, com a participação de agentes que exerçam profissões ou ocupações técnicas e auxiliares relacionadas com a saúde, sem licença do órgão sanitário competente ou contrariando o disposto nas demais normas legais e regulamentares pertinentes.

2.3 IMPACTOS AMBIENTAIS NA GERAÇÃO DOS RESÍDUOS

A expressão impacto ambiental, segundo a Resolução n° 001 do Conselho Nacional do Meio Ambiente, de 23 de setembro de 1986, é definida como 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: a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; a qualidade dos recursos ambientais (CONAMA, 1986).

Ainda quanto aos impactos ambientais, Seiffert (2011) salienta como sendo “qualquer modificação no meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em partes, dos aspectos ambientais da organização”.

Desta forma, os processos de corte e polimento do mármore e granito nas marmorarias são responsáveis por uma variedade de impactos, pois no processo de corte destas rochas utiliza-se a água, servindo para evitar o superaquecimento das mesmas e minimizar a poeira gerada neste processo, esta mistura do pó com a água proveniente desta operação resulta em lama de mármore. A quantidade de resíduos gerados é despejada no meio ambiente em sua forma inicial ou após desidratação em uma estação de tratamento (ALYAMAÇ; TUĞRUL, 2014).

Para Almeida et al. (2007) no processo de corte, polimento e acabamento, os resíduos sólidos são representados por cacos descarregados em aterros, independentemente do uso potencial destes resíduos. Quando a lama de mármore é destinada para aterros, o seu teor de água é totalmente reduzido e o pó de pedra, resulta em vários impactos ambientais.

Durante a produção destes materiais, grandes quantidades de resíduos são geradas, tais como a poeira e a lama do mármore. O manuseio e descarte destes resíduos levanta graves problemas ambientais uma vez que eles contribuem para a acumulação e dispersão ocasionando a poluição do ar, da água e do solo (ALGIN; TURGUT, 2008; GALETAKIS et al., 2012).

Por se tratar de uma preocupação ambiental tanto no âmbito nacional quanto mundial, esse tema já foi objeto de estudo por diversos autores. De acordo com Barbosa et al. (2013), o descarte inadequado dos resíduos poderá ocasionar contaminação da água, contaminação do lençol freático e do solo, assim como agravar à saúde pública.

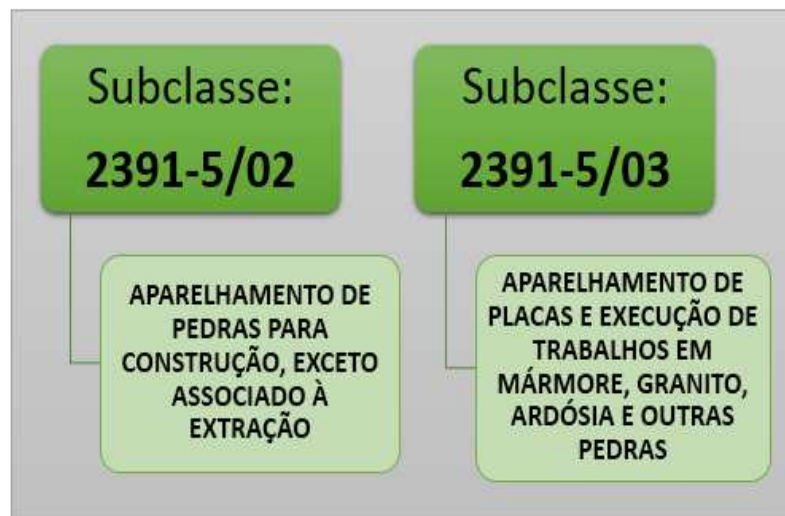
Para Sousa (2007), o beneficiamento final do mármore e granito acarreta a poluição sonora em virtude do ruído decorrente da utilização de máquinas e equipamentos, a poluição

atmosférica ocasionada pela geração da poeira e a poluição visual agravada pelo pó sobre as vestimentas dos trabalhadores, bancadas, vegetação e residências.

3. METODOLOGIA

O diagnóstico foi realizado em 40 marmorarias na área urbana da cidade de Manaus, que atualmente possui 145 marmorarias cadastradas nos órgãos oficiais. O estudo delimitou-se às empresas que compreendem o corte ou aparelhamento de blocos de pedra, não associado à extração, ver Figura 2, conforme a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE).

Figura 2 - CNAE das marmorarias pesquisadas

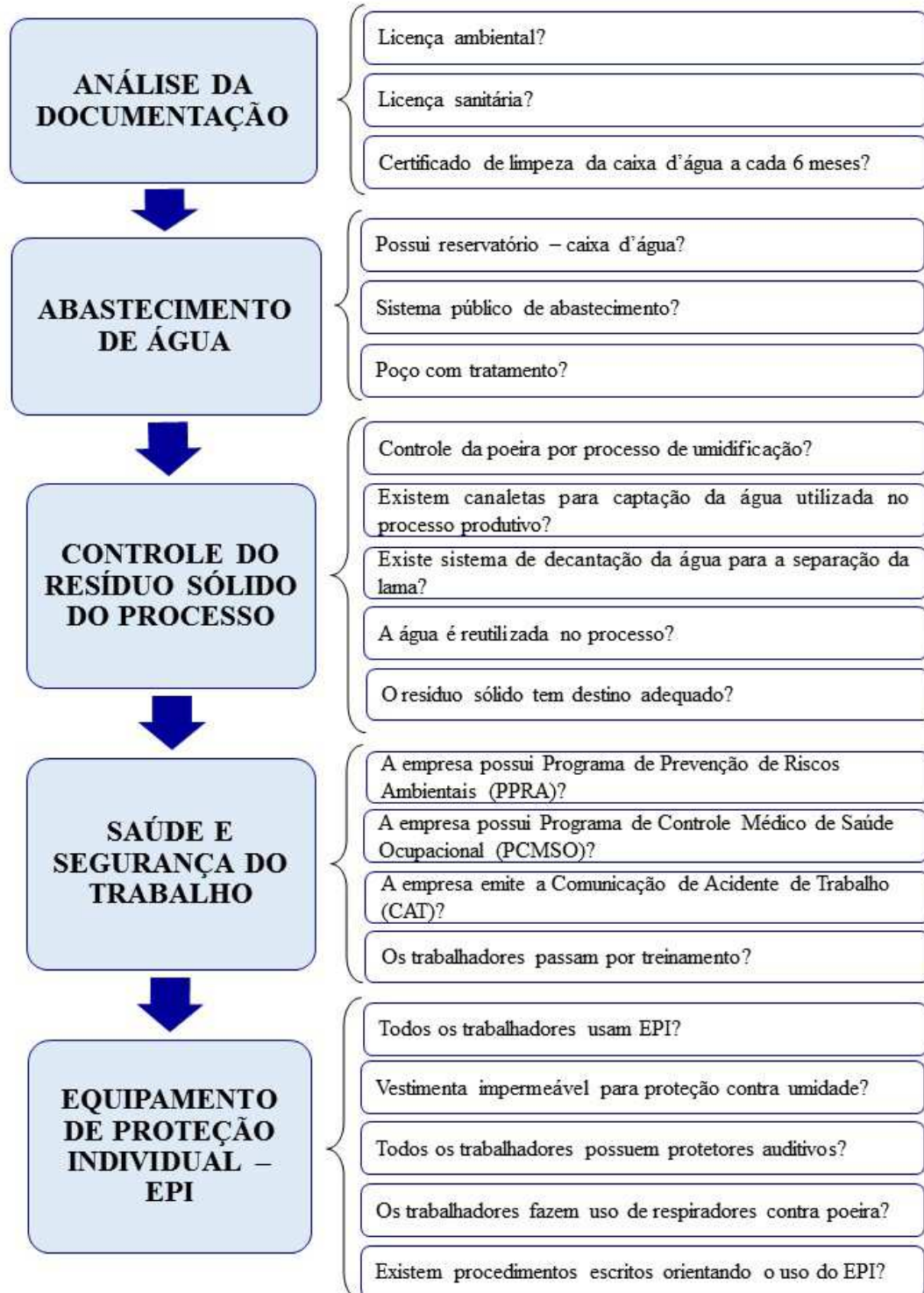


Fonte: IBGE, 2016

Para obtenção dos dados foram realizadas inspeções *in loco* e aplicado um questionário semiestruturado, conforme Figura 3.

A maioria dos estabelecimentos analisados são micro e pequenas empresas, com predominância de condições de trabalho precárias, ora por desconhecimento da legislação que versa sobre o tema, ora por descompromisso com a saúde e segurança dos trabalhadores. Soma-se a isso uma fiscalização inexpressiva.

Figura 3 - Fluxo e etapas da pesquisa



Fonte: Elaborado pelo autor

Na primeira fase, foi verificado se as empresas estavam com a documentação completa para funcionamento: a licença ambiental baseada na Lei nº 605/2001 que institui o Código Ambiental do Município de Manaus, e licença sanitária Lei nº 6437/1977 com o

Certificado de limpeza da caixa d'água conforme a Lei nº 392/1997, combinado com o Decreto nº 3910/1997.

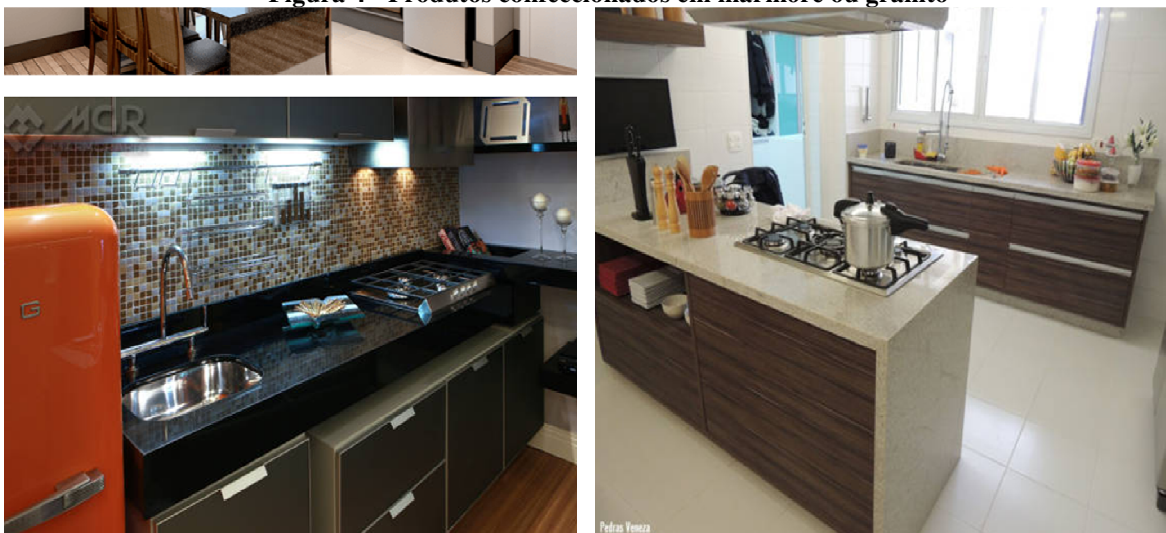
A segunda fase, tratou-se do abastecimento de água adequado onde foi verificado se as empresas atendiam requisitos da Lei nº 392/1997, Código Sanitário do Município de Manaus e Decreto nº 3910/1997, que regulamenta a promoção, preservação e recuperação da saúde no campo da competência do município.

Na terceira fase da pesquisa foram analisados os resíduos sólidos gerados no processo produtivo, bem como suas formas de gerenciamento no processo de corte, polimento e acabamento das marmorarias. Posteriormente, foi verificado se a destinação dos resíduos atendia a legislação que versa sobre o tipo, transporte e destinação final sanitariamente adequada. Já na última etapa da pesquisa foi verificada a saúde e segurança do trabalho, tanto na parte documental quanto operacional.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DAS MARMORARIAS DA CIDADE DE MANAUS

As empresas que desenvolvem os serviços e atividades voltadas para o setor de comercialização e aparelhamento de pedras localizadas na área urbana do município de Manaus são as marmorarias, as quais produzem os mais variados produtos em mármore e granito, como por exemplo, bancadas, pias, escadas, entre outros conforme Figura 4.

Figura 4 - Produtos confeccionados em mármore ou granito





Fonte: Retirado de <<http://casaconstrucao.org/pedras/tipos-de-granito/>> Acesso em: 7 dezembro 2016

O processo de produção das marmorarias é constituído basicamente pelos setores de corte, polimento e acabamento, conforme Figura 5. O processo de corte, das placas que chegam pré-polidas, é realizado na máquina serra mármore, utilizando discos diamantados rotativos. O polimento e acabamento do material cortado é feito de forma manual com lixadeiras e politrizes com o uso de ferramentas abrasivas na forma de discos, lixas e rebolos.

Figura 5 - Ciclo de produção das marmorarias



Fonte: Elaborado pelo autor

As atividades realizadas nesses setores são caracterizadas pelo excesso de poeira, ruído e vibrações. Somando-se a esses riscos inerentes às atividades, também há a presença de riscos de acidentes e riscos ergonômicos causados pela precariedade nas condições de trabalho. Diante deste cenário, observa-se que nos ambientes de trabalho das marmorarias existem riscos que podem causar danos à saúde dos trabalhadores.

Segundo a Norma Regulamentadora 9, consideram-se riscos ambientais os agentes físicos, químicos e biológicos existentes nos ambientes de trabalho que, em função de sua natureza, concentração ou intensidade e tempo de exposição, são capazes de causar danos à saúde do trabalhador, ver classificação dos riscos ambientais na Tabela 2.

Tabela 2 - Riscos Ambientais

RISCOS AMBIENTAIS		
Agentes físicos	Agentes químicos	Agentes biológicos
Ruído, vibrações, pressões anormais, temperaturas extremas, radiações ionizantes, radiações não ionizantes, infra-som e o ultra-som.	Poeiras, fumos, névoas, neblinas, gases ou vapores.	Bactérias, fungos, bacilos, parasitas, protozoários, vírus, entre outros.

Fonte: BRASIL, 2016

Dentre os agentes físicos presentes nas marmorarias, estão o ruído produzido pelas ferramentas de corte e a vibração decorrente do uso de lixadeiras e politrizes no acabamento ou polimento das rochas.

Quanto aos agentes químicos, além da exposição diária à poeira que contém sílica, neste setor existem também o emprego de colas, massas plásticas, ceras e outros produtos utilizados para uniformizar a superfície das chapas (FUNDACENTRO, 2008).

Temos ainda presentes nas marmorarias os riscos de acidentes e ergonômicos, que estão relacionados aos fatores biomecânicos como levantamento, transporte e descarga manual de chapas, materiais com peso excessivos, ausência de orientação e treinamento para a realização dessas tarefas. A altura das bancadas também é um fator a ser considerado, pois entre trabalhadores do setor, há diferentes biótipos e as bancadas são de alturas únicas, enquanto aqueles representam as condições inseguras nesse setor, por situações adversas encontradas nos ambientes e nos processos de trabalho envolvendo aspectos relacionados à tipologia das construções, ao arranjo físico, e a rotina de manutenção de máquinas e equipamentos.

Face ao exposto, os empregadores desse processo produtivo devem minimizar os riscos a que estão expostos os trabalhadores, através de ações educativas e implementação de medidas de proteção coletiva. Além disso, é importante que forneçam e conscientizem para o uso dos Equipamentos de Proteção Individual (EPI), tais como máscaras de proteção respiratória, luvas de proteção, proteção auditiva, conforme a Norma Regulamentadora 6 (NR-6), a fim de garantir a saúde e segurança do trabalhador no exercício de sua atividade. Vale ressaltar que as atividades desenvolvidas nesse ambiente, ainda apresentam pequena incorporação tecnológica e investimentos escassos na saúde e segurança do trabalho, considerando que há um crescente número de empresas informais.

3.2 MATRIZ LEOPOLD

A avaliação de impactos ambientais pode ser realizada através da aplicação do método de matrizes de interação, como exemplo, pode-se citar a matriz de Leopold, que foi elaborada em 1971. Essa matriz é um dos métodos de interação mais utilizados mundialmente, serve de forma eficiente na identificação de impactos diretos, além de relacionar as interações entre os fatores do ambiente e os componentes do projeto (FINUCCI, 2010).

De acordo com Braz et al. (2013), a matriz de Leopold consiste em um método bidimensional de rápida identificação para análise de impactos ambientais, na qual são quantificados os possíveis efeitos das atividades humanas sobre os meios físico, biótico e antrópico.

Os impactos da matriz são caracterizados por dois principais atributos: a magnitude e importância, sendo estes mensurados através da atribuição de valores, conforme Tabelas 3 e 4. “A magnitude é a medida extensiva, grau ou escala de impacto. Importância refere-se à significância da causa sobre o efeito” (RICHIERI, 2006).

Tabela 3 - Ponderação dos valores para atributo magnitude

MAGNITUDE = EXTENSÃO + PERIODICIDADE + INTENSIDADE	
EXTENSÃO (Peso: 1 a 4) Tamanho da ação ambiental do empreendimento ou área de influência real.	Pequena extensão (+1); Média extensão (+2); Grande extensão (+3); Muito grande extensão (+4).
PERIODICIDADE (Peso: 1 a 3) Duração do efeito da ação. Tempo que o efeito demora a terminar.	Ação temporária (+1): cessa quando pára a ação; Ação variável (+2): não se sabe quando termina o efeito após cessar a ação; Ação permanente (+3): não cessa mesmo parando a ação.
INTENSIDADE (Peso: 1 a 3) Exuberância da ação impactante. Relação da dimensão da ação com o empreendimento.	Baixa (+1): pequena ação impactante; Média (+2): média ação impactante; Alta (+3): alta ação impactante.

Fonte: Silva e Moraes, 2012

Etapa 2: foi mensurado a magnitude e a importância para cada item proposto pela matriz. O valor da magnitude é o somatório dos pesos dos campos extensão, periodicidade e intensidade. Já o valor atribuído à importância foi definido pelo somatório dos valores dos campos ação, ignição e criticidade, ver Figura 7.

Figura 7 - Segunda etapa da Matriz Leopold

MATRIZ LEOPOLD																			
ASPECTOS AMBIENTAIS	ATIVIDADES IMPACTANTES	ELEMENTOS NATURAIS E HUMANOS																	
		Antrópico								Biótico		Físico							
		Saúde e Segurança		Tecnologia		Paisagismo		Infra-estrutura		Flora/ Fauna	Ar	Água	Solo						
		M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I			M	I		
CORTE	Geração de poeira	3	1	3	1	2	2	2	1	1	1	2	1	2	1	3	1		
		2	2	2	2	2	1	1	1	2	1	2	2	2	1	2	2		
		3	3	3	3	3	3	2	2	1	2	3	3	3	3	3	3		
		8	6	8	6	7	6	5	4	4	4	7	6	7	5	8	6		
CORTE	Geração de ruído																		
CORTE	Retalhos (cacos) de pedra																		
CORTE	Lama abrasiva (água + pó de pedra)																		
POLIMENTO	Geração de poeira																		
POLIMENTO	Geração de ruído																		
POLIMENTO	Vibração dos equipamentos																		
ACABAMENTO	Geração de poeira																		
ACABAMENTO	Geração de ruído																		
ACABAMENTO	Vibração dos equipamentos																		
ACABAMENTO	Produtos químicos																		

LEGENDA

	M	I	IMPORTÂNCIA	0 = NÃO IMPACTANTE
EXTENSÃO (Peso 1 a 4)	←	→	←	→ AÇÃO (Peso 1 a 4)
PERIODICIDADE (Peso 1 a 3)	←	→	←	→ IGNIÇÃO (Peso 1 a 3)
INTENSIDADE (Peso 1 a 3)	←	→	←	→ CRITICIDADE (Peso 1 a 3)
SOMA MAGNITUDE	←	→	←	→ SOMA IMPORTÂNCIA

Fonte: elaborado pelo autor

Etapa 3: é chamada de médias e tem-se na primeira coluna (M) o somatório dos valores obtidos da magnitude dividindo-os pela quantidade de elementos que obtiveram peso no atributo magnitude. Já na coluna referente à importância (I), tem-se o somatório dos valores obtidos da importância dividindo-os pela quantidade de elementos que obtiveram peso no atributo importância, ver Figura 8.

Figura 8 - Terceira etapa da Matriz Leopold

MATRIZ LEOPOLD																						
ASPECTOS AMBIENTAIS	ATIVIDADES IMPACTANTES	ELEMENTOS NATURAIS E HUMANOS															MÉDIAS					
		Antrópico								Biótico	Físico											
		Saúde e Segurança		Tecnologia		Paisagismo		Infra-estrutura		Flora/ Fauna	Ar	Água		Solo								
		M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M				I		
CORTE	Geração de poeira	3	1	3	1	2	2	2	1	1	1	2	1	2	1	2	1	3	1	6,8	5,4	
		2	2	2	2	2	1	1	1	2	1	2	2	2	1	2	2	2	2			
		3	3	3	3	3	3	2	2	1	2	3	3	3	3	3	3	3	3			
	Geração de ruído	8	6	8	6	7	6	5	4	4	4	7	6	7	5	8	6	6	6	6,5	6,0	
		3	2	3	2	3	2	3	1	2	1	3	2	0	0	0	0	0	0			
		1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	0	0	0	0	0	0			
	Retalhos (cacos) de pedra	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3	0	0	0	0	3	3	6,3	5,3	
		7	8	7	6	7	6	6	4	5	4	7	8	0	0	0	0	0	0			
		2	1	3	1	2	1	1	1	2	1	1	1	2	1	3	1	3	1			
	Lama abrasiva (água + pó de pedra)	3	2	1	2	2	1	1	2	2	2	1	2	3	2	1	3	1	1	6,4	6,1	
		3	3	2	2	3	3	3	3	2	3	2	2	2	1	3	3	3	3			
		8	6	6	5	7	5	5	6	6	6	4	5	7	4	7	4	7	5			
POLIMENTO	Geração de poeira	1	1	3	1	3	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	7,3	6,1	
		1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2			
		3	3	3	3	3	3	3	3	1	2	3	3	3	3	3	3	3	3			
	Geração de ruído	8	7	8	7	8	7	8	6	4	4	8	6	7	6	7	6	7	6	6,5	6,0	
		3	2	3	2	3	2	3	1	2	1	3	2	0	0	0	0	0	0			
		1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	0	0	0	0	0	0			
	Vibração dos equipamentos	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	0	0	0	0	0	5,8	6,3	
		7	8	7	6	7	6	6	4	5	4	7	8	0	0	0	0	0	0			
		1	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	ACABAMENTO	Geração de poeira	2	2	2	2	1	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,8	6,5
			3	3	3	3	3	3	3	3	1	2	3	3	3	3	3	3	3	3		
			8	7	8	7	8	7	8	6	4	4	9	6	7	6	7	6	7	6		
Geração de ruído		3	2	3	2	3	2	3	1	2	1	3	2	0	0	0	0	0	0	6,3	5,8	
		1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	0	0	0	0	0	0			
		3	3	2	2	3	3	2	2	2	2	3	3	0	0	0	0	0	0			
Vibração dos equipamentos		7	8	6	5	7	6	6	4	5	4	7	8	0	0	0	0	0	0	5,8	6,3	
		1	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
		2	2	2	2	1	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Produtos químicos		3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,6	5,5	
		6	7	7	6	5	6	5	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
		2	1	1	1	2	1	2	1	2	1	1	1	3	2	2	1	2	1			

Fonte: elaborado pelo autor

Etapa 4: é chamada de índice final e o resultado é o somatório dos valores obtidos para magnitude multiplicando-os pelo somatório dos valores obtidos para importância, sendo este resultado dividido pela quantidade de elementos que obtiveram peso. A partir desse total foi multiplicado pelo número de atributos (magnitude e importância). Este índice evidenciou as atividades mais impactantes do processo de beneficiamento das marmorarias. Ver matriz de Leopold adaptada pelo autor, Figura 9.

Figura 9 - Quarta etapa da Matriz de Leopold adaptada pelo autor

MATRIZ LEOPOLD																				
ASPECTOS AMBIENTAIS	ATIVIDADES IMPACTANTES	ELEMENTOS NATURAIS E HUMANOS														MÉDIAS		ÍNDICE FINAL		
		Antrópico								Biótico		Físico								
		Saúde e Segurança				Tecnologia				Flora/Fauna		Ar		Água					Solo	
		M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I				M	I
CORTE	Geração de poeira	3	1	3	1	2	2	2	1	1	1	2	1	2	1	3	1	6,8	5,4	37,38
		2	2	2	2	2	1	1	1	2	1	2	2	2	1	2	2			
		3	3	3	3	3	3	2	2	1	2	3	3	3	3	3	3			
		8	6	8	6	7	6	5	4	4	4	7	6	7	5	8	6			
	Geração de ruído	3	2	3	2	3	2	3	1	2	1	3	2	0	0	0	0	6,5	6,0	
		1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	3	0	0	0	0	0			
		3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3	0	0	0	0			
		7	8	7	6	7	6	6	4	5	4	7	8	0	0	0	0			
	Retalhos (cacos) de pedra	2	1	3	1	2	1	1	1	2	1	1	1	2	1	3	1	6,3	5,3	
		3	2	1	2	2	1	1	2	2	2	1	2	3	2	1	1			
		3	3	2	2	3	3	3	3	2	3	2	2	2	1	3	3			
		8	6	6	5	7	5	5	6	6	6	4	5	7	4	7	5			
Lama abrasiva (água + pó de pedra)	1	1	3	1	3	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	6,4	6,1		
	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2				
	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3				
	5	6	8	6	8	7	5	5	7	6	6	6	6	6	6	7				
POLIMENTO	Geração de poeira	3	1	3	2	3	2	3	1	1	1	3	1	2	1	2	1	7,3	6,1	
		2	3	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2			
		3	3	3	3	3	3	3	3	1	2	3	3	3	3	3	3			
		8	7	8	7	8	7	8	6	4	4	8	6	7	6	7	6			
	Geração de ruído	3	2	3	2	3	2	3	1	2	1	3	2	0	0	0	0	6,5	6,0	
		1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	3	0	0	0	0	0			
		3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3	0	0	0	0			
		7	8	7	6	7	6	6	4	5	4	7	8	0	0	0	0			
	Vibração dos equipamentos	1	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5,8	6,3	
		2	2	2	2	1	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0			
		3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0			
		6	7	7	6	5	6	5	6	0	0	0	0	0	0	0	0			
ACABAMENTO	Geração de poeira	3	1	3	2	3	2	3	1	1	1	4	1	2	1	2	1	7,8	6,5	
		2	3	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2			
		3	3	3	3	3	3	3	3	1	2	3	3	3	3	3	3			
		8	7	8	7	8	7	8	6	4	4	9	6	7	6	7	6			
	Geração de ruído	3	2	3	2	3	2	3	1	2	1	3	2	0	0	0	0	6,3	5,8	
		1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	3	0	0	0	0	0			
		3	3	2	2	3	3	2	2	2	2	3	3	0	0	0	0			
		7	8	6	5	7	6	6	4	5	4	7	8	0	0	0	0			
	Vibração dos equipamentos	1	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5,8	6,3	
		2	2	2	2	1	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0			
		3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0			
		6	7	7	6	5	6	5	6	0	0	0	0	0	0	0	0			
Produtos químicos	2	1	1	1	2	1	2	1	2	1	1	1	3	2	2	1	5,6	5,5		
	1	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2				
	2	3	1	1	2	3	2	2	2	2	3	3	3	3	2	3				
	5	6	3	3	6	6	6	5	6	6	6	7	7	6	6	6				

LEGENDA
 MAGNITUDE M I IMPORTÂNCIA 0 = NÃO IMPACTANTE
 EXTENSÃO (Peso 1 a 4) → ← AÇÃO (Peso 1 a 4)
 PERIODICIDADE (Peso 1 a 3) → ← IGNICÃO (Peso 1 a 3)
 INTENSIDADE (Peso 1 a 3) → ← CRITICIDADE (Peso 1 a 3)
 SOMA MAGNITUDE → ← SOMA IMPORTÂNCIA

Fonte: Elaborado pelo autor

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ANÁLISE DA DOCUMENTAÇÃO

A principal questão levantada ao se tratar de condições ambientais é se a indústria possui licença ambiental, uma vez que para obtenção desta, diversos requisitos devem ser atingidos, tais como o potencial de geração de líquidos poluentes, resíduos sólidos, emissões atmosféricas e ruídos, conforme a Lei nº 605/2001 do Código Ambiental do Município de Manaus. Considerando que o setor de marmoraria gera resíduos poluentes, a licença ambiental é uma obrigação legal nesta atividade, entretanto, verificou-se que nenhuma das empresas visitadas possui a licença ambiental e autorizações para funcionamento regular de suas atividades, conforme Tabela 5.

Tabela 5 - Análise da documentação

Descrição	Não		Sim	
	Empresas	%	Empresas	%
Licença sanitária?	36	92%	4	8%
Licença ambiental?	40	100%	0	0%
Certificado de limpeza da caixa d'água a cada 6 meses?	40	100%	0	0%

Fonte: dados da pesquisa, 2016

Nenhuma das empresas visitadas apresentou o certificado de limpeza da caixa d'água, que deve ser feita a cada seis meses, do total de 40 empresas consultadas, apenas 8% possuíam a licença sanitária emitida pela Vigilância Sanitária de Manaus e 92% não possuíam licença. Dessa forma, os resultados encontram-se em desacordo com as exigências do Decreto nº 3910/1997.

4.2 ABASTECIMENTO DE ÁGUA ADEQUADO

O resultado dos estudos evidenciou que do total das 40 empresas inspecionadas, 56% dos estabelecimentos possuem caixa d'água como reservatórios de água potável para consumo humano e abastecimento de seus processos e operações. Com relação ao abastecimento de água, verificou-se que a maioria das empresas analisadas utiliza o sistema público de abastecimento, enquanto que o restante adota o poço artesiano como solução alternativa (Tabela 6).

Tabela 6 - Abastecimento de água adequado

Descrição	Não		Sim	
	Empresas	%	Empresas	%
Possui reservatório - Caixa d'água	18	44%	22	56%
Sistema público de abastecimento?	10	24%	30	76%
Poço com Tratamento?	30	76%	10	24%

Fonte: dados da pesquisa, 2016

Ressalta-se, ainda, que essas empresas não implementam uma rotina de limpeza nos reservatórios de água, mesmo utilizando-a para consumo humano, evidenciando a não adequação ao Código Sanitário nº 3910/1997, pois o processo de desinfecção da água possui alta importância para proteção à saúde pública através da disseminação de doenças e mitigação de microrganismo.

Durante as visitas realizadas, foi constatada em algumas marmorarias a existência de caixas d'água sem tampa ou telas de proteção e sem o certificado de limpeza da caixa d'água (Tabela 6), fator preponderante para o aumento de agentes patogênicos e riscos à saúde da população, pois a ação do vento e da água da chuva nesses reservatórios sem proteção adequada aumenta a probabilidade de contaminação da água de consumo (D'AGUILA, et al., 2000).

4.3 CONTROLE DO RESÍDUO SÓLIDO DO PROCESSO

Nas empresas analisadas, foi verificado que somente o processo de corte das chapas é dotado de sistema de umidificação, medida adotada para reduzir a geração da poeira. Nas etapas de polimento e acabamento não são utilizadas ferramentas pneumáticas com ejeção de água, para diminuir a nuvem de pó de sílica que se forma ao polir e lustrar mármore e granitos. Desta forma, verifica-se que o processo úmido não contempla todas as etapas de produção das marmorarias, ressaltando-se que 100% das empresas analisadas não atendem as medidas de controle da poeira (Tabela 7).

Tabela 7 - Controle do resíduo sólido do processo

Descrição	Não		Sim	
	Empresas	%	Empresas	%
Controle da poeira por processo de umidificação?	40	100%	0	0%
Existem canaletas para captação da água utilizada no processo produtivo?	30	75%	10	25%
Existe sistema de decantação da água para a separação da lama?	32	80%	8	20%
A água é reutilizada no processo?	28	68%	12	32%
O resíduo sólido tem destino adequado?	40	100%	0	0%

Fonte: dados da pesquisa, 2016

A implantação de umidificação nas operações que geram poeira é uma das maneiras de controlar a exposição à poeira, no entanto, a adição da poeira com água gera uma lama no processo, chamada de lama de mármore.

Para a captação da água utilizada no processo produtivo devem ser construídas canaletas em volta das máquinas de corte e o estudo demonstra que em 75% das empresas visitadas não são adotadas canaletas para captação da água. Observou-se, ainda, que apenas 20% do resíduo (lama) dos processos de corte são encaminhados ao tanque de decantação das empresas, por meio de sistema de drenagem da água utilizada, não permitindo que os resíduos gerados pelo processo passem diretamente para o esgoto sanitário. Do total das empresas visitadas, ficou evidenciado que somente em 32% a água é reaproveitada na produção. Vide Tabela 6, a seguir.

Quanto ao resíduo sólido, nenhuma empresa estudada faz a correta destinação desse material, pois de acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010), o gerador é responsável pelo resíduo até a sua disposição final adequada. Conseqüentemente, sem a destinação ambientalmente adequada, as empresas comprometem a qualidade do meio ambiente, ou seja, causam a poluição do ar, do lençol freático (águas superficiais) e do solo. A seguir, a Figura 10 corrobora com os dados da tabela acima pois mostra a forma atual de descarte dos resíduos gerados no processo.

Figura 10 - Cenário atual de descarte dos resíduos gerados no processo



Fonte: dados da pesquisa, 2016

Baseado nos resultados obtidos, pode-se verificar que a atual gestão dos resíduos adotada pelas empresas acarreta de forma significativa a poluição do meio ambiente. De acordo com Mosaféri et al. (2014), a vulnerabilidade da poluição das águas superficiais e subterrâneas e do solo pode ser elevado em locais de eliminação de resíduos. Considerando este fato, os resíduos sólidos gerados devem ser caracterizados como resíduos perigosos, que devem ser manuseados e descartados, por empresas credenciadas, a fim de remover os resíduos sólidos adequadamente.

Com esse diagnóstico, fica evidente que as empresas ainda não praticam o desenvolvimento sustentável no setor. Durante a pesquisa bibliográfica, constatou-se que nos últimos anos, estes resíduos podem ser reutilizados por outras empresas no processo estabilização do solo, processo de dessulfuração, em aterros de estrada, asfalto, cerâmica, compósitos termofixos e polímero à base de materiais compósitos (ARUNTAS et al., 2010; MENDOZA et al., 2014; PATEL et al., 2013).

4.4 SAÚDE E SEGURANÇA DO TRABALHO

A saúde e segurança do trabalho é o conjunto de normas que visa à prevenção dos acidentes e doenças relacionadas ao trabalho. Para a garantia dessas medidas de proteção à saúde dos trabalhadores e aos ambientes de trabalho, o Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) instituiu as Normas Regulamentadoras (NR) por meio da Portaria nº 3.214/78, as quais regulamentam procedimentos e programas obrigatórios quanto ao controle e prevenção de riscos nos ambientes e processos de trabalho.

De acordo com a pesquisa, 80% das empresas não possuem o Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA) e o Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO), ver Tabela 8.

Segundo Araújo (2011), o MTE exige que todas as empresas com trabalhadores regidos pela CLT (Consolidação das Leis do Trabalho) devem implementar o PPRA de acordo com a NR 9 e o PCMSO conforme a NR 7.

Tabela 8 - Saúde e Segurança do Trabalho

Descrição	Não		Sim	
	Empresas	%	Empresas	%
A empresa possui PPRA?	32	80%	8	20%
A empresa possui PCMSO?	32	80%	8	20%
A empresa emite a CAT?	40	100%	0	0%
Os trabalhadores passam por treinamento?	40	100%	0	0%

Fonte: dados da pesquisa, 2016

Sabendo-se que os ambientes e processos de trabalho das marmorarias apresentam riscos inerentes à atividade e riscos provenientes da falta de organização, por isso foi verificado se as empresas fazem a abertura de Comunicação de Acidente de Trabalho (CAT), contudo durante a pesquisa nenhuma empresa apresentou este documento. Segundo a Lei 8213/91, a empresa é obrigada a informar à Previdência Social todos os acidentes de trabalho ocorridos com seus trabalhadores, mesmo ocorrendo um acidente sem afastamento da atividade.

Quanto ao quesito treinamento foi observado que todas as empresas analisadas não investem em ações educativas, mesmo que o investimento em saúde e segurança seja um fator determinante para a redução ou eliminação de riscos e acidente de trabalho grave e fatal.

4.5 EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL – EPI

A Norma Regulamentadora 6, regulamenta o uso do Equipamento de Proteção Individual (EPI) ou coletivo (EPC) no exercício de sua atividade, os quais servem para proteger os trabalhadores dos riscos inerentes da atividade (BRASIL, 2015).

Segundo a NR 6, o empregador é responsável em adquirir e fornecer, gratuitamente, o EPI adequado ao trabalhador, assim como exigir o seu uso e orientar e treinar o mesmo sobre o uso adequado, guarda e conservação.

Deste modo, a Tabela 9 demonstra que a maioria das empresas analisadas não cumpre a legislação sobre EPI. Quanto ao uso de sapatos de segurança, luvas e óculos de segurança, em 30 empresas os trabalhadores não tem a prática do uso desses EPI's, o que representa 75% das empresas visitadas.

Tabela 9 - Equipamento de Proteção Individual – EPI

Descrição	Não		Sim	
	Empresas	%	Empresas	%
Uso de botas de segurança impermeáveis, luvas de proteção no transporte e movimento das chapas, óculos de segurança?	30	75%	10	25%
Vestimenta impermeável para proteção contra umidade?	34	85%	6	15%
Todos os trabalhadores possuem protetores auditivos?	22	55%	18	45%
Os trabalhadores fazem uso de respiradores contra poeira?	30	75%	10	25%
Existem procedimentos escritos orientando o uso do EPI?	40	100%	0	0%

Fonte: dados da pesquisa, 2016

Entre os processos desenvolvidos por essas marmorarias, somente o processo de corte realizado na máquina serra-corte é umidificado, portanto o trabalhador fica em contato direto com a água. Do total das 40 empresas analisadas, 34 não fornecem proteção e vestimenta para os trabalhadores contra a umidade proveniente dessa operação.

Quanto ao quesito proteção auditiva, em 55% das empresas analisadas pode-se observar que a maioria dos empregados não fazem o uso dos protetores auditivos.

Segundo Savi (2012), a utilização do protetor auditivo é uma medida de controle para prevenir a Perda Auditiva Induzida por Ruído (PAIR), pois a falta de controle desse risco pode causar danos à saúde do trabalhador, como efeitos psicológicos, distúrbios neurovegetativos, náuseas e cefaleias.



Também foi observado que em nenhuma marmoraria existem procedimentos escritos orientando o uso do EPI. Para Barcelos e Ataíde (2014), “desenvolver programas educativos é um ato de inteligência, pois desenvolve a conscientização, resultando em benefícios diretos tanto para a empresa, quanto para o trabalhador”, contudo, a falta de programas educativos como procedimentos escritos e treinamentos nesse setor contribuem para ocorrência de acidentes e doenças do trabalho.

4.6 MATRIZ LEOPOLD

Através da matriz Leopold nota-se que as atividades mais impactantes no setor de marmoraria são a geração da poeira no processo de acabamento e polimento, com índice de impacto igual a 46,25 e 45,5, respectivamente. Em seguida, está o índice da geração de ruído no processo de corte com índice de 40,0. E ainda no processo de corte está a geração de lama abrasiva com índice de impacto de 39,38 e retalhos de pedra igual a 37,34.

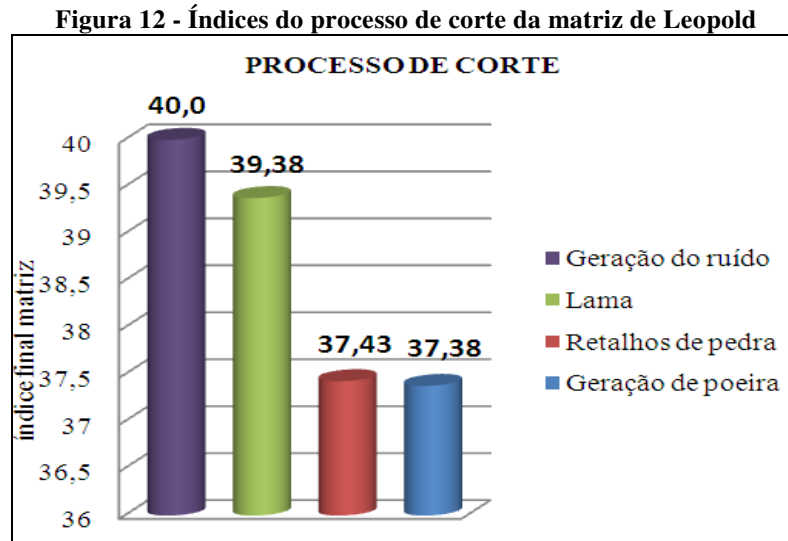
E por último está a vibração de equipamentos e resíduos de produtos químicos no setor de acabamento com índice 39,17 e 32, respectivamente, conforme Figura 11.

Figura 11 - Matriz de Leopold final adaptada pelo autor

MATRIZ LEOPOLD												
ASPECTOS AMBIENTAIS	ATIVIDADES IMPACTANTES	ELEMENTOS NATURAIS E HUMANOS								MÉDIAS		ÍNDICE FINAL
		Antrópico				Biótico	Físico					
		Saúde e Segurança	Tecnologia	Paisagismo	Infra-estrutura	Flora/ Fauna	Ar	Água	Solo			
						Diminuição da diversidade	Contaminação	Contaminação	Contaminação			
CORTE	Geração de poeira	8/6	8/6	7/6	5/4	4/4	7/6	7/5	8/6	6,8	5,4	37,38
	Geração de ruído	7/8	7/6	7/6	6/4	5/4	7/8	0/0	0/0	6,5	6,0	40,00
	Retalhos (cacos) de pedra	8/6	6/5	7/5	5/6	6/6	4/5	7/4	7/5	6,3	5,3	37,43
	Lama abrasiva (água + pó de pedra)	5/6	8/6	8/7	5/5	7/6	6/6	6/6	6/7	6,4	6,1	39,38
POLIMENTO	Geração de poeira	8/7	8/7	8/7	8/6	4/4	8/6	7/6	7/6	7,3	6,1	45,50
	Geração de ruído	7/8	7/6	7/6	6/4	5/4	7/8	0/0	0/0	6,5	6,0	40,00
	Vibração dos equipamentos	6/7	7/6	5/6	5/6	0/0	0/0	0/0	0/0	5,8	6,3	36,00
ACABAMENTO	Geração de poeira	8/7	8/7	8/7	8/6	4/4	8/6	7/6	7/6	7,8	6,5	46,25
	Geração de ruído	7/8	7/6	7/6	6/4	5/4	7/8	0/0	0/0	6,3	5,8	38,00
	Vibração dos equipamentos	6/7	7/6	5/6	5/6	0/0	0/0	0/0	0/0	5,8	6,3	36,00
	Produtos químicos	5/6	3/3	6/6	6/5	6/5	6/6	7/7	6/6	5,6	5,5	32,00
LEGENDA MAGNITUDE  IMPORTÂNCIA 												

Fonte: Elaborado pelo autor

Com base nos índices da versão final da Matriz, a Figura 12, a seguir, apresenta os resultados das atividades mais impactantes do processo de corte. Neste processo, a atividade mais impactante é a geração de ruído com índice igual a 40,00. Em seguida, a lama abrasiva e pedaços de pedra com índices de 39,38 e 37,43, respectivamente. Por último, a geração de poeira com resultado igual a 37,38.



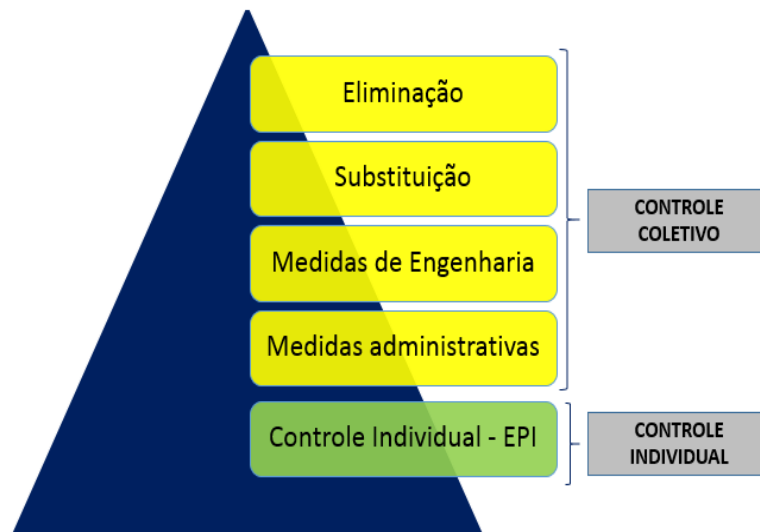
Fonte: Elaborado pelo autor

O resultado mais expressivo deste processo demonstra que a geração de ruído ocasiona a poluição sonora, a qual pode causar danos à saúde dos trabalhadores como insônia, estresse, zumbido e irritabilidade (LUSK et al., 2002).

A Tabela 9 demonstra que a maioria dos trabalhadores das empresas visitadas não utiliza o equipamento de proteção auditiva, portanto, a ocorrência do trabalho realizado sem o uso do EPI com o alto índice apresentado em relação a geração de ruído a atividade torna-se ainda mais agravante. Portanto, pode-se afirmar que outro efeito indesejável à saúde dos indivíduos expostos ao ruído, sem mecanismos de controle e medidas de proteção, é a alteração permanente da audição conhecida como PAIR (Perda Auditiva Induzida por Ruído).

Considerando que o ruído está presente em todos os processos analisados e que possui índice elevado, de acordo com a matriz, medidas de controle da exposição devem ser implantadas, segundo a Norma Regulamentadora nº 9, seguindo uma hierarquia, conforme Figura 13.

Figura 13 - Hierarquia de controle de risco



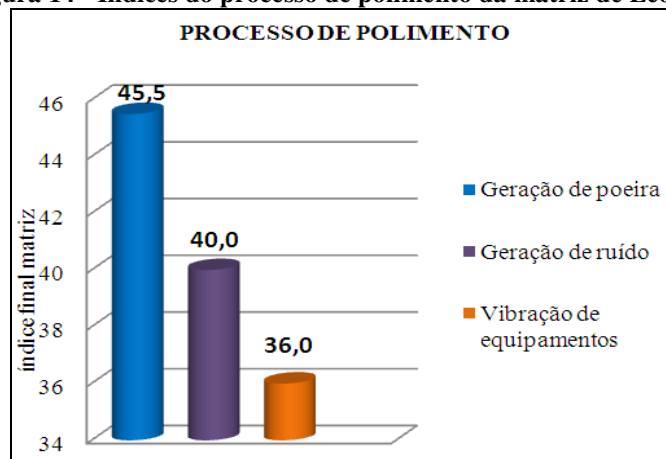
Fonte: Elaborado pelo autor

Ainda no processo de corte, observa-se que a geração da lama com índice 39,38 é considerada um dos principais problemas ambientais, pois diante das visitas realizadas, a lama resultante do pó e água sem meios de controle adequado favorecem a degradação da vegetação natural, ou seja, esse resíduo em todas as marmorarias é lançado diretamente sobre o solo, ocasionando a sua contaminação. Para Almeida et al. (2007), quando a lama de mármore é destinada para aterros, o seu teor de água é totalmente reduzido e o pó de pedra, resultando também em vários impactos ambientais, como a perda das propriedades agrícolas do solo, da fauna e flora.

Sobre os rejeitos (retalhos) de pedras, com índice 37,43, os resíduos sólidos gerados sem tratamento e descarte adequado geram um problema ambiental, contudo poderiam ser reutilizados em outros setores como uma prática sustentável.

Em relação ao processo de polimento, os índices da versão final da Matriz demonstram que a atividade mais impactante é a geração da poeira, com índice igual a 45,5, seguido pela geração do ruído com valor de 40,0 e pela vibração de equipamentos com índice 36,00, ver Figura 14.

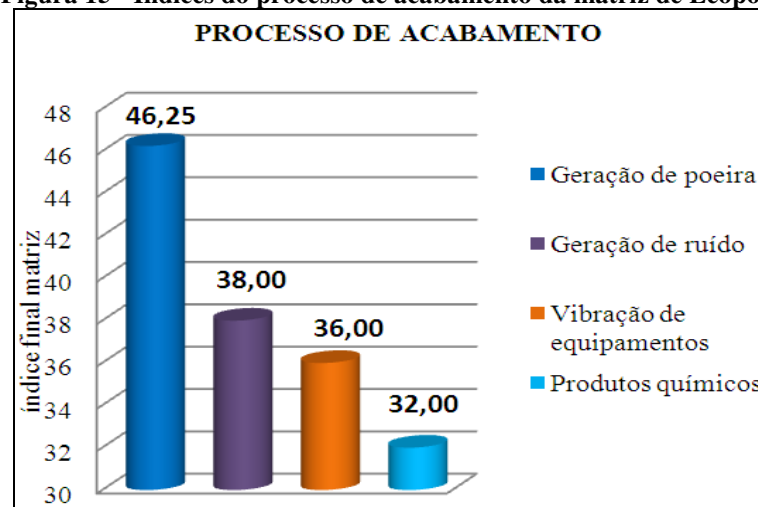
Figura 14 - Índices do processo de polimento da matriz de Leopold



Fonte: Elaborado pelo autor

Quanto ao processo de acabamento, os resultados obtidos através da matriz Leopold apontam também que a geração da poeira é a atividade mais impactante desse processo. Em seguida, a geração do ruído e vibração dos equipamentos com índices de 38,00 e 36,00, respectivamente. Por último, os produtos químicos com resultado igual a 32,00, ver Figura 15.

Figura 15 - Índices do processo de acabamento da matriz de Leopold



Fonte: Elaborado pelo autor

Analisando as Figuras 14 e 15, observa-se que as empresas que realizam a atividade de aparelhamento de pedras apresentam impactos negativos ao meio ambiente, pois a geração de poeira, atividade mais impactante, contribui para a poluição atmosférica. E tendo em vista que os processos de polimento e acabamento das empresas analisadas é realizado a seco, assim como a maioria dos trabalhadores não utilizam EPI contra poeira, resultados obtidos nas Tabelas 7 e 9, respectivamente, esses índices corroboram a necessidade de se implementar ações de controle à poeira nesse setor.

Segundo o Programa Nacional de Eliminação da Silicose (FUNDACENTRO, 2003), tecnologias de prevenção primária devem ser adotadas obedecendo uma hierarquia de controle, conforme a Figura 16.

Figura 16 - Hierarquia de controle



Fonte: FUNDACENTRO adaptado pelo autor

Vale ressaltar que o Ministério do Trabalho e Emprego, através da Portaria nº 43/2008, proíbe o processo de corte e acabamento a seco de rochas ornamentais, sendo obrigatório o sistema de umidificação, em máquinas e equipamentos, pois este sistema é capaz de minimizar ou eliminar a exposição e inalação das poeiras respiráveis contendo sílica.

Quanto aos produtos químicos (massas plásticas, ceras, colas, entre outros) utilizados no setor de acabamento, deve-se salientar que a falta de controle da exposição desses agentes pode causar doenças do sistema nervoso central, doenças do sistema respiratório, irritação da pele e olhos e queimaduras (FUNDACENTRO, 2008).

Evidencia-se, também, que todos os processos geram resíduos sólidos, como por exemplo, rejeitos de matérias primas, embalagens dos produtos químicos, ferramentas abrasivas na forma de discos, lixas e rebolos, a lama. Todavia, o setor de marmoraria não dispõe de uma gestão eficiente desses resíduos, pois o manuseio e destinação final o acondicionamento, manuseio, tratamento e destinação final destes resíduos estão em desacordo com Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010).

Diante dos índices expostos, percebe-se que as atividades mais impactantes necessitam de ações mitigadoras pois tais impactos refletem sobre a saúde e segurança, e o bem-estar da população direta ou indireta do processo.

Considerando a avaliação final da matriz pode-se dizer que a atividade do setor de marmoraria apresenta impactos significativos quanto a saúde do trabalhador, pois em virtude dos poluentes gerados nos processos de fabricação (poeira, ruído, lama) apresentam riscos e somando-se a estes a falta de equipamentos de proteção e de novas tecnologias aumentam severamente os riscos de acidentes e doenças relacionadas ao trabalho neste setor.

5. CONCLUSÃO

A partir dos estudos apresentados na literatura técnica, pode-se constatar que muitos processos com atividade econômica, como a produção de materiais de construção utilizando mármore e granito, são fontes geradoras de resíduos, causando grande degradação ao meio ambiente.

A importância da obrigatoriedade da licença ambiental e licença sanitária, para realização da atividade das marmorarias está diretamente ligada às condições de desenvolvimento socioeconômico e proteção do meio ambiente, pois o cumprimento de ambas visa garantir um crescimento econômico com sustentabilidade e qualidade ambiental. Contudo, é notório que as empresas analisadas do ramo de marmoraria não se adequam a esses procedimentos, tão pouco as legislações ambientais vigentes, como a Política Nacional de Resíduos Sólidos e a NBR 10004 - Resíduos Sólidos.

Portanto, para atender a essas legislações é extremamente necessário que essas empresas classifiquem, primeiramente, os resíduos gerados em seus processos pois é a partir dessa classificação que será estruturado um plano de gestão ambiental. No entanto, as empresas analisadas não investem em ações que ajudem a minimizar ou eliminar a geração de resíduos sólidos, como fica evidenciado na análise dos dados, por conta disso faz-se necessário que sejam implementados nesse setor o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS). Pois a partir do PGRS, serão definidas as etapas de coleta, transporte, armazenagem, manipulação, tratamento e destinação final para cada resíduo gerado nesse setor.

E ainda no que tange a sustentabilidade dos recursos hídricos utilizados no processo, o consumo da água requer otimização e a prática da educação ambiental em todo o setor de marmoraria.

Contudo, identificou-se através da aplicação da Matriz Leopold que as empresas ainda apresentam deficiências em relação aos resíduos industriais gerados, acarretando significativamente na degradação do meio ambiente. O resultado da matriz mostra-se como um recurso eficiente na identificação e avaliação dos impactos ocasionados aos elementos físicos, bióticos e antrópicos, pois de forma ilustrativa permite caracterizar as atividades mais impactantes de forma expressiva, assim como adotar medidas mitigadoras e potencializadoras para impactos ambientais gerados nesse setor.

Sabendo que as empresas admitem empregados regidos pela CLT e que o processo realizado pelas marmorarias apresenta riscos inerentes à atividade é de suma importância que

as empresas cumpram a legislação e normas relativas sobre segurança e saúde do trabalho e implementem os programas educativos a fim de proporcionar um ambiente laboral mais seguro, e conseqüentemente mais produtivo.

De acordo com o resultado final da matriz Leopold a geração da poeira, geração do ruído, lama e pedaços de pedra, respectivamente, são as atividades mais impactantes das marmorarias. Através do reconhecimento das atividades com maior gravidade é possível implantar programas ambientais e ocupacionais priorizando as atividades de maior impacto ao ambiente.

Em relação ao índice final da geração de poeira pode-se concluir que as partículas suspensas no ar comprometem diretamente a qualidade do ar e conseqüentemente a qualidade do solo e da água. Em face ao resultado obtido, conclui-se que as empresas analisadas necessitam realizar medições qualitativas e quantitativas da poeira fina gerada em seus processos. Pois a pesquisa mostra que a maioria das empresas não desenvolvem controle na fonte do risco e somando-se a isso a falta de controle no trabalhador através da utilização, de forma habitual e permanente, do Equipamento de Proteção Respiratória (EPR) torna a atividade ainda mais crítica, devendo desta forma as ações serem contempladas em seus programas preventivos como por exemplo no PPRA e PCMSO de forma planejada e bem gerenciada para garantir ações sustentáveis ao longo do tempo.

Quanto à geração do ruído investimentos em tecnologias são primordiais, tendo em vista que a utilização de máquinas obsoletas e ferramentas manuais geram ao ambiente de trabalho níveis de ruído que podem comprometer a saúde dos trabalhadores expostos diariamente neste setor. Também a falta de Equipamento Proteção Auditiva no exercício das atividades, evidenciada na pesquisa, intensifica o aumento de efeitos indesejáveis causados pelo excesso de ruído aos empregados. Contudo esses efeitos podem ser eliminados ou minimizados incorporando em seus processos produtivos a automação de máquinas e equipamentos, discos de corte silenciosos a fim de reduzir o ruído ao limite de tolerância aceitável de acordo com o anexo da NR-15.

Considerando que a lama gerada no processo de corte apresenta índice significativo na matriz de Leopold assim como a falta de comprometimento com resíduos provenientes de seus processos uma vez que são lançados no meio ambiente sem tratamento contaminando a biota local. Por isso as empresas precisam assumir uma postura ambientalmente correta através do desenvolvimento ou investimento em solução socioambiental mais adequada para a lama, como projetos de tratamento de efluentes e tanques de decantação a fim de minimizar a degradação do meio ambiente.

Constatou-se, também, que os resíduos de mármore e granito provenientes do processo de corte, polimento e acabamento podem ser reaproveitados por outras indústrias, tornando-se uma ação sustentável a ser adotada pelas marmorarias e que devem ser incentivadas com políticas públicas.

Adicionalmente, verificou-se que a grande quantidade de recursos naturais utilizados e a geração dos resíduos nos processos industriais torna a reciclagem uma alternativa pertinente, podendo ser objeto de pesquisas e estudos futuros. O desenvolvimento sustentável tem como itens chave a proteção do solo, da água, além da limitação da produção das perdas nos processos e a reutilização de materiais dos processos.

REFERÊNCIAS

- ABIROCHAS, **Panorama Mundial do Setor de Rochas 2014**. Disponível em: <http://www.abirochas.com.br/noticia.php?eve_id=3342>. Acesso em: 10/03/2016.
- ALGIN, H.M.; TURGUT, P. Cotton and limestone powder wastes as brick material. **Construction and Building Materials** 22 (2008) 1074–1080.
- ALIABDO, Ali A.; ELMOATY, Abd Elmoaty M. Abd; AUDA, Esraa M. Re-use of waste marble dust in the production of cement and concrete. **Construction and Building Materials** 50 (2014) 28–41.
- ALMEIDA, N.; BRANCO, F.; BRITO, J. de; SANTOS, J. R. High-performance concrete with recycled stone slurry. **Cement and Concrete Research** 37 (2007) 210–220.
- ALYAMAÇ, K.E.; TUĞRUL, E. A Durable, Eco-Friendly and Aesthetic Concrete Work: Marble Concrete. **11th International Congress on Advances in Civil Engineering (ACE 2014)**, 50, 21-25 October 2014, İstanbul, Turkey.
- ALYAMAÇ, Kürsat Esat; AYDIN, Alp Bugra. Concrete Properties Containing Fine Aggregate Marble Powder. **KSCE Journal of Civil Engineering** (2015) 19 (7):2208-2216.
- ARAÚJO, N. M. C. **Técnicas de gestão de riscos**. In: MATTOS, U; MÁSCULO, F. Higiene e segurança do trabalho. Rio de Janeiro: Elsevier/Abepro, 2011.
- ARUNTAS, H.Y.; GÜRÜ, M.; DAYI, M.; TEKIN, I. Utilization of waste marble dust as an additive in cement production. **Materials and Design** 31 (2010) 4039-4042.
- BARBOSA, J.F.; COSTA, V.S. da; LIMA, M. R. P. **Avaliação da utilização de lama abrasiva gerada no beneficiamento de mármore e granito para a confecção de telhas de concreto**. Revista Eletrônica de Materiais e Processos, Vol. 8, No 1. 2013.
- BARCELOS, D.D.; ATAÍDE, S. G. **Análise do risco ruído em indústria de confecção de roupa**. Rev. CEFAC. 2014 Jan-Fev; 16(1):39-49.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Portaria nº 43, de 11 de março de 2008. Proíbe o processo de corte e acabamento a seco de rochas ornamentais e altera a redação do anexo 12 da Norma Regulamentadora nº 15**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 12 mar. 2008. Seção 1, p. 99.
- BRASIL. Presidência da República do Brasil. **Lei nº 12.305/2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e dá outras providências. Brasília: 2010.
- BRASIL. Presidência da República do Brasil. **Lei nº 6.437, de 20 de agosto de 1977**. Configura infrações à legislação sanitária federal, estabelece as sanções respectivas, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6437.htm>. Acesso em: 15/03/2016. Brasil. Ministério do trabalho e emprego. **Silicose**. 2009 Disponível em <<http://www.fundacentro.gov.br/conteudo.asp?D=SES&C=920&menuAberto=785>>. Acesso em 15 mar. 2016.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 6 - EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL – EPI**. Brasília, 2015. Disponível em <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR6.pdf>> Acesso em: 20 out. 2016.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 9 – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais**. Brasília, 2003. Disponível em < <http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR-09atualizada2014III.pdf>> Acesso em: 20 out. 2016.
- BRAZ, A. M.; GARCIA, P. H. M.; SILVA, R. A. **Geotecnologias aplicadas ao uso e ocupação da terra na parte componente bacia hidrográfica do rio carro queimado – MS– Brasil**. In: IX Fórum Ambiental da Alta Paulista, v. 9, n. 2, 2013, pp. 180-194.
- CEVIK, U.; DAMLA, N.; KOBAYA, A.I.; CELIK, A.; KARA, A. Radiation dose estimation and mass attenuation coefficients of marble used in Turkey. **Annals of Nuclear Energy** 37 (2010) 1705–1711.

CONAMA. **Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Nº 001, de 23 de setembro de 1986.** Define impacto ambiental. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA_RES_CONS_1986_001.pdf>. Acesso em: 30/03/2016.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. **Atlas de Rochas Ornamentais da Amazônia.** Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/media/atlas_rochas_ornamentais_AM.pdf>. Acesso em: 07/04/2016.

D'AGUILA, P. S. et al. **Avaliação da qualidade de água para abastecimento público do Município de Nova Iguaçu.** Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 16(3):791-798, jul-set, 2000.

FINUCCI, M. **Metodologias utilizadas na avaliação do impacto ambiental para a liberação comercial do plantio de transgênicos.** Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-graduação em Saúde Pública, Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. 230f. São Paulo, 2010.

FUNDACENTRO - Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho. **Programa Nacional de Eliminação da Silicose.** PNES. Brasília; 2003.

FUNDACENTRO - Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho. **Marmorarias: Manual de Referência - Recomendações de Segurança e Saúde no Trabalho.** Alcinea Meigikos dos Anjos Santos ... [et al.]. São Paulo: FUNDACENTRO, 2008.

GALETAKIS, M.; ALEVIZOS, G.; LEVENTAKIS, K. Evaluation of fine limestone quarry byproducts, for the production of building elements – an experimental approach. **Construction and Building Materials** 26 (2012) 122–130.

GALETAKIS, M.; SOULTANA, A. A review on the utilisation of quarry and ornamental stone industry fine by-products in the construction sector. **Construction and Building Materials.** 102 (2016) 769–781.

GAZI, A.; SKEVIS, G.; FOUNTIM, M. A. Energy efficiency and environmental assessment of a typical marble quarry and processing plant. **Journal of Cleaner Production** 32 (2012) 10-21.

GENCEL, Osman; KOKSAL, Fuat; OZEL, Cengiz; BROSTOW, Witold. Combined effects of fly ash and waste ferrochromium on properties of concrete. **Construction and Building Materials** 29 (2012) 633–640.

HANIEH, Ahmed Abu; ABDELALL, Sadiq; HASAN, Afif. Sustainable development of stone and marble sector in Palestine. **Journal of Cleaner Production** 84 (2014) 581-588.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Classificação Nacional de Atividades Econômicas – CNAE.** Disponível em: <http://cnae.ibge.gov.br/?option=com_cnae&view=atividades&Itemid=6160&tipo=cnae&chave=23915&versao_classe=7.0.0&versao_subclasse=9.1.0>. Acesso em: 10/01/2017

LLOPE, W.J. Activity concentrations and dose rates from decorative granite countertops. **Journal of Environmental Radioactivity** 102 (2011) 620–629.

LOPES, L; MARTINS, R. Marbles from Portugal. **Naturstein, online publication, naturalstone-online.com,** 2012.

LUSK, S. L. et al. Chronic effects of workplace noise on blood pressure and heart rate. **Archives of Environmental Health**, v. 57, n. 4, p. 273-81, jul.-ago. 2002.

MANAUS. Prefeitura de Manaus. **Decreto n.º 3.910 de 27 de agosto de 1997.** Regulamento a que se refere o artigo 24 da Lei 392 de 27 de junho de 1997, que dispõe sobre normas da promoção, preservação e recuperação da saúde, no âmbito da cidade de Manaus. Disponível em: <<http://www.arsam.am.gov.br/wp/wp-content/uploads/C%C3%B3digo-Sanit%C3%A1rio do Munic%C3%ADpio.pdf>>. Acesso em: 15/03/2016.

MANAUS. Prefeitura de Manaus. **Lei n.º 605, de 24 de julho de 2001.** Dispõe sobre o Código Ambiental do Município de Manaus. Disponível em: <http://semmas.manaus.am.gov.br/wpcontent/uploads/2010/10/lei605_codigo_ambiental1.pdf>. Acesso em: 15/03/2016.

MENDOZA, J.F.; CAPITANO, C.; PERI, G.; JOSA, A.; RIERADEVALL, J.; GABARRELL, X. Environmental management of granite slab production from an industrial ecology standpoint. **Journal of Cleaner Production** (2014) 84, 619-628.

MOHAMED, R.I.; ALGAMDI, S.K.; AL-SHAMANI, N.S. Evaluation of radionuclide concentrations and associated radiological hazard in marble indices and granite used as building materials in Al-Madinah Al-Munawarah. **Journal of Taibah University for Science**, 2015.

MONTANI, Carlo. **XXV Rapporto Marmo e Pietre nel Mondo** 2014. Disponível em: <<http://www.ivolution.com.br/mais/fotos/6/17/3390/Rapporto2014.pdf>>. Acesso em: 10/03/2016.

- MOSAFERI, Mohammad; et al. Review of environmental aspects and waste management of stone cutting and fabrication industries. **Journal of Material Cycles and Waste Management** (2014) 16:721–730.
- MUSTAFA, Sohail et al. Geotechnical study of marble, schist, and granite as dimension stone: a case study from parts of Lesser Himalaya, Neelum Valley Area, Azad Kashmir, Pakistan. **Bulletin of Engineering Geology and the Environment** (2015) 74:1475–1487.
- PATEL, N.; RAVAL, A.; PITRODA, J. Marble waste: opportunities for development of low cost concrete. **Global Research Analysis** (2013) 2, 94-96.
- PIRES, Vera; L., Rosa G.; A., Dionísio A. Implications of exposure to high temperatures for stone cladding requirements of three Portuguese granites regarding the use of dowel–hole anchoring systems. **Construction and Building Materials** 64 (2014) 440–450.
- RICHERI, S. M. M. **Estudo do impacto das mudanças climáticas globais nos mangues tropicais**. Dissertação (mestrado em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos) Escola de Engenharia Mauá, 2006.
- SADEK, Dina M.; EL-ATTAR, Mohamed M.; ALI, Haitham A. Reusing of marble and granite powders in self-compacting concrete for sustainable development. **Journal of Cleaner Production** 121 (2016) 19-32.
- SAVI, R. A. **Estudo de caso: avaliação de níveis de ruídos resultante dos trabalhos de beneficiamento final de mármore**. Monografia de Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Medianeira. 2012.
- SEIFFERT, Mari Elizabete Bernadini. **ISO 14001 Sistemas de Gestão Ambiental: Implantação objetiva e econômica**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2011.
- SHTRAICHMAN, O.; BLANC, P. D.; OLLECH, J. E.; Fridel, L.; FUKS, L.; FIREMAN, E.; KRAMER, M. R. Outbreak of autoimmune disease in silicosis linked to artificial stone. **Occupational Medicine** 65 (2015) 444–450.
- SILVA, A. L. E; MORAES, J. A. R. **Proposta de uma matriz para avaliação de impactos ambientais em uma indústria plástica**. In: XXXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Bento Gonçalves, 2012. Anais ABEPRO, 2012.
- SOUSA, J. G. **Análise ambiental do processo de extração e beneficiamento de rochas ornamentais com vistas a uma produção mais limpa: aplicação em Cachoeiro de Itapemirim – ES**. Trabalho de Conclusão de Curso-Especialização em Análise Ambiental da Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2007. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/analiseambiental/files/2009/11/Jos%C3%A9-Gon%C3%A7alves-de-Souza.pdf>>. Acesso em 20 out. 2016.