**UTILIZAÇÃO DA ESTRATÉGIA DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA PARA MINIMIZAR OS IMPACTOS AMBIENTAIS DECORRENTES DO DESMONTE DE ROCHAS ORNAMENTAIS**

**Julio Cesar de Pontes (1); Valdenildo Pedro da Silva (2); Paulo Henrique Morais do Nascimento (3); Helder de Morais Sousa (4); Mirely Modesto (5); Altamir Justino Victor (6);**

(1) Doutor em Recursos Naturais; Diretoria Acadêmica de Recursos Naturais; Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN); Natal, Rio Grande do Norte; pontesblaster@gmail.com; (2) Pesquisador-professor; Diretoria Acadêmica de Recursos Naturais; Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN); Natal, Rio Grande do Norte; valdenildo.silva@ifrn.edu.br; (3) Aluno; Diretoria Acadêmica de Recursos Naturais; Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN); Natal, Rio Grande do Norte; p.h\_morais@yahoo.com.br; (4) Aluno; Diretoria Acadêmica de Recursos Naturais; Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN); Natal, Rio Grande do Norte; helderpesquisador@gmail.com; **(5)** Aluna; Diretoria Acadêmica de Recursos Naturais; Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN); Natal, Rio Grande do Norte; mirelymodesto2014.1@outlook.com; **(6)** Aluno; Diretoria Acadêmica de Recursos Naturais; Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN); Natal, Rio Grande do Norte; altamirjvictor@hotmail.com;.

**RESUMO** – A atividade de mineração no Brasil, no curso dos últimos anos, tem apresentado um progresso expressivo, constituindo-se num dos setores responsáveis por gerar riquezas ao país. Entretanto, como toda a atividade humana tem resultado em difusão de impactos ambientais, e o tipo da mineração desse estudo não está isenta dessa realidade. Portanto, é vital que se tenha um estudo detalhado dos impactos gerados por essa atividade, principalmente quando envolve a população do entorno das operações de desmonte de rocha. Assim sendo, o objetivo desse artigo é o de analisar a utilização de estratégias de produção mais limpa como ações de mitigação dos impactos ambientais decorrentes do desmonte de rochas ornamentais. Para alcançar esse objetivo, o estudo seguiu alguns passos metodológicos, como: levantamento de literaturas, realização de leituras, elaboração de fichamentos e de textos iniciais. A partir da adoção de estratégias de Produção mais Limpa, obteve-se como resultados a diminuição de impactos como, ultralaçamento, ruídos, poeiras e gases tóxicos, vibrações e custos de produção. Conclui-se que a aplicação da Produção mais Limpa é de fundamental importância para minimizar os impactos ambientais e também sensibilizar a sociedade para melhor aproveitar os recursos naturais existentes.

**Palavras-chave:** Desmonte de rochas. Produção mais limpa. Impactos ambientais.

**Introdução**

 A atividade da mineração necessária para o desenvolvimento industrial do país, em seus mais diversos setores produtivos, sempre foi um dos sustentáculos dos poderes econômico e político. Atualmente é responsável por uma parcela considerável na formação do produto interno bruto brasileiro.

O Brasil está entre os cinco maiores produtores de rochas ornamentais no mundo, empregando diretamente 100 mil pessoas, sendo seus produtos utilizados principalmente na construção civil.

Comercialmente, as rochas ornamentais são definidas essencialmente à luz de duas principais categorias, que são os “granitos” e os “mármores”, distinguidas com base na sua composição mineralógica. Os granitos abrangeriam as rochas silicatadas, ou seja, formadas por minerais estruturalmente constituídos por tetraedros de SiO4, ao passo que os mármores incluiriam as rochas de composição carbonáticas. Estas duas categorias de rochas respondem largamente pelas variedades de rochas ornamentais e de revestimento comercializadas, representando cerca de 80% da produção mundial. (VIDAL, 2002)

No Brasil, dados da ABIROCHAS/CETEM (2002) indicam que os “granitos” correspondem a 57% da produção nacional de rochas ornamentais, enquanto apenas 19% são relativos aos “mármores”.

Os impactos decorrentes do desmonte de rocha na pedreira, associados a uma demanda estimulada pela especulação imobiliária e competição pelo uso e ocupação do solo, geram diversos conflitos socioambientais, cujas complexidades se devem à falta de metodologias de intervenção, que reconheçam a pluralidade dos interesses envolvidos. Os conflitos gerados por essa atividade mineral, inclusive em várias regiões metropolitanas no Brasil, devido à expansão desordenada e sem controle dos loteamentos nas áreas limítrofes, exigem uma constante evolução na condução dessa atividade para evitar situações de impasse. (SÁNCHEZ, 1989)

Portanto, incorporar a preocupação ambiental, o bem-estar social com a saúde do trabalhador a partir do momento que se pretende reduzir custos e acrescentar índices de produtividade, com uma melhor imagem perante a sociedade, requer a agregação da aplicação de técnicas de Produção mais Limpa. Essas contribuem para uma melhor gestão dos recursos naturais Diante do exposto, a aplicação desta ferramenta é de fundamental importância para minimizar os impactos ambientais e sensibilizar a sociedade para melhor aproveitar os recursos naturais existentes.

Segundo o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (PNUDI apud SÀNCHEZ, 2001), incluir a Produção mais Limpa requer mudanças de atitudes, gestão ambiental responsável e promoção da inovação tecnológica. Essa estratégia de melhoria do desempenho ambiental pode contribuir com a prevenção integrada aos processos, produtos e serviços para aumentar a ecoeficiência e evitar ou reduzir os danos ao homem e ao ambiente. Por isso, o objetivo do presente estudo é analisar a utilização de estratégias de produção mais limpa como ações de mitigação dos impactos ambientais decorrentes do desmonte de rochas ornamentais.

**Material e Métodos**

O estudo resultou a partir de alguns passos metodológicos, como: levantamento de literaturas, leituras, fichamento e elaboração de textos iniciais sobre o tema, objetivando analisar a utilização de estratégias de produção mais limpa como ações de mitigação dos impactos ambientais decorrentes do desmonte de rochas ornamentais.

**Resultados e Discussão**

A partir da metodologia utilizada foram identificados os problemas ambientais mais usuais do desmonte de rochas ornamentais, dando ênfase na aplicação da ferramenta de gestão ambiental Produção mais Limpa, mas também apontando vias para sua redução, incluindo novas soluções técnicas para tais problemas, buscando melhor equilíbrio entre os requisitos de proteção ambiental, as pressões da opinião pública e as atividades de pedreiras. A partir dos suportes teóricos e dos procedimentos metodológicos adotados, os resultados do estudo em pauta estão apresentados a seguir.

**Ultralançamento**

A Associação Brasileira de Normas Técnicas, em sua norma NBR 9.653, define ultralançamento como o arremesso de fragmentos de rocha decorrente do desmonte com uso de explosivos, além da área de operação (ABNT, 2005).

O ultralançamento é um dos efeitos maléficos resultante do desmonte e apresenta o principal risco de acidente envolvendo os trabalhadores e a população do entorno.

Na tentativa de minimizar esse impacto ambiental propomos técnicas de mitigação como, evitar afastamento insuficiente ou excessivo, evitar desvio no furo, utilizar retardos entre linhas ou entre furos, adequar o plano de fogo às rochas com anomalias geológicas, usar tampão adequado e certificar-se que o talude remanescente estar preservado.

**Ruído e Sobrepressão Atmosférica**

A poluição sonora provocada pelas atividades de desmonte com explosivos está relacionada aos ruídos das detonações, do trânsito de caminhões e máquinas. O que mais incomoda a população do entorno é o procedimento da detonação secundária dos blocos, e este incomodo sendo realizado de forma continuada provoca danos à saúde e ao bem estar da população exposta.

Definindo sobrepressão atmosférica como toda propagação de uma onda elástica pelo ar, Eston (1998) considera ruído como a sobrepressão situada na faixa de frequências entre 20 Hz e 20.000 Hz que é considerada desagradável segundo algum critério humano. As sobrepressões com frequências inferiores a 20 Hz denominam-se infra-sons e aquelas com frequências superiores a 20.000 Hz, ultra-sons.

Sanchez (1995) e Eston (1998) consideram, entretanto, que as principais fontes de sobrepressão – uma vez que definem ruído como uma sobrepressão em faixa de frequência audível – em um desmonte de rochas com explosivos estão relacionadas a liberação de gases através de fraturas e da parte superior da coluna de explosivos, como: ejeção do tampão, a detonação de explosivos não confinados, o deslocamento da fração do maciço rochoso sujeita ao desmonte e a refração das ondas sísmicas através da atmosfera.

O limite de pressão acústica admitido pela ABNT é de 134 dBL pico no ambiente externo à área de operação da mina, assim entendida como aquela sujeita a concessão, licenciamento ou área de propriedade da empresa.

Para minimização desse impacto ambiental deve-se utilizar o sistema de iniciação silencioso (Sistema Nonel), evitar a utilização de cordel detonante e otimizar o plano de fogo.

**Poeiras e gases tóxicos**

Para Rodrigues (1993) e Ribeiro (1995) o lançamento de material particulado fino (poeira) para a atmosfera decorre das atividades de desmonte, carregamento e transporte. Além de causar desconforto ambiental, a poeira é também nociva à saúde humana, provocando diversas doenças no sistema respiratório, das quais as mais graves são as pneumoconioses. As pessoas mais afetadas são aquelas que trabalham diretamente junto aos focos emissores de poeira (constituindo uma questão de saúde ocupacional), mas em graus variáveis afeta também os moradores das áreas circunvizinhas às minerações.

Com a finalidade de minimizar esses impactos ambientais devem ser empregadas as seguintes medidas: evitar sobrecargas nos furos, molhar o material desmontado, evitar uso de explosivo exsudado, não retirar os invólucros dos cartuchos, não adicionar quaisquer substâncias combustíveis, utilizar equipamentos de perfuração dotados de coletores de pó ou a realização de perfuração a úmido, fazer uso de cortina vegetal e realizar as detonações em condições atmosféricas que facilitem a dispersão da poeira minimizando seus efeitos maléficos sobre a população.

**Vibrações Propagadas pelo Terreno**

O desmonte de rocha com explosivos produz ondas sísmicas que refletem, causando o fraturamento do maciço rochoso, essas ondas procuram preferencialmente as zonas de menor resistência, ou seja, a superfície, causando vibrações. As ondas se atenuam em decorrência do atrito interno, que se transforma em calor. Esse é um dos cuidados que deve ser priorizado, como também, ter conhecimentos do comportamento das propriedades da rocha a ser trabalhada, pois os resultados das detonações são mais influenciados pelas propriedades do maciço rochoso do que pelas propriedades dos explosivos.

A parte da energia explosiva que é utilizada no mecanismo de fragmentação, como também, não é usada em trabalho útil, provoca perturbações que se manifestam pela movimentação de suas partículas constituintes em torno de sua posição de equilíbrio, que será tão acentuada quanto maior for à intensidade da perturbação, dentro dos limites elásticos do meio. Essa movimentação de partículas é transmitida àquelas situadas em seu entorno, e assim sucessivamente, causando a propagação da onda através do maciço. Manifestam-se inicialmente como ondas compressivas, às quais se seguem ondas cisalhantes e sua interação em interfaces com o ar geram ondas de superfície.

Langefors e Kihlström (1978) sustentam que também deveriam ser feitas considerações sobre como tais vibrações são entendidas, já que parte considerável desta animosidade decorre de um falso conceito de risco de danos por parte de leigos, os quais consideram, ainda, que o empreendimento não disponibiliza informações quando ocorre algo desagradável. As principais fontes geradoras de vibração ocorrem geralmente devido ao emprego errôneo da utilização da energia explosiva como: carga máxima de explosivo por espera ocasionando movimento oscilatório do maciço rochoso acima dos limites exigidos pelas normas da ABNT, e consequentemente as ondas de choque geradas pela detonação serão bem maiores.

E para minimizar ou diminuir a vibração deve ser adotado os seguintes procedimentos: reduzir o diâmetro de furação, adotar retardos dentro dos furos, limitar a carga máxima por espera, utilizar retardos de no mínimo 20 ms, reduzindo a quantidade de explosivo que detona simultaneamente.

**Aspectos e impactos ambientais**

Os maiores danos ambientais ocorrem na lavra a céu aberto de rochas ornamentais, onde se tem um maior aproveitamento do corpo mineral, gerando maior quantidade de estéril, poeira em suspensão, vibrações e riscos de poluição das águas, caso não sejam adotadas técnicas de controle da poluição.

A lavra de rochas ornamentais, frequentemente, apresenta um alto potencial impactante devido a degradação visual da paisagem, ao abandono das lavras, a poeira, o ruído e a vibração. No entanto, poucos minerais desta classe são tóxicos e o uso de reagentes químicos é limitado.

O desmonte dos blocos através de explosivos resulta em ruídos prejudiciais à tranquilidade pública. Ultralançamentos de fragmentos ocorrem devido ao plano de fogo utilizado, é um tipo de impacto com ocorrência no local.

Isso requer maior controle da detonação, de acordo com a distância e o tipo de material. A disposição final de rejeitos não constitui o problema mais sério, se destinados aos trabalhos de recuperação das áreas. Entretanto, quando esses depósitos ficam muito volumosos, tornam-se instáveis e sujeitos a escorregamentos localizados.

**Produção mais limpa**

A Produção mais Limpa tem suas origens nas propostas correlatas estimuladas pela Conferência de Estocolmo de 1972, como o conceito de tecnologia limpa (clean technology), um conceito de tecnologia que deveria alcançar três propósitos distintos, porém complementares: lançar menos poluição ao meio ambiente, gerar menos resíduos e consumir menos recursos naturais, principalmente os não renováveis (BARBIERI, 2004).

De acordo com UNIDO (2006), a Produção mais Limpa consiste em uma estratégia preventiva e integrativa, que é aplicada a todo ciclo de produção para fazer: a) aumentar a produtividade, assegurando um uso mais eficiente da matéria-prima, energia e água; b) promover melhor performance ambiental, através da redução de fontes de desperdícios e emissão; c) reduzir impacto ambiental por todo ciclo de vida de produto através de um desenho ambiental com baixo custo efetivo.

Segundo SEBRAE (2011), Produção mais Limpa é a aplicação de uma estratégia técnica, econômica e ambiental integrada aos processos e produtos, a fim de aumentar a eficiência no uso de matérias-primas, água e energia, através da não geração, minimização ou reciclagem dos resíduos e emissões geradas, com benefícios ambientais de saúde ocupacional.

Já de acordo com CEBDS (2004), entende-se como Produção mais Limpa, a aplicação contínua de uma estratégia ambiental preventiva e integrada a processos, produtos e serviços para aumentar a eficiência global e reduzir riscos aos seres humanos e ao ambiente natural.

De forma geral, vale destacar alguns elementos chaves formadores do conceito de Produção mais Limpa, sendo eles: estratégia, prevenção, integração e redução de risco. Desta forma, pode-se considerá-la como uma Ferramenta de Gestão Ambiental aplicada a partir de uma estratégia preventiva e integrativa, tanto para serviços quanto para processos e produtos, de forma a se reduzir os riscos ambientais e possibilitar maior segurança ao trabalhador.

A preocupação de ter um marco teórico da Produção mais Limpa, parte de um entendimento errôneo em pensar que trata-se de uma fase posterior à implementação de um sistema de gestão ambiental. Vale salientar que essa ferramenta tem se mostrado como uma forma efetiva de controle da poluição e de redução de impactos ambientais (PIMENTA, 2008).

Contemporaneamente, torna-se importante avaliar os benefícios da Produção mais Limpa para a saúde dos trabalhadores. Neste sentido, ressalva-se que a qualidade no processo produtivo (Qualidade Total) deve está correlacionada com a qualidade nas condições de trabalho.

Segundo Husband et al. (1999), custos e outros impactos não explicam totalmente porque as pequenas e médias empresas não têm adotado os métodos de qualidade num nível significativo. A falta de entendimento e a baixa interpretação desses métodos por parte dos proprietários, gerentes e operadores das pequenas e médias empresas podem justificar o pouco uso desses métodos. A Produção mais Limpa pode ser facilmente comparada a um desses métodos de qualidade e dessa forma, encontra na falta de conhecimento das empresas, a respeito dos benefícios trazidos pelo uso dessa metodologia, uma barreira para sua implementação.

Baseando-se nas ideias de Fernandes (2001), a Produção mais Limpa pressupõe quatro atitudes básicas. A primeira, e a mais importante, é a busca pela não geração de resíduos, através da racionalização das técnicas de produção; a segunda atitude proposta é a minimização da geração dos resíduos; a terceira atitude é o reaproveitamento dos resíduos no próprio processo de produção, enquanto a quarta alternativa é a reciclagem, com o aproveitamento das sobras ou do próprio produto para a geração de novos materiais (HENRIQUES e QUELHAS, 2007).

Adaptando esse conceito para o desmonte de rocha impõe-se a questão ambiental através da redução na eliminação ou minimização dos riscos ao trabalhador, tornando-se possível a adequação aos requisitos do desenvolvimento sustentável, dentro de uma condição essencialmente relacionada à “ecoeficiência”. Logo, qualquer que seja o modelo utilizado terá que provê métodos de análise dos impactos socioambientais e propor soluções econômicas e técnicas que visem melhoria na produção da empresa e principalmente prevenir e melhorar a saúde dos trabalhadores.

A Ferramenta de Gestão Ambiental Produção mais Limpa, aplicada a partir de uma estratégia preventiva na atividade do desmonte de rocha, verificando-se as etapas de decapeamento do terreno, desmonte, carregamento e transporte, visa minimizar os impactos ambientais e o risco aos trabalhadores através da identificação dos elementos das atividades que interagem com o meio ambiente, ou seja, os aspectos ambientais.

**Conclusões**

A avaliação dos impactos ambientais acarretados pelo desmonte de rocha, utilizando substâncias explosivas, constitui-se numa atividade técnico-científica essencial para a instalação do empreendimento mineiro, para monitoramento dos seus efeitos ambientais, fornecendo instrumentos para uma correta gestão ambiental por parte da empresa, da administração pública e da comunidade envolvida.

Os problemas ambientais e o encaminhamento para soluções geralmente não são suficientes para permitir uma convivência harmônica entre as minerações e as populações do entorno, porém, fornece subsídio sobre o qual será efetuada a avaliação dos benefícios econômicos e sociais.

Diante do exposto, a aplicação da Produção mais Limpa é de fundamental importância para minimizar os impactos ambientais e sensibilizar a sociedade para melhor aproveitar os recursos naturais existentes, pois reduz custos operacionais, além de buscar soluções economicamente viáveis para a redução da geração dos resíduos, ou até mesmo a não geração de “sobras” nas etapas ao longo do processo (HENRIQUES e QUELHAS, 2007).

É necessário o uso de tecnologias adequadas, para que se conheça a relação existente entre o projeto e a execução do plano de fogo, levando-se em consideração a relação causas com os efeitos, procurando sempre controlar os danos ao meio ambiente.

A aplicação contínua da Produção mais Limpa tende a reduzir os efeitos maléficos da atividade do desmonte de rochas ornamentais, tornando o uso dos recursos naturais mais eficiente, minimizando a poluição ambiental e os riscos para a saúde humana.

Portanto, com a realização deste trabalho foram propostas técnicas que atenuam os impactos negativos advindos de ultralançamento, ruídos, vibrações, poeiras e gases tóxicos, através da aplicação do modelo de gestão ambiental Produção mais Limpa. Contribuindo de forma significativa para desenvolvimento das atividades de lavra do granito ornamental.

**Referências Bibliográficas**

ABIROCHAS/CETEM. 2002. Catálogo de rochas ornamentais do Brasil. Rio de Janeiro. CD-ROM. Windows 95.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9.653. Guia para avaliação dos efeitos provocados pelo uso de explosivos nas minerações em áreas urbanas. São Paulo, 11 p., 2005

BARBIERI. C. Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos. São Paulo, Ed. Saraiva, 2004.

CEBDS – Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável. Guia da Produção Mais Limpa: Faça você Mesmo. Disponível em: <www.pmaisl.com.br>. Acesso em: janeiro/2004.

DALLORA NETO, C. Análise das vibrações resultantes do desmonte de rocha em mineração de calcário e agilito posicionada junto á área urbana de Limeira (SP) e sua aplicação para minimização de impactos ambientais. 2004. 82 f. Dissertação (Mestrado em Geociência e Ciências Exatas) – Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, 2004.

ESTON, S. M. Uma análise de nível de vibração associados a detonações. 1998. 125 f. Tese (Doutorado em livre docência) – Universidade de São Paulo. São Paulo, 1998.

FERNANDES, J. V. G et al. Introduzindo práticas de produção mais limpa em sistemas de gestão ambiental certificáveis: uma proposta prática. Revista Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 06, n. 03, jul/dez. Rio de Janeiro, 2001.

HENRIQUES, L. P.; QUELHAS, O. L. G. Produção mais limpa: um exemplo para sustentabilidade nas organizações. 2007. Disponível em: <http://www1.sp.senac.br/hotsites/sigas/docs/20071016\_CAS\_ProducaoMaisLimpa.pdf>. Acesso em 23 abril 2011.

HUSBAND, S. MANDAL P. A conceptual model for quality integrated management in small and medium size enterprises. The International Journal of Quality & Reliability Management, vol. 16, no 7, p. 699-713, 1999.

LANGEFORS, U. & KIHLSTRÖM, B. Rock blasting. Almqvist & Wiksel Förlag AB Stockholm, 438 p., 1978.

PIMENTA, Handson Cláudio Dias. A produção mais limpa como ferramenta em busca da sustentabilidade empresarial: um estudo de múltiplos casos em empresas do estado do Rio Grande do Norte. 174 f. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.

RIBEIRO, J.T.M. Curso básico sobre medição, prevenção e controle da poluição na mineração (poeira e ruído). São Paulo: DNPM/CECOPOMIN, 28 p., 1995.

RODRIGUES, G.L. Efeitos ambientais na produção de brita em áreas urbanas (poluição atmosférica e vibração). São Paulo, 1993. 78 p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

SÁNCHEZ. L. E. Sistemas de gestão ambiental. Apostila didática de aulas. Curso ministrado na Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. Pós-Graduação, ano letivo 2001.

SÁNCHEZ, L.E. Os estudos de impacto ambiental como instrumentos de planejamento em pedreiras. SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE MINERAÇÃO EM ÁREAS URBANAS, Anais..., São Paulo, DNPM/Pró-Minério. p.31-35. 1989.

SÁNCHEZ, L.E. Ruído y sobrepresion atmosférica. In: REPETTO, F.L. & KAREZ, C.S (Eds), Aspectos geológicos de proteccion ambiental. Montevideo: PNUMA/UNESCO e Instituto de Geociência/UNICAMP, V.1, p.189-196, 1995.

SEBRAE. A Produção mais Limpa na Micro e Pequena Empresa. Disponível em: <www.pmaisl.com.br>. Acesso em: abril/2011.

SILVA, V.C.; ANTONINI, A.; KOPPE, J.; FLOYD, J.; CERELLO, L.; CROSBY, W.; HOGAN, T. Problemas gerados pelas detonações. Rio Claro: Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, 165 p., 2000. (Apostila).

UNIDO. Manual on the development of cleaner productions policies – approaches and

instruments. Disponível em <www.unido.org>. Acesso em: outubro/2006.

VIDAL, F.W.H. 2002. Avaliação de granitos ornamentais do nordeste através de suas características tecnológicas. In: III Simpósio sobre Rochas Ornamentais do Nordeste, Anais, Recife, PE.