



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS



JULIO CESAR DE PONTES

**IMPACTOS DE VIZINHANÇA PROPORCIONADOS PELO DESMONTE DE
ROCHA COM USO DE EXPLOSIVOS: ESTUDO DE CASO NA “MINERAÇÃO
DANTAS GURGEL & CIA LTDA”, CAICÓ-RN**

CAMPINA GRANDE
2013

JULIO CESAR DE PONTES

**IMPACTOS DE VIZINHANÇA PROPORCIONADOS PELO DESMONTE DE
ROCHA COM USO DE EXPLOSIVOS: ESTUDO DE CASO NA “MINERAÇÃO
DANTAS GURGEL & CIA LTDA”, CAICÓ-RN**

Tese submetida à Coordenação do Curso
Doutorado Temático em Recursos Naturais da
Universidade Federal de Campina Grande/PB,
em cumprimento às exigências para obtenção
do grau de Doutor em Recursos Naturais.

Área de Concentração: Processos Ambientais

Linha de Pesquisa: Saúde e Meio Ambiente

Orientadora:

Prof.^a Dra. Vera Lúcia Antunes de Lima

Campina Grande
2013

P814i Pontes, Julio Cesar de.

Impactos de vizinhança proporcionados pelo desmonte de rocha com uso de explosivos: estudo de caso na "Mineração Dantas Gurgel & Cia LTDA", Caicó - RN. / Julio Cesar de Pontes. - Campina Grande - PB: [s.n], 2013.

85 f.

Orientadora: Professora Dr^a. Vera Lúcia Antunes de Lima.

Tese de Doutorado (Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais) - Universidade Federal de Campina Grande; Centro de Tecnologia e Recursos Naturais.

1. Mineração. 2. Desmonte de rochas. 3. Uso de explosivos - mineração. 4. Impactos de vizinhança - explosivos de mineração. 5. Problemas socioambientais - mineração. 6. Pedreira urbana. 7. Estudo I. Lima, Vera Lúcia Antunes de. II. Título.

CDU:622.235(043.3)

Elaboração da Ficha Catalográfica:

Johnny Rodrigues Barbosa
Bibliotecário-Documentalista
CRB-15/626

JULIO CESAR DE PONTES

IMPACTOS DE VIZINHANÇA PROPORCIONADOS PELO DESMONTE DE
ROCHA COM USO DE EXPLOSIVOS: ESTUDO DE CASO NA "MINERAÇÃO
DANTAS GURGEL & CIA LTDA", CAICÓ-RN

APROVADA EM: 01/03/2013

BANCA EXAMINADORA



Dra. VERA LÚCIA ANTUNES DE LIMA
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG



Dr. JOÃO MIGUEL DE MORAES NETO
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG



Dr. JOSÉ DANTAS NETO
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG



Dra. VANDA MARIA DE LIRA
Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN



Dr. JOSÉ LINS ROLIM FILHO
Universidade Federal de Pernambuco – UFPE

Dedico esta tese a meus pais, Luiz Gonzaga de Pontes e Maria Neuza de Pontes (*in memoriam*). A minha esposa Alana Abrantes Nogueira de Pontes e a meus filhos Alcindo Abrantes da Silva Neto e Arthur Cesar Abrantes de Pontes.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida, pela família, pelos amigos, por tudo. A Deus, toda honra e glória.

Às Prof^{as} Dras. Vera Lúcia Antunes de Lima e Maria Sallydelândia Sobral de Farias, pela qualificada orientação, amizade, confiança e empenho acadêmico, o meu reconhecimento e imensa gratidão.

Aos Coordenadores do DINTER em Recursos Naturais da UFCG/IFRN, Dr. Gesinaldo Ataíde Candido e Dr. Valdenildo Pedro da Silva, pelos conhecimentos transmitidos, pela experiência repartida e pelas indagações sempre pertinentes que me ajudaram a ter uma visão mais alargada e precisa do contexto desta pesquisa e pela zelosa condução acadêmica-científica e administrativa do DINTER.

À Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) e ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN) que, juntos, possibilitaram a realização do Doutorado Interinstitucional (DINTER).

Aos colegas Adriana Silva, Agripina Rebouças, Cristina Cavalcanti, Erika Pegado, Gerda Camelo, Leci Reis, Luiz Melo, Marcos Oliveira, Mario Tavares, Milton Vale, Nelson Vasconcelos, Roberto Monteiro, Vanda Saraiva e José Grilo, pela prazerosa convivência e companheirismo, durante o curso.

À empresa DINACON, na pessoa do seu Diretor Comercial Sandro Gomide e do Assistente Técnico Ezequiel Sabino, responsáveis pela disponibilidade de todo material necessário para realização dos testes práticos sem os quais não seria possível a realização desta tese.

À Mineração Dantas e Gurgel & Cia Ltda, nas pessoas dos Diretores Allyson Gurgel Dantas, Márcio Dantas Teixeira e Silvan Batista Teixeira, que gentilmente cederam a referida empresa para realização deste estudo, como também a todos que fazem parte da equipe da atividade de desmonte de rocha através do Blaster Renato Medeiros de Lucena.

Ao professor José Dantas Neto, extensivo aos demais professores do DINTER, que contribuíram para minha vida acadêmica, proporcionando-me inúmeros conhecimentos.

Aos amigos e toda a minha família, em especial a meu primo irmão Eduardo Bastos de Pontes, por compreenderem as ausências e pelo estímulo em prol da conclusão deste estudo, destaque para minha esposa Alana Abrantes Nogueira de Pontes, nas ações e palavras de estímulo para a conclusão desta tese.

RESUMO

A atividade de desmonte de rocha é um dos principais elos da cadeia produtiva da atividade de extração mineral, com influência direta nas etapas de carregamento, transporte, beneficiamento e, principalmente, no controle ambiental. O objetivo geral deste estudo foi o de avaliar os impactos gerados à população circunvizinha à mineração, proporcionados por desmontes de rocha com o uso de explosivo, realizados na pedreira urbana Mineração Dantas Gurgel & Cia Ltda – Caicó-RN, dando ênfase à aplicação de tecnologias para minimizar os impactos à população e ao meio ambiente. Para a realização desta tese tomou-se, como referência, o Estudo de Impacto de Vizinhança, cuja principal meta é reduzir os efeitos adversos proporcionados pelo desenvolvimento de uma atividade econômica, ao proporcionar certa minimização de danos à qualidade de vida da população residente no entorno do empreendimento. Foram realizadas leituras e fichamentos de referenciais de suporte ao estudo, pesquisas exploratórias, levantamento de dados quali-quantitativos e experimentos, através de ensaios sismográficos, por meio de fogos iniciados com o uso da espoleta eletrônica como um sistema de controle sobre todo o processo de desmonte. Esta técnica demonstrou inúmeros benefícios, a saber: redução do nível de vibração e ruído, operação mais segura, ótima adequação do sistema de temporização da sequência de saída dos furos e melhores resultados nos desmontes, ou seja, preservação do talude remanescente, lançamento excelente do material desmontado, fragmentação satisfatória do maciço rochoso e preservação da praça de lavra. Em suma, o estudo constatou que o uso de espoleta eletrônica além de mitigar os impactos à vizinhança, promove melhorias nas condições de segurança do entorno das pedreiras; logo, a atividade de desmonte de rocha que é realizada mediante o uso de explosivo em área urbana poderá evoluir consideravelmente em busca de uma adequação melhor do plano de fogo ao suplantando as tecnologias atualmente aplicadas. Em decorrência disto, melhores resultados serão perceptíveis quanto aos aspectos socioambientais, posto que se otimizarão as expectativas em relação à saúde e à sustentabilidade.

Palavras-chave: Desmonte de rochas. Impactos de vizinhança. Tecnologia. Problemas socioambientais.

ABSTRACT

The activity of rock blasting is one of the main links in the production chain from mining activity, with direct influence on the steps of loading, transporting, processing and especially in environmental control. The objective of this study was to evaluate the impacts to surrounding population to mining area, provided by rock blasting using explosives, carried in urban quarry by Gurgel Dantas Mining & Cia Ltda - Caicó-RN, emphasizing the application of technologies to minimize impacts to the population and the environment. For the realization of this thesis was taken, as a reference, the Neighborhood Impact Study, whose main goal is to reduce the adverse effects provided by the development of economic activity, by providing certain minimizing damage to the quality of life of the population living in the vicinity the enterprise. Readings were performed, as well as data compiling to support the study, exploratory research, data collection and experiments qualitative / quantitative through seismographic testing, through fires started using the electronic fuse as a system of control over the entire process of blasting. This technique has demonstrated numerous benefits, namely reducing the level of vibration and noise, safer operation, optimum adaptation of the system timing output sequence of the holes and better results in blasting, resulting in preservation of the remaining slope, release excellent fragmented material, satisfactory fragmentation of the rock mass and conservation of quarry floor. In summary, the study found that the use of electronic fuse mitigates impacts to the neighborhood, and promotes improvements in security conditions surrounding the quarries, therefore, the activity of rock blasting that is performed through the use of explosive in urban areas may evolve considerably through the search of better plans of fire to supplant the technologies currently applied. As a result, best results will be noticeable concerning the social-environmental aspects, because that will optimize expectations regarding health and sustainability.

Keywords: Rock blasting. Neighborhood impacts. Technology. Social-environmental problems.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AIA	Avaliação de Impactos Ambientais
CC	Código Civil
BR	Rodovia Federal
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CPRM	Companhia de Prospecção de Recursos Minerais
DINACON	Dinamites Compasul
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
EIV	Estudo de Impacto de Vizinhança
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
OEMA	Órgão Estadual do Meio Ambiente
PB	Paraíba
PCA	Plano de Controle Ambiental
PNCD	Plano Nacional de Combate a Desertificação
PNMA	Plano Nacional do Meio Ambiente
RCA	Relatório de Controle Ambiental
RIMA	Relatório de Impactos Ambientais
RN	Rio Grande do Norte
SMA	Secretaria do Meio Ambiente
SUNC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza
SUDENE	Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste

LISTA DE SÍMBOLOS

dB	Decibel
Hz	Hertz
km	Kilômetros
mm	Mililitros
ms	Milissegundos
h	hora
m	Metro
km ²	Kilômetros quadrados
mm/s	Milímetros por segundos

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de localização da Mineração Dantas Gurgel & Cia Ltda	34
Figura 2 – Mapa geológico do município de Caicó	36
Figura 3 – Recorte espacial dos bairros estudados no entorno da pedreira	43
Figura 4 – Zoneamento da infraestrutura e áreas de produção da pedreira	44
Figura 5 – Fluxograma do método de lavra e beneficiamento.....	45
Figura 6 – Planta de britagem	46
Figura 7 – Pilhas do material beneficiado.....	47
Figura 8 – Vulnerabilidade social dos bairros no entorno da pedreira	50
Figura 9 – Vulnerabilidade econômica dos bairros no entorno da pedreira	50
Figura 10 – Vulnerabilidade ambiental dos bairros vizinhos a pedreira.....	52
Figura 11 – Bairros no entorno da pedreira	53
Figura 12 – Deterioração paisagística: retirada da vegetação e do solo	54
Figura 13 – Geração de poeiras e gases após detonação.....	55
Figura 14 – Movimentos de máquinas na pedreira	55
Figura 15 – Etapas do desmonte de rocha com uso de explosivo	66
Figura 16 – Desmonte de rocha iniciado por linha silenciosa: talude irregular (A) e blocos fora de especificação (B)	67
Figura 17 – Resultado sismográfico iniciado por linha silenciosa	68
Figura 18 – Ultralancamento de fragmentos de rochas	69
Figura 19 – Desmonte de rocha iniciado por linha eletrônica: preservação do talude remanescente (A) fragmentação eficiente (B)	70
Figura 20 – Resultado sismográfico iniciado por linha eletrônica.....	71

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Matriz de interação das atividades, aspectos e impactos ambientais proporcionados pelo desmonte de rocha a explosivo	58
Quadro 2 – Impactos do desmonte de rocha a explosivo no meio físico, biótico e antrópico	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Avaliação de vulnerabilidade: fatores e variáveis	39
Tabela 2 – Classes de Vulnerabilidade.....	40
Tabela 3 – Parâmetros de vibração e ruído determinados pela legislação	41
Tabela 4 – Unidades críticas das vulnerabilidade dos bairros: Vila ativa, Samanaú e Nova Caicó.....	49
Tabela 5 – Incômodos provenientes da atividade da pedreira.....	51
Tabela 6 – Resultado da sismografia da linha silenciosa e da eletrônica.....	72
Tabela 7 – Resultado da sobrepressão acústica (ruídos) da linha silenciosa e da eletrônica ...	72

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 OBJETIVOS	17
2.1 OBJETIVO GERAL	17
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
3.1 ESTUDO DE IMPACTO DE VIZINHANÇA	18
3.2 ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL	23
3.3 IMPACTOS DA ATIVIDADE DE MINERAÇÃO	26
3.4 VULNERABILIDADES SOCIOECONÔMICA E AMBIENTAL DA POPULAÇÃO DO ENTORNO	28
3.5 DESMONTE DO MACIÇO ROCHOSO	29
3.6 LEGISLAÇÃO PERTINENTE À MINERAÇÃO	32
4 MATERIAIS E MÉTODOS	34
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	34
4.2 ASPECTOS FISIAGRÁFICOS.....	35
4.2.1 Clima e Hidrografia	35
4.2.2 Geologia	35
4.2.3 Relevo	37
4.2.4 Solos	37
4.2.5 Vegetação	38
4.3 METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DO IMPACTO DE VIZINHANÇA	38
4.3.1 Caracterização do empreendimento e zoneamento legal da área urbana	38
4.3.2 Avaliação das vulnerabilidades socioeconômica e ambiental	38
4.3.3 Elaboração da matriz de impacto socioambiental decorrente da atividade de desmonte de rocha com o uso de explosivo e os aspectos físicos, bióticos e antrópicos	40
4.4 COMPARAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENTRE O USO DAS TECNOLOGIAS: LINHA SILENCIOSA E ELETRÔNICA PARA REDUÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS	41
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
5.1 CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO E AS TÉCNICAS UTILIZADAS NO DESMONTE DE ROCHA	43

5.2 VULNERABILIDADE SOCIOECONÔMICA E AMBIENTAL DA POPULAÇÃO DO ENTORNO DA MINERAÇÃO.....	47
5.2.1 Vulnerabilidade socioeconômica	49
5.2.2 Vulnerabilidade ambiental	51
5.3 IMPACTOS DE VIZINHANÇA PROVENIENTES DA INTERAÇÃO ENTRE A EXPLORAÇÃO MINERAL LOCAL E OS ASPECTOS SOCIOAMBIENTAIS.....	52
5.3.1 Alteração Paisagística: degradação do solo, da fauna da flora	53
5.3.2 Geração e emissão de poluentes	54
5.3.3 Geração de ruído e vibração	56
5.4 AVALIAÇÃO DA MATRIZ DE INTERAÇÃO DAS ATIVIDADES, ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS, PROPORCIONADOS PELO DESMONTE DE ROCHA COM USO DE EXPLOSIVO NOS MEIOS FÍSICOS, BIÓTICOS E ANTRÓPICOS.....	57
5.5 COMPARAÇÃO DAS TECNOLOGIAS DE DESMONTE DE ROCHA.....	65
5.5.1 Desmorte de rocha com uso de explosivo iniciado por linha silenciosa	67
5.5.2 Desmorte de rocha com uso de explosivo iniciado por linha eletrônica	70
6 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA FUTURAS PESQUISAS.....	74
REFERÊNCIAS.....	76
APÊNDICE A.....	82
APÊNDICE B.....	84
APÊNDICE C.....	85
APÊNDICE D.....	86

1 INTRODUÇÃO

Associados à competição pelo uso e ocupação do solo, os aspectos e impactos causados pela mineração se caracterizam por gerar conflitos socioambientais em virtude da falta de respeito às normas do não reconhecimento da pluralidade dos interessados envolvidos. Os conflitos oriundos da atividade de mineração em áreas urbanas devido à expansão desordenada e à falta de controle dos loteamentos nas áreas limítrofes, exigem um conhecimento constante das técnicas utilizadas nesta atividade, a fim de evitar situações de impasse.

O desmonte de rocha com uso de explosivo, utilizado para fragmentar o maciço rochoso, quando executado sem a condução de um planejamento adequado da atividade, causa desconforto humano e ambiental haja vista que prejudica não apenas a saúde dos trabalhadores expostos a esta atividade mas também a saúde da população do entorno, além de causar danos às estruturas construídas e ao meio ambiente. Esta exposição pode ser configurada por meio de efeitos maléficos, tais como: ultralancamento, ruído, poeira, vibração, modificações das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio.

As percepções acerca dos problemas ambientais de cada uma das partes envolvidas, geralmente são divergentes. A parte envolvida na mineração, quando informada sobre o desconforto causado pela atividade, tem condições de interferir no processo de gerenciamento dos impactos socioambientais para a busca de soluções que minimizem as situações de conflito.

A política de boa convivência e a comunicação constituem as melhores ferramentas existentes quando ocorrem conflitos entre a empresa mineradora e os moradores do entorno. A empresa deve manter uma conduta de transparência e priorizar a busca por um ótimo relacionamento com a comunidade vizinha divulgando, de maneira permanente, as atividades em execução (WORSEY, 2004).

No entanto, devido às relações continuadas estabelecidas entre a dinâmica do crescimento das cidades, particularmente nas últimas décadas, como os conflitos decorrentes do uso do solo e dos impactos ambientais, ressaltados pelo fato de que poucas empresas praticam suas atividades de modo a evitar tal situação. Todavia, a Empresa Mineração Dantas Gurgel & Cia Ltda, localizada no município de Caicó-RN – objeto de estudo desta tese – apesar de deter certa importância no contexto econômico-social para a cidade, afora o fato de assumir compromissos afetos à boa relação homem *versus* natureza, vem recebendo algumas reclamações da população vizinha, quanto à vibração e ao ruído.

Estudos referentes aos procedimentos adotados no desmonte de rocha com uso de explosivo, em conjunto com o crescimento do impacto ambiental e a necessidade do conhecimento humano, evidenciam que os problemas ambientais gerados pelo desmonte são incompatíveis com o processo de regeneração do meio ambiente, apesar do desmonte ser essencial para o ciclo da exploração mineral (GAMA, 2003).

Assim sendo, o controle e a minimização desses efeitos constituem prática importante que deve acompanhar o planejamento e a execução dos trabalhos de desmonte de rocha (SÁNCHEZ, 1995). Dentre as tecnologias utilizadas para este fim tem-se destacado o uso da espoleta eletrônica, devido ao seu potencial para mitigar os efeitos deletérios ao meio ambiente pela redução dos níveis de vibração e ruídos. A ausência de registro de uso da espoleta eletrônica na atividade do desmonte de rocha no nordeste brasileiro se deve, em grande parte, aos elevados custos do material e à falta de capacitação dos profissionais da área; entretanto, essas dificuldades podem ser superadas pelo ótimo resultado alcançado nos desmontes e pela profissionalização no setor.

Conquanto se toma como referência o Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV) que é um instrumento de gestão da política urbana e ambiental inserido no Estatuto da Cidade pela Lei Federal n° 10.257, de 10 julho de 2001, que estabelece as diretrizes gerais da política urbana (SOARES, 2001) e se constitui, assim, uma ferramenta para o planejamento e a gestão do uso dos recursos naturais em áreas urbanas.

Desta forma, os elementos e aspectos aqui assinalados fazem parte dessa investigação de caráter acadêmico/científico, justificada pela necessidade de se avaliar e propor medidas mitigadoras durante a etapa do desmonte de rocha, principalmente nas operações realizadas no entorno urbano. Além disso, a escassez de estudos sobre este tema na literatura pesquisada se destaca dentre as principais razões para esta abordagem. Portanto, é nítida a importância da realização de estudos de avaliação dos impactos ambientais de vizinhança, decorrente da atividade do desmonte de rocha e das vulnerabilidades sociais, econômicas e ambientais da população do entorno. Tais estudos têm a finalidade não apenas de otimizar as condições do meio ambiente mas também aprimorar a qualidade de vida dos trabalhadores e da população residente na área vizinha.

Enfim, o desenvolvimento dessa atividade econômica precisa ser planejado quanto à visão holística que envolva aspectos sociais, econômicos, ambientais e culturais, dentre outros, a fim de que sejam perfeitamente contemplados no desmonte de rocha e conduzam à sustentabilidade de determinada comunidade.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar os impactos de vizinhança provocados pelo desmonte de rocha realizado com uso de explosivos na Mineração Dantas Gurgel & Cia Ltda do município de Caicó-RN, com vistas à utilização de tecnologia de extração mineral que minimize os conflitos socioambientais.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar o empreendimento e as técnicas utilizadas no desmonte de rocha;
- Avaliar a vulnerabilidade socioeconômica das populações do entorno da mineração;
- Analisar a inter-relação de causa e efeito provenientes da interação entre a atividade de desmonte de rochas e os aspectos sociais, econômicos e ambientais;
- Elaborar a matriz de impacto socioambiental decorrente da atividade de desmonte de rocha;
- Comparar a eficiência entre o uso das tecnologias: linha silenciosa e linha eletrônica, na redução dos impactos socioambientais da mineração em estudo.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 ESTUDO DE IMPACTO DE VIZINHANÇA

O Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV) é um documento que apresenta o conjunto dos estudos e informações técnicas relativas à identificação, avaliação, prevenção, mitigação e compensação dos impactos na vizinhança de um empreendimento ou atividade, de forma a permitir a análise das diferenças entre as condições que existiriam com a implantação deste e as que existiriam sem tal ação (CHAMIÉ, 2010).

Para Philippi Junior et al. (2008) e Moreira (1997), o conceito significativo de impacto sobre o meio urbano é compreendido como sendo uma influência poderosa que desestrutura um ecossistema, isto é, qualquer alteração do ser humano direta ou indiretamente, através de atividades nas relações constitutivas do ambiente, que ultrapassam a capacidade de suporte desse ambiente.

Neste viés, a mineração urbana de agregados se torna problemática pois se constitui na busca de matéria-prima de baixa relação preço/volume cujo principal fator limitante é a distância do mercado consumidor. Deste modo, as pedreiras que trabalham com material de emprego direto na construção civil procuram áreas próximas dos centros de consumo, o que potencializa situações de conflito entre a mineração e o uso do espaço urbano.

Nesta atividade são comuns os problemas no relacionamento com a comunidade do entorno da área de lavra devido aos reflexos do processo de perfuração e desmonte de rochas. Esses reflexos podem ser decorrentes de excessiva vibração, do lançamento de material particulado na atmosfera, de ruído ou do ultralancamento de fragmentos rochosos (SILVA, 2006).

A partir desse contexto fica evidente que, para solucionar tais conflitos existentes entre atividade de mineração em áreas urbanas e a comunidade vizinha faz-se necessário exigir, das autoridades governamentais competentes, o Estudo de Impacto de Vizinhança que está inserido nos instrumentos de gestão, que dependem da regulamentação municipal e permitem a avaliação dos impactos causados por empreendimentos em atividades nas áreas urbanas.

O Estudo de Impacto de vizinhança é um dos instrumentos previstos pelo Estatuto da Cidade, pela Lei de 10.257 10 de julho de 2001; no entanto, não cabe à União elaborar este estudo mas é de competência municipal avaliar quais empreendimentos devem ser submetidos a este estudo, para que possa ganhar a licitação ambiental. O EIV deve ser realizado de modo a contemplar os efeitos positivos e negativos quanto à qualidade de vida. O EIV de forma

alguma substitui o Estudo de Impacto Ambiental; pelo contrário, os dois se complementam mutuamente (BARREIROS, 2002).

Trata-se, pois, de um instrumento contemporâneo, que atende às exigências da vida moderna e que está integrado ao direito urbano-ambiental, tendo sua matriz no cumprimento da função social da propriedade (TOMANIK, 2008).

O Estudo de Impacto de Vizinhança se assemelha ao Estudo de Impacto Ambiental (EIA) no que diz respeito à avaliação de impactos físicos mas, conforme Moreira (1997), diverge quanto aos objetivos. O EIV é um instrumento de mobilização popular e um mecanismo de controle social sobre o desenvolvimento urbano. Além disso, é um instrumento eficaz e permite o controle dos impactos ao meio urbano, ao desenvolvimento econômico e à coletividade.

A partir da análise dos impactos é possível avaliar a pertinência da implantação do empreendimento ou atividade no local indicado, ou seja, avaliar se o proposto está adequado ao local, ao estabelecer uma relação da cidade com o empreendimento e do empreendimento com a cidade, considerando o meio no qual está inserido.

Nesta perspectiva é possível apontar, após a avaliação de impacto de vizinhança, formas de mitigação do impacto negativo gerado, ou seja, minorar os efeitos do empreendimento ou atividade no meio urbano como também aplicar medidas compensatórias para o mesmo meio em que a atividade ou empreendimento se encontra. Para a população vizinha a falta de detecção prévia dos impactos impede a adoção de medidas de controle, o que expõe a população aos efeitos nocivos das intervenções provocadas no meio, pela atividade.

Para Chamié (2010), o impacto de vizinhança significa repercussão ou interferência que constitua impacto no sistema viário, impacto na infraestrutura ou impacto ambiental e social, causado por um empreendimento ou atividade em decorrência de seu uso ou porte, que provoque a deterioração das condições de qualidade de vida da população vizinha requerendo estudos adicionais para uma análise especial acerca de sua localização, que poderá ser proibida, independentemente do cumprimento das normas de uso e ocupação do solo para o local.

O EIV requer a integração do processo de aprovação urbanística e ambiental, pré-requisito desse estudo e é necessariamente integrado ao Plano Diretor, porque se trata de um instrumento dessa inovação trazida a partir das avaliações dos impactos. O EIV, apartado do Plano Diretor e do processo de aprovação urbanística e ambiental, não cumprirá a finalidade a que se destina, ou seja, ser instrumento da gestão e da sustentabilidade urbano-ambiental já

que este é o objetivo do Estatuto da Cidade (MOREIRA, 1997).

O Código Civil (CC) prevê o respeito do direito de vizinhança prevenindo o mau uso da propriedade na geração de impacto sobre o entorno dela (CC de 1916, nos artigos 572 a 588; novo Código Civil, em vigor desde janeiro de 2003, nos artigos 1.277 a 1.313). Tradicionalmente, a legislação deferia ao zoneamento a função de tutelar a proteção da população urbana em relação aos usos incômodos (ROLNIK, 2001).

Para Meireles (1993), o zoneamento é a divisão da cidade e das áreas urbanizadas segundo sua utilização de uso e ocupação do solo. Na conceituação da carta dos Andes, o zoneamento urbano é o instrumento legal de que dispõem as municipalidades para controlar o uso do solo povoado e as densidades de população.

De acordo com Ribeiro (2006), em junho de 2001 o Senado brasileiro aprovou o Estatuto da Cidade que estabelece, nos arts. 36 a 38, uma política urbana que previu novas regras quanto ao uso do solo; além disto, estabelece a obrigatoriedade de Estudo de Impacto de Vizinhança.

Nesse estatuto:

A lei municipal definirá os empreendimentos e atividades privadas ou públicas, situadas em área urbana, que dependerão de elaboração do estudo prévio de impacto de vizinhança, para obter as licenças ou autorizações de construção, ampliação ou funcionamento a cargo do poder público municipal (BRASIL, 2001, p. 1).

O estatuto determina, ainda, que o EIV inclua:

Análise, no mínimo, das seguintes questões: adensamento populacional; equipamentos urbanos e comunitários; uso e ocupação do solo; valorização imobiliária; geração de tráfego e demanda por transporte público; ventilação e iluminação; paisagem urbana e patrimônio cultural e natural (BRASIL, 2001, p. 1).

Assim, “o Estatuto da Cidade prevê um novo instrumento para que se possa fazer a mediação entre os interesses privados dos empreendedores e o direito à qualidade urbana daqueles que moram ou transitam em seu entorno” (BRASIL, 2005, p. 1). Em que pesem as prescrições da lei federal, a adoção do EIV pelos municípios não é obrigatória; no entanto, sua adoção democratiza:

o sistema de tomada de decisões sobre os grandes empreendimentos a serem realizados nas cidades, dando voz a bairros e comunidades, o que consagra o direito de vizinhança como parte integrante da política urbana, condicionando o direito de propriedade (BRASIL, 2005, p. 1).

Não obstante a facultatividade da adoção do EIV pelos municípios, o Estatuto da Cidade tornou obrigatório o plano diretor para os municípios integrantes de regiões metropolitanas.

Portanto, a aprovação do Estatuto da Cidade (lei Federal nº 10.257/01) foi um marco jurídico importante na efetivação da função socioambiental das cidades posto que consolidou o Plano Diretor como instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana. O artigo 40, parágrafo 2º, estabelece que esse instrumento deverá englobar o território do município, como um todo, e abranger as zonas urbanas e rurais, ou seja, poderá envolver as propriedades rurais que ficam em locais estratégicos, na fase de leitura socioterritorial do município e na definição de propostas para o Plano Diretor. Isto é bastante evidente quando da regulação do uso e ocupação do solo, dada à dinâmica de crescimento horizontal das cidades, que ocorre convertendo as terras rurais em urbanas (NAKANO, 2004).

Conseqüentemente, o EIV serve para a análise da viabilidade da construção, implantação e funcionamento de um empreendimento (ou atividade) em determinada área urbana, mediante o exame dos aspectos indicados minimamente no Estatuto da Cidade e que poderão ser complementados pela legislação municipal. O EIV tem, como alvo, prever os impactos positivos e negativos que poderão trazer conseqüências à qualidade de vida daqueles que residem na vizinhança do empreendimento a ser implantado (SOARES, 2001).

O Estudo de Impacto de Vizinhança segue as recomendações constantes da Lei Federal nº 10.257, aprovada em 10/07/2001 e em vigor desde 10 de outubro do mesmo ano (artigos 36 a 38). Esta lei, conhecida pelo nome de Estatuto da Cidade, regulamenta o Capítulo de Política Urbana da Constituição Federal de 1988, ao estabelecer diretrizes gerais e apresentar instrumentos a serem utilizados pelos governos municipais e as comunidades locais (ORTH, 2004).

Conforme comentários à Lei Federal nº 10.257/2001, Soares (2001), corroborado por Ribeiro (2006) e Moreira (1993) afirma que essa metodologia de estudo de impactos ambiental de vizinhança consiste em: (i) descrever as características do empreendimento; (ii) examinar a área de influência em que o empreendimento será implantado; (iii) identificar os prováveis impactos que ele poderá causar para, enfim; (iv) indicar as medidas de prevenção, atenuação, potencialização ou compensação desses impactos. Após a apresentação do Estudo o empreendimento (ou atividade) poderá ser deferido ou indeferido, caso o Poder Público entenda que os impactos prejudicarão o bem-estar da população vizinha.

As etapas acima enumeradas demonstram uma atuação planejada. O empreendedor deverá efetivar o estudo de acordo com esse processo de planejamento para que a

administração tenha controle dos empreendimentos e possa exercer sua função planejadora, mediante os objetivos legais, previstos na Constituição e no Estatuto da Cidade.

O Estatuto da Cidade, na verdade, cobre vácuos do ordenamento jurídico e oferece meios para que a Administração Pública proceda ao planejamento urbano. Sem planejar não há como se falar em crescimento urbano equilibrado. O Estudo Prévio de Impacto de Vizinhança, sem dúvida, é um instrumento importante para este fim. (SOARES, 2001, p.1).

Neste sentido os representantes dos governos poderão incluir outros requisitos específicos, além dos acima indicados, e que forem considerados necessários para o estudo em questão. Além disso, o EIV deverá observar se a zona de implantação do empreendimento permite o uso e a ocupação pretendidos devendo, inclusive, avaliar se os incômodos e impactos da atividade serão ou não compatíveis com o zoneamento pre-estabelecido, bem como se a infraestrutura previamente existente suportará o nível de interferência a ser aplicada no local (BRASIL, 2001).

O Estudo de Impacto de Vizinhança tem, como objetivo, a verificação de questões múltiplas, motivo por que deve ser elaborado por uma equipe multidisciplinar, tal como a Resolução CONAMA 001/86 estabelece para o Estudo de Impacto Ambiental. Considerando que diferentes secretarias técnicas deverão analisá-lo, os técnicos especializados, nas diversas áreas envolvidas deverão, também, elaborá-lo.

Destaca-se, entre as etapas propostas acima, que a área de influência do projeto é a mais séria e relevante a ser definida e quantificada. Segundo Ribeiro (2006), a área pode ser classificada entre: área de influência direta e área de influência indireta. Pode-se dizer que a área de influência direta é aquela que sofre os impactos diretos da implantação do empreendimento; esta área é, normalmente, a mais próxima do empreendimento. Com relação à área de influência indireta ela sofre as consequências indiretas da instalação de determinado empreendimento.

Na etapa da determinação e avaliação dos impactos o importante nesta fase do estudo é avaliar o grau dos impactos gerados pela atividade do desmonte de rocha em áreas urbanas; caso contrário, esta atividade não teria possibilidade de funcionamento pois o mínimo de impactos negativos sempre existe. Devem ser considerados os efeitos dos impactos positivos e negativos, ou seja, os positivos são os que geram benefícios e os negativos gerarão malefícios à população do entorno.

Os impactos positivos e negativos gerados irão definir a viabilidade ou não do empreendimento. No caso dos impactos negativos, deverão ser adotadas medidas de

compensação para minimizá-los, evitando o indeferimento da atividade. Considerando os objetivos do Estudo de Impactos de Vizinhança, a avaliação dos impactos identificados, deverá priorizar a participação dos atores sociais e ambientais de forma a garantir a qualidade de vida da população residente na área de influência do empreendimento (MIRRA, 2008).

Essas premissas levam à compreensão de que o EIV não pode ser considerado um complemento do planejamento urbano e rural mas precisa ser assumido como instrumento de gestão da sustentabilidade urbano-rural-ambiental, uma vez que relata as repercussões significativas do empreendimento do ambiente a que ele está inserido o que, evidentemente, demandaria a obtenção de uma licença social para sua instalação.

3.2 ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL

Impacto Ambiental é qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, provocadas por ação humana (MOREIRA,1993).

Na década de 70 a preocupação com a problemática ambiental ganha destaque em virtude das repercussões internacionais dos impactos ambientais ocasionados por grandes projetos de desenvolvimento implantados nesta década, e a consequente superexploração dos recursos naturais; surgem, então, uma conscientização e difusão mundial acerca desse tema e no Brasil esta temática é incorporada em meados dos anos 80.

As experiências realizadas no Brasil desde então, inspiradas na legislação dos Estados Unidos foram ganhando aos poucos, conteúdo legal e legislativo culminando na atual legislação ambiental do País, considerada uma das mais avançadas do mundo. A Constituição Federal de 1988 já estabelece uma previsão que garante um meio ambiente ecologicamente equilibrado, assim também como as condições ao poder público para que ele implemente e garanta tais condições.

A evolução ao longo do tempo resultou em várias leis de proteção ambiental no Brasil, dentre as quais, podem ser citados: o Novo Código Florestal Brasileiro – Lei nº 4771/65, a Política Nacional do Meio Ambiente – Lei nº 6938/81, a Lei de Crimes Ambientais – Decreto nº 3179/99 e o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SUNC) – Lei nº 9985/2000, entre outras.

A mineração segue este ritmo e, a partir do mesmo período, inicia-se uma estruturação que consiste num marco regulatório bastante vasto para tratar dos temas ambientais ligados à mineração. A partir de então foram criados vários órgãos ambientais para tratar dos assuntos ligados ao meio ambiente e neste sentido podem ser citados o Instituto Brasileiro do Meio

Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), o Órgão Estadual do Meio Ambiente (OEMA), as Secretarias Estaduais e Municipais de Meio Ambiente, entre outros assim como também, as resoluções do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), em particular a 001/1986 e a 237/1997, que tratam da exigência dos Estudos de Impacto Ambientais (EIAs) e demais instrumentos de comando e de controle, como Relatórios de Impactos Ambientais (RIMAs), Planos de Controle Ambientais (PCAs), Relatórios de Controle Ambientais (RCAs), planos de monitoramento, planos de fechamento de mina, apresentação dos estudos em audiências públicas e aprovação pelos conselhos estaduais e municipais de meio ambiente, entre outros (ENRÍQUEZ, 2009).

A Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) teve seu início como instrumento de planejamento na década de 70, nos Estados Unidos. Após a Conferência das Nações Unidas de 1972, em Estocolmo, a AIA foi institucionalizada como instrumento de gestão ambiental e detém um caráter de ferramenta normativa em diversos países; consiste em um instrumento da Política Nacional de Meio Ambiente que, em seu artigo 9º, inciso III aponta os estudos pertinentes ao processo de licenciamento. O artigo 225 da Constituição Federal determina, em seu inciso V, que para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente é exigido que se apresente um estudo prévio acerca dos impactos ambientais do empreendimento.

Sánchez (2008) destaca que foi, a partir da publicação da Resolução Conama 1/86 que, efetivamente começaram a ser realizados estudos de impacto ambiental no País. No Brasil, o processo de avaliação de impacto ambiental é vinculado ao licenciamento ambiental, que é de competência estadual, conduzido pelo Órgão Estadual de Meio Ambiente (OEMA) e em caráter supletivo, do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), para o licenciamento de atividade que, por lei, seja de competência federal.

A Resolução Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) 237 de dezembro de 1977 estabelece que o Licenciamento Ambiental é um procedimento administrativo no qual o órgão ambiental competente licencia os empreendimentos e atividades hostilizadoras de recursos ambientais, consideradas poluidoras ou potencialmente poluidoras que possam causar degradação ambiental. Este licenciamento deve estabelecer condições, restrições e medidas de controle para o funcionamento do empreendimento.

O Estudo de Impacto Ambiental (EIA) tem, como ideia principal e segundo Tommasi (1993), prevenir os impactos possíveis que seriam induzidos por um projeto de desenvolvimento em lugar de, depois, procurar corrigir os danos ambientais. Sendo assim, o

objetivo dos estudos de impacto ambiental é avaliar as consequências de ações intentadas e as prováveis mudanças que podem ocorrer em determinado local, com a finalidade de preservar a qualidade deste ambiente após sofrer alterações pelos projetos ou ações. É um documento técnico que contém informações sobre o empreendimento, o ambiente físico, biótico e socioeconômico da área de influência direta e indireta, além das análises dos impactos, medidas mitigadoras e um programa de acompanhamento e monitoração. No EIA deve constar uma visão geral do que está sendo proposto e como as ações modificarão o ambiente, indicando os possíveis impactos e quantificando seus valores para servir de base para o processo de tomada de decisão quando da comparação entre as alternativas tecnológicas e de localização do projeto (ARAÚJO NETO, 2006)

A Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) foi legalmente introduzida no Brasil pela Lei Federal nº 6938, de 1981, que trata da Política Nacional do Meio Ambiente, porém foi somente em 23 de janeiro de 1986, por meio da Resolução CONAMA 001/86, quando ficaram estabelecidos os critérios técnicos e as diretrizes gerais de elaboração do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e do seu respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), que a AIA passou, efetivamente, a ser conduzida em todos os Estados da Federação.

Para Sánchez (2008), a AIA é apresentada seja como instrumento ou como procedimento (ambos), visando antever as possíveis consequências de uma decisão; assim, a AIA é um instrumento de caráter preventivo pois reúne informações capazes de identificar se um empreendimento/projeto trará danos ambientais que comprometam não apenas a qualidade do meio ambiente físico mas também do bem-estar humano, sendo importante para o processo de decisão para implantação ou não do projeto.

O Decreto Federal nº 99.274, de 06 de junho de 1990, que trata da regulamentação da AIA no Brasil, estabeleceu definitivamente que tal procedimento é parte integrante do licenciamento ambiental de atividades, as quais podem provocar significativos impactos socioambientais.

A AIA é considerada mundialmente como importante instrumento de gestão e proteção ambiental (Bitar e Ortega, 1998), sobremaneira no que diz respeito à indicação de ações preventivas que visem à sustentabilidade ambiental, como estabelece a Agenda 21. Todavia, apesar de se conhecerem exemplos bem-sucedidos de sua implementação (LIMA, 2011), inclusive no Brasil, a prática tem demonstrado que há ainda muito para ser desenvolvido para que se obtenha a eficácia desejada, já que inúmeros são os problemas verificados desde a sua implementação oficial, em 1986, até os dias atuais.

Dentre as muitas falhas observadas na AIA, conforme mostram Malheiros (1995),

Bursztyn (1994), Sánchez (2008), Cerucci (1998), Brito (1995), Agra Filho (1991), Souza (2000), La Rovere (1993), Silva (1999) e Ronza (1998) em trabalhos desenvolvidos no Brasil, uma das falhas que mais chamam a atenção é a disparidade no que se refere à indicação e à efetiva implantação das medidas de mitigação dos impactos ambientais prognosticados no EIA, conforme esclarecem Filho e Souza (2004).

3.3 IMPACTOS DA ATIVIDADE DE MINERAÇÃO

Entende-se por impacto ambiental a alteração da qualidade ambiental que resulta da modificação de processos naturais ou sociais, provocada por ação humana (SÁNCHEZ, 2008, p. 462). De acordo com a Resolução CONAMA 01/86, o impacto ambiental deve ser entendido 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 e a qualidade dos recursos ambientais (BRASIL, 1986, p.1).

Em se tratando dos impactos ambientais referentes à mineração, segundo CPRM (2002), eles englobam cinco categorias: poluição da água, poluição do ar, poluição sonora, subsidência do terreno e mudanças na paisagem. Neste sentido a mineração é uma das atividades humanas que contribuem para a alteração da superfície terrestre posto que afeta o local de exploração mineral e seu entorno, ao provocar impactos negativos sobre a água, o ar, o solo, o subsolo, a flora, a fauna e a paisagem em geral, os quais são sentidos por grande parte da população (GRIFFITH, 1980). Por outro lado, é uma atividade de grande alcance social, na medida em que proporciona emprego e renda.

A mineração em área urbana é causadora de diversos impactos socioambientais, desde a interferência com os processos ambientais, com a poluição estética, a competição pelo uso e ocupação do solo, até a ocorrência de perturbação e conflitos com a vizinhança. Por sua vez, o suprimento de bens minerais tem importância fundamental no processo de consolidação do espaço urbano fornecendo matéria-prima para a construção de moradias, obras de saneamento básico e sistemas viários, os quais são extremamente necessários para o desenvolvimento urbanístico (SANTILLI, 2005).

Esses impactos ambientais estão associados, de modo geral, às diversas fases de exploração dos bens minerais, como a abertura da cava (retirada da vegetação, escavações,

movimentação de terra e modificação da paisagem local); o uso de explosivos no desmonte de rocha (sobreprensão atmosférica, vibração do terreno, ultralancamento de fragmentos, fumos, gases, poeira, ruído) e o transporte e beneficiamento do minério (geração de poeira e ruído), o que afeta os meios naturais como a água, o solo e o ar, além de afetar a população (BACCI et al., 2006).

Como forma de diminuir os impactos gerados pela atividade de mineração e promover o desenvolvimento socioambiental equilibrado, é necessário um planejamento consistente na utilização dos recursos minerais com o objetivo de compreender o correto manejo dos recursos naturais não renováveis assim como a efetividade das normas que visam à proteção do meio ambiente e à disciplina da atividade mineradora.

Segundo pontuou Oliveira (1990, p. 56),

Já foi o tempo em que a mineração, entendida como uma atividade intrinsecamente hostil ao meio ambiente, podia fugir do seu compromisso preservacionista, hoje uma condição inalienável e inegociável nas sociedades mais desenvolvidas.

A atividade mineradora produz, obviamente, alterações na paisagem; entretanto, isto não significa que toda forma de mineração é prejudicial ou danosa. A mineração é uma atividade econômica; portanto, é fundamental considerar os impactos negativos que possam resultar da atividade econômica, não importando sua natureza (KOPEZINSKI, 2000). Sendo assim, a mineração deve ocorrer tendo, como princípio, o uso racional dos recursos naturais, seguindo os objetivos e princípios estabelecidos na Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), visando à manutenção do equilíbrio ecológico, à racionalização do uso do solo, do subsolo, da água, do ar e à recuperação de áreas degradadas, dentre outros.

Nesta perspectiva a remoção de grandes volumes de solos e rocha contribui para a alteração da paisagem e, conseqüentemente, afeta os animais, plantas, recursos aquíferos além de provocar instabilidade de taludes, prejudicando o meio ambiente que é, conforme Gama (2000), um sistema dinâmico, extremamente complexo, de múltiplos componentes, que transcende as fronteiras dos países. Além do espaço físico que o compõe (incluindo os quatro domínios conhecidos: litosfera, hidrosfera, atmosfera e biosfera), o ambiente envolve uma componente antropocêntrica, já que as ciências do ambiente tratam as causas e os efeitos provocados pelo e sobre o homem, visando à satisfação das suas necessidades e à consecução das suas mais nobres aspirações.

3.4 VULNERABILIDADES SOCIOECONÔMICA E AMBIENTAL DA POPULAÇÃO DO ENTORNO

A Política Mineral Brasileira tem buscado construir um processo de disseminação de informações que consolidem a mineração no contexto do desenvolvimento sustentável, além do incentivo a práticas capazes de gerar ou induzir benefícios compatíveis com a conservação de um meio ambiente saudável. Com este enfoque todas as atividades relacionadas à mineração – da pesquisa à lavra – devem prever: os riscos e a proteção dos impactos ambientais, o monitoramento e a recuperação das áreas degradadas, de forma progressiva e contínua, o compartilhamento de benefícios econômicos com a sociedade nacional, em especial as comunidades locais, o uso futuro da área minerada, a máxima integração do projeto mineiro com o desenvolvimento das comunidades vizinhas (ARAUJO, 2006).

Assim, em alguns espaços da periferia verifica-se intensa concentração de indicadores negativos, que sugerem a presença de “pontos críticos” de vulnerabilidade social e ambiental, revelando a existência característica da periferia (TORRES ; MARQUES, 2001). Vulnerabilidade social é a condição de exposição a riscos articulada com possibilidade de controlar os efeitos da materialização do risco, ou seja, a capacidade de cada indivíduo, família ou comunidade de enfrentar os riscos, mediante uma resposta endógena ou através de um apoio externo. A incapacidade para dar respostas pode ser resultado da incapacidade de enfrentar os riscos ou pela inabilidade de adaptar-se ativamente à situação (CEPAL, 2002).

A noção de vulnerabilidade geralmente é definida como uma situação em que estão presentes três elementos (ou componentes): exposição ao risco, incapacidade de reação e dificuldade de adaptação diante da materialização do risco (MOSER, 1998).

Uma outra linha de análise sobre vulnerabilidade, desenvolvida principalmente dentro da geografia, tem origem nos estudos sobre desastres naturais (*natural hazards*) e avaliação de risco (*risk assessment*). Nesta perspectiva a *vulnerabilidade* pode ser vista como a interação entre o risco existente em determinado lugar (*hazard of place*) e as características e o grau de exposição da população lá residente (CUTTER, 1994).

Um grau de perda para dado elemento ou grupo de elementos dentro de uma área afetada pelo processo considerado. Ela é expressa de 0 (sem perda) e 100 (perda total). Para propriedades, a perda será o valor da edificação; para pessoas ela será a probabilidade de que uma vida seja perdida em um grupo humano que pode ser afetado pelo processo considerado (CLEBER, 2005).

Tal como no processo de identificação de impactos, uma forma eficiente para se

verificar a vulnerabilidade ambiental de um ambiente é através do diagnóstico da área e de visitas em campo mostrando o estágio de degradação/conservação dos recursos naturais e da população local.

3.5 DESMONTE DO MACIÇO ROCHOSO

O desmonte de rocha é definido, por Gama (2003), como o conjunto de processos utilizados para proceder à fragmentação de determinado volume de rocha do maciço; pode ser dividido em três grandes grupos: desmonte mecânico, hidráulico e com explosivo; logo, este conceito pode ser estabelecido pela geomecânica do maciço.

Segundo Munaretti (2002), o desmonte do maciço rochoso é uma etapa do ciclo da mineração complexa que necessita da perfuração, detonação, carregamento e transporte e essa etapa representa uma parcela significativa na redução do custo final por tonelada produzida de material desmontado pois tem influência direta nos custos das operações de carregamento, transporte e beneficiamento.

De acordo com Bacci (2000), a operação do desmonte de rocha com explosivos produz ondas sísmicas que se 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 não se transformam em trabalho útil. Este é um dos cuidados que devem ser priorizados além dos 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 utilização de substâncias explosivas sem aplicação de técnicas específicas na atividade do desmonte de rocha, em áreas próximas a centros urbanos, gera impactos ambientais diversos como, por exemplo: os relacionados com vibrações nos terrenos, fenômeno este que se manifesta sempre que ocorre detonação não controlada devido às energias transmitidas ao maciço rochoso (BERNARDO, 2004). Os problemas gerados por este fenômeno normalmente se refletem nas perturbações causadas às comunidades que se encontram nas proximidades e também em danos nas estruturas e equipamentos localizados na vizinhança.

Somando-se a este contexto, cada vez mais as pedreiras estão se localizando próximas às áreas urbanas, o que implica em situações que, normalmente, geram conflitos junto à população. Com isto, torna-se necessário dar ênfase ao estudo do desmonte controlado

visando diminuir os impactos causados pela mineração ou pedreira à sociedade e ao mesmo tempo minimizar os danos causados ao meio ambiente.

A exploração de maciços rochosos com uso de explosivo provoca inevitáveis impactos ambientais e desconforto para as populações do entorno, as quais estão expostas cotidianamente aos seus efeitos. Dallora Neto (2004) destaca que os principais efeitos ambientais se fazem sentir através do ultralancamento de fragmentos, da geração de vibrações no terreno, da sobrepressão atmosférica, da emissão de materiais particulados (poeira) na atmosfera, do aumento dos níveis de ruído, do assoreamento de áreas e/ou de drenagens adjacentes às minerações, além da alteração visual e paisagística. Esses problemas podem ser reduzidos a um nível aceitável pela comunidade se a lavra for executada de modo a preservar as condições de saúde, segurança e bem-estar da população afetada, adotando-se técnicas modernas de extração e beneficiamento, e pelo monitoramento continuado dos parâmetros ambientais envolvidos mantendo-os no mínimo dentro dos limites estabelecidos pelos organismos governamentais fiscalizadores.

O desmonte de rocha será eficiente se a energia do explosivo for utilizada levando em conta esses aspectos: a fragmentação desejada, preservação do talude remanescente, formação da pilha do material adequada com os equipamentos de carregamento e transporte e preservação da praça de lavra. Ademais, estão condicionados a vários parâmetros básicos que influenciarão diretamente sobre os custos das diversas operações unitárias, como: finalidade do material a ser trabalhado; característica do maciço rochoso; situação topo-geográfica e mão-de-obra disponível. Após uma análise criteriosa desses parâmetros, deverão ser definidos os investimentos de forma a viabilizar a operação do desmonte de rocha (PONTES, 1998).

Para identificação dos aspectos e avaliação dos impactos ambientais associados a determinado empreendimento deve-se procurar, inicialmente, selecionar todas as atividades, produtos e serviços relacionados à cadeia produtiva, de modo a separar o maior número possível de impactos ambientais gerados, reais e potenciais, benéficos e adversos, decorrentes de cada aspecto identificado considerando, sempre, se são significativos ou não (SÁNCHEZ, 2001).

Os principais impactos ambientais decorrentes do desmonte de rocha com explosivo estão associados à dissipação da fração de energia liberada pelo explosivo na detonação que não é transformada em trabalho útil. Tal fração de energia se dissipa, em sua maior parte, através do maciço circundante sob a forma de vibrações, e da atmosfera sob a forma de ruído, causado pela movimentação do material desmontado ou por perda de energia durante a detonação de cargas explosivas (liberando gases confinados de modo inadequado). Este

fenômeno é normalmente mais intenso na frente da face da bancada e geralmente se confunde com o ruído da detonação. Gera, complementarmente, poeira podendo ainda ocasionar danos ao maciço remanescente e ultralancamento (ESTON, 1998).

Dentre os problemas ambientais do desmonte com uso de explosivo o ultralancamento é o que representa maior perigo direto devido à possibilidade de ocasionar acidentes com vítimas fatais e danos em estruturas residenciais. Sua prevenção ocorre através da elaboração de um bom plano de fogo não sendo, entretanto, suficiente para evitá-los. As causas de ultralancamentos citadas por Silva (2006) são as seguintes: afastamento insuficiente ou excessivo; alinhamento errado dos furos; iniciação instantânea dos furos em filas consecutivas; ocorrência de anomalias geológicas; tampão inadequado e fragilidade da face livre ou ultraquebras decorrentes de detonações anteriores.

Sánchez (1995) e Eston (1998) consideram, entretanto, que a principal fonte de ruído em um desmonte de rocha com explosivos está relacionada à liberação de gases através de fraturas e da parte superior da coluna explosiva, com ejeção do tampão; à detonação de explosivos não confinados e à refração das ondas sísmicas, através da atmosfera.

A geração de vibrações no solo é outro importante efeito da utilização de explosivo para o desmonte de rocha e causa à população, um desconforto ambiental marcante. A propagação de vibrações através do terreno pode provocar trincas em construções mas, geralmente, seu efeito se reduz ao incômodo causado às pessoas pela sensação de vibração ou tremor das edificações marcadas, algumas vezes, pela oscilação e/ou queda de objetos (CETESB, 1983).

Desde a década de 30 estudos vêm sendo realizados na busca por um estabelecimento acerca dos critérios relativos a danos e ao desconforto causado às pessoas em decorrência de vibrações provenientes de desmontes de rochas por explosivos. Ainda segundo Rolim (1993), desde aquela época se trabalha em busca de uma relação empírica entre alguma medida de energia da vibração e a possibilidade de danos a residências e outras estruturas existentes na cercania; de uma relação empírica entre a carga detonada e a energia de vibração, em função da distância; de limites máximos admissíveis de vibração e de medidas economicamente viáveis a serem tomadas para evitar que as vibrações ultrapassem esses limites máximos, além de aparatos capazes de captar as vibrações de maneira precisa, confiável e reprodutível.

Com a finalidade de atenuar os impactos causados ao meio ambiente pela atividade de desmonte de rocha, um dos melhores resultados vem sendo obtido em ações setorizadas, através da aplicação, pelas empresas mineradoras, de medidas efetivas de atenuação do impacto ambiental (programas de autocontrole ambiental), acompanhadas da execução de

uma política de negociações com as populações vizinhas ao empreendimento mineiro (DALLORA NETO, 2004).

3.6 LEGISLAÇÃO PERTINENTE À MINERAÇÃO

A partir do momento em que os recursos minerais passaram a ser objeto de conflito entre humanos principalmente desde que a descoberta e o aproveitamento dos recursos minerais começaram a contar com uma regulamentação normativa, a problemática mineral de uma questão meramente econômica e política, passou a ser também uma questão jurídica (ANTONIUS, 1999). Portanto, a atividade mineral tornou-se um setor de grande relevância jurídica no Brasil.

A crescente procura e utilização dos recursos minerais, os múltiplos meios de extração desses recursos e também a sua consequente valorização econômica, são os fatores que contribuíram para a existência de disciplinamentos jurídicos dos bens minerais.

Em âmbito federal as pedreiras devem seguir a Constituição Federal de 1988 e o Código de Mineração (Lei nº 9.314/96), o qual rege a atividade de mineração no território nacional. O Código de Mineração brasileiro passou, ao longo do tempo, por muitas mudanças; ele surgiu a partir do Decreto-lei nº 227/67, criado em 28 de fevereiro de 1967 e sofreu diversas alterações; a última das alterações foi dada pela Lei nº 9.314/96, de 14 de novembro de 1996, a qual estabeleceu o Código de Mineração que regulamenta o regime de aproveitamento dos recursos minerais explorados no cenário nacional brasileiro.

A Constituição Federal de 1988: define os recursos minerais como bens da União e assegura, ao Distrito Federal, aos Estados e aos Municípios, a participação nos resultados da exploração de tais recursos (artigos 20 e 21). Os artigos 21, 23 e 24 determinam que competem à União, aos Estados e ao Distrito Federal, legislar sobre a defesa do solo e dos recursos minerais, proteção do meio ambiente e controle de poluição. Além disto, incube a eles e aos Municípios a tarefa de regulamentar, acompanhar e fiscalizar a concessão de pesquisa e exploração de recursos minerais em seu território. O artigo 176 da Emenda Constitucional nº 6 de 1995 acrescenta que as jazidas e demais recursos naturais pertencem à União e que os concessionários têm direito apenas ao produto da lavra; diz, ainda, que a pesquisa e a lavra de recursos minerais só podem ser efetuadas por meio de autorização ou concessão da União. A autorização da pesquisa vigorará por um prazo determinado e, assim como a concessão não pode ser cedida ou transferida sem prévia aprovação do poder concedente.

Em consonância ao exposto anterior, Antonius (1999, p. 8) ressalva que, no atual sistema jurídico de exploração dos recursos minerais, as riquezas dos solos são consideradas propriedade da União, constituindo bens dela, ou seja, é o chamado “regime do domínio público (ou federal)” pelo qual os recursos minerais pertencem ao Estado que poderá, mediante autorização ou concessão federal atribuir ao particular a sua pesquisa e aproveitamento.

O arcabouço legislativo quanto à extração de recursos minerais conta ainda com: a Resolução da Secretaria do Meio Ambiente (SMA) 26/93 para estabelecer normas para o licenciamento ambiental de empreendimentos minerários e a Resolução SMA 42/94, que prova os procedimentos de análise do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e do Relatório de Impacto ao Meio Ambiente (RIMA) de empreendimentos minerários, no âmbito da SMA. Continuamente, tem-se a Resolução SMA 6/95 que disciplina a tramitação dos pedidos de licença ambiental para os empreendimentos minerários de forma articulada entre os órgãos subordinados ou vinculados à Secretaria do Meio Ambiente.

Em âmbito estadual as pedreiras devem seguir a Constituição Estadual e algumas Leis Complementares referentes à utilização de recursos naturais e preservação do meio ambiente. Por fim, no âmbito municipal as leis referentes à utilização de recursos minerais são: a Lei Orgânica e o Plano Diretor.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

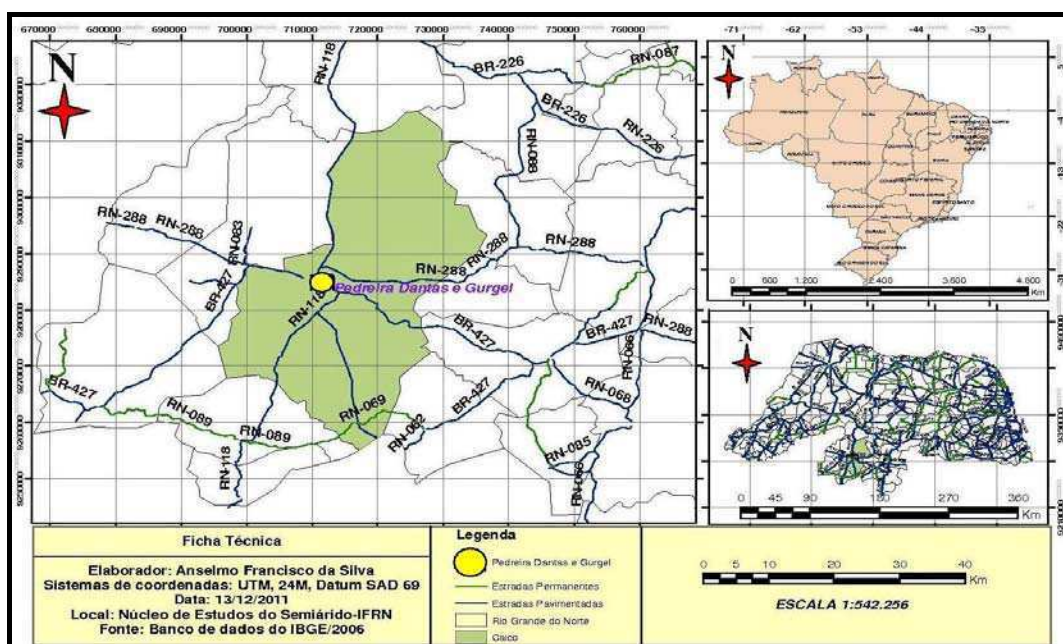
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado no município de Caicó-RN, localizado na mesorregião Central Potiguar e na microrregião do Seridó Ocidental, limitando-se com os municípios de Jucurutu, Florânia, São João do Sabugí, Ouro Branco, Jardim do Seridó, São José do Seridó, Cruzeta, Timbaúba dos Batistas, São Fernando e Serra Negra do Norte, e com o Estado da Paraíba, abrangendo uma área de 1.215 km², inseridos nas folhas Caicó (SB.24-Z-B-I), Currais Novos (SB.24-Z-B-II) Jardim do Seridó (SB.24-Z-B-V) e Serra Negra do Norte (SB.24-Z-B-IV) na escala 1:100.000, editadas pela SUDENE. A sede do município tem uma altitude média de 151m e coordenadas 06°27'28,8" de latitude sul e 37°05'52,8" de longitude oeste, distante da capital cerca de 292 km.

Tomando-se como referência a capital do Estado do Rio Grande do Norte, Natal, o acesso pode ser efetuado por via rodoviária, por cerca de 292 km até o município de Caicó, através das rodovias pavimentadas BR-226 e BR-427.

O objeto de estudo foi a Mineração Dantas Gurgel & Cia Ltda, localizada no Bairro Samanaú nº 01, Rodovia RN 288, município de Caicó–RN, estando geograficamente situada a 06°27'22"2 na latitude sul e 37°03'47"1 na longitude oeste, conforme Figura 1.

Figura 1 – Mapa de localização da Mineração Dantas Gurgel & Cia Ltda



Fonte: Banco de dados do IBGE (2006). Elaboração: Silva (2011)

A Mineração Dantas Gurgel & Cia Ltda é uma empresa privada que atua há mais de seis anos no mercado da mineração, extraindo e beneficiando rochas graníticas, participando diretamente do mercado da construção civil. A mineradora detém uma área requerida junto ao DNPM, de 30 hectares, porém para a pesquisa foram utilizados três hectares, que ficam localizados próximo ao perímetro urbano.

Quanto aos dados socioeconômicos do município de Caico-RN, tem-se: a) uma população de 62.709 habitantes; b) o PIB local é de R\$ 489.471, distribuído na agropecuária (R\$ 26.752,00 = 5,5%), na indústria (R\$ 40.477,00 = 8,5%) e na prestação de serviços (R\$ 422.242,00 = 86%) e c) a renda mensal média per capita é de R\$ 723,75 (IBGE, 2011).

Com relação à caracterização ambiental da área, a mesma foi realizada com dados bibliográficos nos aspectos fisiográficos, a saber: clima e hidrografia, geologia, relevo, solo e vegetação e as informações coletadas têm a finalidade de auxiliar no mapeamento dos recursos naturais a serem mitigados.

4.2 ASPECTOS FISIAGRÁFICOS

4.2.1 Clima e Hidrografia

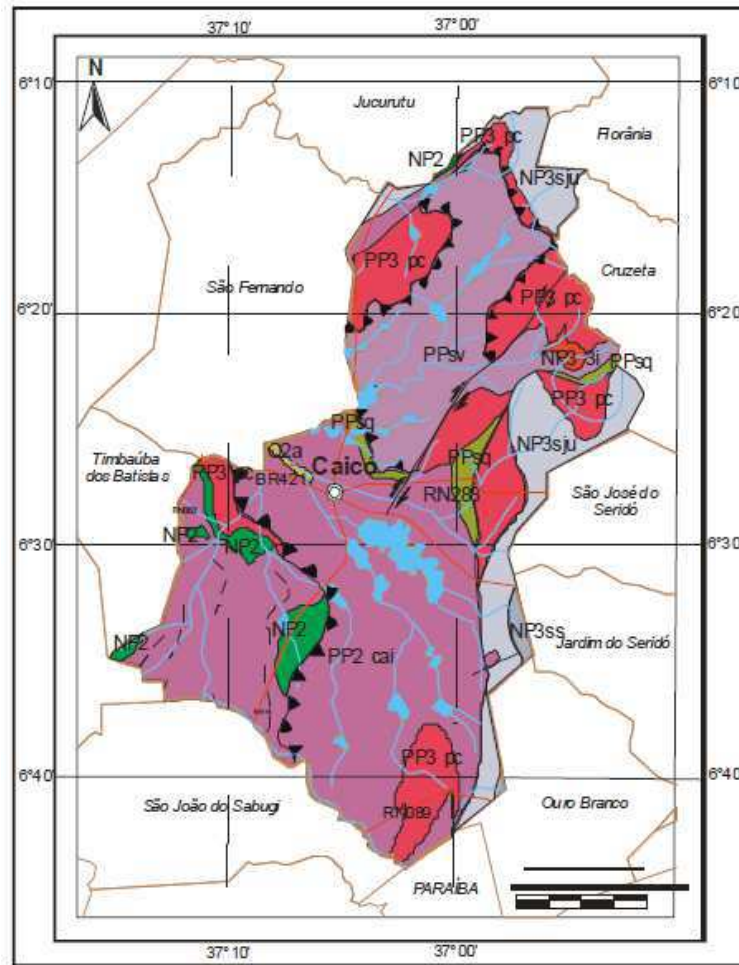
A área investigada está situada no Seridó Ocidental, localidade caracterizada por um clima quente e seco com registros de chuvas durante 4 meses e índices pluviométricos anuais médios de 716,6 mm. As temperaturas na área de estudo variam anualmente entre 18° e 33° C e a umidade relativa do ar está, em média, em torno de 59 % (CPRM, 2005).

Quanto à hidrografia, o município de Caicó-RN se encontra na microbacia do Rio Seridó, pertencente à bacia hidrográfica do Rio Piranhas-Açu; quanto aos rios, são todos intermitentes e passam a maior parte do ano sem correntes d'água.

4.2.2 Geologia

Segundo informações da Companhia de Prospecção e Recursos Minerais (CPRM, 2005), o Município de Caicó está inserido, geologicamente, na Província Borborema e é constituído por litótipos dos complexos Serra dos Quintos, Caicó e São Vicente, rochas do Grupo Seridó, representado pela Formação Jucurutu, granitoides das suítes Máfica e Poço da Cruz, além de granitoides diversos, como podem ser observados na Figura 2.

Figura 2 – Mapa geológico do município de Caicó



UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS

Cenozóico

Q2a Depósitos aluvionares (a): areia, cascalho e níveis de argila.

Neoproterozóico

NP3 3i Granitóides de quimismo indistinto (i): granitóides diversos (574 Ma U-Pb)

NP3ss Formação Seridó (ss): biotita xisto, metamilito, clorita-sericita xisto (640 Ma U-Pb)

NP3sju Formação Jucurutu (sju): gnaíse, mármore e rocha calcissilicática.

NP2 Suíte máfica: gabro, diorito e tonalito

Paleoproterozóico

PP3 pc Suíte Popo da Cruz: augengnaíse granítico, leuco-orlognaíse quartzo monzonítico a granito (1900 Ma U-Pb)

PP2 cai Complexo Caicó (cai): ortognaíse diorítico a granítico com restos de supracrustais (2300 Ma U-Pb)

PP3sv Complexo São Vicente: ortognaíse TTG e migmatito de protólito gabroítico e diorítico

PP3sq Complexo Serra dos Quintos xisto, gnaíse, BIF, metamáfica, metultramáfica, mármore

CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

- Contato geológico
- Falha ou fratura
- Falha ou Zona de Cisalhamento Contracional
- Falha ou Zona de Cisalhamento Transcorrente Dextral
- Lineamentos estruturais (Traços de Superfície)

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Sede Municipal
- Rodovias
- Limites Intermunicipais
- Rios e riachos
- Açude/barragem

Fonte: CPRM (2005)

O Complexo Serra dos Quintos (PRsq) é composto por xistos, gnaisses, BIF, mármore, metamáficas e metaultramáficas.

O Complexo Caicó está representado na região por ortognaisses dioríticos a graníticos, com restos de supracrustais (PPgcai).

O Complexo São Vicente (PPsv) está constituído por ortognaisses TTG e migmatitos de protólito gabroico e diorítico.

A Suíte Poço da Cruz (PP3pc), está constituída por augen-gnaisses graníticos e leuco ortognaisses quartzo monzoníticos a graníticos.

A Suíte máfica (NP2) é formada por gabros, dioritos e tonalitos.

A Formação Jucurutu (NP3sju) inclui gnaisses, mármore e calcissilicáticas.

4.2.3 Relevo

A altitude do município de Caicó-RN está entre 100 e 200 metros, caracterizada por terrenos baixos situados entre as partes altas do Planalto da Borborema e da Chapada do Apodi.

O relevo é suave ondulado fazendo parte da Depressão Sertaneja, com terrenos baixos situados entre as partes altas da Chapada do Apodi e do Planalto da Borborema, com terrenos antigos formados pelas rochas Pré-Cambrianas, como o granito, onde estão as serras e os picos mais altos.

4.2.4 Solos

Nos solos da região de Caicó-RN, predominam as características de fertilidade natural alta, textura areno/argilosa e média/argilosa, moderadamente drenado apresentando, ainda, solo bruno não cálcico vértico.

Atualmente, a região faz uso do solo para a prática da pecuária extensiva de rebanhos ovino e suíno e cultivo de feijão e batata doce.

Quanto ao uso do solo para fins agrícolas, percebe-se uma regular e restrita característica para o cultivo de pastagem natural, apto para culturas especiais de ciclo longo, tais como: algodão arbóreo, sisal, caju e coco (CPRM, 2005).

4.2.5 Vegetação

Segundo a CPRM (2005), a vegetação predominante na região objeto de estudo, se caracteriza por formação de Caatinga Subdesértica do Seridó, compreendida como a vegetação mais seca do Estado, e ainda em Amorim (2005) essa vegetação é composta por arbustos e árvores baixas ralas e de xerofitismo mais acentuado com galhos retorcidos e raízes profundas com perda de folhas no período da estiagem.

Neste tipo de vegetação as árvores mais encontradas são pereiro, faveleira, facheiro, macambira, mandacaru, xique-xique e jurema-preta em que, segundo o Plano Nacional de Combate à Desertificação (PNCD), Caicó está inserido em área susceptível à desertificação em categoria Muito Grave (CPRM, 2005).

4.3 METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DO IMPACTO DE VIZINHANÇA

Os impactos decorrentes das atividades do desmonte de rocha com o uso de explosivos realizado pela Mineração Dantas e Gurgel & Cia Ltda, foram avaliados de acordo com a metodologia do Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV) considerando-se as seguintes etapas:

4.3.1 Caracterização do empreendimento e zoneamento legal da área urbana

A etapa do zoneamento legal da área localizada no entorno do empreendimento, partiu da análise do plano diretor e do estatuto da cidade por meio de pesquisa documental. O zoneamento da pedreira com relação ao funcionamento e à sua área de influência (vizinhança) foi realizado através do mapeamento das áreas (zonas) de atividades desenvolvidas pela Mineração Dantas e Gurgel & Cia Ltda; assim sendo, realizou-se o zoneamento da infraestrutura e áreas de produção da pedreira.

4.3.2 Avaliação das vulnerabilidades socioeconômica e ambiental

Para avaliar as vulnerabilidades foi realizada uma pesquisa exploratória, compreendendo entrevistas com a população vizinha ao empreendimento. Neste contexto foi realizado um levantamento dos indicadores sociais, econômicos, de saúde e do meio ambiente dos bairros (Vila Altiva, Samanaú e Nova Caicó) próximos à pedreira, perpassando pela questão de renda, saúde, educação, habitação e condições de trabalho, por meio de amostra

não paramétrica, com coleta de dados por oportunidade de localização do chefe de família (Apêndice A).

No que concerne à avaliação das vulnerabilidades sociais, econômicas e ambientais, foi realizada a partir da metodologia proposta por Rocha (1997) quando foram analisados três fatores, compostos por seis variáveis, conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Avaliação de vulnerabilidade: fatores e variáveis

FATOR	VARIÁVEL
Vulnerabilidade Social	Demografia, Habitação e Salubridade
Vulnerabilidade Econômica	Emprego e Renda
Vulnerabilidade Ambiental	Infraestrutura

Fonte: O Autor (2012)

As variáveis foram divididas em itens, de modo que cada um está composto de alternativas para preenchimento. A cada variável foram atribuídos valores, adaptados à realidade da área; desta forma o valor maior do código representa a maior vulnerabilidade e o valor menor do código representa a menor vulnerabilidade.

O valor de uma variável qualquer corresponde ao somatório dos valores de seus itens. A soma dos códigos das variáveis com valor mínimo e máximo determina os extremos do intervalo do fator de vulnerabilidade no qual é determinado o total da soma das variáveis de maior frequência (moda) entre os mínimos e máximos valores dos códigos das variáveis que é um valor significativo encontrado (x). A vulnerabilidade socioeconômica e ambiental foi calculada pela equação 01 (ROCHA,1997).

$$V = ax + b \quad \text{Equação 01}$$

Donde:

V = vulnerabilidade do fator variando de zero (nula) até 100% (máxima);

a e b = constantes da equação da reta para cada fator;

x = valor significativo encontrado do fator em estudo.

Os valores encontrados de vulnerabilidade variaram de zero (vulnerabilidade nula) até 100 (vulnerabilidade máxima) e são divididos em quatro classes, de acordo com a Tabela 2.

Tabela 2 – Classes de Vulnerabilidade

CLASSE DE VULNERABILIDADE (%)			
Baixa	Moderada	Alta	Muito Alta
0-15	16-30	31-45	> 45

Fonte: Araújo (2002)

Após a análise das vulnerabilidades sociais, econômicas e ambientais da população do entorno da Mineração Dantas e Gurgel & Cia Ltda, foram realizados o diagnóstico e a avaliação dos impactos (positivos e negativos) da mineração local, quanto aos aspectos físicos, bióticos e antrópicos.

4.3.3 Elaboração da matriz de impacto socioambiental decorrente da atividade de desmonte de rocha com o uso de explosivo e os aspectos físicos, bióticos e antrópicos

A proximidade das atividades da pedreira junto à cidade de Caicó-RN, gera conflitos socioambientais; com base neste contexto foram realizados estudos de campo e levantamento icnográfico, a fim de se evidenciar os impactos socioambientais provenientes do desmonte de rocha com uso de explosivo, através de visitas de campo e se utilizando das recomendações de Dias, Pereira, Fuentes Dias, Virgílio (1999) e Sánchez (2008), foi elaborada uma matriz de interação entre as atividades extrativistas e os aspectos físicos, bióticos e antrópicos, cujos impactos são definidos de acordo com seu potencial “negativo” ou “positivo”, correlacionando-os com um grau (alto, médio ou baixo) de efetividade, ou ressaltando a anulação de impacto (“sem interferência”).

Ressalta-se que a experiência profissional do autor desta tese ao longo dos seus vinte anos de vida profissional, teve importância decisiva para a construção desta matriz inédita, relacionada aos aspectos e impactos proporcionados pela atividade do desmonte do maciço rochoso com uso de substâncias explosivas.

Em seguida e após terem sido avaliados os impactos socioambientais atribuídos às atividades de extração mineral local, realizou-se uma análise mais detalhada sobre os impactos “negativos”. Para tanto, analisaram-se os impactos potenciais de acordo com os meios ambientes físico, biótico e antrópico e sua correlação de Magnitude (P – Pequena; M – Média; G – Grande), Importância (1 – Não significativa; 2 – Moderada; 3 – Significativa) e Duração (C – Curta; M – Média; L – Longa). Esta última etapa tornou-se imprescindível para

averiguar principalmente a magnitude dos impactos de vizinhança ocasionados pelas técnicas de desmonte de rochas com explosivos.

4.4 COMPARAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENTRE O USO DAS TECNOLOGIAS: LINHA SILENCIOSA E ELETRÔNICA PARA REDUÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

Comparou-se, como as de técnicas de desmonte de rocha com uso de explosivo podem mitigar os impactos socioambientais negativos como, também, a redução de impasses e conflitos com populações localizadas no entorno das pedreiras; contudo, analisaram-se duas formas de iniciação dos explosivos, a saber: uma com o uso de linha silenciosa (sistema nonel) e outra com uso de linha eletrônica (espoleta eletrônica).

A análise das técnicas de desmonte de rocha com uso de explosivo se deu a partir da investigação e acompanhamento realizado por atividade de campo. Desta forma, foram investigados a maximização ou mitigação dos impactos positivos e negativos do empreendimento, através do monitoramento das vibrações e ruídos, e diagnóstico dos elementos do plano de fogo praticado pela pedreira.

Na execução do plano de monitoramento de vibrações, que é uma etapa do estudo de impacto ambiental, o monitoramento sismográfico foi realizado com o sismógrafo S100 ZTEX. Uma vez conhecidas as potencialidades sismográficas das técnicas dos desmontes de rochas (com iniciação silenciosa e com iniciação eletrônica), foram comparadas com o quadro de impactos das vibrações no terreno previsto na Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR 9653/2005, conforme Tabela 3.

Tabela 3 – Parâmetros de vibração e ruído determinados pela legislação

Faixa de frequência	Limite de vibração de pico de partícula	Pressão acústica
4 Hz a 15 Hz	15 mm/s a 20 mm/s	
15 Hz a 40 Hz	20 mm/s a 50 mm/s	134 dBL
Acima de 40 Hz	50 mm/s	

Fonte: NBR 9653(2005)

Na sequência, foram executadas as análises e interpretações dos elementos do plano de fogo (altura e inclinação das bancadas, malha e qualidade da perfuração, razão de carga, tipos de explosivos e acessórios, croqui de amarração e, sobretudo a iniciação eletrônica ou não).

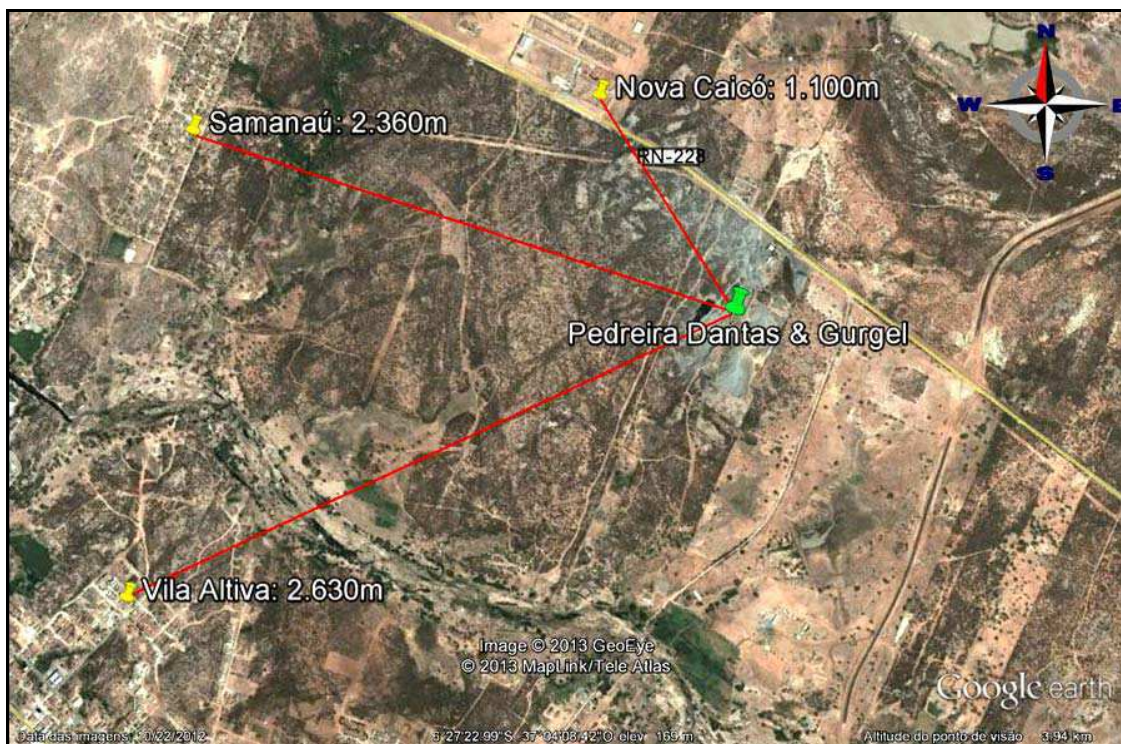
Foi realizado, também, o acompanhamento dos trabalhos no campo durante os meses de janeiro, março, abril, maio, julho e novembro de 2012, com a finalidade de propor medidas a serem adotadas nos futuros planos de fogo levando-se em consideração as análises de desvio de perfuração, configuração das malhas de perfuração *versus* malha de amarração, questões sísmicas e resultados obtidos na fragmentação do material desmontado. Essas atividades foram realizadas com o propósito de ressaltar qual técnica de desmonte do maciço rochoso poderá minimizar os impactos de vizinhança, além de promover melhores resultados econômicos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO E AS TÉCNICAS UTILIZADAS NO DESMONTE DE ROCHA

A Mineração Dantas Gurgel & Cia Ltda, objeto do estudo, é uma empresa devidamente regulamentada no Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) e no Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte (IDEMA); vem desenvolvendo suas atividades há seis anos. A pedreira está localizada próximo à área urbana e faz fronteira com os bairros Vila Altiva (2.630m), Samanaú (2.360m) e Nova Caicó (1.100m), conforme Figura 3.

Figura 3 – Recorte espacial dos bairros estudados no entorno da pedreira



Fonte adaptada: Google Earth (2013)

A infraestrutura da Mineração Dantas Gurgel & Cia Ltda contempla: setor de administração, paiós de explosivos e acessórios, instalações de beneficiamento (britagem) e bancadas de produção (I, II, III e IV), conforme mostra a Figura 4.

Figura 4 – Zoneamento da infraestrutura e áreas de produção da pedreira

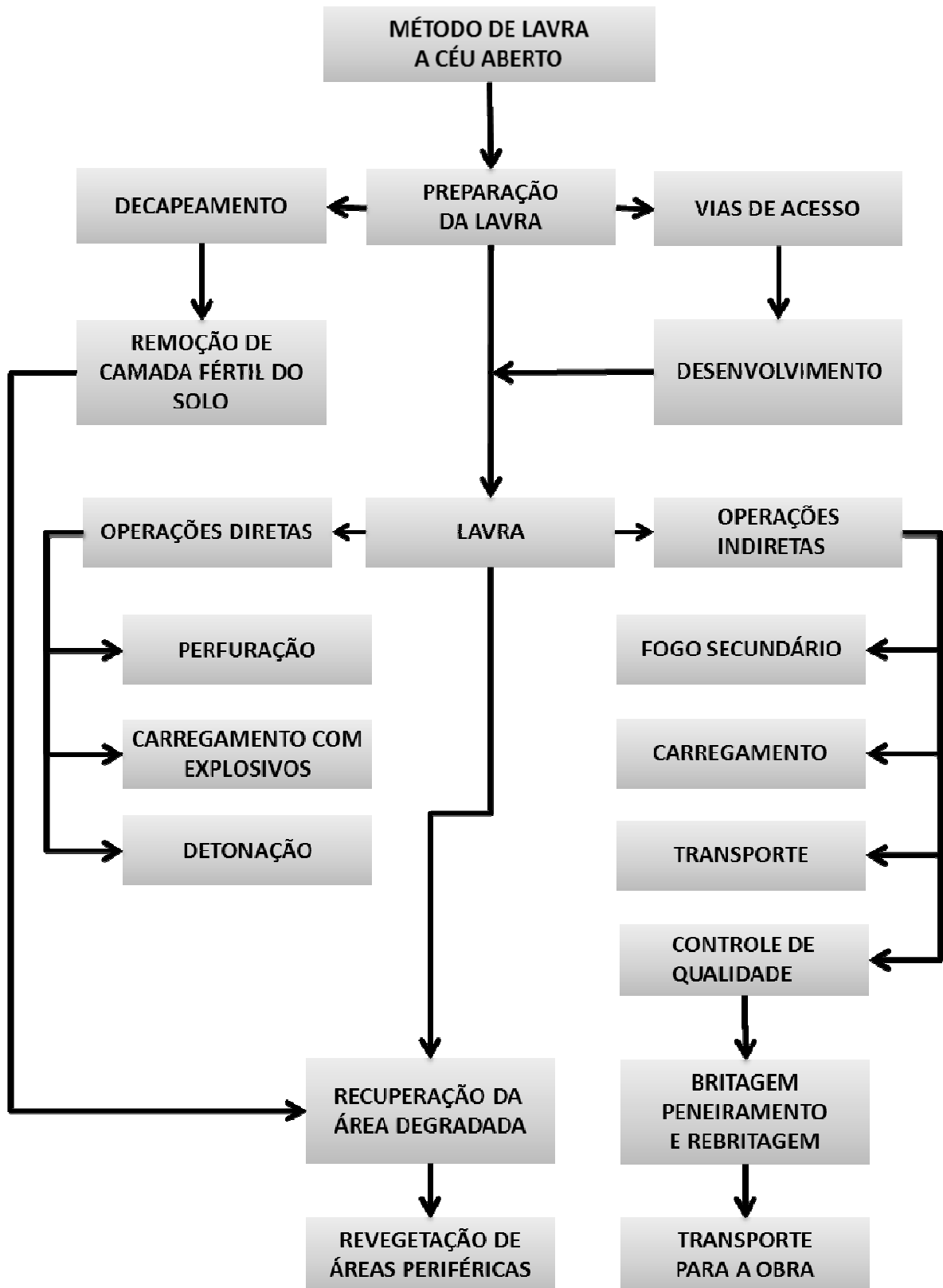


Fonte: Adaptada do Google Earth (2012)

As atividades são executadas por meio da extração do granito para a produção de brita pelo método de lavra a céu aberto, em cava, com bancadas descendentes. As etapas da lavra são desenvolvidas da seguinte forma: perfuração com perfuratrizes pneumáticas, desmonte com explosivos, carregamento com escavadeira e transporte, o qual é realizado por caminhões basculantes para a unidade de britagem instalada a 400m de distância da área de lavra.

Com base no fluxograma da Figura 5 foi possível enumerar cada etapa das atividades desenvolvidas na Mineração Dantas Gurgel & Cia Ltda, como: preparação para iniciar os trabalhos de lavra, decapeamento do terreno, abertura de vias de acesso, desmonte incluindo operações diretas e indiretas, carregamento e transporte do material desmontado, operação de britagem e a recuperação das áreas degradadas.

Figura 5 – Fluxograma do método de lavra e beneficiamento



Fonte: O Autor (2012)

O estágio de beneficiamento tem início com a deposição do material resultante do desmonte sobre um alimentador vibratório com capacidade máxima para 7m³ em que, a partir daí, é transportado por gravidade em uma mesa vibratória para um britador primário de mandíbulas C80 que fragmenta o material por ação de compressão e cisalhamento. Após esta etapa o beneficiamento do mineral é efetuado com um circuito de britagem fechado, composto por um britador cônico 90S, e um conjunto de peneiras 5020 com dimensões de (5,20m x 2,50m) no qual o material beneficiado é separado granulometricamente, de acordo com a solicitação dos clientes e conforme demonstrado na Figura 6.

Figura 6 – Planta de britagem



Fonte: O Autor (2012)

Depois que passa pelo britador primário o material tem seu tamanho reduzido para uma dimensão adequada às operações subsequentes da britagem primária. Este material é transportado por uma correia transportadora até uma peneira vibratória, equipada com telas de variadas dimensões, que retém ou deixa passar o material. Os materiais retidos na peneira gravita são devolvidos ao rebritador ou britador secundário cônico 90S de forma sucessiva, até que se obtenha o produto com a granulometria desejada fechando, deste modo, o circuito de britagem. O material que passa nas peneiras cai numa bica e desta é conduzida para correias transportadoras distintas que formarão as pilhas com os produtos de granulometria diferente: brita 10, 12, 16, 19, 25, 38mm e pedra marruada que serão comercializadas pela empresa, em que a quantidade produzida depende da regulagem do equipamento e da

quantidade de horas trabalhadas da unidade de britagem, exibida na Figura 7.

Figura 7 – Pilhas do material beneficiado



Fonte: O Autor (2012)

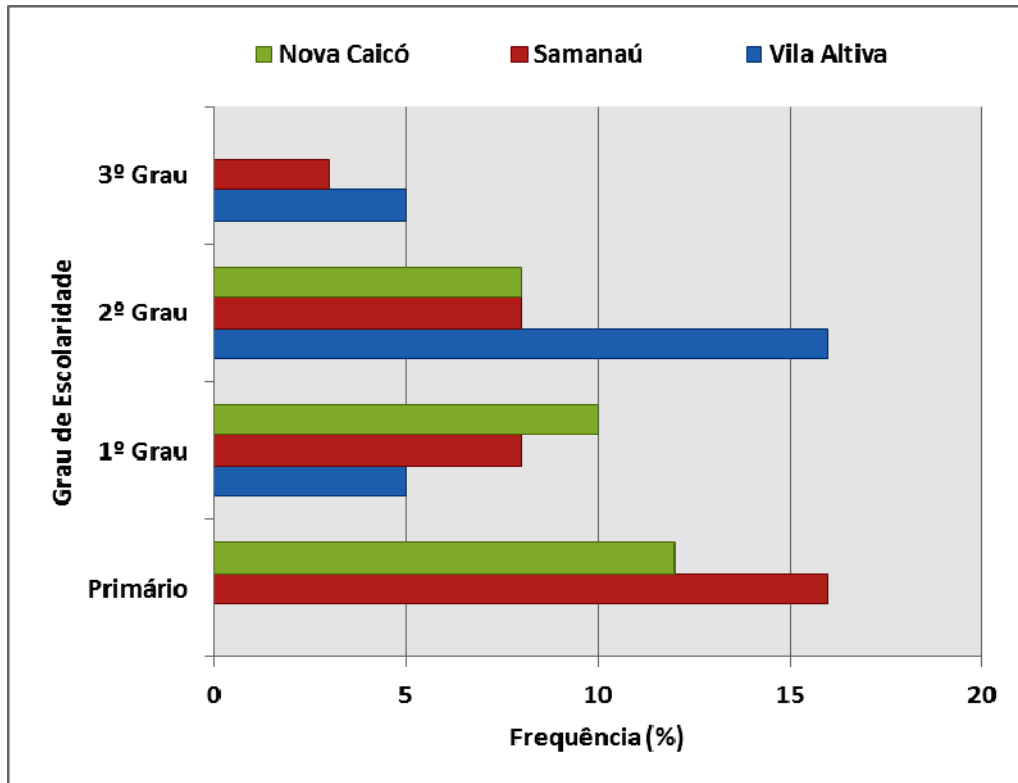
5.2 VULNERABILIDADE SOCIOECONÔMICA E AMBIENTAL DA POPULAÇÃO DO ENTORNO DA MINERAÇÃO

Inicialmente, verificou-se que da população investigada 56% são do sexo masculino; quanto à distribuição por faixa etária, observou-se que 53,6% dos entrevistados estão acima dos 40 anos, dos quais 7% estão com idade acima de 60 anos que, de acordo com Araújo (2006), são considerados os mais vulneráveis por serem mais susceptíveis a doenças provindas da emissão de poluentes.

O padrão demográfico de uma comunidade contribui para a delimitação do perfil socioeconômico predominante na área traduzindo a distribuição de renda e o padrão de ocupação de mão-de-obra disponível no local, fato que indica que a geração de renda dos moradores do entorno da pedreira, está na faixa etária de 26 a 60 anos.

O indicador educacional, isto é, a média de escolaridade, revela que existe uma frequência maior do ensino superior e de segundo grau na Vila Altiva e de nível primário no bairro Samanaú, apresentado no Gráfico 1.

Gráfico 1 – Distribuição da população por grau de escolaridade



Fonte: O Autor (2013)

Outro dado que pode ser utilizado para que se estabeleça uma relação entre geração de renda, dimensão de pobreza e nível de escolaridade, é o número de estudantes por família. Na Vila Altiva 12,6% têm dois membros da família; nos bairros de Samanaú e Nova Caicó, o maior percentual encontrado foi para um membro por família na escola, resultados que demonstram a necessidade de investimento nos programas de governo justificando a carência de mais acesso à educação para a população.

Nos apêndices B, C e D foram encontrados os resultados de todos os diagnósticos realizados nos três bairros estudados no entorno da Mineração Dantas e Gurgel & Cia Ltda. A partir desses dados foi elaborado a Tabela 4 e as Figuras 8, 9 e 10.

Observa-se no referido quadro, que as vulnerabilidades encontradas nos bairros estudados foram altas em todos os fatores, ou seja, social, econômico e ambiental, chegando a alcançar o valor na ordem de 85,64% no fator ambiental nos bairros Vila Altiva e Samanaú, caracterizando a pouca preocupação com a variável ambiental.

A alta vulnerabilidade ambiental é justificada nos bairros pesquisados no entorno da pedreira, devido à degradação provocada pelos principais indicadores de risco diagnosticado através de questionários e de visitas na área. Desta forma, foram consideradas duas dimensões

da vulnerabilidade ambiental: a exposição à área de risco ambiental e a exposição à degradação ambiental.

Tabela 4 – Unidades críticas das vulnerabilidade dos bairros: Vila ativa, Samanaú e Nova Caicó

Fator por Bairro		Valores Significativos			Equação da Reta	Vulnerabilidade (%)
		Mínimo	Máximo	Moda		
Social	Vila Altiva	33	190	116	$VS = 0,636 X - 21,02$	52,87
	Samanaú	33	190	112		50,32
	Nova Caicó	33	190	111		49,68
Econômico	Vila Altiva	3	12	10	$VE = 11,11 X - 33,33$	77,77
	Samanaú	3	12	8		55,55
	Nova Caicó	3	12	9		66,66
Ambiental	Vila Altiva	14	28	26	$VA = 7,14 X - 100$	85,64
	Samanaú	14	28	26		85,64
	Nova Caicó	14	28	25		78,54

VS – Vulnerabilidade Social; VE – Vulnerabilidade Econômica e VA- Vulnerabilidade Ambiental.

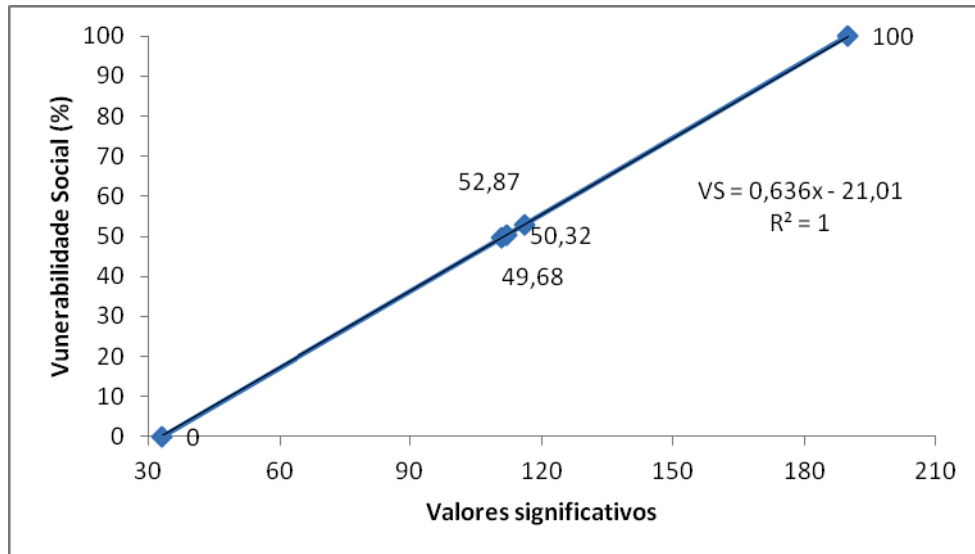
FONTE: O Autor (2013)

5.2.1 Vulnerabilidade socioeconômica

O levantamento socioeconômico da população residente na área do entorno da pedreira, corresponde às comunidades dos bairros Vila Altiva, Samanaú e Nova Caicó, localizados próximos à mineração, sendo diretamente afetadas pelos “efeitos” da atividade mineral, o que as caracteriza como áreas de risco resultante dos impactos negativos advindos da pedreira. As informações obtidas in loco diagnosticaram os aspectos relevantes que afetam a população desta área. A partir dos valores obtidos para indicadores (sociais, econômico e ambiental), foram determinadas as vulnerabilidades e suas respectivas equações.

Levando-se em consideração a vulnerabilidade social, o valor obtido para os bairros Vila Altiva, Samanaú e Nova Caicó foram, respectivamente: 52,87%; 50,32% e 49,68%, conforme ilustra a Figura 08.

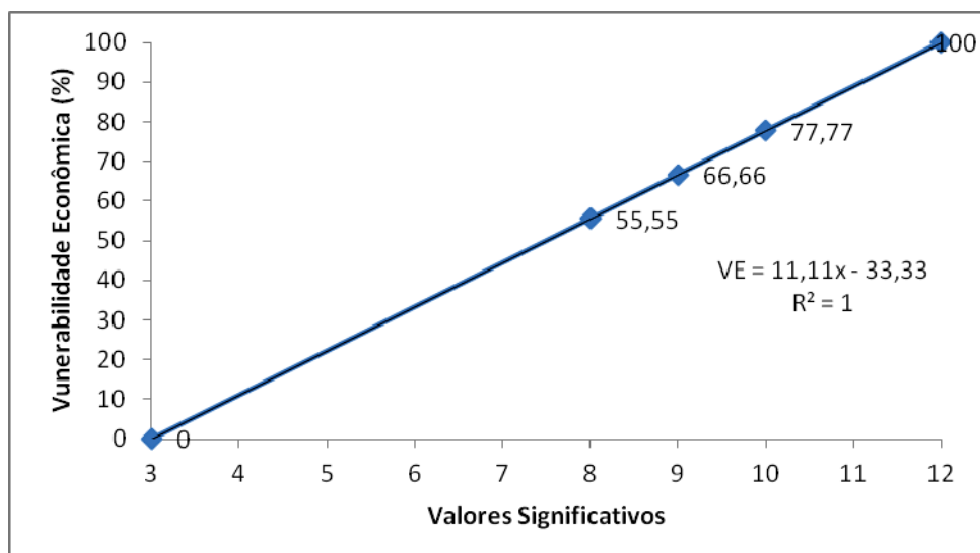
Figura 8 – Vulnerabilidade social dos bairros no entorno da pedreira



Fonte: O Autor (2013)

Quanto aos valores de vulnerabilidade econômica apresentados na Figura 9, foram encontrados os seguintes percentuais para os respectivos bairros: 77,77%; 55,55 % e 66,6 %; esses valores evidenciam uma “alta vulnerabilidade” haja vista que todos os bairros apresentam valores entre 31 a 45, valores esses entendidos como percussores de alta vulnerabilidade (ARAÚJO, 2002).

Figura 9 – Vulnerabilidade econômica dos bairros no entorno da pedreira



Fonte: O Autor (2013)

Os valores significativos encontrados para vulnerabilidade social e econômica, segundo Araújo (2002), são considerados de alto a muito alto; esses valores ficaram acima dos encontrados por ARAUJO (2006), para a comunidade do Mutirão; em Campina Grande-

PB, o valor encontrado foi de 38,89% , acima do observado por Alencar (2004) que foi de 33,0% para o município de Amparo-PB , e inferior ao valor de 78,1% encontrado por Ferreira (2007) para a comunidade da Vila dos Teimosos, localizada também em Campina Grande-PB..

5.2.2 Vulnerabilidade ambiental

Para operacionalizar a vulnerabilidade ambiental foram levadas em consideração as seguintes dimensões da vulnerabilidade ambiental: exposição à área de risco, deposição de lixo, erosão, queimadas, poluição de recursos hídricos, poluição sonora, poluição do ar, tremores, desmonte de rocha com explosivo e reconhecimento de risco ambiental.

Na Tabela 5 observam-se os incômodos mencionados pelos entrevistados com relação à pedreira. Constatou-se que nos bairros Vila Altiva e Nova Caicó, 15% e 16,6%, respectivamente, reclamaram de rachaduras nas casas e da poluição sonora oriunda dos desmontes; todavia, mais de 70 % dos entrevistados em todos os bairros não mencionam impactos da pedreira em sua residência.

Tabela 5 – Incômodos provenientes da atividade da pedreira

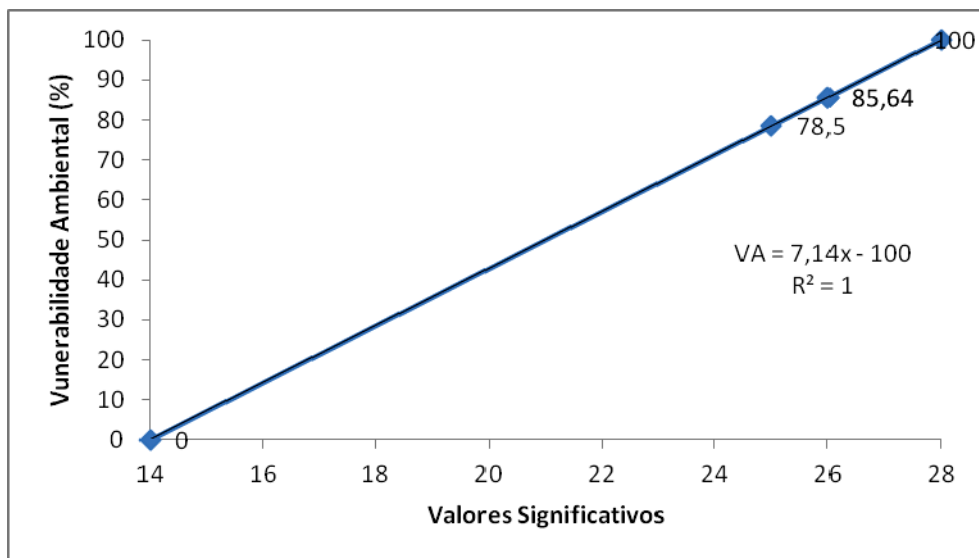
INCÔMODOS	VILA ALTIVA (%)	SAMANAÚ (%)	NOVA CAICÓ (%)
Rachadura/Poluição Sonora	15,0	0	16,6
Poluição Sonora	5,0	15,0	11,6
Rachadura/Tremores	3,3	13,3	0
Poluição Sonora/Tremores	6,6	0	0
Nenhum	70,1	71,7	71,8
Falta de Energia	0	0	3,4

Fonte: O Autor (2013)

Em referência ao reconhecimento de risco ambiental, 86,7% dos entrevistados responderam “não”, contrapondo-se com cerca de 9,9% responderam “sim” e 3,4 %, às vezes, em virtude de considerarem o risco temporário, ou seja, apenas durante o exercício das detonações.

Observa-se, na Figura 10, a vulnerabilidade ambiental por bairro; os valores encontrados para Vila Altiva e Samanaú foram 85,64% e para Nova Caicó 78,5%, valores esses considerados, segundo metodologia de Rocha (1997) como de alta vulnerabilidade.

Figura 10 – Vulnerabilidade ambiental dos bairros vizinhos a pedreira



Fonte: O Autor (2013)

No caso específico da comunidade do bairro Nova Caicó, o valor de vulnerabilidade ambiental foi menor devido ser este um bairro novo e alguns cuidados com meio ambiente estão sendo levados em conta, como exemplo o tratamento de esgoto realizado no próprio bairro, através de lagoa de estabilização. A alta vulnerabilidade ambiental é justificada na área vizinha à pedreira em virtude da degradação provocada pelos principais indicadores de risco diagnosticado através de questionários e de visitas à área.

5.3 IMPACTOS DE VIZINHANÇA PROVENIENTES DA INTERAÇÃO ENTRE A EXPLORAÇÃO MINERAL LOCAL E OS ASPECTOS SOCIOAMBIENTAIS

A proximidade das atividades da Mineração Dantas Gurgel & Cia Ltda junto à cidade de Caicó-RN, gera conflitos socioambientais na área. A pedreira, como citado anteriormente, está inserida no entorno da cidade sendo margeada por bairros, conforme mostra a Figura 11.

Figura 11– Bairros no entorno da pedreira



Fonte: O Autor (2012)

A proximidade da referida mineradora se dá principalmente por dois motivos: 1) os recursos minerais explorados se encontram próximos à zona urbana não sendo possível a escolha de uma localidade mais distante da cidade e 2) a forte influência do custo dos transportes no preço final do produto ocorre principalmente com os agregados utilizados diretamente na construção civil, devido ao seu baixo custo. Conjuntamente com o exposto, tem-se que o município de Caicó-RN, a exemplo da maioria das cidades brasileiras é ausente de planejamento urbano adequado, fator este que corrobora com o avanço da área urbana junto às proximidades da pedreira supracitada.

Entretanto, com o funcionamento da pedreira, especialmente com o uso de explosivo nas proximidades da zona urbana, observou-se o surgimento de inúmeros impactos de vizinhança, a saber:

5.3.1 Alteração Paisagística: degradação do solo, da fauna da flora

Pela suas especificidades, a atividade da Mineração Dantas e Gurgel & Cia Ltda, envolve operações que provocam degradação do solo sendo responsável por mudanças de alto potencial de impacto na fauna e na flora local. O uso inadequado do solo promove transformações muitas vezes irreversíveis. Na Figura 12 observa-se, na área minerada, a

presença de impactos irreparáveis à fauna e à flora local, através da retirada da vegetação, juntamente com a camada fértil do solo provocando diversos níveis de processos erosivos. A erosão provocada por este tipo de atividades ultrapassa os limites de renovação natural. Segundo Melo (2010) este processo se torna maléfico para a manutenção dos recursos edáficos na terra.

Figura 12 – Deterioração paisagística: retirada da vegetação e do solo



Fonte: O Autor (2012)

A poluição visual é o primeiro impacto da pedreira no meio ambiente, percebida através da deterioração paisagística. As crateras, paredões e áreas devastadas em virtude da mineração local, têm provocado alterações ambientais que surtem repercussões a nível da biodiversidade e dos ecossistemas, com ênfase maior na área do entorno.

5.3.2 Geração e emissão de poluentes

Durante a atividade do desmonte de rocha (detonações) e beneficiamento (britagem) são emitidos poluentes (poeira e material particulado) para a atmosfera, os quais contribuem para a poluição do ar. O lançamento de material particulado fino (poeira) para a atmosfera decorre especialmente do desmonte de rocha com uso de explosivo, conforme Figura 13.

Figura 13 – Geração de poeiras e gases após detonação



Fonte: O Autor (2012)

Somado ao desmonte de rocha com uso de explosivo, o movimento de máquinas e caminhões na área de extração também é fonte geradora de poeira, conforme Figura 14.

Figura 14 – Movimentos de máquinas na pedreira



Fonte: O Autor (2012)

A poeira acarreta vários danos à saúde humana. Segundo Almeida (1999), os poluentes atmosféricos podem afetar a saúde humana de diversas formas, pois os efeitos vão desde o desconforto até a morte. Alguns desses efeitos incluem: irritação dos olhos e das vias

respiratórias, redução da capacidade pulmonar, aumento da suscetibilidade a infecções virais e doenças cardiovasculares, redução da performance física, dores de cabeça, alterações motoras e enzimáticas, agravamento de doenças crônicas do aparelho respiratório como, asma, bronquite, enfisema e pneumoconioses, danos ao sistema nervoso central, alteração genética, nascimento de crianças defeituosas e câncer.

Os efeitos da poluição atmosférica sobre a vegetação incluem: a necrose do tecido das folhas, caule e frutos; a redução e/ou supressão da taxa de crescimento; o aumento da suscetibilidade a doenças, pestes e clima adverso até a interrupção total do processo reprodutivo da planta (ASSUNÇÃO, 1998). Ainda segundo este autor, os danos podem ocorrer de forma aguda ou crônica e são ocasionados: a) pela redução da penetração da luz, com consequente redução da capacidade fotossintetizadora, geralmente por deposição de partículas nas folhas; b) mediante penetração de poluentes através das raízes após deposição de partículas ou dissolução de gases no solo ou c) pela penetração de poluentes através dos estômatos, que são pequenos poros nas superfícies das plantas.

Em suma, um dos maiores transtornos sofridos pelos habitantes próximos e/ou os que trabalham diretamente em mineração se relaciona com a poeira, a qual, por sua vez pode ter origem tanto nos processos de perfuração da rocha e detonação como nas etapas de carregamento, transporte e beneficiamento do material desmontado. Esses resíduos podem ser solúveis ou particulados que ficam em suspensão como lama e poeira. Assim, um dos principais problemas da mineração é a poluição por poeira (SILVA, 2007) a qual pode e deve ser mitigada com ações de controle para a emissão de poluentes na atmosfera.

5.3.3 Geração de ruído e vibração

O desmonte de material consolidado (maciços rochosos e terrenos compactados) é realizado através de explosivos resultando, como consequência, ruídos e vibrações quase sempre prejudiciais à tranquilidade pública.

O tráfego intenso de veículos pesados carregados de minério também causa a geração de ruídos e vibrações que afetam a qualidade da comunidade, especialmente nas áreas mais próximas à mineração (DJORDJEVIC, 1997).

Uma vez elencados os principais impactos de vizinhança provenientes da interação entre a exploração mineral local e os aspectos socioambientais, tornou-se louvável avaliar os reflexos – impactos – dessas interações. Neste contexto serão detalhados, a seguir, os resultados da avaliação realizada quanto à interação das atividades da Mineração Dantas e

Gurgel & Cia Ltda, quanto aos aspectos físicos, bióticos e antrópicos.

5.4 AVALIAÇÃO DA MATRIZ DE INTERAÇÃO DAS ATIVIDADES, ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS, PROPORCIONADOS PELO DESMONTE DE ROCHA COM USO DE EXPLOSIVO NOS MEIOS FÍSICOS, BIÓTICOS E ANTRÓPICOS

A avaliação entre as atividades do desmonte de rochas e os aspectos físicos, bióticos e antrópico, foi realizada através de uma matriz de interação, conforme sinalizado no Quadro 1; na matriz, os impactos são definidos de acordo com seu “potencial negativo ou positivo”, correlacionando-os com um grau (alto, médio ou baixo) ou ressaltando a anulação de impacto (“sem interferência”).

Quadro 1 – Matriz de interação das atividades, aspectos e impactos ambientais proporcionados pelo desmonte de rocha a explosivo

Fatores Ambientais Aspectos/ Atividades	Meio Físico						Meio Biótico		Meio Antrópico								
	Água	Ar			Solo		Fauna	Flora	Vizinhança								
		Interferências em águas superficiais	Gases e Poeiras	Ruídos	Ultra-som	Erosão da zona de lavra			Vibrações	Atividade Econômica				Saúde		População	
	Geração de Emprego						Fornecimento de matéria prima	Desvalorização Imobiliária		Modificação das formas do uso do solo	Acidente no Trabalho	Doença e Danos a Saúde	Aumento da população no entorno da pedreira	Alteração visual e paisagística	Conflito no uso e ocupação do solo		
Decapeamento	▼	▶	▼	-	▲	▼	▲	▶	△	△	-	△	▼	▼	-	▲	▼
Perfuração das bancadas	-	▲	▲	-	▶	▲	▲	-	△	△	-	-	▶	▶	-	▼	-
Carregamento dos furos com explosivo	-	-	-	-	-	-	-	-	△	△	-	-	▶	▶	-	-	-
Amarração do fogo	-	-	-	-	-	-	-	-	△	△	-	-	▶	▶	-	-	-
Detonação	▼	▲	▶	▲	▼	▶	▲	▶	△	△	▲	-	▲	▲	-	▲	▲
Carregamento e transporte	▼	▲	▶	-	▼	▼	▼	▼	△	△	▲	-	▼	▶	-	▼	▼

LEGENDA

POTENCIAL IMPACTO POSITIVO		
Alto	Médio	Baixo
△	▷	▽

POTENCIAL IMPACTO NEGATIVO		
Alto	Médio	Baixo
▲	▶	▼

SEM INTERFERÊNCIA
-

Os dados acima expostos explicitam os principais impactos ambientais decorrentes das atividades minerárias, que são: interferências em águas superficiais; deterioração da qualidade do ar pela emissão de gases e poeiras; vibrações e ruído; ultralancamento de fragmentos de rochas; erosão da zona de lavra; migração de aves/mamíferos; alteração paisagística; interferências na área de exploração; geração de emprego e renda; capacitação dos funcionários; fornecimento de matéria-prima necessária para o desenvolvimento urbano; desvalorização imobiliária e conflito no uso e ocupação do solo.

A matriz foi construída com o auxílio de uma legenda, para melhor interpretação; salienta-se que os espaços constantes de “hifenização”, correspondem a “não interferência” nos meios físico, biótico e antrópico, dos quais são analisados os efeitos causados na água, ar, solo, fauna, flora e vizinhança (atividade econômica, saúde e população).

Diante das atividades minerárias e sua correlação com os impactos nos meios físico, biótico e antrópico se destacam:

I. Decapeamento:

Quanto às observações no meio físico, os impactos gerados são de potencial negativo baixo em águas superficiais, podendo causar geração de resíduos sólidos, alteração da topografia, aumento de erosão ou assoreamento, geração de ruídos e rebaixamento do nível freático. Quando o meio é o ar, pode-se observar um potencial impacto negativo na geração de gases, poeira e ruídos. No solo, os principais impactos de maior relevância são observados na erosão da zona de lavra e vibrações, sendo o primeiro caracterizado por impacto de nível “alto”, e no segundo, “baixo”.

As observações no meio biótico, que compreendem a fauna e a flora, de forma geral se caracterizam por possuir potencial de impacto negativo, em que se observa um “alto” impacto na migração de aves e mamíferos, bem como um “médio” impacto gerado na flora.

Quanto ao meio antrópico é observado um potencial impacto “positivo” nas atividades econômicas, destacando-se a geração de emprego e a arrecadação de impostos com elevado potencial de impacto e modificação do uso do solo empregado como agregado da construção em geral, assim como no fornecimento da matéria-prima comercializada para indústria da construção civil e aterros. No que tange a saúde, observa-se “baixo” impacto negativo nos efeitos de acidentes no trabalho, doenças e danos à saúde, em virtude do uso de equipamentos de proteção individual e operacionalização de equipamentos mecânicos de médio porte. Quanto à população, observou-se um impacto potencial “negativo” em relação à alteração

visual e paisagística, e “baixo” impacto no uso e ocupação do solo ausente de conflitos sociais.

II. Perfuração das bancadas

Nas observações no meio físico, os impactos causados são de potencial negativo no ar, em que se pode observar um alto impacto na geração e emissão de gases, poeira e ruídos, provenientes do uso de equipamento de perfuração. No solo, os principais impactos de maior relevância são observados na erosão da zona de lavra e vibrações, sendo o primeiro caracterizado por impacto de nível médio e alto impacto no segundo.

As observações do meio biótico se caracterizam por possuir potencial de impacto negativo “alto” para a fauna, proveniente de ruídos e vibrações gerados por equipamentos de perfuração e de carregamento.

Quanto ao meio antrópico, é constatado um impacto positivo “alto” nas atividades econômicas de vizinhança em que o destaque para os impactos é idêntico aos oriundos do decapeamento. Referente à saúde, observa-se um “médio” impacto negativo nos efeitos de acidentes no trabalho, doenças e danos à saúde e quanto à população, observou-se um impacto potencial negativo “baixo” na alteração visual e paisagística.

III. Carregamento dos furos com explosivos e Amarração do fogo

Observa-se influência apenas no meio antrópico em se perceber que essas fases da operação são necessárias para a fabricação do produto final a ser beneficiado. Assim, tal percepção mostra, quanto aos impactos, que eles são negativos com potencial “médio” para a saúde e segurança dos trabalhadores.

IV. Detonação

No meio físico percebe-se um impacto negativo “baixo” para água pois na área de estudo não há a presença de bioma aquático nem efeitos na qualidade da água no lençol freático.

Quando observados os impactos no ar, percebe-se: um “alto” impacto negativo devido à emissão de gases e poeira, oriundos do processo de detonação; “médio” impacto negativo quanto ao ruído, é proveniente das vibrações geradas a partir da reação de decomposição química dos explosivos e, no ultralancamento nota-se um “alto” impacto negativo devido à existência de possíveis fragmentos de rocha lançados a longas distâncias; esses lançamentos são provenientes de erros de operacionalização no plano de fogo (SILVA, 2006).

Dentre os impactos que afetam o solo, percebe-se um “baixo” impacto negativo na erosão da zona de lavra uma vez que a detonação é efetuada em afloramentos de rochas

superficiais na forma de flancos; já em relação à relevância do impacto ambiental quanto à vibração, observou-se um “médio” impacto negativo mesmo quando os registros dos níveis de vibrações se encontram em conformidade com a NBR 9653/2005; tais registros podem ser acompanhados nas Figuras 17 e 20.

Para o meio biótico há um “alto” impacto negativo na fauna de vez que os ruídos e vibrações provenientes da detonação promovem a migração das espécies locais para áreas mais próximas; enfim com relação à flora, nota-se um médio impacto negativo proveniente da emissão de gases de dióxido e monóxido de carbono, tal como a emissão de partículas finas que se agrupam na superfície das folhagens.

No meio antrópico os potenciais impactos positivos são “altos” na geração de emprego e fornecimento de matérias-primas visto que as práticas e habilidades dessas atividades exigem conhecimentos aplicados por pessoas qualificadas e experientes, sendo imprescindível que se forneçam alternativas de materiais para a indústria da construção; como desvantagem, há uma desvalorização imobiliária no entorno, o que se enquadra como um “médio” impacto negativo.

No tocante aos impactos na saúde, há um “alto” impacto negativo quanto a acidente no trabalho e às doenças e danos à saúde, já que os trabalhadores são afetados pelo uso de materiais explosivos e acessórios de detonação, os quais fomentam a existência de nuvens de particulados ultrafinos, ultralaçamentos de rochas, ruídos e vibrações oriundos da detonação.

A população do entorno sofre um “alto” impacto negativo na alteração visual e paisagística, assim como nos conflitos no uso e ocupação do solo. Para a população do entorno da pedreira não é desejável residir em áreas com desconforto ambiental caracterizando, assim, os conflitos socioambientais.

V. Carregamento e Transporte

Com as observações feitas no meio físico notou-se um “baixo” impacto negativo em águas superficiais, causado por pequenos danos nas etapas de carregamento e transporte do produto beneficiado. Quanto ao ar, pôde-se notar que houve um “alto” impacto negativo, pois há a emissão de gases e poeira gerados no carregamento dos produtos (blocos de rochas). Observou-se, ainda, um “médio” impacto negativo dos ruídos gerados no transporte dos recursos minerais; no solo os principais impactos são observados na erosão da zona de lavra e vibrações, ambos caracterizados por um impacto negativo “baixo”.

As observações no meio biótico (fauna e flora), denotam, de forma geral, um “baixo” impacto negativo. As observações realizadas durante a investigação sinalizaram que o

carregamento e o transporte têm um “baixo” impacto negativo para as questões ambientais.

No meio antrópico, foi observado um “alto” impacto positivo nas atividades econômicas, destacando-se a geração de emprego e renda pelo uso, compra, venda e locação de máquinas e equipamentos de uso na Mineração Dantas e Gurgel & Cia Ltda. A desvalorização imobiliária sofre um “médio” impacto negativo em virtude da geração e emissão de poeira e ruídos.

Quanto à saúde e à segurança dos trabalhadores e da população circunvizinha, observou-se um “médio” impacto negativo já que o transporte do material britado é realizado pelas rodovias que adentram na zona urbana, permitindo a geração e a emissão de poeira e ruído para a população local.

No Quadro 2 estão dispostos os impactos potenciais, de acordo com o meio ambiente físico, biótico e antrópico e sua correlação de Magnitude (P – Pequena; M – Média; G – Grande), Importância (1 – Não significativa; 2 – Moderada; 3 – Significativa) e Duração (C – Curta; M – Média; L – Longa).

Quadro 2 – Impactos do desmonte de rocha a explosivo no meio físico, biótico e antrópico

MEIO	IMPACTOS POTENCIAIS	MAGNITUDE			IMPORTÂNCIA			DURAÇÃO			DESCRIÇÃO
		P	M	G	1	2	3	C	M	L	
FÍSICO	Interferências nos recursos hídricos	X			X			X			Reservatório localizado próximo à pedreira; Rebaixamento do lençol freático.
	Gases e poeiras			X			X		X		Advindo das Atividades de desmonte
	Vibrações		X			X		X			Advindo das Atividades de desmonte
	Ruído			X			X	X			Advindo das Atividades de desmonte
	Ultralancamento			X			X	X			
	Erosão da zona de lavra			X			X			X	Advindo das Atividades de desmonte
BIÓTICO	Migração de aves/mamíferos			X			X			X	Alterações no habitat das espécies
	Interferência na área de exploração		X			X				X	
ANTRÓPICO	Geração de emprego			X			X			X	Modificação do meio
	Fornecimento de matéria prima			X			X			X	
	Desvalorização imobiliária			X			X			X	Interferência direta na comunidade
	Acidente no trabalho			X			X			X	Alto potencial de risco
	Doença e danos a saúde			X			X			X	Exposição do trabalhador
	Aumento da população no entorno da pedreira	X				X			X		Avanço da cidade
	Alteração visual e paisagística			X			X			X	Impacto visual
	Conflito no uso e ocupação do solo			X			X			X	Ausência da aplicação do plano diretor da cidade

P – Pequena; M – Média; G – Grande; 1 – Não significativa; 2 – Moderada; 3 – Significativa; C – Curta; M – Média; L – Longa

Fonte: O Autor (2012)

Os impactos advindos da interferência causada pela pedreira constam de magnitudes que variam a depender do meio investigado, quais sejam:

No meio físico:

- Interferência nos recursos hídricos – consta de magnitude pequena, uma importância não significativa e uma curta duração.
- Gases e Poeiras – constam de grande magnitude, com significativa importância e uma média duração advinda das atividades do desmonte de rochas com uso de explosivos.
- Vibrações – constam de média magnitude com uma moderada importância e curta duração no meio.
- Ruídos – constam de grande magnitude com significativa importância e curta duração no ar.
- Ultralanzamento – consta de grande magnitude com significativa importância e curta duração; advém das atividades do desmonte.
- Erosão da zona de lavra – conta de grande magnitude com significativa importância e longa duração, provocada pelos efeitos negativos das atividades do desmonte.

Interferência no meio biótico

- Migração de aves/mamíferos – consta de grande magnitude com significativa importância e longa duração gerada devido às alterações causadas no habitat das espécies.
- Interferência na área de exploração – consta de média magnitude com moderada importância e longa duração, promovida pela alteração na superfície do solo em que pode aumentar a necrose da superfície das folhas e caule ou frutos, conforme comentado por Assunção (1998).

Meio antrópico

- Geração de emprego – consta de grande magnitude com significativa importância e longa duração devido à geração de emprego e melhor qualidade de vida para as comunidades da região.
- Fornecimento de matéria-prima – consta de grande magnitude com significativa importância e longa duração, devido ao fornecimento de matéria-prima para executar obras indispensáveis de infraestrutura para o desenvolvimento urbano.
- Desvalorização imobiliária – consta de grande magnitude com significativa importância e longa duração e é causada pelas interferências diretas dos processos de

produção e potencialização de conflitos entre a população do entorno e a pedreira.

- Acidente no trabalho – consta de grande magnitude com significativa importância e longa duração; é causado, geralmente, pela alta potência de risco decorrente da atividade.
- Doença e danos à saúde – constam de grande importância e longa duração, causado pelos efeitos maléficos da exploração dos recursos naturais.
- Aumento da população do entorno – consta de média magnitude com moderada importância e longa duração devido ao avanço e à expansão da cidade seguida de inexistência de planejamento urbano, o que implica na incorporação da comunidade em áreas periurbanas.
- Alteração visual e paisagística – consta de grande magnitude com significativa importância e longa duração, gerada pela alteração física da paisagem. Conflito no uso e ocupação do solo – constam de grande magnitude com significativa importância e longa duração, em virtude de ausência da aplicação do plano diretor da cidade.

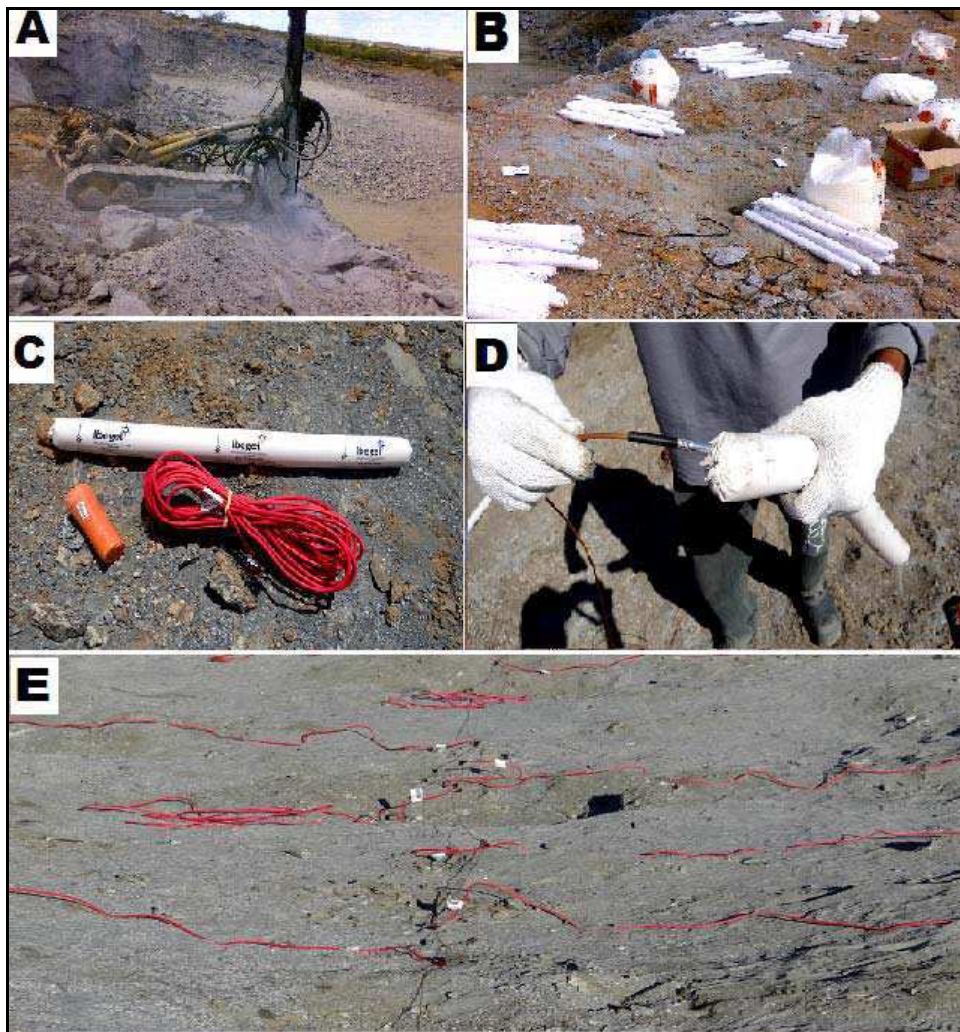
5.5 COMPARAÇÃO DAS TECNOLOGIAS DE DESMONTE DE ROCHA

A análise das técnicas do desmonte do maciço rochoso se deu a partir da investigação realizada em atividade de campo, através do acompanhamento dos trabalhos de desmonte de rocha com uso de explosivos. Desta forma, foram avaliados a maximização e a mitigação dos impactos negativos do empreendimento: vibrações; emissão de ruídos; ultralancamento de fragmentos de rochas e poluentes (poeira). Com a finalidade de comprovar que é possível realizar desmonte de rocha em áreas próximas às zonas urbanas, analisar-se-ão duas formas de iniciação dos explosivos, a saber: uma com uso da linha silenciosa (espoleta não elétrica) e outra com o uso da linha eletrônica (espoleta eletrônica).

Cabe ressaltar que o procedimento de desmonte realizado tanto com o uso de iniciação da linha silenciosa quanto com a eletrônica, obedece às seguintes etapas: levantamento topográfico da área, marcação da malha planejada e realização dos furos com uma perfuratriz pneumática com diâmetro de 3”, com profundidade que varia entre 6 e 12 metros. Concomitantemente são verificados todos os itens necessários (profundidade, diâmetro e inclinação), para evitar imprevistos na execução dos furos e não provocar danos na bancada; em seguida, os furos são preenchidos com material explosivo, de acordo com o plano de fogo proposto, incluindo todos os elementos (razão de carga, carga de coluna, carga

de fundo, tampão, tempo por espera, amarração dos furos e sequência de iniciação) necessários para maximizar o desmonte. Em síntese, as etapas principais para o desmonte de rocha com explosivos são: perfuração de furos com perfuratriz pneumática (A); carregamento dos furos com material explosivo granulados e encartuchados (B); o uso da espoleta eletrônica (C) ou linha silenciosa (D) e, por fim, a amarração dos furos (E) para posterior iniciação da detonação, conforme se visualiza na Figura 15.

Figura 15 – Etapas do desmonte de rocha com uso de explosivo



Fonte: O Autor (2012)

Com base nas etapas do desmonte de rocha com uso de explosivo, observadas na figura acima, analisar-se-ão os dados quali-quantitativos sobre como o uso de técnicas distintas (uma com linha silenciosa, e a outra com iniciação eletrônica), poderão não só influenciar no resultado da produção, mas também favorecer a mitigação dos conflitos socioambientais.

5.5.1 Desmonte de rocha com uso de explosivo iniciado por linha silenciosa

Como visto, após terem sido realizadas todas as etapas de escolha da malha, perfuração, carregamento (com explosivos) e amarração dos furos, é que se iniciam os preparativos para se realizar a iniciação por linha silenciosa.

Uma vez utilizada a iniciação com a linha silenciosa, o tempo disponível para a ignição do fogo é de 9 a 250 ms, no que reflete um número de tempo reduzido para atender à quantidade de furos necessários para uma sequência melhor de iniciação do processo de detonação, exposta na Figura 16.

Figura 16 – Desmonte de rocha iniciado por linha silenciosa: talude irregular (A) e blocos fora de especificação (B)



Fonte: O Autor (2012)

Um dos princípios básicos do desmonte de rocha é a criação da face livre (parede remanescente do maciço rochoso). Percebe-se, na figura acima, que no fogo iniciado por linha silenciosa a base da bancada não se encontra livre, dificultando a qualidade e a ação do trabalho útil dos explosivos. Observa-se, também, que o topo e o talude remanescente da bancada se encontravam de forma irregular devido ao excesso da carga na última linha do fogo anterior, causando *backbreak* (quebra para traz).

Com relação à amarração, é importante ressaltar que a sequência foi realizada de forma adequada; no entanto, para os números de furos existentes no fogo com a linha silenciosa a quantidade de tempo disponível de retardos é insuficiente para atender a esta demanda; deve-se, também, levar em consideração o fator dispersão dos retardos da linha silenciosa. Assim sendo, percebe-se que, mesmo retardando mina a mina, notou-se que

algumas minas saíram ao mesmo tempo, aumentando a razão de carga por espera e, conseqüentemente tem-se, como resultados: dispersão de ar, maiores ruídos e vibrações excessivas, conforme mostra a Figura 17.

Figura 17 – Resultado sismográfico iniciado por linha silenciosa



Fonte: DINACON (2012)

Embora o resultado de vibrações observado no desmonte com o uso de linha silenciosa tenha obtido valores de 132,75 dBL, tal medição se mostra abaixo dos limites sugeridos pelas normas NBR 9653/2005, que são de 134 dBL. Percebe-se que os valores de vibrações obtidos no desmonte com utilização de linha eletrônica foram de 127,61 dBL, inferiores aos de linha silenciosa. Desta maneira, observa-se que as detonações que fazem uso de linha silenciosa geram maior desconforto à população do entorno, se comparadas com os resultados obtidos com linha eletrônica, Figura 20.

Um dos mais graves problemas da utilização da linha silenciosa está correlacionado ao ultralancamento de fragmentos de rochas, conjuntamente com uma emissão maior de poluentes (poeiras) para a atmosfera, conforme se observa na Figura 18.

Figura 18 – Ultralancamento de fragmentos de rochas



Fonte: O Autor (2012)

Outro grande problema no desmonte de rocha iniciado por linha silenciosa, especialmente em pedreiras urbanas, é o fogo secundário, o qual não se justifica como um modo operacional permanente já que é extremamente perigoso e oneroso, devido ao fato de não haver técnicas que possam controlar a direção dos fragmentos. Soma-se, a esta realidade, o fato de que os fogos secundários promoverão novas vibrações sísmicas e emissões de poluentes para a atmosfera, causando mais transtorno (impactos), para as populações circunvizinhas à mineração.

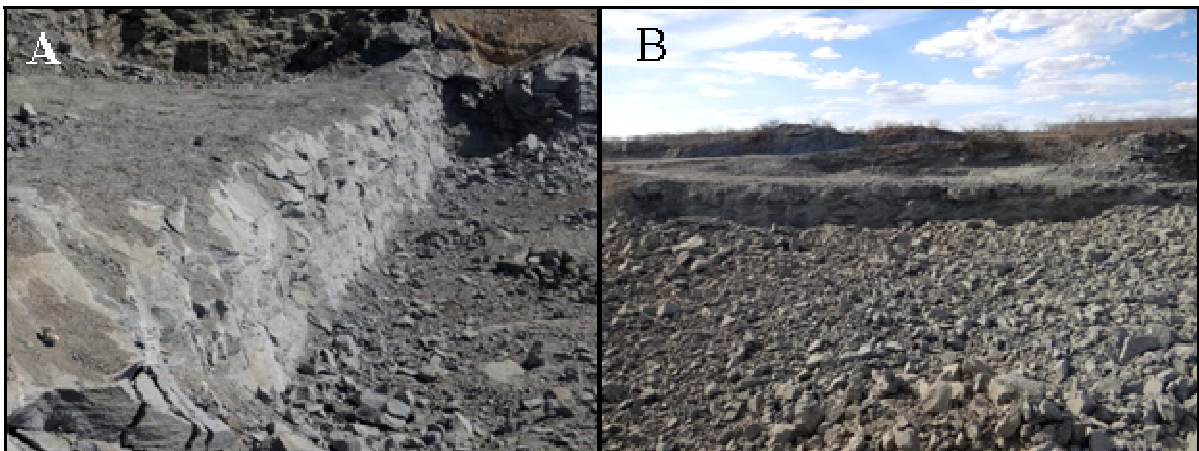
Em síntese, o bloco fora de especificação constitui um problema tanto socioambiental quanto econômico pois com sua geração, torna-se obrigatório o uso de fogos secundários para deixá-los em conformidade com a abertura do britador, o que condiciona mais processos vibratórios, emissão de poeira, além de aumentar os custos na alocação de mão-de-obra e na compra de substâncias explosivas.

Logo, cabe enfatizar que o processo de iniciação por linha silenciosa promove pouca segurança já que a ignição do fogo geralmente é realizada através do mantopim (acessório de iniciação), caracterizado por não ter precisão no tempo de queima, bem como a falta de controle sobre a sequência de detonação.

5.5.2 Desmonte de rocha com uso de explosivo iniciado por linha eletrônica

A utilização do sistema de iniciação eletrônica permite adequar a temporização da sequência de detonação, fator primordial no resultado final do desmonte. Em outras palavras, o uso do sistema de iniciação eletrônica reflete diretamente no resultado do desmonte do maciço rochoso uma vez que os blocos serão fragmentados em conformidade com o tamanho desejado para o posterior beneficiamento, o que diminui a possibilidade da existência de fogos secundários, reduzindo os custos com novos fogos. Desta forma, a iniciação eletrônica proporciona vantagens quando comparada com a linha silenciosa, a saber: não possibilita dispersão de ar, o que causa menor ruído; não causa um aumento relativo de vibrações; reduz o ultralançamento de rocha; preserva o talude remanescente; fragmentação compatível com a abertura do britador e, principalmente, amortiza os custos e acrescenta a segurança dos operários, conforme Figura 19.

Figura 19 – Desmonte de rocha iniciado por linha eletrônica: preservação do talude remanescente (A) fragmentação eficiente (B)



Fonte: O Autor (2012)

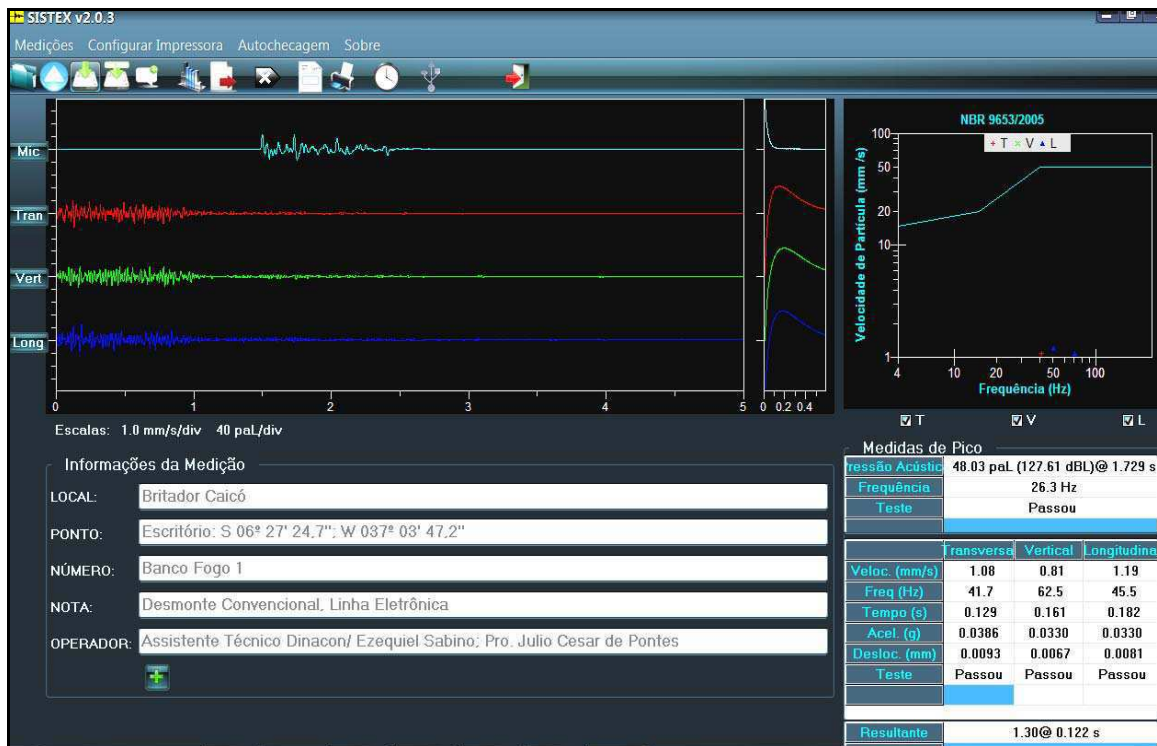
Diante da Figura acima observa-se a preservação do talude remanescente, ou seja, a criação de uma nova face livre (parede rochosa). Desta forma, percebe-se que no fogo iniciado por espoleta eletrônica, a base da bancada se encontrava livre e o topo do talude remanescente se mantinha de forma regular, não apresentando *backbreak* (quebra para trás) ou demais problemas com a bancada.

Ao analisar os procedimentos adotados no referido desmonte, observou-se que a espoleta eletrônica é um acessório de detonação, imprescindível para se adequar a sequência dos números de furos à quantidade de tempo disponível de retardos atendendo, assim, tanto ao

retardo entre uma detonação e outra quanto à demanda de furos por tempo. Deste modo, percebeu-se que o retardo mina a mina não possibilitou a detonação de várias minas ao mesmo tempo, o que diminuiu, sem dúvida, a razão de carga por espera e, conseqüentemente, reduziu os ruídos e vibrações.

Observou-se, ainda, que o uso da espoleta eletrônica possibilitou um controle sobre o processo de detonação com tempo de retardo eficiente e suficiente para que houvesse a iniciação de todos os furos, manobra esta que não reflete saída momentânea de mais de um furo (a menos que se deseje) e diminui os impactos de vizinhança através da redução dos ruídos e vibrações, conforme apresentados na Figura 20.

Figura 20 – Resultado sismográfico iniciado por linha eletrônica



Fonte: DINACON (2012)

Os resultados sismográficos possibilitaram uma avaliação do impacto ambiental por meio de correlação entre frequência vibratória e desconforto humano. Na etapa de detonação dos explosivos a sismografia da linha eletrônica apresentou vibrações na ordem de 1.03 mm/s, portanto de menor intensidade, se comparada com a linha silenciosa cujo patamar alcançou valores de até 4,86 mm/s. Deste modo, observou-se que a utilização de linha eletrônica gerou aproximadamente **79%** menos vibrações do que a linha silenciosa para o caso em estudo, conforme Tabela 6.

Tabela 6 – Resultado da sismografia da linha silenciosa e da eletrônica

VIBRAÇÃO	LINHA SILENCIOSA	LINHA ELETRÔNICA
Transversal (mm/s)	5,13	1,08
Vertical (mm/s)	5,40	0,81
Longitudinal (mm/s)	4,05	1,19
Resultante (mm/s)	4,86	1,03

Fonte: O Autor (2013)

Quanto aos problemas socioambientais decorrentes da sobrepressão acústica observa-se, a partir dos dados sobre produção de ruídos (Tabela 7), que a detonação realizada com linha eletrônica possui características melhores para iniciar os explosivos, uma vez que os níveis de sobrepressão acústica da linha eletrônica (127,61dBL) são menores que os verificados quanto aos níveis encontrados para a linha silenciosa (132,75dBL). Desta forma, comprova-se, que o uso de linha eletrônica (espoleta eletrônica) condiciona a redução de ruídos em até 4%, mitigando, assim, os conflitos sociais e os impactos de vizinhança advindos de pedreiras próximas à áreas urbanas.

Tabela 7 – Resultado da sobrepressão acústica (ruídos) da linha silenciosa e da eletrônica

RUÍDO	LINHA SILENCIOSA	LINHA ELETRÔNICA
dBL	132,75	127,61

Fonte: O Autor (2013)

Tendo em vista que um dos mais graves impactos de vizinhança promovidos pelo uso da linha silenciosa está correlacionado ao ultralaçamento de fragmentos de rochas, conjuntamente com uma emissão maior de poluentes (poeiras) para a atmosfera, observou-se que o uso da espoleta eletrônica contribuiu para a mitigação de tais efeitos (impactos negativos). Evento verificado através das inúmeras observações dos desmontes iniciados por espoleta eletrônica e dos levantamentos sismográficos em que, uma vez realizado o controle sobre a sequência de iniciação, tornou-se possível realizar detonações com tempos determinados para que não houvesse a saída simultânea de furos e, conseqüentemente, soma de energia, o que levaria a grande emissão de poluentes e fragmentos de rochas. Portanto, com o uso da espoleta eletrônica houve maior controle da razão de carga explosiva, o que

atenuou os impactos de vizinhança correlacionados ao lançamento de fragmento de rochas e poluição do ar.

Em uma instância final de análise sobre os impactos de vizinhança causados pelo desmonte de rochas com o uso de linha silenciosa, constatou-se que esta técnica tem fomentado a presença de fogos secundários os quais, além de onerar os desmontes de rochas para posterior beneficiamento através da britagem, promovem novas vibrações sísmicas e emissões de poluentes para a atmosfera causando mais transtornos para as populações circunvizinhas à pedreira. Em contrapartida foi averiguado que, com o uso da espoleta eletrônica, os resultados do desmonte de rocha foram de boa qualidade, o que resultou na fragmentação perfeita dos blocos rochosos e nos correspondentes benefícios econômicos e socioambientais pois com o bom desmonte de rochas associados a uma fragmentação adequada de rochas, deixou-se de realizar fogos secundários reduzindo, portanto, os custos eventuais com mão-de-obra ou materiais explosivos extras e, ainda, não produzindo novos abalos sísmicos e emissão de poluentes que possibilitam a origem de impactos e conflitos de vizinhança junto às comunidades residentes nas proximidades da pedreira.

Sucintamente, com o uso da espoleta eletrônica tem-se uma janela de tempo programável maior entre 0 a 8.000 ms do que a iniciação da linha silenciosa, além de uma alta precisão quanto ao tempo de iniciação dos furos, e, sobretudo, o controle sobre todo o processo de detonação, fator imprescindível para inibir possíveis erros e perigos durante o processo de desmonte de rocha com uso de explosivo. Assim, torna-se evidente que o uso da espoleta eletrônica em oposição aos resultados obtidos por meio da linha silenciosa, possibilita tanto a redução do desconforto com os ruídos advindos das grandes detonações quanto os conflitos de vizinhança, ocasionados pelo ultralancamento de fragmentos de rochas, poeiras e gases.

6 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA FUTURAS PESQUISAS

As conclusões depreendidas na presente tese são:

- Dentre os aspectos investigados no zoneamento da área pode-se concluir que a Mineração Dantas Gurgel & Cia LTDA, possui um processo de produção em conformidade com as Normas Brasileira de Mineração;
- Quanto aos efeitos causados pela mineração, a população do entorno da pedreira está susceptível à vulnerabilidade socioeconômica e ambiental que oscila entre alta e muito alta;
- Fundamentados nas informações obtidas na matriz de interação das atividades, os aspectos e impactos ambientais mais significativos proporcionados pelo desmote do maciço rochoso com uso de explosivos foram: Negativos (gases e poeiras, vibração, ruídos, ultralancamento, alteração paisagística) e Positivos (geração de emprego, fornecimento de matéria-prima, arrecadação de impostos e capacitação da mão-de-obra);
- Os impactos socioambientais podem ser minimizados com o uso de linha eletrônica reduzindo as vibrações em até **79%** e os ruídos em até **4%**;
- O uso de linha eletrônica é viável para o desmote do maciço rochoso com uso de explosivo tendo em vista a redução dos danos à qualidade de vida daqueles que residem na vizinhança da mineração;
- Os impactos ambientais resultantes da utilização dos explosivos são fenômenos explicáveis, mensuráveis e controláveis, susceptíveis de ocorrerem rotineiramente sem atingir os limites estabelecidos pela ABNT 9.653/2005;
- Dados sismográficos mostraram o desempenho satisfatório das substâncias explosivas na eficiência do processo de fragmentação e lançamento do maciço rochoso;
- A aplicação contínua do Estudo de Impacto de Vizinhança, juntamente com uma estratégia ambiental preventiva e integrada às atividades do desmote de rocha,

aumentará a ecoeficiência e evitará ou reduzirá os danos à qualidade de vida daqueles que residem na vizinhança da mineração.

Como sugestões para futuras pesquisas, alinha-se:

- Submeter estudos aos órgãos competentes, propondo revisão dos limites dos níveis de vibração e ruído, abaixo dos estabelecidos atualmente pela ABNT 9.653/2005, em ambientes de desmonte de rocha próximo à área urbana;
- Desenvolver um sistema de monitorização integrado quanto aos vários aspectos e impactos ambientais resultantes das atividades do desmonte, além da disponibilidade *on-line* e gratuita desse sistema;
- Desenvolver trabalhos sistemáticos que visem prevenir os riscos de acidentes;
- Adotar planejamento que viabilize a relação custo benefício da pedreira próximo à área urbana;
- Deve-se realizar um estudo para viabilizar um programa de comunicação social e ambiental com a comunidade do entorno;
- Adotar um plano de fogo com explosivo bombeado e iniciado com espoleta eletrônica;
- Sugerir aos órgãos fiscalizadores do setor mineral a necessidade de uma tríplice licença: título mineral, licença ambiental e licença social, baseadas no Estudo de Impacto de Vizinhança.

REFERÊNCIAS

- AGRA FILHO, S. S. **Os estudos de impactos ambientais no Brasil: uma análise de sua efetividade.** 1991. 151f. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético) - PPE/COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1991.
- ALENCAR, J. R. de. Contribuição da mulher no desenvolvimento científico e tecnológico do agronegócio brasileiro: o caso da Embrapa. In: FÓRUM DA MULHER NA ÁREA TECNOLÓGICA, 1., 2004, São Luís, MA. **Anais...** São Luís, dez. 2004.
- ALMEIDA, I. T. A. **Poluição atmosférica por material particulado na mineração a céu aberto.** 1999. 194f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mineral) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.
- AMORIM, Isaac Lucena de; SAMPAIO, Everardo V. S. B.; ARAÚJO, Elcida de Lima. Flora e estrutura da vegetação arbustivo-arbórea de uma área de caatinga do Seridó, RN, Brasil. **Acta botânica Basílica**, Brasil, v. 19, n. 3, p. 615-623, 2005.
- ANTONIUS, P. A. J. **A exploração dos recursos naturais face à sustentabilidade e gestão ambiental: uma reflexão teórica conceitual.** Belém: NAEA, 1999.
- ARAÚJO, A. E. de. **Construção social dos riscos e degradação ambiental: município de Sousa, um estudo de caso.** 2002. 120 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 2002.
- ARAUJO, A. O. B. **Análise e prognóstico de risco a desastres na comunidade do mutirão: Campina Grande.** 2006. 105 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2006.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9.653/2005: guia para avaliação dos efeitos provocados pelo uso de explosivos nas minerações em áreas urbanas.** Rio de Janeiro: ABNT, 2005.
- ASSUNÇÃO, J. V. Poluição atmosférica. In: CASTELLANO, E. G. (Ed.). **Desenvolvimento sustentado: problemas e estratégias.** Academia de Ciências do Estado de São Paulo. São Paulo, 1998. p. 271-308.
- BACCI, D. C. **Vibrações geradas pelo uso de explosivos no desmonte de rochas: avaliação dos parâmetros físicos do terreno e dos efeitos ambientais.** 2000. 205f. Tese (Doutorado em Geociência e Ciências Exatas) – Universidade Estadual de Rio Claro, Rio Claro, 2000.
- BACCI, D. C; LANDIM, B. P. M; ESTON, S. M. Aspectos principais e impactos de pedreira em área urbana. **Revista Escola de Minas**, Ouro Preto, v. 1, n. 59, p. 47-54, jan./mar. 2006.
- BARREIROS, M. **Estudo de impacto de vizinhança (EIV).** São Paulo: [s.n.], 2002.
- BERNADO, P. A. M. **Impactos ambientais do uso de explosivos na escavação de rochas, com ênfase nas vibrações.** 2004. 385f. Tese (Doutorado em Engenharia de Minas) – Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2004.

BITAR, O. Y.; ORTEGA, R. D. Gestão ambiental. In: OLIVEIRA, A. M. S.; BRITO, S. N. (Ed.). **Geologia de engenharia**. São Paulo: ABGE, 1998. Cap. 32, p. 499-508.

BURSZTYN, M. A. A. **Gestão ambiental: instrumentos e práticas**. Brasília: IBAMA, 1994.

BRASIL. Constituição República Federativa. Senado. **Lei nº 10.257**, de 10 de julho de 2001, que estabelece diretrizes gerais para a política urbana. Brasília, DF, 2005. p. 198 - 199.

_____. Ministério do meio ambiente. **Agenda ambiental na administração pública**. Brasília: MMA/SDS/PNEA, 2001.

_____. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 1, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA). **Diário [da] República do Brasil**, Brasília, DF, 17 fev. 1986.

BRITO, E. J. G. N. Estudo de impacto ambiental (EIA) e relatório de impacto ambiental (RIMA): erros e acertos. In: TORNISIELLO, S. T. et al. (Org.). **Análise ambiental: estratégia e ações**. São Paulo: [s.n], 1995. p. 255-260.

CEPAL. **Vulnerabilidad sociodemográfica: viejos y nuevos riesgos para comunidades, hogares y personas**. Brasília: CEPAL/ ECLAC, 2002.

CERUCCI, M. **Análise da eficácia do estudo prévio de impacto ambiental quanto a aplicação de metodologias para a localização de empreendimentos**. 1998. 127f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 1998.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). **Reestudo dos críticos de análise do incômodo causado aos indivíduos por vibrações**. São Paulo: CETESB, 1983, 51p.

CHAMIÉ, P. M. B. **Contexto histórico, sob o enfoque urbanístico, da formulação e legalidade do estudo de impactos de vizinhança**. 2010. 178 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo de São Paulo. São Paulo, 2010.

CLEBER, M. C; MARIA, N. O. Riscos ambientais e geografia: conceituações, abordagens e escalas. **Anuário do Instituto de Geociências**, Rio de Janeiro, v. 28-2, p.11-30, 2005. Disponível em: <http://www.anuario.igeo.ufrj.br/anuario_2005/Anuario_2005_11_30.pdf> Acesso em: 6 dez. 2012.

CPRM. **Perspectivas do meio ambiente do Brasil: uso do subsolo**. Ministério de Minas e Energia, 2002. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br>>. Acesso em: 7 dez 2012.

_____. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea: diagnóstico do Município de Caicó**. Ministério de Minas e Energia, 2005.

CUTTER, S. L. (Org.) **Environmental risks and hazards**. London: Prentice-Hall, 1994.

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.

DIAS, M. C. O; PEREIRA, M. C. B; DIAS, P. L. F; VIRGILÍO, J. F. **Manual de impactos ambientais: orientação básicas sobre aspectos ambientais de atividades produtivas.** Banco do Nordeste. Fortaleza, 1999. p. 297.

DJORDJEVIC, N. **Mnimizing the enviromental impacto f blast vibration.** Mining Engineering, abril, 1997. p. 57-61.

ENRÍQUEZ, M. A. R. S. Mineração e desenvolvimento sustentável: é possível conciliar? **Revista Iberoamericana de Economía Ecológica**, México, v.12, p. 51-66, 2009.

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.

FERREIRA, D. A. **Vulnerabilidade sócio-ambiental e suas manifestações de risco em espaços socialmente marginalizados na cidade de Campina Grande-PB:** estudo de caso da vila dos teimosos. 2007. Tese (Doutorado) – Universidade Federal Campina Grande, Campina Grande, 2007.

FILHO, J. F. P.; SOUZA, M. P. O licenciamento ambiental da mineração no quadrilátero ferrífero de Minas Gerais: uma análise da implementação de medidas de controle ambiental formuladas em EIAs/RIMAs. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 4, out./dez. 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-41522004000400012&script=sci_arttext>. Acesso em: 18 dez. 2012.

GAMA, C. D. da. **Curso vibrações em geotécnica:** geração, monitorização, impactos ambientais, critérios de dano e sua mitigação. Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa, 2003.

_____. Geotecnia ambiental: perspectivas e aplicações. **Revista Sociedade Portuguesa de Geotecnia**, Lisboa, n. 90, 2000.

GRIFFITH, J. J. **Recuperação conservacionista da superfície de áreas mineradas:** uma revisão de literatura. UFV. Viçosa, 1980.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades.** Natal: IBGE, 2006. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 2 nov. 2011.

KOPEZINSKI, I. **Mineração x meio ambiente:** considerações legais, principais impactos ambientais e seus processos modificadores. Porto Alegre: UFRGS, 2000.

LA ROVERE, E. L. **Os problemas da avaliação de impacto ambiental no Brasil.** Brasília: INESC, 1993.

LIMA BARATA, M. M. (Coord.). **Mapa de vulnerabilidade da população do estado do rio de janeiro aos impactos das mudanças climáticas nas áreas social, saúde e ambiente.** Rio de Janeiro: Secretaria do ambiente, 2011. Relatório 4 – versão final. Disponível em:

<http://download.rj.gov.br/documentos/10112/1312228/DLFE-56321.pdf/04_relatorio_vulbilidade.pdf>. Acesso em: 18 dez. 2012.

MALHEIROS, T. M. M. **Análise da efetividade da avaliação de impactos ambientais como instrumento da política nacional de meio ambiente: sua aplicação em nível federal.** 1995. 250 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1995.

MEIRELES, H. L. **Direito municipal brasileiro:** São Paulo, Malheiros, 1993.

MELO, L. F. S. **Caracterização dos níveis de degradação de solos da microbacia do Sucuruí no núcleo de desertificação de Gilbués.** 2010. 42 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2010.

MIRRA, A. L. V. **Impacto ambiental:** aspectos da legislação brasileira. São Paulo: Juarez de Oliveira, 2008.

MOREIRA, A. C. M. L. Avaliação dos instrumentos de intervenção urbana. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL, 2., 1993, São Paulo. **Anais...** São Paulo: FAAUSP, 1993, p.34.

_____. **Mega projetos e ambiente urbano:** uma metodologia para elaboração do relatório de impacto de vizinhança. 1997. 172 f. Tese (Doutorado em Políticas Públicas Ambientais Urbanas) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, São Paulo, 1997.

MOSER, C. The asset vulnerability framework: reassessing urban poverty reduction strategies. **World Development**, New York, v. 26, n. 1, 1998.

MUNARETTI, E. **Desenvolvimento e avaliação de desempenho de misturas explosivas a base de nitrato de amônio e óleo combustível:** 2002. 249 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

NAKANO, K. Plano diretor e as zonas rurais. **Caderno Polis 8**, São Paulo, v. 8, p. 25-36, 2004.

NETO, T. L. A. **Problemas gerados pela extração de rochas e propostas para mitigação do impacto sonoro.** 2006. 200 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

OLIVEIRA, H. A. **Da responsabilidade do estado por danos ambientais.** Rio de Janeiro: Forense, 1990.

ORTH, D. **Estudo de impacto de vizinhança:** relatório técnico. Florianópolis: UFSC, 2004.

PHILIPPI JUNIOR, A.; COLACIOPPO, S.; MANCUSO, P. C. S. **Temas de saúde e meio ambiente.** São Paulo: Signus, 2008.

PONTES, J. C. **Estudo da fragmentação em desmonte com explosivos na pedreira queimadas:** PEDRAQ. 1998. 128 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Minas) – Universidade Federal da Paraíba, Paraíba, 1998.

RIBEIRO, E. **Estudo de impacto ambiental como instrumento de planejamento**: São Paulo: Polis, 2006.

ROCHA, J. S. M. da. **Manual de projetos ambientais**: Santa Maria: Imprensa Universitária, 1997.

ROLIM, F. J. L. **Considerações sobre desmontes de rochas com ênfase aos basaltos feição entablamento**: 1993. 216 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade de São Paulo. São Paulo, 1993.

ROLNIK, R. **Estatuto da cidade-guia para implementação pelos municípios e cidadãos**: câmara dos deputados. Brasília: [s.n], 2001.

RONZA, C. **A política de meio ambiente e as contradições do estado**: a avaliação de impacto ambiental em São Paulo. 108 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Capinas, 1998.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental**: conceitos e métodos. **Oficina de Textos**, São Paulo, 2008. p. 495.

SÁNCHEZ, L. E. Ruído y sobrepresion atmosférica. In: REPETTO, F. L.; KAREZ, C. S. (Ed.) **Aspectos geológicos de proteccion ambiental**. Montevideu: UNICAMP/PNUMA/UNESCO/Instituto de Geociência, 1995, p.189-196.

_____. **Curso de sistemas de gestão ambiental**. São Paulo: USP, 2001.

SANTILLI, J. **Socioambientalismo e novos direitos**: proteção jurídica à diversidade biológica e cultural. São Paulo: Peirópolis, 2005.

SILVA, A. F. **Mapa de localização da Mineração Dantas Gurgel & Cia Ltda**: Rio Grande do Norte: NESA, 2011. 1 mapa.

SILVA, J. P. S. Impactos ambientais causados por mineração. **Revista Espaço da Sophia**, n.8, nov. 2007.

SILVA, V. C. **Variáveis que interferem nos problemas ambientais gerados durante os desmontes de rochas**: 1998. 136 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mineral) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

SILVA, V. C.; MAIA, G. F. Normas para avaliação dos efeitos provocados pelo uso de explosivos nas minerações em áreas urbanas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MINA A CÉU ABERTO, 4., 2006, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: IBRAM, 2006.

SOARES, L. M. **Estudo de impacto de vizinhança**: estatuto da cidade (Comentários à Lei 10.257/2001). [S.I.: s.n, 2001 entre 2012]. 294 p.

SOUZA, M. P. **Instrumentos de gestão ambiental**: fundamentos e prática. São Carlos: Editora Riani Costa, 2000.

TOMANIK, R. **Estudo de impactos de vizinhança e licenciamento urbanístico ambiental: desafios e inovações**. 2008. 116 f. Dissertação (mestrado em Engenharia Urbana) – Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, 2008.

TOMMASI, L. R. **Estudo de impacto ambiental**. São Paulo: CETESB, 1993.

TORRES, H.; MARQUES, E. Reflexões sobre a hiperperiferia: novas e velhas faces da pobreza no entorno metropolitano. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, Rio de Janeiro, n. 4, p. 49-70, 2001.

WORSEY, P. N. Blasting. In: WORSEY, P. N.; DUTTA, S.; PARAMESWARAN, K. (Ed.). **Sustainable mining practices: a global perspective**. Balkema of Netherlands. cap. 9, 2004.

APÊNDICES

APÊNDICE A — Questionário aplicado à população residente nos bairros Vila Altiva, Samanaú e Nova Caicó-RN

1. Nome?
2. Naturalidade do chefe da família?
3. Sexo: Masculino () Feminino () Idade ()
4. Grau de escolaridade?
5. Número de estudante por família?
6. Renda mensal da família? (em salário mínimo)
7. Profissão do chefe da família?
8. Onde trabalha o chefe da família?
9. Onde morava antes de vir para este local?
10. Por que sua família resolveu sair de onde morava para residir nesta localidade?
11. Há quanto tempo sua família reside neste local?
12. Antes ou depois da implantação da pedreira? Antes () Depois ()
13. Situação do imóvel em que reside? Próprio () Alugado () Outros ()
14. Sua residência possui rede de esgoto? Sim () Não ()
15. Se sim, qual? Fossa () Passa pela rede de esgoto da rua () Outros ()
16. Qual o Tipo de construção?
17. Número de cômodos por residência?
18. Possui energia elétrica em sua casa? Sim () Não ()
19. Qual a doença mais frequente em sua família?
20. Onde sua família procura assistência médica?
21. Existe alguém com problema de pele em sua família?
22. O que se tem feito para diminuir a presença de insetos em sua casa?

23. De onde vem a água consumida por sua família?
24. Essa água é utilizada para cozinhar, beber, tomar banho, etc...? Sim () Não ()
25. O carro de lixo passa na sua rua? Sim () Não () Às vezes ()
26. (Se sim) Quantas vezes por semana?
27. (Se não) O que é feito com o lixo?
28. Sua casa possui sanitário? Sim () 2. Não ()
29. No ato da entrevista é detectado algum problema de saúde no local?
30. Quais os incômodos provenientes da atividade da pedreira?
31. Você considera que sua casa está localizada numa “área de risco” em relação à pedreira?
1. Sim () 2. Não () 3.às vezes ()
32. Se 1 ou 3,
Quando? _____
33. Quando ocorre desmonte na pedreira sua casa é afetada?
1. Sim () 2. Não ()
34. Em sua opinião, quais os ganhos sociais advindos da implantação da pedreira?
34. Quais os principais meios de sobrevivência das pessoas da comunidade?
1. Agricultura () 2. Agropecuária () 3. Comercial () 4. Mineração ()
5. Servidor público () 6. Indústria () 7. Aposentado () 8. Outros ().
35. Existem organizações na comunidade:
1. Cooperativa () 2. Associação () 3. Sindicato () 4. Outros ().

APÊNDICE B – Tabulação dos resultados do diagnóstico socioeconômico – Resultado do diagnóstico da unidade crítica de deterioração

CÓD.	INDICADOR	VALOR ENCONTRADO			VALOR TABELADO	
		Vila ativa	Samanaú	Nova Caicó	Mínimo	Máximo
1.1	Idade média da família	4	3	4	1	5
1.2	Grau médio de instrução	5	8	8	1	9
1.3	Número de pessoas por família	5	6	5	1	8
2.1	Tipo de habitação	3	3	2	1	5
2.2	Número de cômodos	5	6	5	1	9
2.3	Número médio de pessoa por quarto	5	2	2	1	6
2.4	Tipo de fogão	3	3	3	1	5
2.5	Água consumida	1	1	1	1	2
2.6	Rede de esgoto	3	1	1	1	3
2.7	Eliminação de lixo	3	1	1	1	3
2.8	Tipo de piso	5	5	5	1	8
2.9	Tipo de parede	2	2	2	1	5
2.10	Tipo de telhado	1	1	1	1	4
2.11	Eletricidade	2	2	2	1	3
2.12	Geladeira	1	1	1	1	2
2.13	Rádio	1	1	1	1	2
2.14	Televisão	1	1	1	1	2
2.15	Micro-ondas	2	2	2	1	2
2.16	Telefone	1	1	1	1	2
2.17	Consumo de leite	6	6	6	1	7
2.18	Consumo de verduras	3	3	3	1	7
2.19	Consumo de legumes	3	3	3	1	7
3.0	Consumo de ovos	6	6	6	1	7
3.1	Consumo de batatas	7	7	6	1	7
3.2	Consumo de massa	7	7	7	1	7
3.3	Consumo de arroz/feijão	3	3	3	1	7
3.4	Consumo de peixes	7	7	6	1	7
3.5	Consumo de aves	5	6	7	1	7
3.6	Consumo de café	4	3	3	1	7
3.7	Consumo de pão	6	5	6	1	7
3.8	Participação em associação	2	2	2	1	7
3.9	Salubridade	4	3	4	1	7
3.10	Combate às pragas domésticas	1	1	1	1	7
FATOR SOCIAL		116	112	111	33	190

APÊNDICE C – Indicadores selecionados de vulnerabilidade econômica

CÓD.	INDICADOR	VALOR ENCONTRADO			VALOR TABELADO	
		Vila altiva	Samanaú	Nova Caicó	Mínimo	Máximo
5.1	Renda bruta da família	4	3	4	1	4
5.2	Área da casa	3	3	3	1	6
5.3	Outras rendas	2	2	2	1	2
FATOR ECONÔMICO		10	8	9	3	12

APÊNDICE D – Tabulação dos resultados do diagnóstico ambiental – Resultado do diagnóstico da unidade crítica de deterioração

CÓD.	INDICADOR	VALOR ENCONTRADO			VALOR TABELADO	
		Vila ativa	Samanaú	Nova Caicó	Mínimo	Máximo
1.1	Deposição de Lixo	2	2	2	1	2
1.2	Erosão	2	2	2	1	2
1.3	Esgotos	2	2	2	1	2
1.4	Queimadas	2	2	2	1	2
1.5	Outros	2	2	2	1	2
1.6	Poluição dos recursos hídricos	2	2	2	1	2
1.7	Rachadura/Poluição sonora	2	1	2	1	2
1.8	Poluição sonora	2	2	2	1	2
1.9	Rachadura/Tremores	2	2	1	1	2
2.0	Poluição sonora/Tremores	2	1	1	1	2
2.1	Poluição do ar	1	2	2	1	2
2.2	Falta de energia	1	1	1	1	2
2.3	Reconhecimento do risco	2	2	2	1	2
2.4	Desmonte	2	2	2	1	2
FATOR AMBIENTAL		26	26	25	14	28