

**XI SILUBESA*****Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental***28/03 a 02/04/2004 - Natal - Rio Grande do Norte - Brasil

VI-011- PROPOSIÇÃO DE MEDIDAS MITIGADORAS PARA OS IMPACTOS AMBIENTAIS REFERENTES À EXECUÇÃO DE MINÉRIOS E PRODUÇÃO DE CIMENTO PORTLAND - CIMPEAR -PB: UM ESTUDO DE CASO.

Luiz Pereira de Brito⁽¹⁾

Engenheiro Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Mestre em Engenharia Química pela Universidade Federal da Paraíba – Campina Grande (UFPB). Doutor em Engenharia Sanitária/UP - Madrid. Pós-Doutor em Engenharia Sanitária/UP – Barcelona.

Rocio Norabuena Ortiz

Engenheira Civil (Peru). Mestranda em Engenharia Mecânica pelo Programa de Pós-Graduação de Engenharia Mecânica na Universidade Federal do Rio Grande do Norte (PPGEM/UFRN)

Hermínio Pereira de Brito

Engenheiro Mecânico pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Mestrando em Engenharia Mecânica pelo Programa de Pós-Graduação de Engenharia Mecânica na UFRN.

Ubirajara Vasconcelos do Nascimento Silva

Engenheiro Têxtil pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Mestrando em Engenharia Mecânica pelo Programa de Pós-Graduação de Engenharia Mecânica na UFRN.

Vladimir Anderson Marinho de Carvalho

Engenheiro Têxtil pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Mestrando em Engenharia Mecânica pelo Programa de Pós-Graduação de Engenharia Mecânica na UFRN.

Endereço⁽¹⁾: LARHISA – Centro de Tecnologia – Campus Universitário – Natal/RN - CEP: 59072-970 – Brasil. Tel: (84) 215-3775/215-3766

e-mail: lbrito@ct.ufrn.br

RESUMO

Neste trabalho serão apresentadas as medidas mitigadoras propostas para minimizar os impactos ambientais gerados pela Companhia Paraíba de Cimento Portland – CIMEPAR, devido a suas diferentes atividades para a produção de cimento portland. As medidas propostas para a empresa atendem os impactos ambientais mais graves, que são: alterações morfológicas, emissões, vibrações, ruídos, poluição do ar e poluição das águas.

PALAVRAS-CHAVE: Medidas Mitigadoras, Fábrica Cimenteira, Meio-Ambiente.

INTRODUÇÃO

O estudo tem como objetivo sugerir medidas mitigadoras visando minimizar os impactos ambientais adversos gerados em função dos vários processos desenvolvidos pela Companhia Paraíba de Cimento Portland – CIMEPAR, desde a exploração das jazidas para extração dos minérios: calcário, argila ferruginosa e argila arenosa até o beneficiamento destes minerais para a obtenção de cimento portland e sua comercialização. Bem como, traçar o plano um plano de reabilitação da área minerada, de reflorestamento através de um programa de acompanhamento e monitoramento em nível de prognóstico para seu futuro.

MÉTODOS

A proposição de medidas mitigadoras em uma área onde se desenvolvem atividades de extração de minérios, depende de vários fatores como: o método empregado na lavra, influência das condições climáticas da região, disposição dos elementos físicos e biológicos de seus ecossistemas, previsão de forma e tamanho da cava final e o volume do estéril que é produzido.

As medidas mitigadoras propostas objetivam oferecer compensações e/ou atenuar os impactos ambientais adversos reais ou potenciais decorrentes das ações de produção e comercialização do cimento portland. Desse modo, constitui um elemento de planejamento, bem como, de orientação às operações da empresa no sentido de reduzir seu passivo ambiental.

Para proposição das medidas mitigadoras, tomou-se como base às evidências obtidas a partir de estudo de impacto ambiental realizado "in loco".

A elaboração das medidas mitigadoras foi baseada na matriz interativa de Leopold. Esta matriz de avaliação quantitativa classifica os impactos quanto as propriedades, prazo de manifestação, grau de certeza, temporalidade, grau de reversibilidade, resultados, área de influência, fator ambiental afetado, escala de gravidade (magnitude), significância.

Partindo-se das ações de projeto são identificados e avaliados os impactos ambientais e propostas as medidas mitigadoras em correspondência com cada impacto negativo.

CONSIDERAÇÕES

O tipo de lavra utilizado na extração do calcário e argilas ferruginosa e arenosa é a "cú aberto". Esse método de exploração caracteriza-se por alterar significativamente a morfologia do terreno onde é praticada. Essa alteração se dá em virtude das grandes transferências de material, seja do decapeamento, ou seja da lavra do mineral propriamente dita.

A inversão do terreno caracteriza o maior destaque da alteração morfológica da área. A área de lavra apresenta um grande desnível topográfico, sendo sua localização mais acentuada com vista para o setor do bairro Cruz das Armas.

O piso final da lavra atingiu inversões da ordem de 30,00 a 40,00m de profundidade, com relação ao relevo de seu entorno. Devido a esta inversão, forma-se um lago artificial proveniente do acúmulo das águas de origem pluviométrica, bem como, das que emergem do lençol freático através dos furos para detonação. O lago formado não tem como ser drenado naturalmente, podendo-se ser elaborado um estudo de aproveitamento de suas águas para atividades relacionadas ao empreendimento.

A proposição de medidas mitigadoras em uma área onde se desenvolvem atividades minerárias, depende de vários fatores como: o método empregado na lavra, influência das condições climáticas da região, disposição dos elementos físicos e biológicos de seus ecossistemas, previsão de forma e tamanho da cava final e o volume do estéril que é produzido.

A partir do conhecimento de todos estes fatores, como também, das características ambientais, torna-se possível traçar um plano capaz de mitigar os impactos produzidos pela atividade. Bem como, traçar um plano de monitoramento, acompanhamento, recuperação e reabilitação da área minerada à nível de prognóstico para seu futuro.

RESULTADOS

Com base na observação e análise dos impactos ambientais referentes à execução de minérios e produção de cimento portland - CIMPEAR –PB, foi possível elaborar as seguintes tabelas de medidas mitigadoras:

AÇÃO DE PROJETO	Nº DE ORDEM DO IMPACTO	Nº DE ORDEM DA MEDIDA	DESCRIÇÃO DA MEDIDA MITIGADORA
ALTERAÇÃO NA COBERTURA DO SOLO	01	01	Desenvolver estudos de novos materiais que possam diminuir a quantidade necessária de argilas e calcário na composição do cimento portland afim de prolongar a vida útil das jazidas
	02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15	02	Deve ser elaborado um plano de reflorestamento para áreas já exploradas e a serem exploradas.
	01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15	03	Respeitar as áreas de preservação mapeadas no plano de zoneamento ambiental, como forma de manter os ecossistemas existentes inalterados.
	02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15	04	Delimitar previamente a área a ser desmatada e orientar os operários quanto ao processo de retirada da vegetação.
	02, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15	05	Quando for necessário explorar novas lavras, fazer a retirada da vegetação nativa de forma gradual, contendo-se apenas as áreas onde serão realizados os trabalhos de decapeamento
	02, 09, 14	06	Quando o desmatamento de novas áreas, estocar os restolhos (parte inferior do caule das gramíneas) vegetais, juntamente com uma camada de solo de aproximadamente 30 cm, para ser utilizado em áreas degradadas da jazida, quando de sua recuperação.
	02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15	07	Conservar o máximo possível a vegetação nativa no talude oeste e leste, até que seja necessário o avanço da lavra nestes setores.
	02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15	08	Reflorestar toda a faixa, no setor sudoeste, entre o "pit" final projetado e o limite da propriedade, estendendo-se até o mangue; com exceção da faixa de domínio da estrada de acesso oeste à cidade de João Pessoa.

02, 03, 05, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15	09	Quando a jazida não estiver sendo mais explorada, aterrar a camada estéril com solo rico em nutrientes numa profundidade de mínimo 60 cm e efetivar o reflorestamento, utilizando preferencialmente árvores, arbustos e herbáceas nativas da mata atlântica.
04, 05, 06, 07, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15	10	Evitar queimadas na área de vegetação nativa.
03, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15	11	Em todo o setor leste, entre o "pit" final da área projetada para a lavra e o muro de cercamento dos limites do projeto, deve ser implantada uma cortina verde, com árvores que atinjam aproximadamente 5 m de altura, de crescimento rápido e que tenha folhagem permanente, como por exemplo a mangueira.
04, 09, 10, 11, 12, 14, 15	12	Durante a formação do depósito destinado ao bota-fora estéril, deve-se respeitar as faixas de preservação dos cursos d'água naturais, deixando livre os canais de escoamento. Quando atingir estas citadas faixas, os taludes do material estéril deverão ser estabilizados com uma cobertura vegetal formada por arbustos e herbáceas nativos.
02, 14	13	Evitar remover juntamente com o solo, o nível superior do subsolo para não comprometer a qualidade da camada fértil.
09, 13, 14, 15	14	Durante a remoção não devem ser misturados os solos não alterados com os contaminados por lixo, entulhos ou qualquer outro tipo de material incompatível.
02, 03, 04, 07, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15	15	Dispor a camada de solo removida em cordões no limite externo da área desmatada. Este material poderá ser aproveitado imediatamente ou ficar estocado por um período de até dois anos. Após este tempo estocar em local apropriado.
02, 03, 04, 07, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15	16	No caso de estocagem do solo é recomendável depositar em local limpo e plano, formando pilha não superior a três metros de altura. A base da pilha poderá ser protegida com troncos vegetais e toda sua superfície deverá ser recoberta com restolhos.
02, 09, 14	17	Procurar não alterar as características físico-químicas do solo removido. O revolvimento periódico e sistemático desse material deverá facilitar o processo de aeração, que irá promover uma melhor atividade biológica.

	02, 03, 04, 07, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15	18	A formação do depósito de estéril deverá continuar sendo feita na região centro-sul da área do empreendimento com avanço direcionado no sentido sul e leste. Devendo obedecer a configuração do terreno.
	02, 04, 07, 14, 15	19	Colocar uma camada de material drenante no terreno que receberá o bota-fora estéril.
	02, 03, 04, 07, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15	20	Depositar o bota-fora estéril em camadas de até 20 cm, compactando-o com os próprios equipamentos usado no transporte. Construir, ainda, canaletas de drenagem superficial para proteção contra deslizamentos e erosão.
	04, 07, 13, 14	21	Proceder abertura de canais periféricos, com dimensões adequadas, para evitar que as águas superficiais escoem para o depósito de bota-fora estéril enquanto não esteja reflorestado.
	04, 17, 14	22	Na necessidade de atravessar os cursos d'águas para transportar o material estéril, deve-se construir obras d'artes respeitando a vazão dos córregos. Neste caso, recomenda-se que sejam implantados bueiros no córrego que desce do bairro dos Novais.
	02, 09, 11, 12, 13, 14, 15	23	Evitar a contaminação da superfície ainda não removida, por óleos e outros derivados de petróleo provenientes de serviços de reparos e manutenção de veículos e máquinas operatrizes.
	AÇÃO DE PROJETO	Nº DE ORDEM DO IMPACTO	Nº DE ORDEM DA MEDIDA
RUÍDOS E VIBRAÇÕES	18, 19, 20, 21, 22, 23, 24	24	Para minimizar os ruídos e vibrações geradas pelas máquinas operatrizes utilizadas nas perfurações, bem como, das explosões usadas para desmonte da lavra, sugere-se a utilização de um equipamento fresador contínuo (já em operação) em caráter de experiência.
	23	25	Durante o processo de perfuração, os operários deverão utilizar equipamentos de proteção individual adequado à prevenção de acidentes de trabalho; tais como: máscara contra poeira, protetores auriculares, óculos de proteção, capacetes, luvas, botas.

	23	26	As concentrações de ruídos nos locais de trabalho não podem ultrapassar 85 Db, conforme determina a legislação estadual do Estado da Paraíba, em seu Decreto nº 15.357 de 15 de junho de 1993, Artigo 7º e 8º, sem que seja obrigatório o uso de equipamentos de controle. As medidas encontradas nas diversas áreas da empresa encontram-se abaixo dos limites determinados na legislação vigente.
AÇÃO DE PROJETO	Nº DE ORDEM DO IMPACTO	Nº DE ORDEM DA MEDIDA	DESCRIÇÃO DA MEDIDA MITIGADORA
DRENAGEM E CANALIZAÇÃO	28	27	Abrir valetas, com dimensões adequadas, na área de desmonte da argila, a fim de controlar as erosões.
	27, 28, 29, 31	28	Construir nas valetas de drenagem, antes alcançarem os cursos naturais, caixas de sedimentação, com dimensões adequadas, a fim de evitar a contaminação e o assoreamento dos mesmos.
	27, 28, 29, 31	29	Proceder, periódica e sistematicamente, manutenção nas caixas de sedimentação retirando o material depositado.
	26, 27, 29, 31	30	Colocar vegetação aquática (algas), biologicamente adequada, na água acumulada da lavra explorada. Permitindo com isto, sua oxigenação e a conseqüente despoluição da mesma.
	25, 26, 27, 29, 31	31	Evitar o escoamento, juntamente com as águas pluviais de materiais contaminantes como graxas e óleos, evitando com isto sua poluição. Para tanto, faz-se necessário abrigar e proteger melhor os equipamentos que utilizam estes materiais e orientar melhor os operários que utilizam ou fazem a manutenção dos mesmos.
	25, 26, 27, 28, 29, 31	32	Construir lagoas de estabilização, preferencialmente aproveitando a cava da lavra já explorada, para tratamento das águas que carregam materiais sólidos e partículas.
	30	31	Colocar gradis tipo "guarda-corpo" nas bordas dos canais existentes, para evitar acidentes.

TABELA 1: Medidas Mitigadoras / Categoria: Modificação De Regime (Estado)

AÇÃO DE PROJETO	Nº DE ORDEM DO IMPACTO	Nº DE ORDEM DA MEDIDA	DESCRIÇÃO DA MEDIDA MITIGADORA
EXPLOSÕES E PERFURAÇÕES	44	32	Os depósitos destinados à armazenagem de explosivos e acessórios apresentam condições técnicas e de segurança, conforme determina a Norma R-105 do Ministério da Defesa. Continuar seguindo as normas de armazenamento rigorosamente dentro dos padrões estabelecidos pela citada Norma.
	44	33	Efetuar a manutenção periódica e preventiva dos equipamentos de segurança contra incêndio.
	44	34	Manter um rigoroso controle de acesso aos paíóis de explosivos, garantindo que só as pessoas devidamente credenciadas possam a eles ter acesso.
	44	35	Deve-se evitar choques no depósito de explosivos e acessórios, quando do transporte dos mesmos.
	44	36	Não manter explosivos empilhados, nem mesmo temporariamente, próximos à frente do desmonte.
	44	37	Não deixar, sob hipótese nenhuma, cargas armadas para serem detonadas no(s) dia(s) seguinte(s).
	44	38	Ao socar os explosivos nos furos de detonação, usar vara com ponta arredondada aplicando uma pressão leve até o fundo do furo.
	44	39	Fornecer, instruir, incentivar e fiscalizar o uso de equipamentos de proteção coletivos e individuais, contra ruídos, projéteis e gases, nas áreas sujeitas aos efeitos das perfurações e explosões.
	33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 46, 47	40	O uso e manuseio dos explosivos deverão ser feitos por "baster", sob inspeção de um técnico treinado nesta atividade, que acompanhará necessariamente todas as detonações.
	35, 44	41	As embalagens usadas para acondicionar os explosivos devem ser incineradas nos fornos.
	33, 34, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 46, 47	42	Aplicar a quantidade de explosivos correta para cada finalidade. Adotando o critério de proporcionalidade da área a ser desmontada.
	35, 36, 38, 44	43	Quando do preparo e execução da detonação levar em consideração as condições meteorológicas.

	39, 43, 44, 47	44	Deve-se estabelecer horários os mais previsíveis e regulares possíveis para realização de detonações para desmonte da lavra. Levando-se em conta, para escolha destes horários, o bem estar da população que reside no entorno da fábrica. Faz-se necessário também, que antes de cada detonação um aviso sonoro seja ecoado através de sirene para alertar a todos da eminência de perigo.
	44	45	Delimitar e sinalizar adequadamente a área de lançamento de partículas quando do desmonte.
	44	46	Após a detonação aguardar o tempo necessário para que os gases e partículas em suspensão sejam dissipados.
	44	47	Após a detonação, só liberar a área de desmonte para outras operações, após a inspeção da mesma por técnico responsável pela detonação.
	34, 35, 37	48	Fazer um monitoramento constante do lençol freático na área da lavra, a fim de não atingi-lo, contaminá-lo e evitar que este aflore inundando a lavra, inviabilizando a extração do minério.
	33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 41, 42, 43, 44, 46, 47	49	Utilização permanente do equipamento denominado "fresador contínuo" para diminuir a necessidade de perfurações e explosões quando da extração do minério. Na fase de experiência deste equipamento, as explosões diminuíram, no período de um mês, aproximadamente 78 % .
	40, 41, 42	50	Deverá ser executado por profissionais especializados um projeto paisagístico global, buscando principalmente a revegetação da área da jazida, a fim de minimizar os efeitos adversos causados pelas explosões e perfurações.
AÇÃO DE PROJETO	Nº DE ORDEM DO IMPACTO	Nº DE ORDEM DA MEDIDA	DESCRIÇÃO DA MEDIDA MITIGADORA

ESCAVAÇÃO SUPERFICIAL E ATERRO	48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57	51	Respeitar a faixa de controle ambiental definida no limite da área.
	57	52	A área destinada a exploração da lavra de argila deverá permanecer protegida com cerca.
	57	53	Colocar placas de sinalização alusivas a atividade de extração, indicando com clareza os limites da área de lavra, as rotas de fugas em caso de acidentes e o tempo máximo de permanência no local de pessoas estranha à atividade.
	57	54	Sinalizar com bastante ênfase a área de lavra, notadamente as áreas de entorno e acessos.
	57	55	Garantir uma melhor proteção nos setores da fábrica mais propícia a invasões de pessoas estranhas, mantendo um serviço de vigilância mais ostensivo e rigoroso no controle do acesso.
	57	56	Sempre que existirem riscos de acidentes no trabalho devem ser adotadas medidas de segurança promovidas pela CIPA, para eliminar estes riscos e promover o controle e a melhoria das condições técnicas e ambientais das operações.
	57	57	Os trabalhos realizados em taludes, limites e faces de bancadas, plataformas estreitas e outros locais sujeitos à acidentes, devem ser realizados seguindo rigorosamente as normas de segurança, previamente definidas e simuladas com todos os operários vinculados à atividade.
	49, 55	58	Quando do desmonte da argila, para definição da altura dos taludes, devem ser consideradas as características de estabilidade do terreno, assim como, as condições para posterior reabilitação da área.
	53, 57	59	Os taludes devem ter inclinação que não comprometa a estabilidade e a garantia da segurança no desenvolvimento dos trabalhos
	57	60	Não se pode admitir o depósito de materiais nas proximidades dos taludes, assim como, o estacionamento de veículos e equipamentos, sem obedecer uma distância mínima de segurança de no mínimo 50 m de sua base.
	53, 55	61	Fazer periodicamente a manutenção no sistema de drenagem das águas superficiais, fazendo a retirada de materiais que possam entupir ou obstruir as valas e caixas.

TABELA 2: Medidas Mitigadoras / Categoria: Extração de Recursos

AÇÃO DE PROJETO	Nº DE ORDEM DO IMPACTO	Nº DE ORDEM DA MEDIDA	DESCRIÇÃO DA MEDIDA MITIGADORA
------------------------	-------------------------------	------------------------------	---------------------------------------

TRATAMENTO DE MINERAIS	59, 60, 66, 67, 70	32	Construir lagoas de estabilização, preferencialmente aproveitando a cava da lavra já explorada, para tratamento das águas que carregam materiais sólidos e partículas.
	59, 60, 66, 67, 70	28	Construir nas valetas de drenagem, antes alcançarem os cursos naturais, caixas de sedimentação, com dimensões adequadas, a fim de evitar a contaminação e o assoreamento dos mesmos.
	68, 69, 71, 72, 73, 76	62	Utilização permanente do equipamento denominado "fresador contínuo" para eliminar o uso do britador móvel quando da extração do minério.
	61, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 75, 76	63	Durante o transporte nos caminhões, cobrir os minerais com lona.
	61, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 75, 76	64	Instalação de abafadores e sugadores de poeira nos equipamentos de transporte e tratamento.
	61	65	Realizar manutenção preventiva nos veículos de transporte e tratamento, bem como instalar catalisadores naqueles dotados de motor de combustão.
	65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 76	66	Os efeitos negativos dos ruídos e vibrações produzidos pelo britador móvel ao ambiente são considerados irrelevantes, dado que o britador encontra-se distante das pessoas e dos animais. É necessário que para novas locações do equipamento sejam observadas o mesmo critério.
	76	67	Sendo o britador um equipamento móvel, localizado dentro da cava da jazida, pouco se pode fazer para mitigar seus efeitos, como por exemplo, uma cortina verde em seu entorno. Porém é necessário manter as condições de salubridade no local de trabalho para seus operadores.
	62, 63	56	Sempre que existirem riscos de acidentes no trabalho devem ser adotadas medidas de segurança promovidas pela CIPA, para eliminar estes riscos e promover o controle e a melhoria das condições técnicas e ambientais das operações.
	62, 63	68	Os trabalhos realizados no tratamento dos minerais devem ser realizados seguindo rigorosamente as normas de segurança, previamente definidas e simuladas com todos os operários vinculados à atividade.
	62, 63	69	Fornecer, instruir, incentivar e fiscalizar o uso de equipamentos de proteção coletivos e individuais, contra altas temperaturas, umidade e outros fatores ambientais extremos que possam prejudicar a saúde dos trabalhadores.
	62, 63	70	Instalação de exaustores nas áreas próximas aos fornos e caldeiras a fim de renovar e resfriar o ar.
	74	71	Cultivar plantas trepadeiras nas fachadas das instalações, bem como árvores de estatura alta que possam encobrir os prédios.

AÇÃO DE PROJETO	Nº DE ORDEM DO IMPACTO	Nº DE ORDEM DA MEDIDA	DESCRIÇÃO DA MEDIDA MITIGADORA
GERAÇÃO DE ENERGIA	79, 81	72	Instalação de filtros catalisadores e redutores de fuligem nas chaminés das caldeiras, como forma de transformar gases tóxicos em substâncias não nocivas e reduzir a "fumaça negra".
	79, 81, 82, 83	73	Definir um cronograma de manutenção preventiva nos equipamentos geradores de energia, especificando datas para limpeza das chaminés como forma de evitar acúmulos de resíduos em suas paredes internas.
	80	69	Fornecer, instruir, incentivar e fiscalizar o uso de equipamentos de proteção coletivos e individuais, contra altas temperaturas, umidade e outros fatores ambientais extremos que possam prejudicar a saúde dos trabalhadores.
AÇÃO DE PROJETO	Nº DE ORDEM DO IMPACTO	Nº DE ORDEM DA MEDIDA	DESCRIÇÃO DA MEDIDA MITIGADORA
ARMAZENAGEM DE PRODUTOS	88, 89, 91, 93, 94, 95	74	Fazer manutenção periódica e preventiva dos equipamentos utilizados nas operações de transporte e armazenagem, evitando poluições atmosférica, sonora, solo e da água.
	88, 89, 91, 93, 94, 95	79	Coletar e dar destino final adequado aos dejetos resultantes dos trabalhos de manutenção dos equipamentos, evitando com isto, possíveis contaminações e poluição visual.
	89	80	Observar o limite de 30 km/h, como velocidade máxima permitida dentro da área da mina.
	89	81	Fazer constantemente aspersão de água nos locais de tráfego de veículos e dentro da lavra, para minimizar a formação de poeira.
	87, 88, 91, 92, 93, 94, 95	82	Projetar um sistema de drenagem de efluentes capaz de conduzir as águas contaminadas com resíduos para as lagoas de estabilização a serem construídas.
	99, 100	83	Estabelecer um programa permanente de instrução dos trabalhadores que exercem atividades relacionadas a transporte e armazenagem para evitar desperdícios, poluições, acidentes de trabalho ou doenças ocupacionais.
	98	69	Fornecer, instruir, incentivar e fiscalizar o uso de equipamentos de proteção coletivos e individuais, contra altas temperaturas, umidade e outros fatores ambientais extremos que possam prejudicar a saúde dos trabalhadores.

	87, 88, 90, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 99, 100	84	Construção de abrigos protegidos para estocagem de sucatas de pneus e "big bags".
--	---	----	---

TABELA 3: Medidas Mitigadoras / Categoria: Produção

AÇÃO DE PROJETO	Nº DE ORDEM DO IMPACTO	Nº DE ORDEM DA MEDIDA	DESCRIÇÃO DA MEDIDA MITIGADORA
GESTÃO E MANEJO AMBIENTAL			Como os impactos gerados por esta ação são todos positivos, não há medidas mitigadoras a propor.
AÇÃO DE PROJETO	Nº DE ORDEM DO IMPACTO	Nº DE ORDEM DA MEDIDA	DESCRIÇÃO DA MEDIDA MITIGADORA
REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS	121	72	Instalação de filtros catalisadores e redutores de fuligem nas chaminés das caldeiras, como forma de transformar gases tóxicos em substâncias não nocivas e reduzir a "fumaça negra".
	121	73	Definir um cronograma de manutenção preventiva nos equipamentos geradores de energia, especificando datas para limpeza das chaminés como forma de evitar acúmulos de resíduos em suas paredes internas.
	121, 122	69	Fornecer, instruir, incentivar e fiscalizar o uso de equipamentos de proteção coletivos e individuais, contra altas temperaturas, umidade e outros fatores ambientais extremos que posam prejudicar a saúde dos trabalhadores.
	122, 123, 124, 125, 127	84	Construção de abrigos protegidos para estocagem de sucatas de pneus e "big bags".
	122, 123, 124, 125, 127,	85	Até a construção dos abrigos para estocagem dos resíduos, é recomendável cobri-los com lona impermeável.

TABELA 4: Medidas Mitigadoras / Categoria: Renovação de Recursos

AÇÃO DE PROJETO	Nº DE ORDEM DO IMPACTO	Nº DE ORDEM DA MEDIDA	DESCRIÇÃO DA MEDIDA MITIGADORA
TRATAMENTO DE EFLUENTES	132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139	32	Construir lagoas de estabilização, preferencialmente aproveitando a cava da lavra já explorada, para tratamento das águas que carregam materiais sólidos e partículas.
	132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139	28	Construir nas valetas de drenagem, antes alcançarem os cursos naturais, caixas de sedimentação, com dimensões adequadas, a fim de evitar a contaminação e o assoreamento dos mesmos.
	133	48	Fazer um monitoramento constante do lençol freático na área da lavra, a fim de não atingi-lo, contaminá-lo.
	132, 133, 134, 136, 138, 139	86	Elaborar projeto de tratamento e reúso de águas servidas para irrigação das áreas verdes da fábrica.

AÇÃO DE PROJETO	Nº DE ORDEM DO IMPACTO	Nº DE ORDEM DA MEDIDA	DESCRIÇÃO DA MEDIDA MITIGADORA
EMISSIONES DE CHAMINÉS	140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 148, 149, 150	72	Instalação de filtros catalisadores e redutores de fuligem nas chaminés, como forma de transformar gases tóxicos em substâncias não nocivas e reduzir a "fumaça negra".
	140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 148, 149, 150	87	Definir um cronograma de manutenção preventiva nos equipamentos filtros catalisadores e redutores de fuligem nas chaminés.
	150	69	Fornecer, instruir, incentivar e fiscalizar o uso de equipamentos de proteção coletivos e individuais, contra fatores ambientais extremos que possam prejudicar a saúde dos trabalhadores.
	147		Não há como mitigar este impacto
AÇÃO DE PROJETO	Nº DE ORDEM DO IMPACTO	Nº DE ORDEM DA MEDIDA	DESCRIÇÃO DA MEDIDA MITIGADORA
LUBRIFICANTES USADOS	152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160	88	Construir canaletas que conduzam os óleos lubrificantes e outros derivados de petróleo para tanques coletores, a fim de evitar que estes produtos entrem em contacto com o solo e a água e gerem contaminações.

TABELA 5: Medidas Mitigadoras / Categoria: Acomodação e Tratamento de Resíduos

AÇÃO DE PROJETO	Nº DE ORDEM DO IMPACTO	Nº DE ORDEM DA MEDIDA	DESCRIÇÃO DA MEDIDA MITIGADORA
------------------------	-------------------------------	------------------------------	---------------------------------------

VAZAMENTOS E ESCAPES	161, 162, 163, 164, 168, 169, 170, 171, 173	88	Construir canaletas que conduzam as substâncias químicas, óleos lubrificantes e outros derivados de petróleo para tanques coletores, a fim de evitar que estes produtos entrem em contacto com o solo e a água e gerem contaminações.
	161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 173	89	Definir um cronograma de manutenção preventiva nos equipamentos em geral.
	173	69	Fornecer, instruir, incentivar e fiscalizar o uso de equipamentos de proteção coletivos e individuais.
	161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173	90	Preparar um plano de intervenção emergencial para casos de sinistros, envolvendo vazamentos e escapes, que assumam proporções significativas, notadamente quando se tratar contaminação na água e no ar.
AÇÃO DE PROJETO	Nº DE ORDEM DO IMPACTO	Nº DE ORDEM DA MEDIDA	DESCRIÇÃO DA MEDIDA MITIGADORA
FALHAS OPERACIONAIS	174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 184, 185	91	Preparar um plano de intervenção emergencial para casos de sinistros, envolvendo falhas operacionais, que assumam proporções significativas.
	174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 184, 185	89	Definir um cronograma de manutenção preventiva nos equipamentos em geral.
	174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 184, 185	92	Elaborar um plano de monitoramento e controle anti-sinistro das áreas de riscos, tais como: mina, britador, paióis de explosivos, caldeiras, fornos, etc.

TABELA 6: Medidas Mitigadoras / Categoria: Acidentes

Obs: Os números de ordem correspondem à *Tabela 1: Descrição e Avaliação dos Impactos – Matriz Interativa – Fase de Operação* do Trabalho *Avaliação de impactos ambientais gerados pela indústria cimenteira na produção de cimento Portland - CIMEPAR/PB: um estudo de caso*.

Os principais impactos ambientais adversos identificados como decorrentes das ações do empreendimento em estudo, são:

- a. Alterações morfológicas;
- b. Emissões de vibrações, ruídos e partículas em suspensão no ar;
- c. Poluição das águas

Tendo sido propostas, entre outras, as seguintes medidas mitigadoras:

E para tais impactos, após um estudo de cada caso, são sugeridas alguns procedimentos:

REABILITAÇÃO DA ÁREA MINERADA

A priori, deve-se considerar que a reabilitação da área minerada, torna-se mais fácil e menos onerosa, se for realizada concomitante a fase de lavra. Pois, dessa forma, os recursos naturais existentes na área, poderão ser manejados para a reabilitação de setores minerados.

Temos que considerar também, que devido a longa vida útil da atividade de mineração, torna-se inviável a reabilitação da fase de pós-lavra.

Devido a significativa transferência de massa, representada pelo processo de mineração, o volume da cava resultante é muito grande. Para que se possa desenvolver um processo de recuperação é necessário que se deposite materiais de outros setores para preencher parcialmente a cava, procurando adequar o relevo a uma modelagem compatível com a morfologia da área de entorno. Com isto, seria ainda eliminado a formação de depósitos de bota-fora, já que o material estéril seria utilizado no preenchimento parcial da cava já minerado.

Os trabalhos de reabilitação da cava devem ser iniciados tão logo seja concluído o rebaixamento do último andar à cota definida do piso. A partir daí, os trabalhos de reabilitação ocorrerão concomitantemente ao avanço dos demais níveis existentes. Estes trabalhos devem compreender as seguintes etapas: a) suavização dos taludes finais da cava nos setores já minerados; b) estabilização dos taludes já suavizados por revegetação; c) terraplenagem parcial do piso definitivo da cava nos setores já minerados; d) preparação do terreno para reflorestamento; e) plano de reflorestamento.

Os taludes deverão sofrer em suas cristas uma suavização no ângulo, que deve ser em torno de 40°. Esta suavização se dará por desmonte utilizando o minerador (frezador) contínuo ou britador não podendo ser utilizado o desmonte por explosivos, uma vez que a cava está próxima do bairro Cruz das Almas.

Com este desmonte serão eliminadas as linhas retas que desfiguram a paisagem.

A rocha desmontada deve permanecer no local, que servirá de base para receber o material do estéril para o preenchimento dos espaços vazios e posteriormente a terra vegetal.

Com início dos trabalhos de recuperação da cava, todo material do estéril resultante do decapeamento do minério em outros pontos da cava, será utilizado no preenchimento.

Esta etapa traz uma grande vantagem que é a eliminação da disposição das pilhas de estéril, em áreas de entorno da lavra, haja visto, que a disposição do estéril em pilhas é um elemento significativo desfigurante da paisagem, constituindo uma desagradável herança a ser manejada com soluções que apenas mitiguem seus efeitos negativos.

É muito importante que se dê atenção ao sistema de drenagem dessas áreas para que não venham ocorrer pontos de erosão.

As coberturas de solo, devem ser acompanhadas de restolhos, das áreas decapadas, serão utilizadas na formação das áreas destinadas ao reflorestamento.

A revegetação deve ser intensa, principalmente em direção as áreas mais baixas, e para a mesma, deve-se utilizar espécies leguminosas, frutíferas e demais espécies da mata secundária de melhor adaptação.

De imediato deve ser reabilitado às áreas degradadas pelas atividades ali desenvolvidas. Tais áreas são definidas da seguinte forma:

- Área localizada a 100,00m de largura a partir do muro de cercamento em direção a cava. Nas áreas deste setor que não foram desmontadas, deve-se conservar a vegetação.
- Outro setor está entre o limite final do empreendimento para a lavra do calcário até o setor que vai próximo ao manguezal.
- Outro setor está centrado na área do bota fora.

Estes setores fazem parte da área de controle ambiental. As demais formas de vegetação de outras áreas de controle ambiental devem ser conservadas.

Para a reabilitação desses setores poderá utilizar-se o plano de reflorestamento, preparando as áreas previamente, seguindo métodos convencionais.

PLANO DE REFLORESTAMENTO

Durante a lavra deverá ocorrer o manejo da vegetação de forma diferenciada. Isto é, para cada setor a ser reabilitado, onde será aplicada uma técnica de reflorestamento do substrato e a função esperada que a vegetação ora implantada irá exercer naquele local.

Sendo assim, o manejo da vegetação deverá ocorrer do seguinte modo:

- a. Reflorestamento condicionado: Este tipo de manejo, consiste no plantio das espécies e monitoramento das áreas plantadas até o pleno desenvolvimento da vegetação. Por este método, devem ser reabilitados os seguintes setores:
 - Setor Este: Para este setor deve-se efetuar o plantio de 03 espécies, e devem ser consorciadas, dispostas em faixas que vão do muro das cercanias da mina até o talude, onde podem ser plantadas espécies como cactáceas, bambu, e principalmente as leguminosas. Devendo ser plantada uma faixa de cada vez.
 - Setor Sudoeste: Nesta área o reflorestamento deverá ser feito com espécies da mata secundária que melhor se adapte.
 - Setor Centro-Sul: São as áreas do bota-fora. Estas serão também revegetadas com espécies da mata secundária.
 - Taludes das áreas de bota-fora: Nesta área, em virtude das condições topográficas, deverá ser praticado o cultivo de herbáceas, capins e gramíneas.
- a. Reflorestamento sustentável: É o tipo de manejo da vegetação onde uma vez introduzidos pelo homem os conjuntos de espécies de um determinado habitat, sob condições ideais do meio físico, se desenvolverão naturalmente. Através desse método, poderão ser revegetados os taludes finais da cava da lavra.

ATENUAÇÃO DE VIBRAÇÕES, RUÍDOS E PARTÍCULAS EM SUSPENSÃO NO AR

A máquina frezadora continua, atualmente utilizada em fase experimental, reduziu o número de detonações mensais de uma média de 190 para 60 (fevereiro, 2003). Com o uso desta máquina para extração e britagem dos mineiros em substituição às perfuratrizes e detonações, ocorreram reduções importantes nos níveis de ruídos, vibrações e de partículas em suspensão no ar, atenuando significativamente os impactos relacionados com estes aspectos ambientais, trazendo conseqüente melhoria à saúde dos trabalhadores da fábrica, animais silvestres e população circunvizinha.



Figura 1: Máquina frezadora Extraíndo Calcário e Caminhão Transportando Material



Figura 2: Máquina frezadora Extraíndo Calcário



Figura 3: Máquina frezadora Lançando Calcário

CONTROLE DA POLUIÇÃO DAS ÁGUAS

A água é um bem escasso e esgotável, sua contaminação gera vários impactos adversos. Neste sentido, esta sendo proposto que se elabore com urgência um projeto para tratamento e reaproveitamento das águas que formam o lago na cava da lavra, como também das servidas. Este tratamento e reuso controlarão a poluição do rio Sanhauá e córregos da área, bem como, economizará água fresca da lagoa localizada na fazenda.

As águas captadas das precipitações pluviométricas, também devem ser alvo de uma ação efetiva de controle, pois ao passar pela área do empreendimento carregam para as galerias vários poluentes, tais como: pó de carvão mineral; pó de cimento; óleos e graxas provenientes dos equipamentos. Neste sentido, recomenda-se que sejam feitas lagoas de captação para recolherem as contribuições das galerias de águas pluviais

PROGRAMA DE ACOMPANHAMENTO E MONITORAMENTO

O programa de acompanhamento e monitoramento proposto é passível de redirecionamento para adequação das medidas de controle, em função das modificações físicas, econômicas e sociais que possam ocorrer no meio ambiente, durante a vida útil da mineração.

Por meio do monitoramento das medidas de controle, é possíveis identificar quais os resultados gerados pelas soluções propostas, e quais os caminhos a serem seguidos ou abandonados.

Nesta atividade deve constar a aplicação das medidas de controle ambiental e a evolução das mesmas.

Durante o monitoramento deve-se observar os seguintes parâmetros:

- Deposição e conservação adequada do solo;
- Deposição do estéril;
- Proteção às áreas de preservação ambiental;

- Respeito às áreas de controle ambiental;
- Diagnóstico e controle de possíveis erosões;
- Acompanhamento do plano de reflorestamento das áreas a serem reabilitadas;
- Acompanhamento e controle das emissões de gases e poeiras;
- Elaboração de um plano de reuso das águas;
- Elaboração sistemática de relatórios de acompanhamento das medidas de controle ambiental.

AÇÃO DO PROJETO	MÊS											
	J	F	M	A	Ma	Ju	Jl	Ag	S	O	N	D
Desmatamento	X	X	X									
Reflorestamento	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Disposição do solo				X	X							
Delimitação da área do estéril						X						
Preparação do terreno de fundação da área do estéril							X					
Estabilização dos taludes do estéril						X						
Drenagem da área do estéril							X					
Drenagem das áreas de lavra	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Construção de caixas de sedimentação nas valas de drenagem	X	X										
Manutenção do sistema de drenagem	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Cercamento e proteção de áreas consideradas críticas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Sinalização de áreas críticas	X											
Sinalização de acessos	X											
Delimitação e sinalização das áreas de preservação	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Delimitação e sinalização de áreas de controle ambiental	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Manutenção dos equipamentos de segurança nos paióis	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Manutenção dos veículos, máquinas e equipamentos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acompanhamento técnico das atividades	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Manutenção das sinalizações	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Monitoramento das medidas de controle	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Construção de uma lagoa de captação de águas pluviais	X	X										
Elaboração de um plano de tratamento e aproveitamento das águas da lagoa formada na mina	X	X	X									

Efetuar o controle de emissão de poeira na área da mina por meio de aspersão de água	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Efetuar o controle efetivo das poluições sonora, atmosférica, água e solo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Legenda: Janeiro (J); fevereiro (F); Março (M); Abril (A); Maio (Ma); Junho (Ju); Julho (Jl); Agosto (Ag); Setembro (S); Outubro (O); Novembro (N); Dezembro (D).

TABELA 7: Cronograma de Acompanhamento e Monitoramento das Medidas de Controle Ambiental

CONCLUSÕES

Em contraposição aos impactos positivos gerados pela empresa, como as oportunidades de emprego e renda, é necessário ressaltar que a atividade gera diversos impactos negativos ao meio ambiente, que felizmente podem ser mitigados.

As medidas mitigadoras propostas neste trabalho, servirão de base para a elaboração de um Plano de Controle Ambiental (P.C.A.), e um Plano de Recuperação de Área Degradada (P.R.A.D.), que devidamente implantados e cumpridos, amenizarão os danos ao meio já existentes ou potenciais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BARBOSA, A. J.; BRAGA, A. E. P. G. Projeto Leste da Paraíba/ Rio Grande do Norte – Relatório final. Recife: DNPM/CPRM, 1994. v. 4.
2. BRAGA, B. e outros. Introdução à engenharia ambiental. São Paulo: Prentice Hall, 2002. 305 Pgs.
3. BRAGA, R. Plantas do Nordeste. João Pessoa: GEOMINAS. 1960.
4. BRAGA, R. Plantas do Nordeste. Recife: Biblioteca de divulgação e Cultura. 1998. 2. ed.
5. BRITO, L. P. Apostila do curso de avaliação de impactos ambientais. Natal. 1999.
6. CANTER, L. W. Manual de evaluación de impacto ambiental: técnicas para la elaboración de los estudios de impacto. 2. ed. Madrid: Mc Graw Hill, 1998. 841p.
7. COSTA, A. C. Projeto extremo Nordeste - Relatório Final. Recife: DNPM/CPRM, 1988. v. 6.
8. DANTAS, J. R. A. Mapa Geológico do Estado da Paraíba – Texto Explicativo. Campina Grande: CDRM. 1982. 134p.
9. DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. Coletânea de trabalhos técnicos sobre controle ambiental na mineração. Brasília. 1985.
10. MELO, M. M. P.; FERREIRA, S. A.; OLIVEIRA, U. L. Estudo de impacto ambiental do complexo viário do 4º centenário. Natal. 2000. 42p.
11. MINISTÉRIO DA DEFESA DO BRASIL, Norma R105. Brasília. 1980.
12. SANTOS, J. C. dos; PEDROSA, J. L. Coletânea da Legislação Ambiental, dos recursos hídricos e minerais do estado da Paraíba. João Pessoa. 2000.
13. SUDEMA/GAPLAN. Avaliação de impacto ambiental. João Pessoa. 1991. 376p.