

5. Estudo de Alternativas

O estudo de alternativas envolve discussões sobre o local de instalação do empreendimento, quanto ao uso e ocupação, quanto aos acessos e sua distribuição ao longo do terreno onde será implantado, bem como alternativas tecnológicas de implantação.

De uma forma geral, o Estudo de Alternativas apresentado neste EPIA contempla integralmente o que dispõe a Resolução CONAMA N° 001/86, que trata do regulamento sobre o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e seu respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), mais precisamente o Artigo 5º, que trata da necessidade de tal estudo atender obrigatoriamente a Lei da Política Nacional de Meio Ambiente, obedecendo algumas diretrizes, porém, a diretriz que convém a este assunto é:

“I – Contemplar todas as alternativas tecnológicas e de localização do projeto, confrontando-as com a hipótese de não execução do projeto”.

O estudo de alternativas que aqui em comento trata de maneira diferenciada e mais detalhada da escolha das Alternativas com base no sistema natural, que envolveu os meios físico e biológico; e o sistema socioeconômico (antrópico); todos analisados individualmente. Finalmente, detalha-se a análise ambiental, envolvendo os três meios ressaltados. Portanto, este documento destina-se a avaliar o meio ambiente de uma área de terras situadas no extremo leste do Ceará, junto à divisa com o Rio Grande do Norte, na Chapada do Apodi, a nordeste da cidade de Quixeré, da qual dista cerca de 18 Km, distrito de Lagoinha, entre as localidades de Bonsucesso e Lajedo do Mel, com fulcro na instalação de uma mineração para extração de calcário.

Parte da área de interesse já era do conhecimento da equipe da INFOambiental, devido a elaboração de estudos de projetos anteriores na mesma região. Especificamente para este empreendimento, vale ressaltar que a área já tinha sido parcialmente observada em viagens de campo realizadas entre o ano de 2010 e início de 2011, e novamente em 2016, para uma nova avaliação para esse projeto específico. Ao longo dessas inspeções foram tomadas exposições fotográficas e pontos de controle em sistema de posicionamento global. Além da inspeção de campo foram analisadas em escritório imagens de satélite do *Google Earth Pro*.

Como se trata de uma mineração não há alternativas para localização da jazida, ou seja: a jazida está localizada num dado lugar e ali deve ser aproveitada. Os demais aspectos que comportam alternativas, principalmente as tecnológicas estão descritos para o interesse ambiental e com vistas à sustentabilidade.

O interesse de minerar essa jazida específica entre tantas possibilidades na Chapada do Apodi se dá em função dos teores de CaO ou CaCO₃ identificados ali em sondagens (perfurações do solo) escavadas para este fim. Na Chapada do Apodi os teores e composições do calcário variam muito e para o aproveitamento industrial essa variação dificulta o melhor rendimento da indústria, assim é comum se misturarem teores diferentes para se obter um padrão que possa ser usado na indústria. A principal indústria a consumir o calcário é a do cimento e neste caso a composição deve ter baixos teores de metálicos. A média ponderada da jazida em tela é pouco mais de 50% para o CaO e índices abaixo de 1% para Fe₂O₃; Al₂O₃; e SO₃. Essa composição ajuda muito para a produção de cimento.

5.1. Alternativas de Acesso

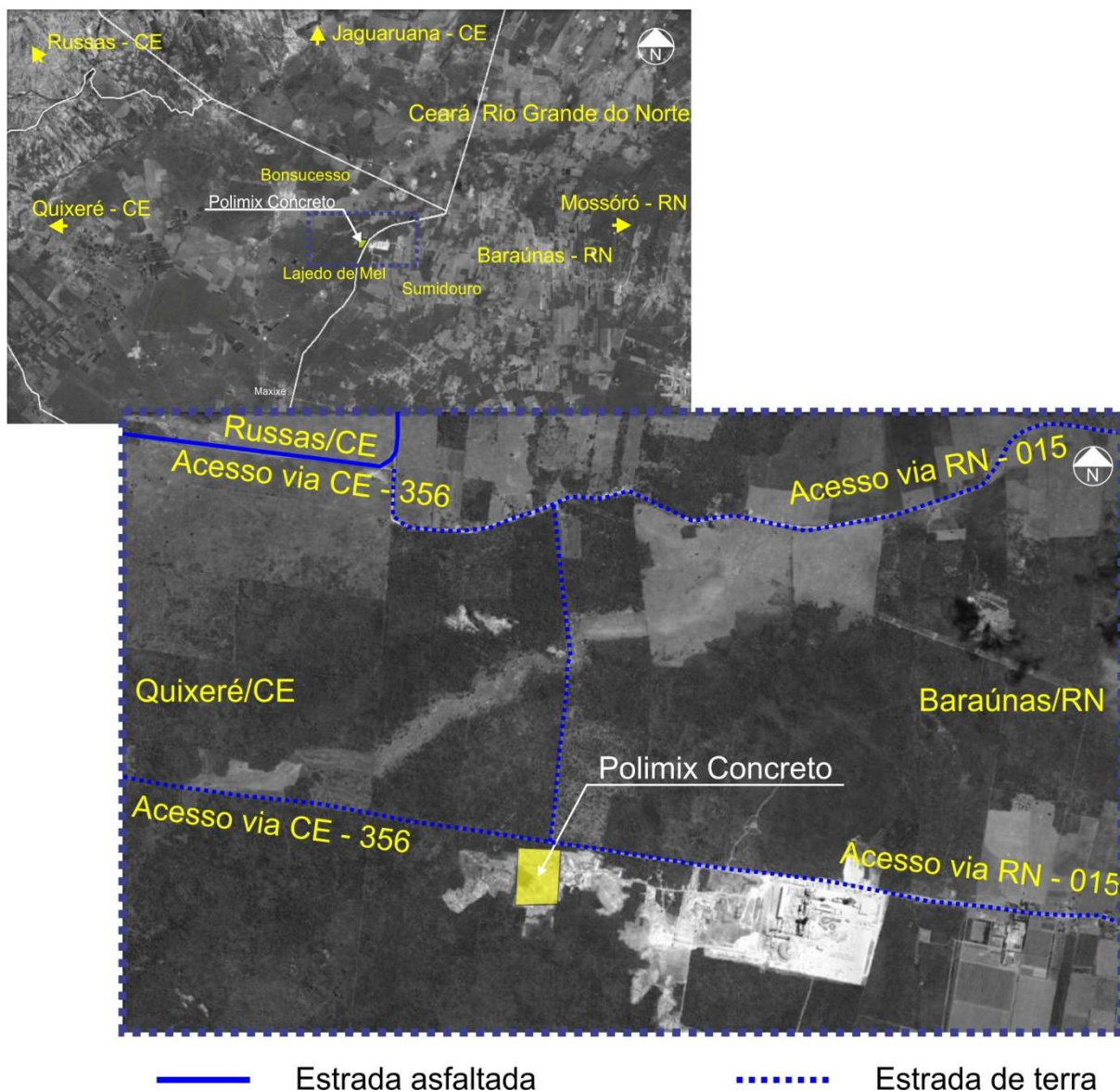
Definida a jazida e a quantificação do projeto, as alternativas de acesso são pertinentes em função dos ganhos e perdas ambientais que podem gerar. Nestes casos a escolha mais simples é de se manter os acessos já existentes, o que foi a escolha ambientalmente mais adequada neste empreendimento.

Na Figura 5.1 observa-se 03 opções de acesso por estradas vicinais já existentes, sendo acessadas por rodovias estaduais. No entanto, torna-se necessário um melhoramento nessa malha viária, inclusive a sinalização, além de compatibilizar-se como o projeto viário do empreendimento mineiro, dentre elas:

- Opção 1: Acesso oriundo via cidade de Russas-CE, a noroeste do empreendimento, esta alternativa propõe o acesso ao local do empreendimento por estrada de terra, ao sul da rodovia CE-356, próximo ao limite estadual entre Ceará e Rio Grande do Norte;

- Opção 2: Acesso via Quixeré-CE, também em estrada de terra, a oeste da rodovia CE-356;
- Opção 3: Acesso via Baraúnas-RN, também em estrada de terra, a leste da rodovia RN-015.

Figura 5.1 – Croqui de Alternativa de Acesso a Mineração de Calcário Polimix



Elaboração: INFOambiental, 2016 sobre imagem de satélite disponibilizada por Google Earth

Além do acesso externo o acesso à jazida também possui alternativas, consideradas em função da qualidade do minério com vistas ao seu aproveitamento econômico. Isso foi realizado no Plano de Aproveitamento Econômico (PAE) da jazida, apresentado ao Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM), onde as sondagens determinaram que a porção mais ao norte da jazida conta com melhores teores para aproveitamento imediato, portanto os acessos devem levar a esta localidade na jazida, ou seja: à frente de lavra a partir da qual a mina irá se desenvolver.

A forma de desmonte na mina também admite alternativa e as escolhas da Polimix foram tomadas em função de uma frente de lavra dimensionada a partir das concentrações minerais identificadas nas sondagens mecânicas, assim a lavra irá se desenvolver à céu aberto, que é a condição mais favorável e em bancadas, o que garante o melhor aproveitamento e menores riscos ambientais.

Para melhorar ainda mais a disposição de teores, a mineração se dará em níveis diferentes ao redor do décimo ano, quando a frente de lavra já estará mais desenvolvida. O dimensionamento desses níveis (tecnicamente bancadas) se dá em função da geologia e da topografia, podendo variar numa faixa entre 10 e 15 metros de altura. As rampas também estampam alternativas limitadas pelo gradiente máximo de 10% numa largura de trabalho de 18 metros.

Visando permitir uma recuperação ambiental posterior a mineração o pit final das bancadas será de 20 metros com uma inclinação de 75°. Ao final do aproveitamento essas bancadas serão facilmente suavizadas em cortes de cristas permitindo uma modelagem de relevo adequada e ambientalmente segura para pessoas e animais, após revegetação.

5.2. Alternativa para Limpeza de Terreno

Como base nos conceitos de trabalho sobre “*Diretrizes de Boas Práticas para Mineração e Biodiversidade*” do Conselho Internacional de Mineração e Metais – ICMM (2004) fica evidente que a supressão de vegetação tem um impacto óbvio e direto por meio da destruição dos habitat’s. Todavia não há alternativa viável para substituir essa ação.

No entanto existem alternativas para atenuação da ação, conforme se propõe no Capítulo 10 que trata das medidas de mitigação e no Capítulo 11 que trouxe os Planos de Controle e Monitoramento Técnicos Ambientais.

A realização da ação de supressão, entretanto, pode influenciar na sobrevivência de plantas fora da área de influência direta da mina, daí a importância de aplicação do controle do desmatamento com alternativa de uma ação lenta e focada tão somente nos pontos de interesse imediato, de forma que se torne pouco representativa no meio. Desta maneira a fauna também é beneficiária pela redução na perda de habitat’s ao longo do tempo.

A alternativa temporal da ação de desmatamento também é de suma importância uma vez que desmatamentos de verão melhoram as perspectivas de sobrevivência da fauna, pela garantia de que a estação de reprodução será evitada para espécies importantes, principalmente de pássaros, mas extensiva a todos os demais elementos de fauna na região semiárida.

A supressão vegetal pode também afetar significativamente os usuários da biodiversidade, mais notadamente através da diminuição da base de recursos de comunidades dependentes. Onde as comunidades podem ainda estar sujeitas a reassentamento como resultado de limpeza da área, seu deslocamento para locações alternativas pode resultar em pressões adicionais sobre a biodiversidade na vizinhança do local de realocação, o que se atende com a alternativa de realizar o desmatamento lento e somente nas frentes de trabalho imediatas. Nessa situação as zonas marginais às frentes de lavra vão tendo ruídos e se gera uma expulsão natural da fauna para áreas contíguas, de maneira que; quando da ampliação das frentes de desmatamento o impacto será sempre sobre um quantitativo menor de fauna.

As fontes de materiais de construção também podem ter um impacto significativo sobre a biodiversidade e impactos potenciais. Medidas de mitigação devem ser consideradas como a abertura de áreas de empréstimo que pode ter impacto sobre a biodiversidade terrestre. Assim a produção de calcário nesse ambiente e sua comercialização para o mercado é também uma alternativa que afirmativamente implicará na não produção em outras localidades.

5.3. Alternativas para Escolha da Lavra

Entende-se por lavra o conjunto de operações coordenadas que objetivam o aproveitamento industrial da jazida, desde a extração de substâncias minerais úteis que existam até o beneficiamento das mesmas. Já mina será sempre a jazida com aproveitamento econômico, ou seja: a jazida que produz. Isso mostra uma definição técnica que associa mina ao aproveitamento econômico e lavra o método de produção da mina.

Segundo Bazante *et al* (2008), a escolha do método é uma das decisões mais importantes e deve ser tomada durante o planejamento de lavra. Na fase de planejamento, a seleção é baseada nos critérios geológico, social, geográfico e ambiental, todavia, as condições de segurança e higiene devem ser garantidas durante toda a vida útil da mina. Os aspectos relativos à estabilidade da mina, à recuperação do minério e à produtividade máxima também devem ser considerados.

É possível a aplicação de vários métodos em uma operação de mina. A decisão do melhor método não é uma tarefa fácil, pois depende de conhecimento multidisciplinar e da experiência da equipe de planejamento.

Ainda de acordo com Bazante *et al* (2008), que afirmam no estudo, “*Seleção do Método de Lavra: arte e ciência*”, existem praticamente 04 situações possíveis de lavra de depósitos:

1. A céu aberto, onde a cava é determinada levando em consideração o talude, o valor do minério e a quantidade de material a ser removida. Esse tipo foi o escolhido pela **Mineração de Calcário Polimix**;
2. A céu aberto seguindo-se uma etapa de transição à lavra subterrânea;
3. Subterrânea;
4. Subterrânea, podendo passar a céu aberto (raramente acontece quando se seleciona um método de lavra durante a análise de viabilidade).

Ou seja, a definição de um método específico baseia-se no critério econômico. A metodologia praticada em determinada jazida será a que apresenta melhor relação custo – benefício, considerando-se todos os condicionantes operacionais.

De acordo com uma análise matemática é possível definir critérios que envolvem custos, quantidade dos materiais extraídos e preços que são praticados na venda do minério lavrado por cada método, o que auxiliaria na escolha mais viável economicamente. Trata-se da seguinte equação:

$$k \cdot c \leq s - a \therefore k \leq (s - a) / c$$

Onde:

- k ► relação de estéril a ser removida;
- c ► custo unitário;
- s ► preço do minério lavrado por um método subterrâneo;
- a ► preço do minério lavrado por um método a céu aberto.

No entanto, para exprimir a relação econômica do decapeamento, que traduz os limites da cava, deve-se considerar o preço do minério recuperável e seu custo, o lucro operacional que é esperado e o custo de manuseio do capeamento. De acordo com o exposto, apresenta-se a seguinte fórmula:

$$k' \cdot c' \leq p - (a' + l) \therefore k' \leq \{p - (a' + l)\} / c'$$

Onde:

- k' ► relação econômica do decapeamento;
- c' ► custo de manuseio de estéril;
- l ► lucro operacional;
- a' ► custo operacional de produção á céu aberto.

A relação entre k e k' sugere a metodologia que deve ser indicada:

- Se $k' > k$, a jazida pode ser lavrada, parte a céu aberto e parte subterrânea;
- Se $k' < k$, apenas o método a céu aberto é recomendado.

Entretanto, esse tipo de análise é relativamente simplificado, pois seria interessante considerar também fatores como: financeiro, considerações técnicas, social, geoambiental e ecossistemas locais.

Com conhecimento da constituição mineral e a morfologia da jazida de calcário, a opção mais indicada para o desmonte será a lavra a céu aberto, podendo vir a ser realizada com o uso de explosivos, caso a massa mineral seja consistente ou com o uso hidráulico, e caso se trate de massa incoerente.

A mineração a céu aberto refere-se ao método de extração de rocha ou minerais da terra por sua remoção de um poço aberto ou *borrow*. O termo céu aberto é utilizado para diferenciar essa forma de mineração dos métodos extrativos que requerem perfuração subterrânea, a Figura 5.2 exemplifica uma mineração a céu aberto.

A extração mineral a céu aberto é praticada quando depósitos de mineral são do tipo *overburden* (material de superfície que cobre a jazida), que é relativamente fino ou o material do interesse é estruturalmente inviável para perfurar túneis., minas a céu aberto são constantemente ampliadas com o passar dos anos, até que se esgote o recurso mineral a ser extraído.

Figura 5.2 – Exemplo de Mineração a Céu Aberto já executado pelo Grupo Polimix



Fonte: Acervo de Campo da INFOambiental, 2016.

5.3.1. Métodos de Lavra

5.3.1.1. Desmonte a Céu Aberto

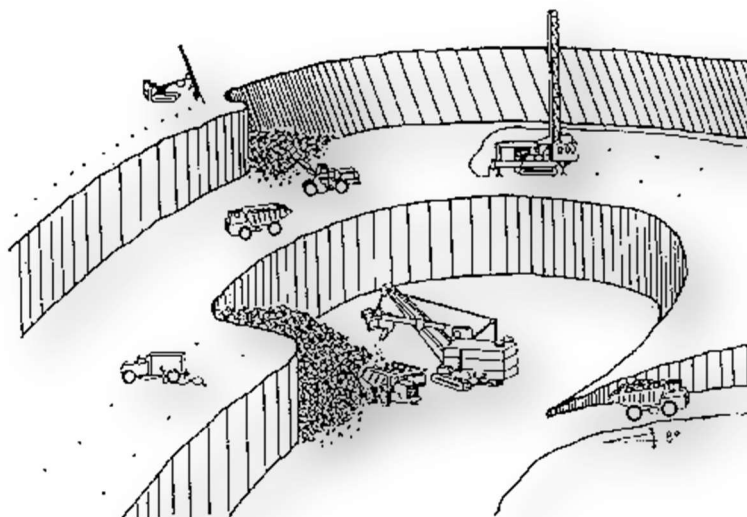
A exploração a céu aberto pode ser feita por:

- Degraus direitos (bancadas);
- Arranque de pequenas ou grandes massas.

Nas explorações a céu aberto, representada na Figura 5.3, a dimensão dos degraus deve garantir a execução das manobras com segurança, obedecendo às seguintes condições:

- A altura dos degraus não deve ultrapassar 15 metros, mas na configuração final, antes de se iniciarem os trabalhos de recuperação paisagística, esta não deve ultrapassar os 10 metros;
- Na base de cada degrau deve existir um patamar com pelo menos 2 metros de largura, para permitir que a execução dos trabalhos e a circulação dos trabalhadores sejam feitas com segurança, não podendo, na configuração final, esta largura ser inferior a 3 metros, tendo em vista os trabalhos de recuperação;
- Os trabalhos de arranque num degrau só devem ser retomados depois de retirados os escombros provenientes do arranque anterior, de forma a deixar limpos os pisos que os servem;
- Relação entre o porte da máquina de carregamento e a altura da frente não inferior a 1.

Figura 5.3 – Representação Ilustrativa de Exploração Mineral



Fonte: Instituto Geológico e Mineiro (1999)

Sendo a exploração a céu aberto feita, na sua grande maioria, por degraus, é necessária a existência, de acordo com a lei em vigor, de um plano de trabalhos que contenha os seguintes elementos:

- Altura das frentes de desmonte (bancadas);
- Largura das bases dos degraus;
- Diagramas de fogo, caso existam;
- Situação das máquinas de desmonte em relação à frente e as condições da sua deslocação;
- Condições de circulação das máquinas de carregamento, perfuração e transporte;
- Condições de circulação dos trabalhadores;
- Configuração da escavação durante os trabalhos e no final dos mesmos, devendo-se ter em conta a estabilidade das frentes e taludes;
- Local de deposição de eventuais escombros e terras de cobertura, área e forma a ocupar por estes.

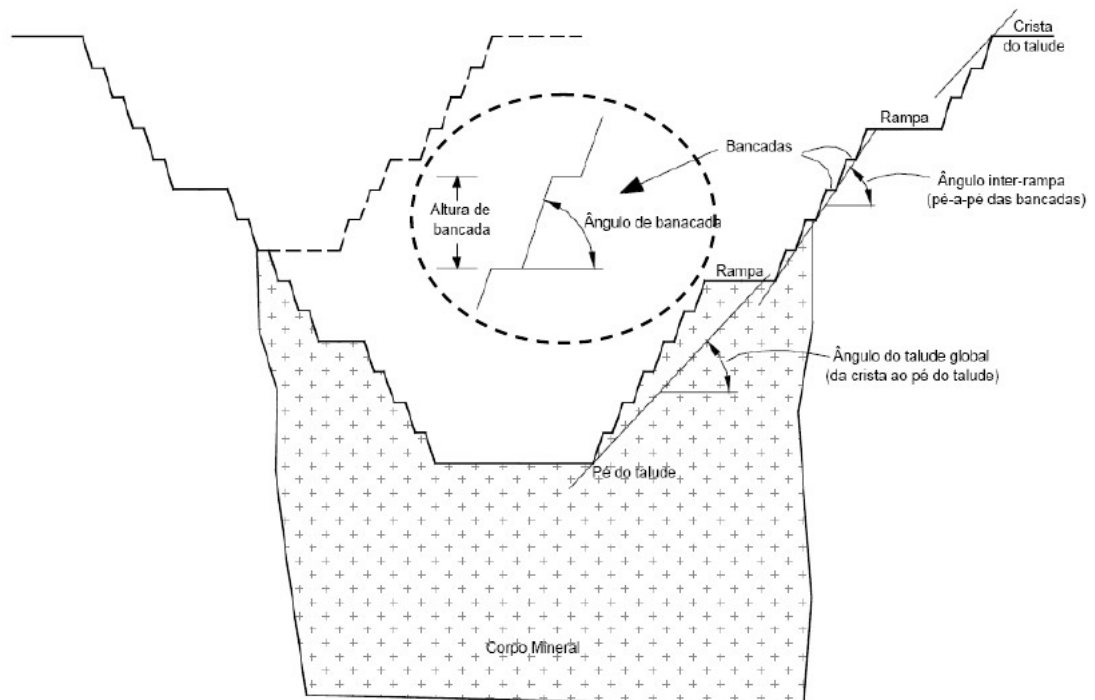
Os métodos de desmonte a céu aberto podem ser:

- Flanco de encosta (De encosta);
- Corta (Cava).

A indústria de rocha industrial (calcário) realiza o desmonte do minério com arranque por explosivos no caso de massa mineral consistente, ou por arranque direto ou hidráulico em massas incoerentes.

A ilustração da Figura 5.4 mostra um padrão de uma mina a céu aberto, ainda que a camada economicamente viável não seja aflorante, ou seja: mesmo numa situação onde o capeamento seja significativo a alternativa de minerar a céu aberto sempre menos onerosa o que garante a viabilidade no aproveitamento econômico da jazida. No caso da mineração Polimix o capeamento é insignificante e ainda de composição similar ao bem mineral, pois o solo local é a própria alteração da rocha calcária.

Figura 5.4 – Modelo de Exploração a Céu Aberto



FONTE: VALE S/A 'apud' Furtado, L. L. (2014).

5.3.1.2. Arranque por Explosivos

O método de arranque por explosivos é recomendado para massas minerais consistentes, ou seja, que demonstram uma maior coerência/solidez. Esse tipo de exploração é realizado na frente de desmonte com o intuito de proceder ao arranque do minério. A extração obedece a determinados critérios e fatores que determinam a concepção e eficiência da mesma. O procedimento consiste numa malha de perfuração triangular equilátera com iniciação eletrônica no fundo de furo, utilizando carga explosiva por furo.

Quando existe compartimentação geológica é indispensável introduzir a sua presença na previsão da fragmentação, em virtude das descontinuidades dos maciços rochosos serem responsáveis por distribuições irregulares da energia explosiva, quer absorvendo, quer dispersando as ondas da explosão através de fendas pré-existentes na vizinhança dos furos.

O diâmetro das cargas explosivas deve ser tão próximo quanto possível do diâmetro dos furos, e no caso de explosivos encartuchados, não deve ser nem tão pequeno que impeça o desenvolvimento completo da detonação, nem tão grande que possa originar vibrações, sopros exagerados, ou mesmo o fenômeno da sobrefraturação da rocha remanescente (Instituto Geológico e Mineiro, 1999).

Na etapa de estabelecimento do diagrama de fogo deve-se ter em atenção fatores importantes como:

- Produção por desmonte;
- Diâmetro do furo;
- Comprimento do furo;
- Subfuração;
- Inclinação do furo;
- Distância (afastamento) à face livre;
- Número de furos;
- Espaçamento entre furos;
- Tamponamento;
- Carga específica;
- Consumo específico.

O diâmetro do furo depende das propriedades da rocha a ser desmontada, do grau de fragmentação pretendido e da altura da bancada, estando normalmente condicionado ao tipo de equipamento disponível. Após a seleção do diâmetro do furo dimensiona-se o comprimento mais adequado para o diâmetro escolhido e para as condições existentes, tendo em consideração a inclinação destes, a altura da bancada e a subfuração.

A subfuração, que varia conforme a distância à face livre e inclinação dos furos, facilita a execução do uso de explosivos. No caso de não ser feita a subfuração, a base da bancada não será arrancada seguindo um ângulo de 90°, originando um repé.

O uso de furos inclinados é uma prática bastante comum nas malhas de furo, uma vez que apresenta algumas vantagens, tais como:

- Bancadas mais seguras;
- Melhor fragmentação;
- Maior produção;
- Diminuição do consumo de explosivo;
- Menores vibrações.

O ajustamento da distância à face livre e o espaçamento entre furos permite melhorar os resultados da fragmentação e do arranque da rocha, que se traduzem em uma diminuição do consumo específico de explosivo.

O tamponamento deve ter um comprimento semelhante ao valor da distância à face livre, de modo que não venha a não originar blocos de grandes dimensões provenientes da parte superior da bancada, não devendo ser muito inferior, pois nesse caso existe a possibilidade dos gases da explosão escaparem e provocarem projeções, além da perda do efeito da expansão gasosa sobre a rocha.

Deve ser realizado com material de granulometria fina ou com material destinado para o efeito, tal como argila, areia não silicosa, pó da furação, água em manga de plástico, etc.

Nos usos de explosivos a céu aberto, a energia do explosivo necessária para que se produza a ruptura da rocha não é constante em toda a altura da bancada. Com efeito, as tensões liberadas pela detonação devem ser superiores à resistência da rocha ao longo da bancada, especialmente na sua base. Por tal razão, a carga de fundo possui geralmente maior energia que a carga de coluna, embora a dimensão desta última dependa da altura da bancada.

O tamponamento é uma operação muito importante, que se não for corretamente executada pode acontecer que se originem vazios no interior do furo, o que acarreta uma grande quebra no rendimento do explosivo, devido à perda de eficiência por parte deste.

Outro aspecto importante a evitar é a folga (desacoplamento), que se define pela relação entre os diâmetros dos furos e o diâmetro das cargas explosivas, o qual deve ser o mais próximo possível da unidade, para a qual contribuirá uma boa compactação do explosivo do furo.

O consumo específico pode definir-se como a relação entre o peso de explosivo utilizado na malha e o volume total de rocha desmontada. No que concerne ao dimensionamento dos diagramas de fogo, este tem sido elaborado por diversas fórmulas que envolvem os respectivos parâmetros geométricos, algumas com certo fundamento científico, mas quase todas baseadas em relações empíricas. A partir do conhecimento do diâmetro dos furos determina-se o afastamento das cargas, e este último permite calcular os parâmetros geométricos restantes do diagrama de fogo.

Deve-se salientar que o processo de seleção do tipo de explosivo a utilizar em determinado desmonte deve ser coerente com o seu mecanismo de atuação após a detonação e com a reação da rocha aos correspondentes efeitos mecânicos.

Em relação ao diâmetro das cargas explosivas, a sua escolha deve atender a diversos fatores, entre os quais, salienta-se:

- Ser tão próximo quanto possível do diâmetro dos furos (no caso de explosivos com forma geométrica fixa);
- Diâmetro nem tão pequeno que impeça o desenvolvimento completo da detonação, nem tão grande que possa originar vibrações, sopros exagerados ou mesmo o fenômeno de sobrefratura da rocha remanescente.

5.3.1.3. Arranque Direto ou Hidráulico

Esse tipo de desmonte é recomendado para extração de massas minerais incoerentes, ou seja, de baixa estabilidade/consistência. O desmonte direto pode ser manual ou mecânico e consiste em atacar diretamente a frente de desmonte, de modo a individualizar o minério. Por conseguinte, a sua utilização está limitada a massas minerais que sejam facilmente desagregadas.

São várias as explorações de massa mineral por desmonte direto mecânico, sendo a exploração de argila, areia, calcário, cascalho e outros materiais de construção os mais comuns.

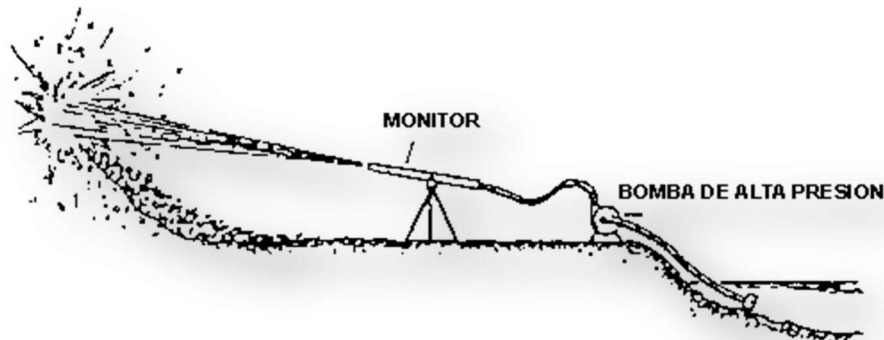
Nas explorações de argila, areia, calcário, cascalho ou quaisquer outras massas de fraca coesão, devem ser observados as seguintes regras:

- Se a exploração não for feita por degraus, o perfil da frente não deve ter inclinação superior ao ângulo do talude natural do terreno;
- Se a exploração for feita por degraus, a sua base horizontal não pode ter, em nenhum dos seus pontos, largura inferior à altura do maior dos dois degraus que separa, e as frentes não podem ter inclinação superior à do talude natural;
- Se o método de exploração exigir a presença normal de trabalhadores na base do degrau, a sua altura não pode exceder 2 metros.

O desmonte hidráulico consiste em utilizar a força hidráulica nas frentes de desmonte para a desagregação do minério, como demonstrado na ilustração da Figura 5.5.

De todos os sistemas de exploração existentes, o hidráulico é o único que permite combinar o desmonte de um material, o seu transporte para uma estação de tratamento e sua recuperação nessa mesma estação, assim como o posterior escoamento dos resíduos com a energia obtida por um fluxo de água.

Figura 5.5 – Desmonte Hidráulico



Fonte: Instituto Geológico e Mineiro (1999)

Os equipamentos hidráulicos são equipamentos de desmonte constituídos por uma lança ou canhão orientável, de largo diâmetro, que projeta um jato de água sobre o maciço rochoso e permite desagregar e arrastar os materiais, cujo estado de consolidação é apropriado para tal finalidade. A utilização desses equipamentos tem as seguintes vantagens:

- Desmonte contínuo do material a explorar;
- Infraestrutura mineira reduzida;
- Equipamentos mais econômicos;
- Menores necessidades de pessoal e com menor especialização;
- Baixo custo de operação.

Os inconvenientes principais são:

- Condições específicas do material a desmontar;
- Grandes necessidades em caudal e pressão de água;
- Necessidade de grandes áreas para retenção de resíduos;
- Escassas probabilidades de seletividade;
- Aplicabilidade do sistema quando o processo de tratamento posterior é feito em via úmida;
- Condições topográficas adequadas para a circulação dos materiais desmontados;
- Disposições restritivas sobre contaminação e impacto ambiental.

De acordo com as características mecânicas do maciço rochoso existem 02 (duas) técnicas de exploração básicas:

- Desmonte direto do material que se encontra na frente de trabalho;
- Desmonte do material após uma previa desagregação.

O princípio geral de trabalho, quando é possível desmontar o maciço diretamente, corresponde ao seguinte esquema operativo:

- Projeção do jato sobre o pé do talude, de modo a criar uma sobrecavação do mesmo até que se origine a queda do talude;
- O material desmontado é submetido à ação do jato, de modo a promover a sua desagregação e escoamento ao longo do canal de transporte;
- Uma vez limpa a frente, o equipamento é aproximado da nova frente de trabalho, repetindo-se o ciclo.

5.4. Alternativas de Transporte/Deslocamento do Calcário da Mina

5.4.1. Caminhões Fora-de-Estrada

São máquinas de grande porte e se destinam a grandes projetos mineiros. A Figura 5.6, ilustra um caminhão fora de estrada. Já o Quadro 5.1 faz um comparativo com os modelos convencionais de caçambas, que por terem menor custo operacional serão utilizados na Polimix.

Figura 5.6 – Modelo de Caminhão Fora-de-Estrada



Fonte: Caterpillar divulgação.

Custos de equipamentos na mineração:

- Utilização anual de 7.000 horas;
- Vida útil de 60.000 horas.

Componentes:

- Os itens de maior custo na manutenção de equipamentos fora-de-estrada são componentes do trem de força;
- São recuperáveis, intercambiáveis, de grande valor e grande porte.

Reforma de componentes a base de troca:

Prós:

- Minimiza perda de produção;
- Evita imobilização de capital e obsolescência de estoque.

Contras:

- Regulamentação complexa;
- Custo mais elevado.

Reforma de componentes de oficina própria:

- Menor custo;
- Menor burocracia.

Reforma de componentes de estoque:

- Alto investimento em capital;
- Custos de administração de estoque;
- Obsolescência dos componentes.

Quadro 5.1 - Comparativo entre Caminhão Rodoviário e Caminhão Fora-de-Estrada

Rodoviário	Fora-de-estrada
Capacidade: 50 t	Capacidade: 240 t
Custo de aquisição: 9% OHT 240 t	Custo de aquisição elevado
Vida útil de 18.000 horas (cerca de 3 anos)	Vida útil de 60.000 horas (cerca de 8,5 anos)
Valor residual de 40% ao final da vida útil	Sem valor residual ao final da vida útil
Fácil transferência entre sítios	Difícil transferência entre sítios
Componentes e pneus nacionais	Componentes e pneus importados
Permite melhor utilização dos equipamentos	Elevadas movimentações de carga

Fonte: Adaptado da apresentação de Luiz Rocha (Vale S/A).

5.4.1.1. Uso Previsto

As atividades de carregamento de calcário empregarão retro-escavadeiras e caminhões caçamba. Esses caminhões transportarão o calcário até seu destino final e no caso de comercialização com a vizinha cimento Mizu as caçambas descarregarão o calcário proveniente da mina, diretamente na tremonha de alimentação do britador de calcário. Essas tremonhas são confeccionada em chapas de aço carbono e protegidas internamente com material duro, de forma que venham a suportar o impacto das pedras alimentadas a partir dela o calcário é, então, transferido por meio de um alimentador de lâminas ao britador.

Para o transporte e carregamento do minério desmontado por explosivos para a britagem será utilizada uma frota com os seguintes equipamentos:

- Caminhões trucados Mercedes, com capacidade de 27 toneladas ou similar.
- Escavadeira Hidráulica sobre esteiras FIATALLIS FH 270, com capacidade DE 3 m³ ou similar.

5.4.2. Correias Transportadoras

As correias transportadoras possuem as características de alta produção, longa distância de emissão, pouco ruído, estrutura simples, fácil manutenção, pouco consumo de energia e componentes padrões. São usadas largamente na mineração, indústrias metalúrgicas e de carvão para transferir massa ou material arenoso, ou materiais empacotados. Sempre na condição ponto a ponto.

O sistema de transferência pode ser único ou multi-transportador, ou pode até mesmo ser combinado com outros equipamentos transportadores. A correia pode ser instalada horizontalmente ou em diagonais, para ser utilizada conforme as necessidades das linhas de transferência. As correias transportadoras podem operar em circunstâncias onde as temperaturas variam de - 20°C até + 40°C. A temperatura de transferência dos materiais deve ser abaixo de 50°C.

As correias transportadoras proporcionam maior rapidez e versatilidade no transporte e armazenamento de produtos, com facilidade de acesso para carga e descarga. Possuem baixo peso, o que facilita seu deslocamento. Sua utilização permite economia de mão-de-obra e racionalização de operações de movimentação de carga.

A correia transportadora é um dos principais componentes de um transportador, pois é o dispositivo que irá transportar um produto de um local para o outro, de modo contínuo e sincronizado. A seleção da correia é feita com base nos seguintes fatores:

- Característica do material;
- Condições de serviço;
- Inclinação dos roletes;

- Largura da correia;
- Tensão máxima da correia;
- Tempo de percurso completo da correia.

Todas as correias são fabricadas em duas partes distintas: a carcaça e o revestimento são de acordo com as normas técnicas da ABNT – NBR 6110/2015 e NBR 6171/2015. A eficiência de qualquer equipamento industrial projetado racionalmente é função de sua vida útil, da mão-de-obra e do custo de sua manutenção.

Em suma, para uma melhoria e otimização nos processos de movimentação de cargas têm no transportador de correia uma boa opção.

Sendo a condição ambientalmente mais viável a correia transportadora não se aplica ao empreendimento, sendo muito utilizada em instalações de mina indústria ou porto indústria, mas no caso Polimix o material produzido na mineração terá vários destinos, ainda que possua um potencial comprador principal.

5.5. Alternativas para Abastecimento D'água

Os títulos seguintes sugerem alternativas possíveis de abastecimento para a **Mineração de Calcário Polimix**. Caberá ao empreendedor escolher a opção, ambiental e economicamente, mais adequada à realidade do local onde se pretende implantar o projeto.

Como se trata de um empreendimento onde a água não é insumo básico, sua demanda é pequena, tomada para abastecimento humano, em máquinas, notadamente em sua refrigeração e em paisagismo. Nessa condição as possibilidades são:

1. Captação em poço tubular.
2. Abastecimento com pipa.
3. Abastecimento de poço de Cimento Mizu, uma empresa coligada ao Grupo Polimix
4. Captação e abastecimento com água das chuvas
5. Captação em rede pública por ramal

Os títulos seguintes discutem cada uma dessas alternativas, sendo a escolha inicial em abastecimento com carro pipa, considerando os volumes pouco significativos, passando depois, presumivelmente no ano 10 a tomar captação na própria cava, abastecida com água das chuvas, mas assim que possível a escolha será pela captação em poço tubular, essa por garantir maior segurança e qualidade para a demanda de água em todos os usos.

Em todas as alternativas a empresa terá de manter uma reservação, na forma de uma caixa d'água de onde se fará a distribuição para os usos necessários.

5.5.1. Captação de Água Subterrânea em Poços Profundos

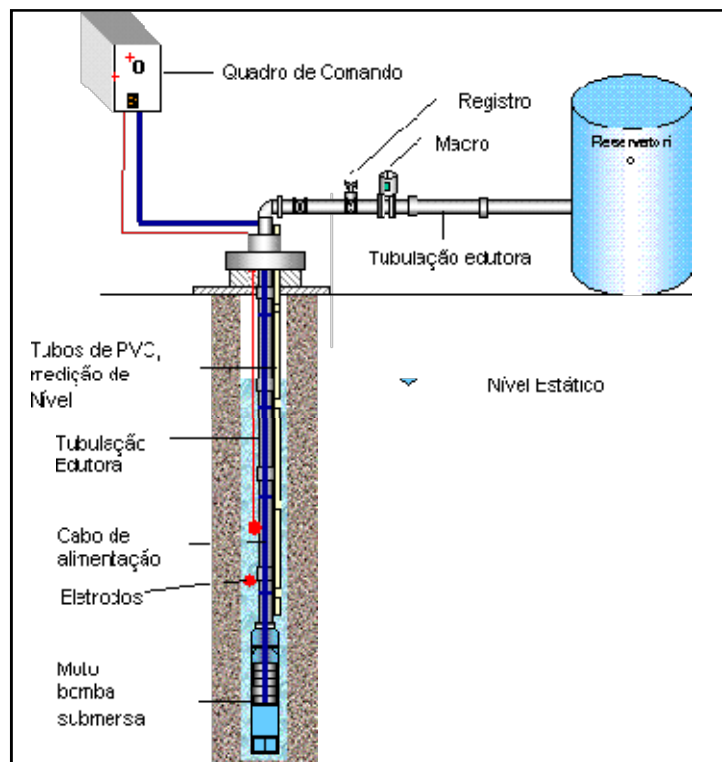
A Bacia Potiguar, sabidamente, é possuidora de grandes volumes de água, entretanto, não é conhecida a sua real potencialidade e qualidade, além da demanda necessária para suprir sua grande utilização, principalmente para a irrigação.

O fornecimento de água ao empreendimento será feito por poço profundo (ver Figura 5.7). Para isso, será necessária a realização de estudos hidrogeológicos para cubar o aquífero e dimensionar as reservas aproveitáveis de água subterrânea.

O poço tubular é uma obra de engenharia geológica de acesso à água subterrânea, executada com sonda perfuratriz mediante perfuração vertical. Possui diâmetros de 4" a 36" e pode alcançar profundidade de até 2.000 metros. Esses poços são revestidos com tubos geomecânicos apropriados para cada profundidade. A perfuração desse tipo de poço demanda conhecimento técnico especializado e o de gerar grandes vazões.

No entanto, esta consultoria independente de meio ambiente sugere que, caso seja utilizado o uso de água subterrânea, que seja aproveitada no máximo 70% de sua capacidade hídrica e que seja praticado juntamente com outro método de abastecimento. É de suma importância para o meio ambiente natural e para a comunidade local, que a quantidade e a qualidade da água não seja afetada pelo processo de salinização dos corpos hídricos.

Figura 5.7 – Exemplo de Esquema de Poço Tubular e Reservatório



Fonte: www.abas.org/educação_pocos.php

5.5.2. Abastecimento com Carro Pipa

Na área de propriedade da empresa **Mineração de Calcário Polimix** provavelmente serão construídos poços tubulares no futuro. Esses poços, oportunamente, serão outorgados junto ao órgão responsável, no âmbito do licenciamento ambiental. Até lá o abastecimento se dará por meio de pipas, com água tomada em fonte próxima, sendo essa fonte qualquer uma que supra a demanda por valor economicamente viável.

A escolha por esta forma de abastecimento leva em conta o baixo custo de investimento inicial e a possibilidade de tomada de água em mais de um local, o que evitaria riscos de desabastecimento em caso de uma única fonte. Contra si tem o custo operacional mais elevado, todavia compatível à receita esperada do empreendimento que lhe custeará.

5.5.3. Abastecimento em Derivação da Cimento Mizu

Essa forma de abastecimento pode suprir a escolha pelo carro pipa, todavia ela está aqui avaliada na forma de uma rede canalizada vinda desde a fonte, que tem contra si um custo de investimento na implantação dessa rede e o risco no fornecimento de um único ponto, que tanto pode aumentar sua demanda própria, reduzindo a fornecida à Polimix, quanto pode sofrer restrição por rebaixamento da coluna d'água no poço, o que é uma condição normal no semiárido da Chapada do Apodi.

5.5.4. Aproveitamento de Água de Chuva

Com o advento dos grandes sistemas centralizados de tratamento e distribuição de água, e equipamentos para perfuração de poços mais baratos e eficientes, os sistemas para coleta de água da chuva foram esquecidos, embora ofereçam uma fonte de água pura e confiável. Um renovado interesse na coleta de água da chuva está surgindo, principalmente devido:

- O aumento dos custos econômicos e ambientais do fornecimento de água centralizado ou da perfuração de poços;
- Questões relativas à saúde, com respeito às fontes de água utilizadas e o tratamento de águas poluídas,
- Uma percepção da relação custo/benefício associada à confiabilidade da água da chuva.

O sistema de aproveitamento de água de chuva é uma tecnologia sustentável para captação da água da chuva a partir da cobertura de qualquer tipo de edificação (como casas, prédios residenciais e comerciais, galpões industriais etc.), filtrando e armazenando essa água em um reservatório para uso no imóvel. O sistema é dimensionado de acordo com a Norma 15527 da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.

Cabe destacar que no uso futuro da área, já previsto pelo Plano de Aproveitamento Econômico - PAE da mineração visando à diminuição dos impactos visuais, recuperar a superfície semelhante à original ou alternativa de uso aceitável e restabelecer drenagens, deverá ser feito o enchimento da cava com estéril, onde for prático e benéfico. O restante da cava deverá ser cheio com água (pluvial ou de drenagem) que, inclusive pode ajudar no estabelecimento de drenagem para jusante.

Essa água que se espera acumular na cava é que pode ser utilizada no empreendimento para fins não potáveis, como resfriamento de motores à explosão, irrigação, etc. Além da cava a água das chuvas pode ser captada nas instalações, como descrito no tópico 5.5.4.2.

5.5.4.1. Vantagens, Usos e Benefícios da Utilização de Água da Chuva

- **Vantagens Ecológicas:**

Coletar a água de chuva que cai para utilizá-la é um conceito simples. A água coletada é independente de qualquer sistema centralizado e, desta forma, os usuários estarão promovendo a auto-suficiência e contribuindo para incentivar uma maior valorização desse precioso e essencial recurso. Coletar água da chuva não significa apenas conservar recursos hídricos, significa também conservação de energia, já que o montante de energia necessário para operar um sistema de água centralizado, construído para tratar e bombear água através de uma vasta rede, não é utilizado. A coleta de água da chuva também contribui para minimizar a erosão local e enchentes causadas pelo escoamento superficial de superfícies impermeabilizadas como pátios e telhados, pois parte desta água coletada é armazenada.

- **Vantagens Qualitativas:**

Uma vantagem considerável da água da chuva sobre outras fontes de água é que essa água é uma das fontes mais puras de água disponível. De fato, a qualidade da água da chuva é um grande incentivo para pessoas que a escolherem como fonte primária de água. A qualidade dessa água, geralmente, excede a qualidade das águas subterrâneas ou superficiais, por não entrar em contato com o solo, que pode ser fonte dos diversos poluentes que frequentemente são despejados nas águas superficiais e que podem contaminar o lençol freático. No entanto, a qualidade da água da chuva pode ser influenciada pelo local onde ela cai, pois emissões atmosféricas industriais localizadas também podem afetar sua pureza.

Usos:

A água de chuva, em conformidade com a Norma ABNT 15527, só deve ser usada em ambientes urbanos para fins não-potáveis (isto é, não deve ser usada para beber, banho, lavagem e cozimento de alimentos).

Entre seus principais usos estão:

- Em áreas urbanas: banheiro (descarga de vasos sanitários); regas de hortas e jardins; lavagem de pisos, quintais e automóveis.
- Em áreas rurais: além dos mesmos fins do ambiente urbano, destina-se a irrigação de plantações, lavagem de criatórios de animais e bebedouro.
- Em áreas industriais: além dos usos semelhantes a edificações em ambiente urbano, recomenda-se para resfriamento de caldeira e extrusoras e lavagem de peças, dentre outras aplicações.

Benefícios:

- Permite aproveitar um recurso disponível, fato que contribui para diminuir a despesa com água, além de servir como reserva em épocas de seca ou de falta d'água.
- Contribui para reduzir a necessidade de água para fins não potáveis dentro da edificação (regas de jardins, lavagem de automóveis, descarga de vasos sanitários).

- Contribui para reduzir enchentes nas grandes cidades, que têm o solo impermeabilizado pelo asfalto.
- Educa, sob o ponto de vista ambiental, quem tem contato com o sistema.

Desvantagem:

- Em clima semiárido, devido ao fenômeno das secas, o acúmulo de água das chuvas pode não ser suficiente para atender a demanda necessária.

5.5.4.2. Sistema de Captação de Água da Chuva

Componentes do sistema:

Independente do tamanho do sistema que seja planejado seja ele: grande, médio ou pequeno, todo sistema de captação de água da chuva é composto por seis componentes básicos:

1. Área de captação/telhado, que é a superfície onde a chuva cai;
2. Calhas e tubulações, que são os canais de transporte entre a superfície de coleta e o tanque de armazenamento;
3. Telas/peneiras e sistemas de lavagem do telhado, que compõem o sistema que remove os contaminantes e poeira;
4. Cisternas ou tanques de armazenamento, onde a chuva coletada é armazenada;
5. Tubulações, que constituem o sistema de entrega da água da chuva tratada até o ponto de uso, seja por gravidade ou através de bombas; e,
6. Filtro comum de carvão ativado, elemento que faz o “polimento” da água para beber.

1. Área de captação:

A área de captação é a superfície onde a chuva que será coletada irá cair. Enquanto o projeto focaliza os telhados como áreas de captação; grotas, estradas e canais de infiltração, também podem ser utilizados como superfícies de captação, coletando e dirigindo a chuva para um reservatório ou outro tipo de local impermeabilizado. Para a utilização doméstica, os telhados das edificações são as principais áreas de captação que, em localidades rurais, podem incluir outros prédios como celeiros, galpões, cisternas etc.

2. Calhas e tubulações:

São os componentes que recolhem a chuva da área de captação do telhado e a transportam até o tanque de armazenamento. Formas, tamanhos e materiais convencionais são facilmente encontrados e adaptam-se perfeitamente ao sistema. Assim como as superfícies de captação, é importante se assegurar de que esses condutores sejam livres de chumbo ou qualquer outro tratamento que possa contaminar a água.

3. Sistemas de lavagem do telhado:

A lavagem do telhado, ou a eliminação da água que cai nos primeiros minutos de chuva, é uma questão particular quando a chuva coletada será usada para consumo humano, pois as primeiras águas, que devem ser eliminadas, lavam a maior parte da poeira e outros contaminantes, como fezes de aves que se acumularam no telhado e nas calhas durante o período seco. Esse sistema é muito simples e pode ser construído no próprio local com canos de PVC.

4. Tanques de armazenamento:

Além do telhado, que normalmente é aproveitado das edificações existentes, os tanques, também conhecidos por cisternas, são o maior investimento em um sistema de captação de água da chuva. Para maximizar a eficiência do sistema devem-se tomar decisões a respeito do melhor posicionamento do tanque, de sua capacidade e da seleção do melhor material. O *design* de um sistema com dois tanques oferece certa flexibilidade. Na maioria dos casos, um tanque a mais representa um custo adicional além do aumento da capacidade de armazenamento. Isto por que dois tanques menores, por exemplo, de 6.000 litros cada um, são geralmente mais caros do que um único tanque com 12.000 litros de capacidade. O principal benefício de um sistema multi-tanques é que o sistema continua operacional se um dos tanques tiver que ser fechado para manutenção. Independente do modelo de tanque escolhido, inspeções regulares e manutenção apropriada são imperativos para assegurar a confiabilidade, segurança e eficiência de operação do sistema.

É bom lembrar que a água é pesada. Portanto, um tanque de 2000 litros irá pesar mais de 2 toneladas, o que indica como essencial a existência de uma fundação apropriada.

5.5.4.3. Captação das Águas do Perímetro Irrigado

O aproveitamento das águas do Perímetro Irrigado Jaguaribe - Apodi é mais uma possibilidade de abastecimento, no entanto, é válido ressaltar que o perímetro é destinado às empresas agrícolas. Há também a possibilidade do abastecimento de água ser realizado através de canal proveniente dos açudes Orós e Castanhão.

O traçado do perímetro irrigado dista, aproximadamente, 25 km, em linha reta, da área da **Mineração de Calcário Polimix**. Nenhuma demanda da mineração seria tão grande ao ponto de necessitar de uma obra dessa envergadura, sendo a escolha de maior custo de implantação, portanto descartada. Uma possibilidade dessas somente poderia ser considerada para empreendimentos que tivessem grande dependência de água, como uma fábrica de sucos, por exemplo.

5.6. Alternativa de Não Realização do Projeto

Aqui se desenvolve o estudo sobre essa alternativa, assim como a desabilitação da mina após sua vida útil, sendo condições assemelhadas.

Caso o local não venha a receber o empreendimento mineiro da Polimix a área continuará como uma jazida com potencialidade para aproveitamento mineral do calcário, o que já foi tentado outras vezes no passado por empresas de grande porte, como o Grupo Votorantim. Todavia o aproveitamento econômico de uma jazida é assunto técnico e merece aprovação do Departamento Nacional da Produção Mineral, uma vez que não possa ser comprovada a viabilidade econômica da mineração o projeto não é aprovado. Assim o caso da jazida se transformar em mina continuará a ser uma possibilidade, porém dependente da engenharia de produção e custos a ser montada para garantir essa viabilidade.

Não sendo possível o uso em mineração a área poderá ser mantida como pastagem e/ou cultivos agrícolas, como a maioria das terras de Quixeré na Chapada do Apodi. No caso da agricultura o desmatamento seria até maior que na mineração, assim como geraria uma forte demanda por água, bem escasso e com fortes conflitos de uso.

A Secretaria de Qualidade Ambiental nos Assentamentos Humanos Programa de Proteção e Melhoria da Qualidade Ambiental do IBAMA elaborou um Manual de Normas e Procedimentos para Licenciamento Ambiental no Setor de Extração Mineral no qual se aventa a certeza do fim da lavra, como é o caso da Polimix, que o seguirá nessas linhas gerais como orientação deste EPIA.

Neste EPIA o fechamento de mina é considerado a quarta fase do ciclo de vida do projeto de mineração Polimix a se cumprir num prazo de 50 anos.

Nessa condição deverá ser requerido junto ao DNPM:

- Solicitação de caducidade da concessão
- Documento comprovando exaustão do jazimento ou inviabilidade do aproveitamento

E junto à SEMACE:

- φ Plano de fechamento da mina, e
- φ Documento de planejamento do fechamento, incluindo PRAD - Plano de Recuperação de Áreas Degradadas

Historicamente o foco principal da desativação (fechamento) de um empreendimento mineiro era feito sobre as operações de reabilitação e revegetação. As leis e regulamentos atuais se referem ao PRAD (Plano de Recuperação de Áreas Degradadas) como sendo o instrumento básico do fechamento de minas. No entanto os aspectos ambientais no fechamento são mais abrangentes e exigem planejamento, gestão e provisão de recursos que devem ser garantidos durante a vida útil do empreendimento. Entre outras matérias e atividades pertinentes ao fechamento podem ser citados:

- ≤ Comunicação social;
- ≤ Responsabilidades de longo prazo;
- ≤ Considerações socioeconômicas;

- ⊆ Planejamento de usos alternativos das instalações e infra-estrutura existente;
- ⊆ Planejamento e treinamento de pessoal para encaminhamento a outras atividades;
- ⊆ Descontaminação de áreas;
- ⊆ Avaliação de custos.

As atividades de fechamento devem ser planejadas para proporcionar à área de ação da mineração um ambiente estável física, biológica e socialmente, sem riscos à saúde e segurança, garantindo a possibilidade de outro uso potencial sustentável para a mesma. Estes são os princípios fundamentais para que se considere uma área “descomissionada”, isto é; livre de passivos ambientais e estabilizada física, química e biologicamente, com um uso socioeconômico previamente definido (podendo ser, inclusive o de preservação ambiental).

Um Plano de Fechamento, elaborado na etapa de licenciamento ambiental, deve prever a realização de uma série de estudos e projetos, a serem desenvolvidos durante a fase de operação do empreendimento, e que vão dar maiores subsídios a proposições de alternativas tecnológicas e de procedimentos para o fechamento segundo os usos futuros predeterminados.

O formato básico de um Plano de Fechamento deve conter as seguintes abordagens:

- Introdução e definição da periodicidade de revisão do Plano de Fechamento
- Cenário ambiental provável na época do fechamento;
- Hipóteses de uso futuro da área;
- Estudos e projetos complementares a serem desenvolvidos;
- Programas de fechamento.

O cenário ambiental no fechamento é uma ferramenta para o desenvolvimento dos planos de fechamento. Tem como objetivo caracterizar a qualidade ambiental futura da área, após o encerramento das atividades minerárias. A caracterização deve ser feita com base nos parâmetros ambientais socioeconômicos, físicos e ecológicos. Os cenários futuros devem apontar, entre outros aspectos, os seguintes:

- Uso e ocupação do solo;
- Morfologia do relevo e paisagem;
- Fauna e flora;
- Qualidade e quantidade das águas;
- Qualidade do ar;
- Socioeconomia.

As hipóteses de uso futuro para a área devem ser alinhavadas conceitualmente, direcionando os procedimentos de fechamento. Os planos de fechamento incluem o PRAD e diversos outros programas, tais como num lista não exaustiva se seguem:

- > Programas de investigação e descontaminação;
- > Programas de reutilização e ou desmonte e demolição de equipamentos e instalações prediais e industriais;
- > Programa de gestão de resíduos no fechamento;
- > Programas de estabilização de áreas, e de reconformação da drenagem para condições de longo prazo;
- > Programas de Comunicação social;
- > Programas de recolocação de pessoal dispensado no fechamento;
- > Procedimentos técnicos de fechamento de mina a céu aberto, depósitos de estéril, estradas e acessos;
- > Programa de fechamento de barragens e diques, se for o caso;
- > Programas para minimização dos efeitos socioeconômicos adversos, podendo incluir aí programas de participação e fomento a diversificação de atividades econômicas para

aqueles municípios que sofrem a ação direta e dependem basicamente daquela atividade mineral.

- > Programa de monitoramento de parâmetros ambientais (água, ar, solo etc.) no pós fechamento e parâmetros ecológicos em áreas reabilitadas.

Os processos de reabilitação e revegetação devem ser iniciados o mais cedo possível na fase operacional do empreendimento, possibilitando a realização de experimentos e a adoção das melhores técnicas ainda nesta fase do ciclo de vida. Assim o plano de fechamento deve ser iniciado a partir da confirmação do encerramento das atividades, seja por exaustão da mina seja por outro motivo. Como se trata de um tempo futuro é conveniente ficar atento às alterações da legislação ambiental e suas implicações no escopo e tempo das atividades de fechamento, uma vez que essas atualizações nas normas legais podem ter grande impacto no processo, inclusive trazendo novas responsabilidades de custos econômicos.

No que se refere a reabilitação de áreas degradadas, a estabilidade de uma área reabilitada com uso de técnicas de revegetação para retorno a um ecossistema natural somente pode ser confirmada através de monitoramento que atenda os seguintes parâmetros:

- ★ Verificação da eficiência dos sistemas de controle de erosão implantados (observar e avaliar presença ou ausência de erosão laminar e/ou em sulcos);
- ★ Controle e monitoramento da fertilidade dos solos nos locais revegetados. Observar indicadores ecológicos de fertilidade (espécies invasoras e pedofauna) e viço da vegetação implantada;
- ★ Verificar se a vegetação implantada contemplou uma cobertura rápida dos solos através do consórcio de vegetação rasteira com vegetação arbustivo-arbórea, ambas em evolução;
- ★ Verificar a adequação das espécies escolhidas na revegetação, sua compatibilidade com a vegetação invasora e nativa regionais, bem como sua aptidão local (exemplo: um reflorestamento, com árvores de grande porte ou alto fuste, não se ajusta a uma paisagem originalmente formada por campo rupestre ou caatinga);
- ★ Evolução do fechamento da cobertura vegetal implantada. Uma boa revegetação deve manter-se ao longo de toda sua evolução com fechamento da superfície do solo superior a 70%, desde a primeira brotação (plantas rasteiras);
- ★ Verificação de indicadores do incremento em biomassa da cobertura vegetal implantada;
- ★ Adequação da vegetação implantada aos usos futuros propostos;
- ★ Qualidade e quantidade de plantas invasoras e sua indicação ecológica em relação a sucessão natural;
- ★ No caso de áreas hidromórficas ou alagadiças, remanescentes da mineração, verificar a pertinência, vitalidade e autossuficiência, dos sistemas de reabilitação implantados (exemplo: lagos, brejos, matas alagadas, campos hidromórficos, represamentos, etc), bem como sua proteção ciliar;
- ★ Considerando como uso futuro a conservação natural, avaliar a evolução da autossuficiência da vegetação implantada e do sistema natural em longo prazo;
- ★ Avaliação da necessidade de manejo e intervenções silviculturais.