

## 4.0 - ALTERNATIVAS LOCACIONAIS E TECNOLÓGICAS

Em conformidade com as disposições do art. 5º da Resolução CONAMA 1/86, o presente capítulo contempla todas as alternativas tecnológicas e de localização do projeto, confrontando-as com a hipótese de não execução do projeto.

A análise comparativa das alternativas foi realizada com base em critérios técnicos, econômicos e ambientais. Assim, a alternativa escolhida é aquela cujo conjunto de critérios foi avaliado como mais adequado.

### 4.1 - Alternativas Tecnológicas

A avaliação das alternativas tecnológicas do projeto foi dividida em duas partes: lavra e beneficiamento do minério. Tal divisão se justifica por se tratar de processos que, apesar de relacionados, têm métodos e equipamentos distintos.

#### Lavra

As diversas tarefas envolvidas no processo de lavra do minério de ferro são discutidas a seguir, com vistas a apresentar as razões que subsidiaram a escolha das melhores alternativas.

O tipo de lavra a ser usado depende das dimensões e distribuição dos recursos minerais a serem explorados, além de aspectos econômicos, de segurança e tecnológicos. O minério é encontrado próximo à superfície e com espessuras que variam de 20 a mais de 350 metros. Essas características dimensionais beneficiam a escolha pela lavra de céu aberto, o que está em conformidade com as práticas internacionais da área de lavra de minério de ferro.

A mina a céu aberto possui custo de produção menor do que a mina subterrânea, haja vista a infra-estrutura necessária para operacionalização desta última. Uma mina subterrânea apresenta maiores riscos à segurança, quando

comparada a uma mina a céu aberto. Além disso, a tecnologia de operação de minas a céu aberto é mais simples, o que se traduz em vantagens na manutenção e na produtividade da mina.

A escolha do método mais adequado para a lavra do minério depende, fundamentalmente, da resistência mecânica do material a ser extraído (minério) e dos materiais a serem removidos (estéril). Comumente, materiais de diferentes resistências são encontrados em um mesmo alvo, o que também acontece na área de extração. Dessa forma, a técnica de lavra será uma conjugação de desmonte por explosivos (para as camadas mais resistentes) com escavadeiras (para as camadas menos resistentes).

O transporte do minério desde as frentes de lavra até os britadores primários e do estéril até as pilhas pode ser feito por caminhões ou por correias transportadoras. O emprego de caminhões tem as vantagens de conferir maior mobilidade às frentes de lavra, mas aumenta as chances de acidentes. As correias transportadoras reduzem o risco de acidentes na mina, porém representam uma rigidez locacional definitiva às frentes de lavra. As concentrações variadas do minério e sua disposição inconstante em São Mamede tornam imperativo que haja mobilidade nas frentes de lavra, assim, decidiu-se pelo emprego de caminhões para o transporte do minério e estéril.

Em vista das razões apresentadas acima, a alternativa tecnológica escolhida para a mina é composta por:

- ✓ Cava a céu aberto;
- ✓ Combinação de desmonte com explosivos e desmonte mecânico com escavadeiras; e
- ✓ Transporte dos materiais por meio de caminhões fora-de-estrada.



 **Beneficiamento**

Para avaliação da tecnologia de beneficiamento mais adequada ao minério encontrado em São Mamede, foram contempladas 4 alternativas tecnológicas conforme descrição abaixo:

- ✓ Alternativa 1: peneiramento a úmido, com a produção de *sinter feed* (SF2B) grosso e *pellet feed* natural. A fração do *sinter feed* (SF2B) fino acima de 0,15 mm seria incorporada ao *sinter feed* (SF2B) grosso e a fração abaixo de 0,15 mm seria incorporada ao *pellet feed*.
- ✓ Alternativa 2: peneiramento a úmido, com a produção de *sinter feed* (SF2B) grosso, *pellet feed* natural e moagem do *sinter feed* (SF2B) fino para a produção de *pellet feed*.
- ✓ Alternativa 3: peneiramento a úmido, com a produção de *sinter feed* (SF2B) grosso, *sinter feed* (SF2B) fino e *pellet feed* natural.
- ✓ Alternativa 4: peneiramento a umidade natural, com a produção de *Fino Comum* e o produto da britagem secundária.

As vantagens e desvantagens técnicas, ambientais e econômicas de cada uma das alternativas avaliadas são apresentadas na Tabela 2.0.

**TABELA 2.0 – COMPARATIVO DAS ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS DO BENEFICIAMENTO AVALIADAS**

| Alternativa | Vantagem  | Desvantagem  |
|-------------|---|--|
| 1           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Produção de apenas 2 produtos (<i>sinter feed</i>* e <i>pellet feed</i>**);</li> <li>- Produção de <i>sinter feed</i> com boa qualidade;</li> <li>- Experiência da CGM na área de tecnologia de minério de ferro.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Alto custo pela grande quantidade de peneiras de alta frequência necessárias;</li> <li>- <i>Pellet feed</i> com baixa qualidade;</li> <li>- Impacto sobre os recursos hídricos, pois demandaria captação de água e</li> </ul> |

|   |   |   |
|---|---|---|
|   |   | implantação de barragem de rejeitos.  |
| 2 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Produção de <i>sinter feed</i> e de <i>pellet feed</i> de boa qualidade;</li> <li>- Experiência da CGM na área de tecnologia de minério de ferro.</li> </ul>                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Altos custos de implantação e operação;</li> <li>- Produção de <i>pellet feed</i> maior do que a demanda de mercado;</li> <li>- Impacto sobre os recursos hídricos, pois demandaria captação de água e implantação de barragem de rejeitos.</li> </ul>   |
| 3 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Produção de <i>sinter feed</i> com boa qualidade;</li> <li>- Experiência da CGM na área de tecnologia de minério de ferro.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Alto custo pela grande quantidade de peneiras de alta frequência necessárias;</li> <li>- <i>Pellet feed</i> com baixa qualidade;</li> <li>- Impacto sobre os recursos hídricos, pois demandaria captação de água e implantação de barragem de rejeitos.</li> </ul>   |
| 4 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Beneficiamento sem demanda de captação de água e geração de barragem de rejeitos;</li> <li>- Geração de 2 produtos (<i>Fino Comum**</i> e <i>Produto de Britagem Secundária**</i>).</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Fino comum</i> com baixa qualidade;</li> <li>- Alteração de qualidade e de produção dos períodos de chuva e de estiagem. No período chuvoso a umidade do minério aumenta o que pode resultar na perda de produtividade;</li> <li>- Impacto sobre os recursos hídricos, pois demandaria captação de água e implantação de barragem de rejeitos.</li> </ul> |

\**sinter feed*: produto de minério de ferro com tamanho entre 0,15 mm e 6,3 mm.

*pellet feed*: produto de minério de ferro com tamanho menor que 0,15.

\*\**Fino Comum*: produto de minério de ferro com tamanho menor que 16 mm.

*Produto de Britagem Secundária*: produto de minério de ferro com tamanho menor que 90 mm.

A rota de beneficiamento a úmido apresenta como principal vantagem a geração de produtos de qualidade superior, pois as principais impurezas (sílica e alumina) do minério são incorporadas ao rejeito. Por outro lado, o consumo de água pelo processo e a conseqüente geração de rejeitos representam importantes aspectos negativos, no que tange aos impactos ambientais.

A umidade do minério em Trindade (de 8% a 12%) proporciona condição favorável ao beneficiamento à umidade natural, o que motivou a avaliação desta tecnologia. A alternativa de beneficiamento à umidade natural (Alternativa 4) tem,



como principais vantagens, a conversão de 100% do ROM em produto e o reduzido uso de água. A sua principal desvantagem é a geração de produtos com qualidade química inferior, uma vez que as impurezas não são retiradas do produto.

As considerações supracitadas, principalmente as que se referem aos impactos ambientais, embasaram a escolha pelo beneficiamento à umidade natural do minério.

As principais tarefas envolvidas no processo de beneficiamento à umidade natural são a britagem e o peneiramento do minério. Essas tarefas são realizadas em etapas, de modo a possibilitar a cominuição do ROM até atingir as especificações do produto final.

A britagem deve reduzir o diâmetro médio do minério de 1,2 m (ROM) até menos de 16 mm (produto final). Para tanto, foram avaliados os seguintes tipos de britadores: de mandíbula, giratórios, de impacto, de rolo dentado e cônico.

Os britadores de mandíbulas são indicados para a britagem primária e secundária. Seu emprego na britagem primária possibilita a fragmentação de blocos de elevadas dimensões e dureza, com alimentação apresentando grandes variações de tamanho. Britadores de mandíbula exigem alimentador, que, no caso do minério em estudo seriam grelhas vibratórias. A principal desvantagem de britadores de mandíbulas é a falta de uniformidade da granulometria do material que sai do britador, entretanto eles são adequados para materiais úmidos, que não é o caso do minério de ferro de Trindade, São Mamede. Como a uniformização da granulometria do minério pode ser feita em uma etapa subsequente do beneficiamento, britadores de mandíbula são uma boa alternativa para a britagem primária.

Britadores giratórios são equipamentos usados na britagem primária e secundária. No caso de sua utilização na britagem primária, ele comporta grande quantidade de material. Eles produzem materiais com dimensões mais uniformes e

não necessitam de alimentador. Entretanto, não são adequados à umidade elevada, portanto, seu uso em qualquer etapa de britagem foi descartado.

Os britadores de impacto são indicados, exclusivamente, para a britagem primária. Seu emprego se justifica quando se deseja alta razão de redução e alta porcentagem de finos. A principal desvantagem desse tipo de equipamento é o elevado custo de manutenção. Essas características fizeram com que seu uso também fosse descartado.

Conforme as experiências de mineração consagradas internacionalmente, os britadores de rolo dentado têm emprego limitado devido ao grande desgaste dos dentes. Assim, sua utilização é aconselhável para rochas de fácil fragmentação. Como o ROM que alimentará a britagem primária apresentará rochas resistentes, é inadequado o uso deste tipo de britador.

Britadores cônicos são recomendados para britagens secundárias e terciárias. Eles têm capacidade alta, não possuem restrições referentes a características mecânicas da rocha e são adequados a materiais úmidos. Dadas às vantagens desse tipo de britador, eles foram selecionados para as britagens secundárias e terciárias.

Com base nas informações acima, decidiu-se pelas seguintes alternativas de britagem:

- ✓ britagem primária: britador de mandíbulas semi-móvel, com grelha vibratória;
- ✓ britagem secundária: britador cônico; e
- ✓ britagem terciária: britador cônico.

As britagens primárias semi-móveis (BSMs) estarão localizadas próximas à mina, de modo a permitir a redução do diâmetro do minério, facilitando seu transporte até a usina de beneficiamento.

O peneiramento visa classificar o minério com base no seu diâmetro. Essa classificação direciona a fração do material com diâmetro adequado para a próxima etapa do beneficiamento (britagem subsequente ou pátio de estocagem) e, direciona a fração do material com diâmetro acima do especificado de volta para a etapa anterior do beneficiamento (britagem anterior).

As tecnologias de peneiramento avaliadas foram a grelha fixa, peneira fixa, grelha vibratória, peneira rotativa, peneira recíprocativa e peneira vibratória.

Grelhas fixas consistem de um conjunto de barras paralelas espaçadas e inclinadas na direção do fluxo. Elas são empregadas, conforme as práticas internacionais, em processos a seco e têm eficiência baixa, devido à ausência de movimento da superfície. Em função da baixa eficiência, este tipo de equipamento de classificação foi descartado.

As peneiras fixas são indicadas para partículas finas, sendo, portanto, inadequadas para uso no Projeto de extração e beneficiamento do minério de Ferro em São Mamede.

As grelhas vibratórias são similares às grelhas fixas, mas têm eficiência maior devido à vibração. Este tipo de equipamento será usado na alimentação das britagens primárias.

Peneiras rotativas têm, como principais vantagens, sua simplicidade de construção e de operação e, conseqüentemente, baixo custo e grande durabilidade. Entretanto, as peneiras vibratórias possuem essas mesmas vantagens, mas são mais eficientes. Portanto, estas últimas foram escolhidas para as etapas primária e secundária de peneiramento. No período chuvoso, com o aumento da umidade do minério, serão usadas peneiras giratórias de disco, que visam a desagregar os finos acumulados.

Com base nas informações acima, decidiu-se pelas seguintes alternativas de peneiramento:

- ✓ peneiramento primário: peneiras vibratórias tipo “banana”; e
- ✓ peneiramento secundário: peneiras vibratórias tipo “banana” no período seco e peneiras de disco no período chuvoso.

#### **4.2 - Alternativas para Transporte do Minério para Beneficiamento**

As alternativas avaliadas, com base em critérios ambientais, para o transporte do minério da área da mina até a usina de beneficiamento foram:

- ✓ Dutos;
- ✓ Correias transportadoras e;
- ✓ Caminhões.

O transporte de minério por dutos entre a lavra e a usina, apesar de representar a alternativa com menor consumo de energia, demandaria a utilização de grandes volumes de água e o conseqüente tratamento do efluente. Assim, esta alternativa foi descartada em virtude das mencionadas razões ambientais.

As correias transportadoras (TCLD – transportador de correias de longa distância) consomem certa quantidade de energia, que não gera emissões atmosféricas significantes na área de influência do projeto. Não há uso de água nos TCLDs. Também não haverá geração de poeira e a faixa a ser aberta para instalação dos TCLDs é menor do que aquela que seria necessária para o transporte por caminhões.

O transporte do minério por caminhões tem como conseqüência, a geração de poeiras nas vias não pavimentadas, o que demanda umectação freqüente dessas estradas. Além disso, os caminhões (movidos a óleo diesel) emitem material

particulado e gases poluentes. O uso de caminhões garante um transporte sem muitos desperdícios de trajeto além de uma agilidade neste processo.

Com base nas informações acima, em função dessas vantagens, os caminhões foram selecionados para o transporte do minério da área de lavra até o beneficiamento.

### **4.3 - Alternativas Locacionais**

A seleção das alternativas locacionais mais adequadas ao Projeto de extração e beneficiamento do minério de Ferro, foi feita com base na localização de do corpo mineralizado, que é o principal componente com rigidez locacional do Projeto. As opções de *layout* do empreendimento foram estudadas com o objetivo de:

- ✓ Minimizar a área diretamente afetada (ADA) e, conseqüentemente, a supressão vegetal;
- ✓ Aproveitar ao máximo a topografia existente, minimizando o consumo de energia e materiais;
- ✓ Empregar os mais avançados recursos tecnológicos existentes, assegurando o equilíbrio entre produtividade e riscos ambientais.

#### **Alternativa Locacional 1**

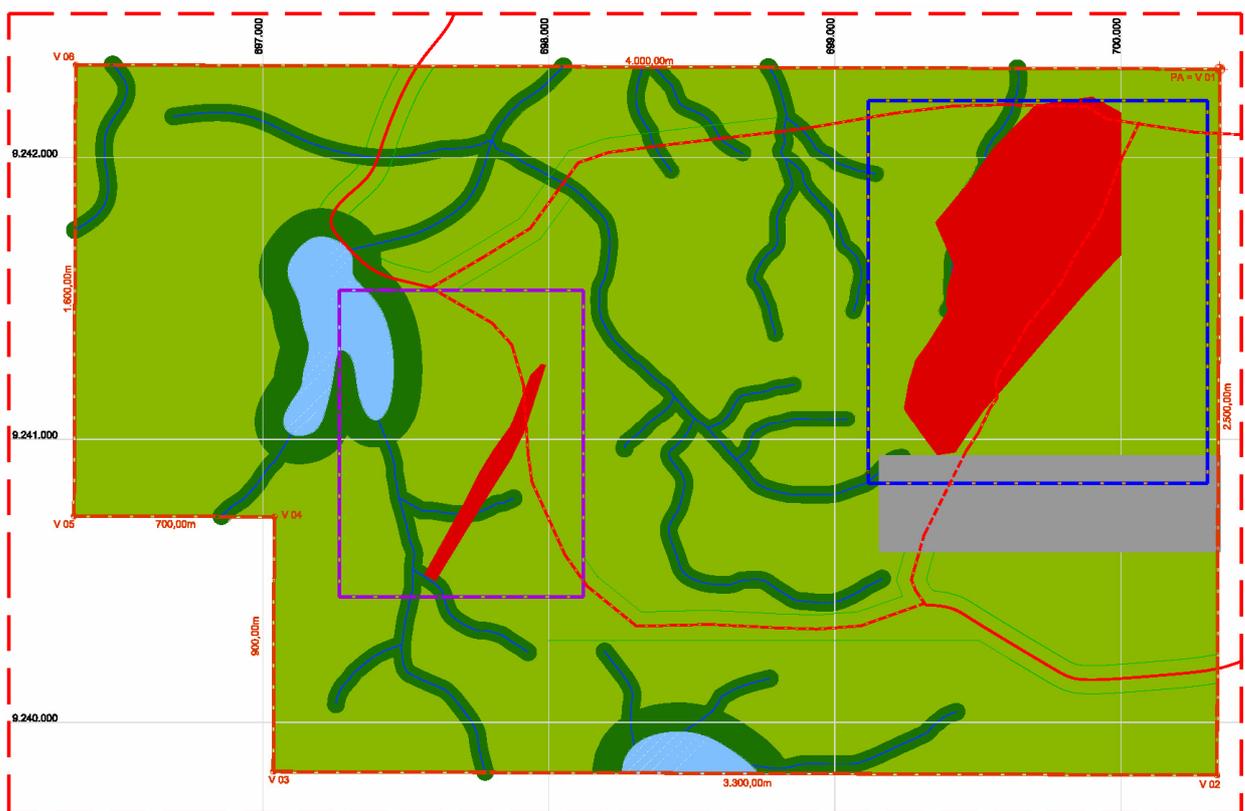
O arranjo considerado se fundamenta em combinações relacionadas à análise de alternativas de locação para a barragem de rejeitos, para a planta de beneficiamento, para as pilhas de estocagem de minério e para as pilhas de estéril.

Do ponto de vista econômico, esse *layout* traz grandes vantagens, pois reduz os custos de transporte de minério e de estéril, de movimentação de terra e de

distribuição de energia, entre muitos outros. Em relação aos aspectos técnicos, a proximidade entre as estruturas de beneficiamento e de disposição de estéril e rejeito com a área da mina, torna mais fácil o controle da produção de minério e a gestão dos aspectos operacionais e de manutenção do empreendimento. Por outro lado, as interferências ambientais resultantes da escolha de qualquer um dos arranjos não estão de acordo com os objetivos do Projeto. A construção de uma barragem de rejeitos, além de demandar a supressão de grande área de mata, representa um risco de acidente ambiental significativo. A implantação das instalações da usina de beneficiamento também aumenta, além da área de supressão, o trânsito de pessoas e veículos, elevando os riscos à fauna da área.

Os arranjos da alternativa locacional 1 mostram que, a maior parte das estruturas está dentro dos limites da Zona de Mineração. No entanto, área onde se previa a construção de usina e barragem encontra-se inseridas fora da área. Interferências em zonas que não são de mineração também não estão em conformidade com os princípios que norteiam o desenvolvimento do Projeto de extração e beneficiamento do minério de Ferro em São Mamede.

No âmbito dos arranjos da alternativa locacional 1, em virtude da maior relevância negativa dos impactos ambientais em relação às vantagens técnicas e econômicas estudadas, todos os arranjos foram descartados.



ALTERNATIVA LOCACIONAL - PROPOSTA 01

## Alternativa Locacional 2

As desvantagens identificadas no estudo dos arranjos da alternativa locacional 1 resultaram no delineamento de um arranjo com as estruturas orientadas, ao máximo, para o lado sul da área, preferencialmente em domínios já antropizados.

A segunda alternativa mostra que a usina de beneficiamento encontra-se fora do domínio da área. Essa mudança aumenta o trânsito de pessoas e veículos dentro da referida área, além de aumentar a área de supressão vegetal.

A barragem, apesar de localizada no interior da área, privilegia uma drenagem orientada para o limite mais meridional da referida unidade, reduzindo a possibilidade de interferência nos fluxos hídricos dentro da mesma.



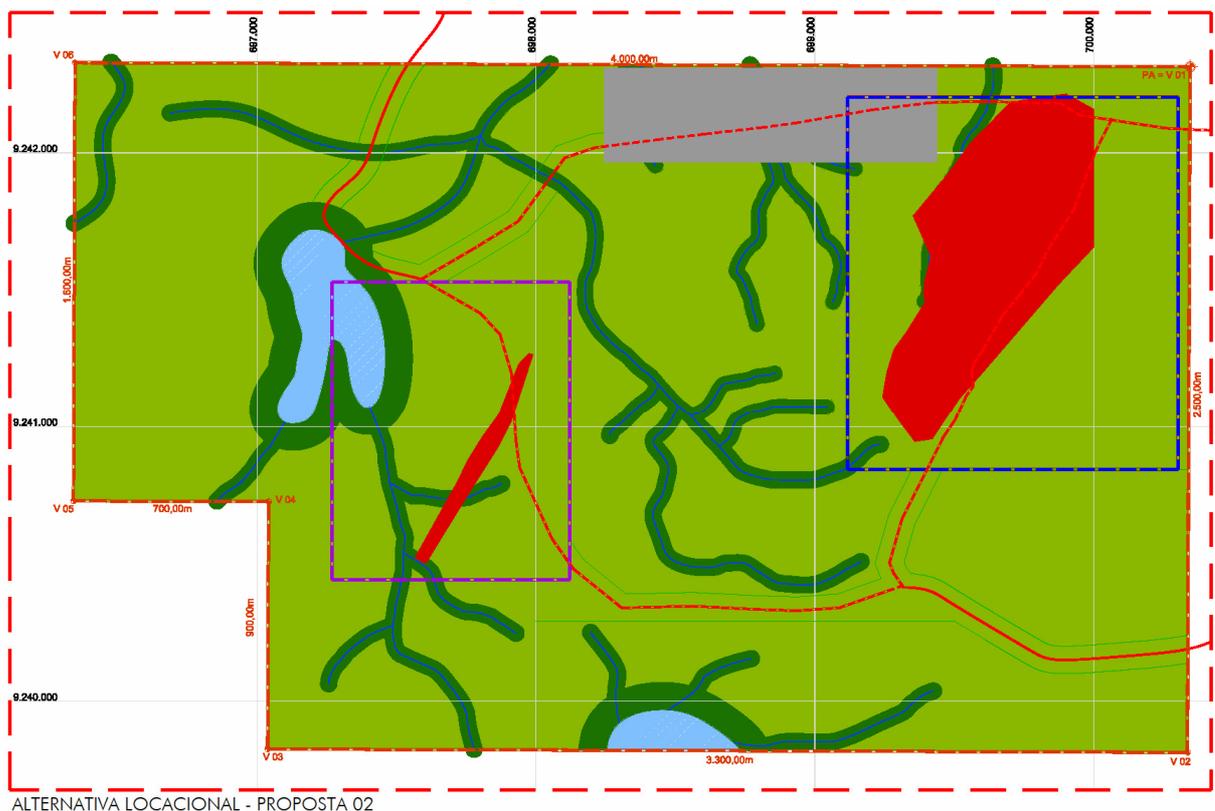
As pilhas de estéril continuam dentro da área por motivos técnico-econômicos. O transporte do estéril por longas distâncias onera demasiadamente o custo operacional do Projeto, portanto, foram projetadas pilhas de estéril ao redor da mina para atender ao avanço da lavra e minimizar a distância de transporte de estéril.

Alguns aspectos econômicos foram sacrificados, em benefício de ganhos ambientais, se comparada a Alternativa 2 com a 1. Exemplo disso é a localização da usina de beneficiamento, que, apesar de mais distante da mina (maiores custos operacionais), está fora da área com vegetação (menor impacto ambiental).

Ainda assim, o *layout* da alternativa locacional 2, apesar de apresentar melhorias consideráveis em relação à Alternativa 1, não atende, integralmente, aos objetivos do estudo de alternativas locacionais do Projeto de extração e beneficiamento do minério de Ferro. Os principais aspectos desta alternativa a serem aprimorados são:

- ✓ Parte das pilhas de estéril e de estruturas a elas associadas interfere na Zona de Produção e;
- ✓ Presença de uma barragem de rejeitos dentro de drenagem natural.

Portanto, a alternativa locacional 2 também foi descartada, em virtude do potencial de melhorias ambientais ainda existentes.



### **Alternativa Locacional 3**

Conforme descrito na Alternativa 2, uma das principais melhorias a serem buscadas na escolha pela alternativa ideal de *layout* do Projeto se refere à localização da barragem de rejeitos. Este problema locacional foi solucionado por meios tecnológicos. Dessa forma, com a nova localização, a barragem de rejeito, reduz-se significativamente a área de supressão de vegetação, os riscos de acidentes ambientais e os impactos qualitativos e quantitativos às águas.

Em relação às pilhas de estéril, o *layout* da Alternativa 2 foi reavaliado, tendo como premissas a não interferência em qualquer zona que não seja de mineração e a minimização do número de pilhas. Tais objetivos foram atingidos com o projeto de 3 pilhas de estéril.

Outro aspecto importante a salientar, foi à alteração da posição da usina. A existência de ambientes muito alterados nas imediações do sítio pretendido para a



instalação da usina, associada à possibilidade de situá-la mais afastada das áreas de floresta de melhor qualidade ambiental, tanto do ponto de vista fisionômico quanto de continuidade florestal, representa uma vantagem importante no sentido de afastar vetores de pressão antrópica da Caatinga.

A alternativa locacional 3 reduz em cerca de 45% a área de vegetação a ser suprimida e em mais de 60% a ADA do Projeto, com base na Alternativa 1. O *layout* da usina de beneficiamento e das instalações administrativas a cerca de 500 m abaixo da cota média do platô de São Mamede representará uma economia de energia de aproximadamente 10%, se comparado à Alternativa 1.

A definição da localização das pilhas de estéril envolveu aspectos ambientais – menor interferência possível em ambientes naturais sensíveis – bem como aspectos técnicos e econômicos, tais como menores distâncias de transporte para disposição do material.

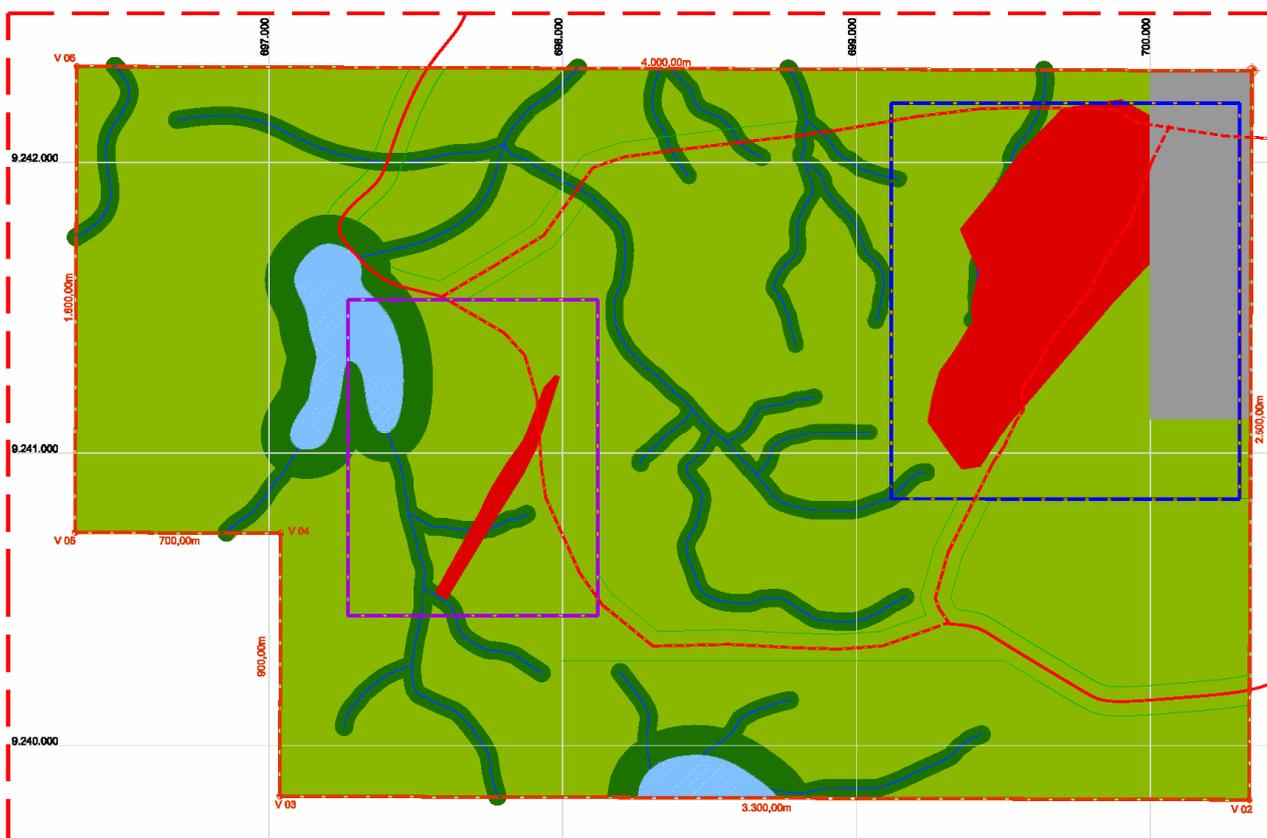
A atividade de estocagem do estéril é inerente à mineração de ferro, não permitindo muita flexibilidade na locação das pilhas. Na alternativa locacional 3, buscou-se concentrar os volumes necessários para a disposição deste material, limitando-se a três pilhas que estivessem próximas às áreas de lavra durante toda a vida útil da mina.

Os TCLDs, além de ocuparem faixa menor do que aquela ocupada por uma estrada para tráfego de caminhões, não geram emissões atmosféricas (seja pela queima de combustível, seja pela suspensão de material particulado de vias não pavimentadas). O traçado projetado para os TCLDs foi definido para aproveitar ao máximo a topografia da área, minimizando a terraplenagem e utilizando o desnível entre as cotas da lavra e da área da usina para reduzir a demanda energética.

As estradas e acessos internos do empreendimento foram traçados seguindo as diretrizes usadas para os TCLDs, ou seja, minimizar os volumes de terraplenagem. Nesse sentido, a estrada principal de acesso à lavra foi locada ao

lado dos TCLDs, reduzindo a área a ser suprimida e facilitando o acesso para manutenção dos TCLDs.

Portanto, foi selecionada a Alternativa 3, por ser aquela que atendeu a todos os objetivos do estudo locacional do Projeto de extração e beneficiamento do minério de ferro em São Mamede.



ALTERNATIVA LOCACIONAL - PROPOSTA 03

