

PROSPECÇÃO E ECONOMIA DO DIAMANTE DA SERRA DO ESPINHAÇO

Ronald Fleischer (*)

ABSTRACT

Diamond occurs in the Espinhaço range both in alluvials and in Midproterozoic metaconglomerates. In the alluvials they are recovered by large bucket wheel dredges as well as by more artisanal hydraulic gravel-pump mining. The "Sopa" metaconglomerates were mined out in the past wherever they were heavily weathered into very soft material amenable to artisanal hydraulic gravel pump mining.

This short paper describes the main geologic features which should be considered in the study of a mining project on deposits of one of these two types.

An attempt is also made at giving an insight into the future of the region's diamond mining activity considering that its alluvials will be exhausted in the next decade. The discovery of new deposits of the soft metaconglomerate type - and for this sake of their kimberlitic sources - depends largely on which geologic model is adopted. Various models have been proposed by different authors including the *rift* model, put forward by the present author. Each model will justify the adoption of a different exploration approach.

Finally, the possibility of reactivating the diamond mining industry in the region through the design of an appropriate treatment process for the recovery of the gem from the metaconglomerates of the hard silicified facies, known as "massa gelada", is also envisaged.

FORMA DE OCORRÊNCIA

O diamante na Serra do Espinhaço ocorre num espaço grosseiramente retangular tendo Diamantina como seu ponto de referência central. Neste distrito diamantífero a gema é recuperada de aluviões recentes e dos conglomerados SOPA de idade mesoproterozóica. Não são conhecidos quimberlitos na região, muito menos ocorrências de diamantes ligadas a quimberlitos, o que no entanto não significa que sua busca não deva ser abordada.

DEPÓSITOS ALUVIONARES

Na realidade não se trata de discorrer sobre a prospecção dos aluviões diamantíferos, de há muito conhecidos, e trabalhados de forma mais ou menos artesanal há mais de dois séculos. Todas drenagens atravessando afloramentos do conglomerado SOPA são mineralizadas e foram objeto de garimpagem. A produção em grande escala por meio de dragagem impôs a necessidade de se avaliar grandes massas de aluviões para se estabelecer a viabilidade de um tal projeto além de possibilitar o dimensionamento dos equipamentos e o planejamento da lavra. Desta forma avaliações de reservas foram feitas nos rios Jequitinhonha, Paraúna e do Peixe.

Nestas avaliações os parâmetros fundamentais a serem determinados são o volume de minério (cascalho), o seu teor em diamante e o valor médio deste. Outros parâmetros de segunda ordem são:

- aqueles relativos ao diamante: distribuição granulométrica, tamanho da pedra média;

-aqueles relativos ao minério: teor em ouro e em minerais pesados, granulometria do cascalho, desagregabilidade do cascalho;

-aqueles relativos a jazida em geral: existência e maiores concentrações de matacões, natureza e topografia do "bed-rock", posição do nível freático, espessura do estéril.

A aquisição dos dados relativos ao minério e à jazida em geral é feita por sondagem tipo banka, cuja característica é ser por percussão sem destruição, mas só deformação do material atravessado. Usam-se diâmetros de 4" e preferivelmente de 6".

Destes dados calculam-se parâmetros importantes como a relação estéril/cascalho, posição relativa entre os limites inferiores e superiores do cascalho com o nível freático, curvas relacionando as reservas de cascalho com as diferentes relações estéril/cascalho e profundidades do "bed-rock".

Os dados relativos ao diamante são obtidos a partir de amostras de grande volume. Isto porque a concentração do diamante no cascalho é da ordem de 0,1 a 0,01qm/m³ e a "substância" diamante ocorre em pedras cujo tamanho médio é da ordem de 0,10 a 0,15qm. Caso a dispersão do diamante fosse homogênea dentro do cascalho, necessitar-se-ia de pelo menos 1m³ de cascalho para obter-se 1 pedra. Mas esta dispersão é eminentemente heterogênea, as pedras ocorrendo em "clusters" o que equivale a dizer que haverá volumes onde várias pedras serão encontradas e volumes equivalentes onde não haverá nenhuma. Desta forma seria necessário um volume de vários metros cúbicos para saber se um cascalho é ou não mineralizado o que não pode se obter por

sondagem. Mas a obtenção de uma ou poucas pedras não permite a determinação de um valor médio. Isto só pode ser feito a partir de um lote representativo da população de diamantes. Este lote terá que ser tanto maior quanto maior for a esperança de grande pedras. Desta forma os lotes poderão ser menores no distrito de Diamantina que no de Coromandel, região conhecida pela ocorrência de grandes pedras que por si só podem fazer a diferença entre a viabilidade ou a inviabilidade de um projeto.

Dependendo do tamanho do lote que se deseja obter, determina-se o tamanho do volume amostral. Este volume amostral deverá ser subdividido em um número de sub-amostras suficientemente grande para que se possa avaliar a variabilidade dos teores na jazida. Caso se verifique que a variabilidade dos teores é alta torna-se necessário aumentar ainda o número de sub-amostras.

Ao final desta operação ter-se-á percorrido todo o espectro de teores e observar-se-á que estes obedecem a uma distribuição geométrica ou lognormal, o que implica que o teor médio da jazida deverá ser a média logarítmica dos teores e será superior à moda (teor mais frequente).

Nos aluviões do Espinhaço bem como nos da Chapada Diamantina os teores de diamante no cascalho são extremamente baixos (da ordem 0,01 a 0,05qm/m³) se comparados a aluviões em outras partes do mundo: Zaire (0,8qm/m³ no Kasai; 8 a 10 qm/m³ em M' Buji Maye); Namíbia (0,39 qm/m³); Serra Leoa (0,4 a 1,25qm/m³); Angola (2,5qm/m³ no Cuango; 1,6qm/m³ no Lucapa); Sibéria (> 0,4qm/m³).

A relação estéril/cascalho tem na lavra de depósitos diamantíferos aluviais extrema importância. Enquanto nas lavras de outros minérios se utiliza para o planejamento a curva tonelagem x teor, nos depósitos diamantíferos aluviais, o teor nesta curva deve ser substituído pela relação estéril/cascalho. isto porque a alta variabilidade dos teores nos aluviões do Espinhaço e a lavra global efetuada por meio de dragas desaconselha a discretização das jazidas em blocos de lavra com teores individualizados. Ao invés disto, adota-se um teor médio para a jazida ou para trechos da jazida e age-se sobre a relação estéril/cascalho para decidir que reservas devam ser lavradas. No projeto da MRN tem-se adotado uma relação limite de 5/1, que resulta numa relação média de 2/1-

A correlação entre teores de diamante e ouro bem como entre teores de diamante e minerais pesados é baixa. De tal forma que teores de ouro e pesados não podem ser usados como indicadores da concentração de diamantes. Isto por sua vez impede uma seleção na lavra.

No que diz respeito ao diamante, verifica-se pelos resultados dos tres projetos independentes ao longo do rio Jequitinhonha a saber do consórcio Dragagem Fluvial-Tejucana (draga T3 no trecho de Maria Nunes), MRN (no trecho Domingas) e da Tejucana (dragas T1, T5, T2 e T4 na Lavrinha) que tanto a granulometria

como o valor médio dos diamantes decresce de montante a juzante.

Este valor é pouco superior a US\$ 200/qm a montante não sendo superior a US\$95/qm a juzante do trecho dragado. É curioso que esta disparidade entre os valores extremos não fica tão evidente quando se comparam as curvas granulométricas dos lotes nem o peso da pedra média. Isto tem explicação no fato do valor ser extremamente sensível ao tamanho das pedras. Assim uma pequena diferença na frequência de pedras maiores ocasiona uma brutal diferença no valor médio.

A relação entre gema/indústria é da ordem de 60/40 dependendo evidentemente do critério utilizado nas pequenas granulometrias, ora consideradas indústria ora consideradas "near gems".

A maior pedra recuperada no Jequitinhonha, excluindo o trecho da draga T3, tinha 21,57qm. Isto não significa no entanto que esta seja a maior pedra deste trecho, mas simplesmente que esta é uma limitação imposta às plantas de beneficiamento, já que granulometrias superiores são descartadas. A tentativa de recuperar pedras maiores obrigaria a admitir-se, nas plantas de concentração, granulometrias maiores com volumes correspondentes crescentes geometricamente. Estudos probabilísticos mostraram que este aumento na capacidade de beneficiamento seria antieconômico.

Por fim uma pequena referência à recuperação ambiental. Operações de dragagem ao longo de rios e suas varzeas constituem sem dúvida uma agressão ao meio ambiente que deve ser mitigada. Novos projetos de dragagem aluvial deverão contemplar de maneira cada vez mais séria este aspecto. A MRN desde o início de suas operações vem desenvolvendo um trabalho de recuperação ambiental cuja importância pode ser avaliada pelos valores dedicados a este fim: 25% dos custos operacionais.

CONGLOMERADOS

Todos os trabalhos de prospecção de futuras jazidas deste tipo deverão preocupar-se com dois parâmetros fundamentais: teor e compacidade do conglomerado.

Lavras de razoável porte desenvolveram-se sobre os conglomerados Sopa em torno de Diamantina sendo as mais expressivas as de Datas, Boa Vista, Serrinha, Lavrinha, Perpétua, Barro Mole, Pagão, Campo Sampaio e Jobô.

Infelizmente não existem dados confiáveis de teores nos conglomerados uma vez que em poucas lavras houve a preocupação em avaliar-se as reservas ou ter um controle efetivo da produção. A mina da Boa vista é uma exceção a esta regra.

Nos anos 20 a operação de desmonte hidráulico forneceu teores de 0,025qm/m³. Ensaios de britagem sobre conglomerados duros nesta época detectaram nesta mina teores de 0,056 qm/m³ o que pode ser resultado de uma amostragem seletiva.

A lavra dos conglomerados Sopa só foi possível pelo fato de serem eles intemperizados e por

consequência facilmente desagregados, permitindo o uso de desmonte hidráulico e um beneficiamento simples. Em geral somente a matriz estava abrandada mas não raro como acontece na lavra do Barro Mole em São João da Chapada toda “massa”, inclusive os seixos mostram-se amolecidos. Em todos os casos a operação por desmonte hidráulico permite a recuperação de diamantes grandes o que não acontece na operação de dragagem.

Nas lavras antigas como as de Datas, Serrinha, Cavalito Morto, Boa Vista as reservas de conglomerados remanescentes são em sua grande parte conglomerados duros denominados pelos garimpeiros “massa gelada”. A avaliação bem como o aproveitamento destas reservas passa pela necessidade de desmonte e posterior cominuição do minério, duas operações que representam risco à integridade dos diamantes que se deseja recuperar. Estas operações não são possivelmente um obstáculo insuperável pois que quimberlitos frescos são lavrados e beneficiados na África do Sul, Austrália e Sibéria. Mas isto é feito por um pequeno número de companhias que não divulgam detalhes como proporção de quebra na lavra e na britagem que sem dúvida existe e não é baixa. No entanto os teores médios em quimberlitos são da ordem de qm/t suportando portanto uma quebra razoavelmente elevada. Acrescente-se a isto a compacidade maior dos conglomerados em relação aos quimberlitos necessitando uma carga maior de explosivos para o desmonte e um work index mais elevado. Comparando-se portanto uma lavra hipotética em conglomerados com as lavras em quimberlitos, parte-se de teores 10 vezes menores, opera-se com custos mais elevados e obtem-se recuperações inferiores. A este quadro inicial desencorajador vem se somar a dificuldade relativamente maior de se delimitar um corpo de conglomerado mineralizado ao de um quimberlito, seja devido às suas respectivas formas geométricas seja devido à sua fertilidade. Para os quimberlitos dispõem-se hoje de parâmetros indicativos de sua fertilidade o mesmo não acontecendo com os conglomerados. Mesmo assumindo que todos conglomerados “SOPA” estejam mineralizados, sua geometria tende a ser mais variável que a de um pipe ou dique quimberlítico, pois que ainda hoje não se tem uma boa modelagem deles. Só para se ter uma idéia da importância desta modelagem para a prospecção de novos depósitos de conglomerados diamantíferos considere-se as quatro hipóteses a seguir:

a) Para Pflug (1968) os conglomerados teriam se depositado em ambiente miogeosinclinal, costeiro formando um horizonte bem individualizado de caráter lenticular, seus diamantes sendo provenientes de quimberlitos intrusivos no craton do S. Francisco. Seriam pois conglomerados marinhos e distais.

b) Na opinião de Garcia e Uhlein (1987) os conglomerados Sopa seriam depósitos de um sistema fluvial associado a leques aluviais relativamente próximos à costa com possível retrabalhamento por

ondas e marés.

c) Para Haralyi et al. (1991) o conglomerado Sopa seria um paleo-cascalho fluvial depositado num talvegue que teria suas cabeceiras ao norte do Campo Sampaio e seu curso no sentido sul passando pelas lavras do Pagão, Barro Mole, Sopa, Guinda e Datas. Contaria com um afluente esquerdo que passaria por Boa Vista, Cavalito Morto e Serrinha. Este modelo implicaria em gradientes decrescentes para o sul em termos de teores de diamante, granulometria do conglomerado e crescentes em teores e qualidade das pedras. Haveria também a tendência dos conglomerados serem polimíticos a montante (no norte) e oligomíticos a jusante (no sul). Nenhum destes gradientes existe no campo.

d) Para nós como exposto alhures (Fleischer 1993), os conglomerados SOPA são sedimentos *rift* depositados ao longo de escarpas de falhas de crescimento sendo portanto proximais, descontínuos, provavelmente diacrônicos e com geometria extremamente dependente da forma dos grabens que entulharam.

Para cada uma destas hipóteses gera-se um modelo prospectivo diferente no qual se deverá investir com mapeamentos de detalhe e sondagens. Isto tudo obedecendo a condições geomorfológicas para se chegar a um novo corpo de conglomerados ainda desconhecido e que esteja em grande parte intemperizado. Tarefa hercúlea que assusta o investidor privado e que chama pela participação da Universidade na definição do modelo fundamental e do serviço geológico estadual ou federal na tarefa de mapear, executar testes geofísicos e sondagens pioneiras e propor alvos a serem pesquisados.

QUIMBERLITOS

Uma vez que a fonte mais a montante que se conhece para os diamantes do Espinhaço sejam os conglomerados “SOPA”, a pesquisa das intrusivas de afinidade quimberlítica passa pela correta modelagem dos depósitos secundários. A diferença entre sedimentos distais e proximais implicará num espaço geográfico totalmente distinto para o desenvolvimento da pesquisa. Como visto anteriormente adotamos a hipótese proximal o que nos restringe a espaços relativamente próximos às fossas de sedimentação, e em todo caso à sequência Espinhaço. Isto implica nas intrusivas terem sofrido o forte tectonismo e o baixo metamorfismo registrados pelos sedimentos, deformando seus contornos e transformando sua composição mineralógica (mas não necessariamente química) originais. Como consequência estaremos procurando corpos extremamente alongados de xistos verdes de quimismo ultrabásico alcalino sem recurso aos minerais satélites clássicos. Serão intrusivos em sedimentos *pré-rift* que constituem a formação São João da Chapada e serão encobertos por sedimentos *pós-rift* da formação Galho do Miguel. É possível que para o

norte as intrusivas sejam mais tardias pois que na Chapada Diamantina, na Bahia, os conglomerados diamantíferos da formação Tombador estão mais altos na coluna estratigráfica.

Como as estruturas *rift* correspondem a meiorgrabs, como é visível na jazida de Serrinha, seria de todo interesse definir se as extrusões quimberlíticas aconteceram no lado muro das falhas de crescimento ou no lado basculado.

A associação íntima entre diamantes e conglomerados sugere que elas tenham se dado do lado muro, mas comunicação verbal de geólogos russos trabalhando no distrito quimberlítico de Olenek no nordeste da Sibéria dão conta que as extrusões produtivas estariam preferencialmente do lado basculado. Neste caso seria interessante investigar se os diamantes secundários estariam concentrados nos conglomerados provenientes da escarpa de falha ou nos sedimentos mais finos provenientes do lado basculado.

Em todo caso nosso esforço prospectivo deve ser dirigido para o mapeamento detalhado da superfície pré-*rift* e na sua parte exposta para a identificação de corpos lenticulares de xisto verde com quimismo ultrabásico alcalino. Sua fertilidade só poderá ser verificada por meio de amostragens de grande volume uma vez que os métodos atuais, medidores desta fertilidade, baseiam-se na composição das fases minerais primárias. Somente após a descoberta de um primeiro corpo desta natureza, confirmando o modelo adotado é que se deveria passar à procura de corpos cegos cobertos por sedimentos pós-*rift*.

A TÍTULO DE CONCLUSÃO

O futuro da produção diamantífera na região de Diamantina é a nosso ver sombrio se não for feito nenhum esforço de pesquisa no sentido de se descobrir novas jazidas tipo conglomerado SOPA ou quimberlitos metamórficos e/ou no sentido de se desenvolver tecnologia barata para a cominuição das grandes reservas disponíveis de conglomerados duros (massa gelada).

A produção artesanal garimpeira sobre aluviões e

conglomerados brandos já está chegando a seu final. As grandes reservas aluviais remanescentes, apresentam teores e valores médios das pedras baixos, inviabilizando futuras operações de dragagem, pelo menos enquanto os preços dos diamantes permanecerem nos patamares das últimas duas décadas.

Um esforço de pesquisa por parte da iniciativa privada para a descoberta de novas jazidas tipo conglomerado SOPA ou mesmo meta-quimberlitos carece de uma base de informação sobre operações passadas que não existe por inépcia do DNPM em registrar e acompanhar as lavras, delas retirando os dados que serviriam hoje para se trabalhar com gradientes geológicos e econômicos de maneira simultânea.

Esta tarefa hoje se torna muito mais onerosa pois seria necessário que fossem feitas avaliações de teores através de amostragens de grande volume das jazidas mais significativas para se ter uma idéia dos teores, das suas variações e das características dos diamantes na região.

O esclarecimento da evolução geológica da região, embora de extrema importância, representa para o futuro da produção de diamante no Espinhaço somente a metade do retrato, que só ficará completo quando se puder associar teores e tipos de diamantes a diferentes situações geológicas. Objetivo claro para ser perseguido por serviços geológicos públicos em qualquer dos três níveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Fleischer, R. - 1993 - Um Modelo "rift" para os depósitos sedimentares de diamante do Brasil, Anais I simp. Bras. Geol. Diamante, Cuiabá, UFMT Publ. Esp. 2/93, p. 165-197.
- Garcia, A.J.V.; Uhlein, A. - 1987 - Sistemas deposicionais do Supergrupo Espinhaço na região de diamantina (MG); Anais Simp. Sist. Dep. Precamb.; SBG Núcleo MG, Ouro Preto, Bol 6: 113-135
- Haralyi, N.; Hasui, Y.; Morales, N. - 1991 - O diamante pré-cambriano da Serra do Espinhaço, MG; Principais Depósitos Minerais do Brasil, DNPM-CPRM, Brasília, IV, parte A: Gemas e Rochas Ornamentais, p. 209-222
- Pflug, R. - 1968 - Observações sobre a estratigrafia da Série Minas na região de Diamantina, MG; DNPM, RJ - Notas Preliminares e Estudos, (142); 20p.