

Tambo 00/560

INFORMAÇÃO SOBRE PROJETO DE PESQUISA

DE DIAMANTE EM KIMBERLITO



I/99

I/2004

RI  
9

B.

INFORMAÇÃO SOBRE PROJETO DE PESQUISA

DE DIAMANTE EM KIMBERLITO

Referências: P.E. nº 16.317

Ct. PROSPEC S/A - ( Pesquisa  
de diamante em Kimberlito)

Sr. Diretor de Operações

*Figueres*

*Biot*

O projeto em exame está bem elaborado. A metodologia, que propõe desenvolver, estrutura-se em técnica avançada, de acordo com processos vigentes na atual tecnologia, de avaliação e econômica de jazidas de diamantes em Kimberlitos, considerando estas rochas, como matrizes primárias daquele mineral.

O esquema seguido pode ser assim condensado: Tomando como ponto de partida, a existência de diamante, em grande número, e, por vezes de porte excepcional, em áreas de aluviões do Oeste de Minas, procedeu na região, a um levantamento aerogeofísico, em escala de reconhecimento (aeromagnetometria). O objetivo desse levantamento foi selecionar áreas anômalas, para nela se efetuarem trabalhos terrestres de geologia de detalhe e determinação de "halos" de dispersão de minerais pesados, típicos, considerados bons indicadores da existência de Kimberlitos. Daí passaram a pesquisas convencionais: escavações, sondagens e geofísica terrestre.

Por se tratar de trabalho pioneiro em nosso país e sendo a primeira vez que se propõe à CPRM, financiamento a tal tipo de pesquisa, é muito oportuno fazer-se, sobre o assunto, as con



*AA*

siderações que se seguem: a CPRM através de anomalias magnetométricas de conformação anelas e resultante de levantamento aeromagnético, complementadas com trabalhos de geologia e geofísica no terreno, está estudando a possível existência de chaminés kimberlíticas na região de Coromandel. A metodologia adotada, assemelha-se à apresentada pelo postulante ao presente pedido de financiamento.

A constatação da existência de kimberlitos diamantíferos é um problema de características específicas que o distin  
gue dos relativos a outras jazidas minerais. A mais apurada técnica de prospecção/pesquisa é exigida, para se chegar à conclusão que se trata realmente de um depósito econômico, além de ser necessário, praticamente, que se execute as demais etapas de mineração: o desenvolvimento e a lavra. Isso porque, via de regra, o elemento nobre ou está ausente na rocha matriz, ou nela se encontra em um tal grau de dispersão, e de tal modo erráticas que, para caracterizar-se um kimberlito como comercial é preciso que se vá, no mínimo, até a fase de lavra experimental, o que torna a pesquisa extremamente cara.

Vem a propósito a observação de E. Gerryts, in Mining and Groundwater Geophysics, G.S.C., Econ. Geol. Report nº 26. (1).

"The main application of geophysics to the exploration for diamond has been in the search for kimberlite pipes. Kimberlite is a rock with a variable physical characteristics, none of which is unique.

Magnetic resistivity and gravity anomalies have been found over known kimberlite during local treals, but geophysical prospecting has been confined chiefly to magnetometer surveys".

(1) Diamond prospecting by geophysical methods a review of Current Practice 1967.

AB

Depois de uma série de observações conclue esse au  
tor:

**Summary and conclusions:**

"It is clear from the amount of published literature that the magnetic method of prospecting for kimberlite has been most favoured especially in Siberia. It is only airborne me  
thod with which positive results have been obtained and conse  
quently the only method that has been applied over relatively large area. Kimberlite, are, however, not uniquely magnetic and poor results have been obtained in areas of pre-Cambrian  
rocks, particularly migmatites.

Gravimetric and resistivity surveys have both had a limited application although these have been useful on a local scale.

Geophysics may not be generally applicable to the prospecting for kimberlites but it is nevertheless, of practical use when applied sensibly under suitable conditions".

Nesse artigo, menciona o autor que não existe método geofísico, que indique diretamente a presença de diamante e que a aplicação da geofísica se limita a ajudar a localização do kimberlito. Esse método é grandemente auxiliado por trabalhos no terreno, de reconhecimento do "halos" de dispersão de mine  
rais pesados específicos, que comumente contorna os kimberlitos. No caso, os minerais mais úteis são: a ilmenita magnésiana, o piropo e a granada cromica.

Quando se compara a aplicação da geofísica, na prog  
pecção de metais básicos, com a de kimberlitos diamantíferos, ve  
rifica-se nesse último caso uma eficácia, muito menor, princi

palmente porque, além de serem os kimberlitos rochas de características muito variáveis, pode encontrar-se encaixado, nas mais variadas litologias, fato que torna difícil predizer os resultados que se podem esperar do levantamento geofísico (ausência de contraste).

Os kimberlitos ocorrem sob a forma de diques e de diatremas (chaminés). A espessura dos diques varia de poucos centímetros a alguns metros, e podem estender-se por dezenas de quilômetros. Um pequeno número de diques se mostrou produtivo, mas dado seu pequeno volume são menos importantes que os diatremas (chaminés).

Quanto às chaminés kimberlíticas, conhecem-se cerca de 1.000, das quais 2% têm importância econômica. A maioria é estéril ou contem apenas uns poucos diamantes. As chaminés têm forma cônica, afinando-se para baixo. Podem ocorrer isoladas ou em grupos, em uma mesma área, cujo número varia de menos de 10 a mais de 60.

A maioria dos kimberlitos, economicamente produtivos, apresentam na superfície, diâmetros compreendidos entre 400 e 1.000 metros.

As províncias kimberlíticas economicamente importantes são África do Sul, Sudoeste Africano, e na URSS a região Siberiana de Yakutia.

Na Índia, na região de Maphgawan há uma chaminé kimberlítica produtiva, aí, observaram-se apreciáveis anomalias magnéticas. Estendendo-se o trabalho a áreas adjacentes foi encontrada outra chaminé, considerada positiva. Também na região de Banna, nesse mesmo país, determinou-se por magnetometria e eletroresistividade, outra chaminé kimberlítica.

Definições: O kimberlito é um dos mais raros tipos de rocha que se conhecem na Terra. Sua morfologia é a de diques, "sills" (soleiras) ou Diatremas (chaminés) de pequenas dimensões. Como rocha típica, comparada com os basaltos e graníticos é volumetricamente insignificante. Entretanto sua importância econômica é considerável, por se tratar da única fonte primária, conhecida, dos diamantes. Ele parece ser, não apenas, o meio em que o diamante se formou, dentro do "Manto Superior da Terra", mas também, seu meio de transporte até a superfície.

É atualmente do concenso da grande maioria dos geólogos, que o diamante tem sua origem no "Manto Superior" da Terra, abaixo da descontinuidade de Mohóvicia. Isso porque, a variedade de minerais e fragmentos de rochas encontrados nos kimberlitos, não poderia se formar, senão sob regime de alta pressão e temperatura.

O diamante, na sua forma estável, é por si mesmo, dos mais importantes indicadores de ambiente de formação, cuja pressão seja superior a 55 Kbr, correspondente a 160 - 180 km de profundidade abaixo do escudo pre-cambriano (2).

O kimberlito é uma rocha híbrida resultante da interação entre fragmentos rochosos, cristais originários do Manto Superior e um líquido ou fluido que se consolida como matriz. Fisicamente a matriz, antes de consolidar-se, era uma magma de alta temperatura, capaz de mover-se e do qual se precipitaram as fases de alta temperatura, rico em água e bióxido de carbono. Ainda perdura em alguns círculos, que o kimberlito é material essencialmente fragmentário, frio, depositado explosivamente a

(2) J. B. Dawson - Departamento de Geologia da Universidade de St. ANDREWS FIVE - SCOTLAND. "The genesis of kimberlites".

partir do manto, sem intervenção do estado líquido quente (DAVIDSON, 1964 e MORDLIE, 1968). Isso porque nas principais chaminés diamantíferas da África do Sul, o kimberlito é rocha fragmentada, semelhante à brechas vulcânicas e a tufos, contendo fragmentos rochosos, das paredes da chaminé, que não mostram sinal de terem sido imersas em fluido quente.

→ Os folhelhos, que são indicadores muito sensíveis ao metamorfismo térmico, não foram afetados.

→ Fragmentos fósseis são perfeitamente reconhecíveis e mesmo os hidrocarbonetos que impregnam os folhelhos não foram deles expelidos (WAGNER, 1914) e (WILLIAMS, 1932). Tais fatos mascararam outras observações menos evidentes, não obstante altamente significativas: (WAGNER (1922) observou metamorfismo termal em calcário do kimberlito da Premier Mine, e na Sibéria Bobrievichet al. 1959; KHARKIV, 1967 observou fatos semelhantes. Além disso efeitos de contato de alta temperatura, são encontrados nos contatos de muitos diques e "sills" de kimberlitos onde essas rochas são maciças (não fragmentados, o que revela evidência de líquidos quentes. Esses aspectos, aparentemente contraditórios, podem ser conciliados, considerando-se que o kimberlito pode consolidar-se a profundidades diferentes e sob condições diversas. O magma kimberlítico quente, ascendendo ao longo de fraturas e engetando-se em estratos horizontais, considerando-se em diques e "sills" impõem efeitos termais às rochas encaixantes. Esse tipo pode ser considerado kimberlito de "facies hipoabissal". Já o magma kimberlítico, altamente carregado de gás, ascendendo ao longo de fraturas, irrompe explosivamente na superfície, alargando o conduto na explosão, conduto este, que é preenchido pelo kimberlito fluidificado, formando a chaminé (DAWSON, 1962). Esse kimberlito de "facies de

chaminé", fragmenta-se em consequência dos processos de explosão e fluidificação, e a bem documentada ausência de efeitos de contato, pode ser atribuído ao resfriamento adiabático, que a companhia a rápida expansão dos gases de alta pressão que segue à ruptura.

### Constituintes dos Kimberlitos

Mencionou-se que o kimberlito é uma rocha híbrida. É constituído de uma matriz de granulação fina, envolvendo fragmentos de dunito, eclogito, peridotito, fragmentos das paredes das rochas encaixantes. Contem, principalmente, os seguintes minerais: olivina, enstatita, cromo-diopsídio, granada-piropo, ilmenita magnesiânica, flogopita e quando diamantífero, e evidentemente diamante. A olivina e a granada revelam por vezes fortes sinais de reação com a matriz kimberlítica, podendo ser transformadas em serpentina e kelfita.

A solicitação de financiamento em exame refere-se a 72 áreas, objetos de pedidos de pesquisa, selecionadas entre 80 outras, numa área total de 72.000 Ha, situadas nos municípios de: Patrocínio, Iraí de Minas, Coromandel, Monte Carmelo, Patos de Minas e Abadia dos Dourados - todos no estado de Minas Gerais. O número elevado de áreas pedidas objetiva "atingir maior número de alvos" porque terão assim, estatisticamente, maior probabilidade de sucessos.

As 72 áreas foram divididas em 4 grupos, conforme o maior ou menor número de indícios positivos, da existência de kimberlitos.

Segundo se depreende das considerações constantes dos



Ítens 2.3.7 e seguintes (página 66 e seguintes), os quatro grupos, convencionalmente denominados:

Nível 1 (PK)

Nível 2 (k)

Nível 3 (km)

Nível 4 (Ke)

correspondem aos seguintes graus de prospectividade:

- a) 1 (PK) - anomalias possíveis indicadoras da presença de kimberlitos.
- b) 2 (K) - ocorrência de rocha reconhecidamente kimberlítica.
- c) 3 (km) - kimberlíticos mineralizados em diamante.
- d) 4 (Ke) - Kimberlitos mineralizados em diamante, economicamente.

O próprio projeto menciona que "uma anomalia: seja ela geofísica, ou geoquímica, representa apenas uma possibilidade de de ser correlacionada a kimberlitos, possibilidade essa que poderá ser maior ou menor, em função da quantidade, qualidade e combinação dos parâmetros anômalos.

Esse produto probabilístico que convencionaram denominar PK, corresponde a integração de dados geológicos (G), geofísicos (A), mineralógico (B) e Geoquímicos (C) representado pela função:

$$- PK = \int (A, B, D, G).$$

Cabe aqui ressaltar que segundo Bateman um dos kimberlitos mais ricos: o da Premier Mine apresenta um teor de 0,2 - quilates por tonelada. Já foi mencionado no presente exame que

de 1.000 pipes kimberlíticos conhecidos apenas 2% são economicamente produtivos (E. GERRYTS, opus cit).

Em vista do exposto, o risco da pesquisa é elevado.

O coeficiente de risco de uma pesquisa é estabelecido levando-se em conta as regiões geográficas brasileiras e em função do grau de probabilidade de sucesso do empreendimento. É definido pela fórmula

$$C = \frac{1}{p} - 1$$

em que C é o coeficiente de risco e p é o grau de probabilidade, expresso percentualmente.

Exemplificando: Se para uma determinada substância-mineral (ou minério) o coeficiente de risco é 1 (um), o grau de probabilidade sucesso é 0,5, isto é, há 50% de possibilidade de que a ocorrência se transforme em jazida, pois:

$$\frac{1}{p} - 1 = c$$

$$\frac{1}{p} - 1 = 1$$

$$p = \frac{1}{2} = 0,5 - 50\%$$

No caso presente, em que o grau de prospectividade é dividido em 4 classes e em se tratando de pesquisa eminente mente indireta e de custo elevado, nossa opinião é que se eleja para área piloto a de nível 4 (Ke), que apresenta maiores probabilidades de sucesso sendo analisada a possibilidade da concessão de financiamento para a mesma.

O coeficiente de risco, neste caso, poderá ser fixado em 4 (quatro), o que corresponderá a 20% de <sup>probabilidade</sup> possibilidade que a ocorrência se transforme em jazida econômica. Seu estabelecimento não levou em consideração o critério de distribuição regional.

Como o pedido de financiamento para o total das 4 classes de "prospectos" mencionadas é 50 milhões de cruzeiros, ao "prospecto" mais favorável corresponderia um financiamento de Cr\$ 12.500.000,00.

Em caso de sucesso estudar-se-ia a possibilidade de estender-se aos demais grupos de áreas outros financiamentos.

É o que tínhamos a sugerir, Salvo melhor juízo da autoridade.

  
BENEDITO PAULO ALVES

CONSIDERAÇÕES SOBRE UM PROJETO  
DE PESQUISA DE DIAMANTE EM  
KIMBERLITOS

CONSIDERAÇÕES SOBRE UM PROJETO DE PESQUISA  
DE DIAMANTE EM KIMBERLITOS

Referência : PE. nº 16.317

Ct. PROSPEC S/A. Pesquisa de diamante em Kimberlito.

Analisando-se operações mineiras relativas a aproveitamento econômico de Kimberlitos diamantíferos, nos diversos países do mundo, verifica-se que elas se revestem de características peculiares, específicas desse tipo de jazimento de diamantes. Assim sendo, numa tentativa de bem posicionar o problema, de modo a fornecer subsídio para o setor encarregado do exame do projeto para financiamento, afigura-se oportuno, fazerem-se sobre o mesmo, algumas considerações e análises, com o objetivo de reunirem-se elementos técnicos, que auxiliem o estudo de um sistema de financiamento adequado às peculiaridades mencionadas.

Trata-se de trabalho pioneiro em nosso país, sendo esta a primeira vez, que se postula, junto a CPRM, financiamento a um tal tipo de pesquisa.

Cumprе ressaltar, que o projeto apresentado, está muito bem elaborado.

A metodologia a que se propõe desenvolver, estrutura-se em técnica avançada, orienta-se conforme conceituações modernas e processos vigentes na tecnologia, utilizada para definir jazidas de diamantes em kimberlitos, considerando-se essas rochas, como matrizes primárias dessa preciosa gema.

A programação integrante do projeto, está assim esquematizada: em vista da existência de grande quantidade de diamante (muitas vezes de tamanho excepcional, por exemplo: Presidente

Vargas com mais de setecentos quilates, Darcy Vargas e muitos outros com mais de 100 quilates), em áreas aluvionares do Oeste de Minas, procurou-se identificar sua matriz primária. Para isso, procedeu-se na região, a um levantamento aerogeofísico (aeromagnetometria). Com base nesse levantamento, selecionaram-se "áreas anômalas", para se efetuarem trabalhos detalhados de geologia, bem como determinação do "halo de dispersão" de minerais pesados, típicos, considerados bons indicadores da existência de kimberlitos. Desse estágio passariam às pesquisas convencionais: sondagens, escavações, geofísica terrestre e ao desenvolvimento, visando identificação do corpo geológico encontrado, como "kimberlito diamantífero econômico".

O diamante não figura na lista das substâncias consideradas prioritárias para fins de aplicação de recursos da CPRM (Publicação: Assistência Financeira à Pesquisa Mineral, CPRM, - 1970).

Um projeto semelhante vem sendo desenvolvido pela CPRM em Minas Gerais.

Através de anomalias magnetométricas e cintilométricas representadas em cartas onde figuram curvas isogâmicas de conformação anelar e linhas de igual intensidade radiométrica, selecionaram-se áreas de isogâmicas anelares, para trabalhos de geologia e geofísica terrestre, com o objetivo de constatar possível existência de "chaminés kimberlíticas" na região de Coromandel, Minas Gerais.

A metodologia adotada assemelha-se, em grande parte, à apresentada pelo postulante ao financiamento em exame.

No estudo feito pela CPRM, a geofísica terrestre indicou a existência de "corpo perturbador" cilíndrico recoberto por

manto de solo atípico. Foi aí efetuada uma sondagem. Os testemunhos delas obtidos não permitiram classificar a rocha indubitavelmente como kimberlito.

A descrição petrográfica de um testemunho obtido a 120 metros de profundidade, feita pelo petrógrafo Walther G. Eberle foi a seguinte:

DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA DOS VULCANITOS DA ANOMALIA F- COROMANDEL

Sondagem H-23-24 (Entre 119,20 a 135,30 m)

"Rocha porfiroblástica escura apresentando textura de uma brecha eruptiva, com numerosas inclusões de calcário!"

Quimismo: Olivina - Melilita - basáltico até kimberlítico.

Observa-se a presença de minerais idiomórficos de até alguns milímetros, que originalmente, seriam olivinas. Outros desses minerais (relictos) talvez fossem piroxênios (augita) e perowskita. Além disso ocorrem minerais tabulares que talvez fossem melilitas podendo-se afirmar quase com certeza, que não eram feldspatos.

Nefelina não foi observada. A matriz está bastante carbonatizada e alterada em minerais amarelo-esverdeados dos grupos das cloritas, serpentinas, etc. A matriz encontra-se regularmente pigmentada por coloração que vai do preto ao marrom. Originalmente tratava-se de material vítreo.

As inclusões de carbonato são em forma de grãos extremamente finos e de coloração marrom. Não se observou a presença de minerais típicos como apatita, pirocloro, magnetita, etc. Deve tratar-se de calcário Bambuí "alterado" no contacto com o material magmático. Uma descrição do mesmo material feita na Agência

da CPRM em Belo Horizonte, (nº 1132-F03.1455) denominou o vulcanito como ignimbrito. Deve-se tratar de uma diferença de nomenclatura, pois a descrição era quase idêntica a essa".

Vê-se por aí que a classificação da rocha, não ficou claramente estabelecida.

A constatação da existência de kimberlitos diamantíferos econômicos é um problema de características específicas que o distingue dos relativos a outras jazidas minerais.

A mais apurada técnica de prospecção/pesquisa é exigida, para concluir-se que se trata, realmente, de kimberlito e, além disso que este seja um depósito econômico. Para isso, necessita praticamente, que se executem as demais etapas da mineração: o desenvolvimento e a lavra. O elemento nobre, ou está ausente na rocha matriz, ou nela se encontra erráticamente disperso em um tal grau, que para caracterizar-se um kimberlito como comercial, necessita-se, no mínimo, atingir-se a fase de "lavra-experimental", o que torna a pesquisa de custo realmente elevado.

Vem a propósito a observação de E. Gerryts, in Mining and Groundwater Geophysics, G.S.C., Econ. Geol. Report nº 26.(1).

"The main application of geophysics to the exploration for diamond has been in the search for kimberlite pipes. Kimberlite is a rock with a variable physical characteristics, none of which is unique.

Magnetic resistivity and gravity anomalies have been found over known kimberlite during local trials, but geophysical

(1) Diamond prospecting by geophysical methods a review of Current Practice 1967.



prospecting has been confined chiefly to magnetometer surveys".

Depois de uma série de observações conclui esse autor:

Summary and conclusions:

"It is clear from the amount of published literature that the magnetic method of prospecting for kimberlite has been most favoured especially in Siberia. It is the only airborne method with which positive results have been obtained and consequently the only method that has been applied over relatively large area.

Kimberlite, are, however, not uniquely magnetic and poor results have been obtained in areas of pre-Cambrian rocks, particularly migmatites.

Gravimetric and resistivity surveys have both had a limited application although these have been useful on a local scale.

Geophysics may not be generally applicable to the prospecting for kimberlites but it is nevertheless, of practical use when applied sensibly under suitable conditions".

Nesse artigo, o autor chama a atenção para a inexistência de método geofísico, que indique diretamente a presença de diamante e que a aplicação da geofísica, limita-se a ajudar a localização do kimberlito, sendo esse método grandemente auxiliado por trabalhos no terreno, de reconhecimento do "halo" de dispersão de minerais pesados específicos, que comumente contorna os kimberlitos. No caso, os minerais mais úteis são: a ilmenita magnesiana, o piropo e a granada crômica.

Quando se compara a aplicação da geofísica, na prospecção de metais básicos, com a de kimberlitos diamantíferos, verifica-se nesse último caso uma eficácia muito menor, principalmente porque, além de serem os kimberlitos, rochas de características muito variáveis, podem encontrar-se encaixados nas mais variadas litologias, fato que torna difícil predizerem-se os resultados que se podem esperar do levantamento geofísico (ausência de contraste).

#### CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DOS KIMBERLITOS

Essas rochas ocorrem sob a forma de diques e de diatremas (chaminés). A espessura dos diques varia de poucos centímetros a alguns metros, e podem estender-se por dezenas de quilômetros. Um pequeno número de diques se mostrou produtivo, mas dado seu pequeno volume, são menos importantes que os diatremas (chaminés).

Quanto às chaminés kimberlíticas, conhecem-se cerca de 1.000, das quais 2% têm importância econômica. A maioria é estéril ou contém apenas uns poucos diamantes. As chaminés têm forma cônica, afinando-se para baixo. Podem ocorrer isoladas ou em grupos, em uma mesma área, cujo número varia, de menos de 10 a mais de 60.

A maioria dos kimberlitos, economicamente produtivos, apresentam na superfície diâmetros, compreendidos entre 400 e 1.000 metros.

As províncias kimberlíticas economicamente importantes são África do Sul, Sudoeste Africano e na URSS a região Siberiana de Yakutia.

Na Índia, na região de Maphgawan há uma chaminé kimberlítica produtiva, aí, observaram-se apreciáveis anomalias magnéticas. Estendendo-se o trabalho a áreas adjacentes, foi encontrada outra chaminé, considerada positiva. Também na região de Banna, nesse mesmo país, determinou-se por magnetometria e eletroresistividade, outra chaminé kimberlítica.

### DEFINIÇÕES

O kimberlito é um dos mais raros tipos de rocha que se conhecem na Terra. Sua morfologia é a de diques, "sills" (soleiras) ou diatremas (chaminés) de pequenas dimensões. Como rocha típica, comparada com os basaltos e granitos é volumetricamente insignificante. Entretanto, sua importância econômica é considerável, por se tratar da única fonte primária, conhecida, dos diamantes. Ele parece ser, não apenas, o meio em que o diamante se formou, dentro do "Manto Superior da Terra", mas também, seu meio de transporte até a superfície.

No consenso atual da grande maioria dos geólogos, o diamante tem sua origem no "Manto Superior da Terra" abaixo da descontinuidade de Mohovícic. Isso porque, a variedade de minerais e fragmentos de rochas encontradas nos kimberlitos, não poderia se formar, senão sob regime de alta pressão e temperatura.

O diamante, na sua forma estável, é por si mesmo, dos mais importantes, indicadores de ambiente de formação, cuja pressão seja superior a 55 Kbr, correspondente a 160 - 180 km de profundidade abaixo do escudo pré-Cambriano. (2).

(2) J.B. Dawson - Departamento de Geologia da Universidade de St. ANDREW FIVE - SCOTLAND. "The genesis of kimberlites".

É uma rocha híbrida resultante da interação entre fragmentos rochosos, cristais originários do Manto Superior e um líquido ou fluido que se consolida como Matriz. Fisicamente a matriz, antes de consolidar-se, era um magma de alta temperatura, capaz de mover-se e do qual se precipitaram as fases de alta temperatura, rico em água e bióxido de carbono. Ainda perdura em alguns círculos, que o kimberlito é material essencialmente fragmentário, frio, depositado explosivamente a partir do manto, sem intervenção do estado líquido quente (DAVIDSON, 1964 e MORDLIE, 1968). Isso porque nas principais chaminés diamantíferas da África do Sul, o kimberlito é rocha fragmentada, semelhante à brechas vulcânicas e a tufos, contendo fragmentos rochosos, das paredes da chaminé, que não mostram sinal de terem sido imersas em fluido quente.

Os folhelhos, que são indicadores muito sensíveis ao metamorfismo térmico, não foram afetados.

Fragmentos fósseis são perfeitamente reconhecíveis e mesmo os hidrocarbonatos que impregnam os folhelhos não foram deles expelidos (WAGNER, 1914) e (WILLIAMS, 1932). Tais fatos mascararam outras observações menos evidentes, não obstante altamente significativas: (WAGNER, 1922), observou metamorfismo termal em calcário do kimberlito da Premier Mine, e na Sibéria, Bobrievich et al. 1959; KHARKIV, 1967, observaram-se fatos semelhantes. Além disso, efeitos de contato de alta temperatura, são encontrados nos contatos de muitos diques e "sills" de kimberlitos, onde essas rochas são maciças (não fragmentados) o que revela evidência de líquidos quentes. Esses aspectos, aparentemente contraditórios, podem ser conciliados, considerando-se que o kimberlito pode consolidar-se a profundidades diferentes e sob condições diversas. O magma kimberlítico quente, as-

ascendendo ao longo de fraturas e injetando-se em estratos horizontais, consolidando-se em diques e "sills", impõe efeitos termiais às rochas encaixantes. Esse tipo pode ser considerado kimberlito de " fácies hipoabissal". Já o magma kimberlítico, altamente carregado de gás, ascendendo ao longo de fraturas, irrompe explosivamente na superfície, alargando o conduto durante a explosão, formando a chaminé (DAWSON, 1962). Esse kimberlito de "faceis de chaminé", fragmenta-se em consequência dos processos de explosão e fluidificação, e a bem documentada ausência de efeitos de contato, pode ser atribuído ao resfriamento adiabático, que acompanha a rápida expansão dos gases de alta pressão que se segue à ruptura.

#### CONSTITUINTES DOS KIMBERLITOS

Mencionou-se que o kimberlito é uma rocha híbrida. É constituído de uma matriz de granulação fina, envolvendo fragmentos de dunito, eclogito, peridotito, fragmentos das paredes das rochas encaixantes. Contém, principalmente, os seguintes minerais: olivina, enstatita, cromo-diopsídio, granada-piropo, ilmenita magnésiana, flogopita e quando diamantífero, evidentemente, diamante. A olivina e a granada revelam por vezes fortes sinais de reação com a matriz kimberlítica, podendo ser transformadas em serpentina e kelfita.

CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE O PEDIDO DE FINAN-  
CIAMENTO

Os elementos técnicos, anteriormente alinhados, permitem as seguintes considerações sobre a solicitação de financiamento em exame. Refere-se este a 72 áreas, objetos de pedidos de pesquisa, selecionadas entre 80 outras, numa área total de 72.000 ha, situadas nos municípios de: Patrocínio, Iraí de Minas, Coromandel, Monte Carmelo, Patos de Minas e Abadia dos Dourados - todos no Estado de Minas Gerais. O número elevado de áreas pedidas objetiva "atingir maior número de alvos" porque terão assim, estatisticamente, maior probabilidade de sucessos.

As 72 áreas foram divididas em 4 grupos, conforme o maior ou menor número de indícios positivos, da existência de kimberlitos.

Segundo se depreende das considerações constantes do item 2.3.7. e seguintes (página 66 e seguintes) os quatro grupos, convencionalmente denominados:

- Nível 1 (PK)
- Nível 2 (K)
- Nível 3 (Km)
- Nível 4 (Ke)

correspondem aos seguintes graus de prospectividade:

- a) 1 (PK) - anomalias possivelmente indicadoras de presença de kimberlitos.
- b) 2 (K) - ocorrência de rocha reconhecidamente kimberlítica.
- c) 3 (Km) - kimberlitos com possibilidade de serem mineralizados em diamante.

- d) 4 (Ke) - kimberlitos com melhores indícios de conterem diamantes, comercialmente extraíveis em bases econômicas.

O próprio projeto menciona que "uma anomalia" seja e-la geofísica, ou geoquímica, representa apenas uma possibilidade de ser correlacionada a kimberlitos, possibilidade essa, que pode rá ser maior ou menor, em função da quantidade, qualidade e combi nação dos parâmetros anômalos.

Esse produto probabilístico que convencionaram denomi nar PK, corresponde a integração de dados geológicos (G), geofísi cos (A), mineralógicos (B) e Geoquímico (C) representado pela fun ção:

$$- PK = f(A, B, C, G).$$

Cabe aqui, ressaltar que segundo Bateman (3) um dos kimberlitos mais ricos: o da Premier Mine, apresenta um teor de 0,2 quilates por tonelada. Já foi mencionado no presente exame que de 1.000 chaminés kimberlíticas conhecidas, apenas 2% são economi camente produtivas (E. GERRYTS, op. cit.).

Em vista do exposto, o risco da pesquisa é elevado.

O coeficiente de risco de uma pesquisa é estabelecido pela CPRM, levando-se em conta, as condições das diferentes re giões geográficas brasileiras e o grau de probabilidade de suces so do empreendimento. É definido pela fórmula:

$$C = \frac{1}{p} - 1$$

(3) - A. M. Bateman - Economic Mineral Deposits.

em que C é o coeficiente de risco e p é o grau de probabilidade, expresso percentualmente.

Exemplificando: Se para uma determinada substância mineral (ou minério) o coeficiente de risco é 1 (um), o grau de probabilidade - sucesso é 0,5, isto é, há 50% de possibilidade de que a ocorrência se transforme em jazida, pois:

$$\frac{1}{p} - 1 = c$$

$$\frac{1}{p} - 1 = 1$$

$$p = \frac{1}{2} = 0,5 \quad | = 50% |$$

No caso presente, em que o grau de prospectividade foi dividido em 4 classes, e, em se tratando de pesquisa eminentemente indireta e de custo elevado, nossa opinião é que se eleja como área experimental a de nível 4 (Ke), que apresenta indícios de probabilidade de sucesso, sendo analisada a possibilidade da concessão de financiamento para a mesma.

O coeficiente de risco, neste caso, poderá ser superior ao atribuído as jazidas de ouro primarias, situadas em províncias auríferas conhecidas. Fixando-se em 4 (quatro) esse coeficiente, ele corresponderá a 20% de possibilidade de que a ocorrência se transforme em jazida econômica. Seu estabelecimento não levou em consideração o critério de distribuição geográfica.

Como a pedido de financiamento, para o total das 4 classes de "prospectos" mencionadas é 50 milhões de cruzeiros, ao "prospectos", considerado como mais favorável, corresponderia um financiamento de Cr\$ 12.500.000,00. Essa quantia seria liberada em várias parcelas, dependendo do grau de êxito obtido nos diferen -



tes estágios de pesquisa. Assim, os resultados obtidos em determinado estágio é que condicionariam a liberação da parcela para o estágio seguinte.

Em caso de sucesso, estudar-se-ia a possibilidade de estenderem-se aos demais grupos de áreas, outros financiamentos.

Finalmente ressalte-se que a quantia pretendida, corresponde à metade do capital inicial da CPRM.

*Benedito Paulo Alves*  
BENEDITO PAULO ALVES