

CARACTERIZAÇÃO DOS FLUIDOS MINERALIZANTES RELACIONADOS AOS VEIOS DE QUARTZO AURÍFEROS DO GRUPO CUIABÁ *

Edson Guimarães Campos - UNESP
Roberto Perez Xavier - UNICAMP
Sonia Maria Barros de Oliveira - USP

*Apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) -
Proc. 405521/86 e METAMAT.

ABSTRACT

Gold mineralization in the Cuiabá Group - Mato Grosso State - is related to quartz veins which occur in this metasedimentary sequence. Within the evolutionary framework of gold metallogeny in this group, a stage of metamorphism and deformation can be recognized with which several sets of gold-bearing quartz veins are thought to be associated.

Field data and microthermometric results of fluid inclusion, in these gold-bearing quartz veins allowed to distinguish two different vein generations. The first generation, striking NE, is concordant with the regional lineament and has its origin bound to metamorphic fluids which leached the gold originally dispersed in the metasediments, and concentrated it in quartz veins. These fluids are low-salinity aqueous fluids, rich in N₂ with minor amounts of CO₂, and show filling temperatures varying from 180 to 360°C. The second generation fills NW fractures and are discordant. In this case, the mineralizing fluids seem to be related to a granite intrusion, located relatively close to the gold-bearing quartz veins. Data on filling temperatures and salinity of the inclusion fluids however, are not conclusive, but suggest a zoning of these two parameters with respect to the intrusive body.

RESUMO

Na história metalogenética do ouro do Grupo Cuiabá pode ser distinguida uma fase ligada a metamorfismo e deformação dos sedimentos; associados a esta fase estão os veios de quartzo auríferos.

A partir de dados de campo e do estudo microtermométrico das inclusões fluidas dos veios de quartzo auríferos foi possível distinguir duas diferentes gerações de veios. A primeira, de direção NE, concordante com o lineamento regional, tem sua origem relacionada a fluidos metamórficos que lixiviaram o ouro disperso nos metassedimentos e o concentraram nos veios de quartzo. Estes fluidos são aquosos, de salinidade baixa, com N₂ e, subordinadamente, CO₂ e foram aprisionados a temperaturas no mínimo entre 180 e 360°C. A segunda geração de veios de quartzo auríferos (discordante) está associada a fraturas de direção NW. Neste caso, os fluidos mineralizantes parecem estar relacionados à intrusão de um plutão granítico nas proximidades. Os dados referentes à temperatura de

homogeneização total e salinidade dos fluidos das inclusões não permitem conclusões definitivas, mas sugerem que, com relação a estes dois parâmetros, pode haver um zoneamento a partir do corpo intrusivo.

I. INTRODUÇÃO

As concentrações de ouro no Grupo Cuiabá são o resultado de um processo de mineralização que compreendeu três etapas. A primeira deu-se durante a sedimentação das seqüências clásticas e químicas, a segunda está relacionada a soluções mobilizadas durante o metamorfismo destas seqüências e, finalmente, a última é consequência da laterização dos metais sedimentos (Santos, 1984).

O tema deste trabalho diz respeito à segunda etapa do processo metalogenético quando, no decorrer de várias fases de deformação, foram formadas diferentes gerações de veios de quartzo. Seu principal objetivo consiste em investigar a natureza das soluções que dissolveram, transportaram e depositaram o ouro durante os eventos metamórficos e deformacionais. É através do estudo das inclusões fluidas encontradas nos cristais de quartzo dos veios auríferos que as características dos fluidos mineralizantes podem ser inferidas (Roedder, 1982).

II. GEOLOGIA REGIONAL

O Grupo Cuiabá corresponde à zona estrutural mais interna da Faixa de Dobramentos Paraguai-Araguaia que Almeida (1984) denominou de Brasilides Metamórficas (Fig. 1). Esta zona apresenta como características gerais metamorfismo regional de fácies xisto-verde, intenso tectonismo, escassez de vulcanismo e espessa sedimentação terrígena areno-argilosa, mais fina na sua parte inferior e mais conglomerática em direção ao topo.

A litologia do Grupo Cuiabá é muito variada: filitos sericíticos, hematíticos e grafitosos, quartzitos, metarcósios, metagrauvacas, metaconglomerados e mármore, recortados por abundantes veios de quartzo. Para os arredores da Cidade de Cuiabá, Luz et al. (1980) apresentaram mapas geológicos 1:50.000, onde distinguem oito unidades litoestratigráficas, da base para o topo: 1) filitos sericíticos, 2) metarenitos e metarcósios, 3) filitos e filitos conglomeráticos, 4) metaparaconglomerados, 5) filitos e filitos sericíticos, 6) filitos conglomeráticos, 7) metaparaconglomerados e 8) mármore calcíticos e dolomíticos.

As características litológicas do Grupo Cuiabá sugerem ambiente de sedimentação marinho com instabilidade tectônica, sujeito a correntes de turbidez (Almeida, 1964 e 1965; Alvarenga, 1985). Para as unidades 4 e 7 é sugerido um ambiente de sedimentação glacio-marinho (Luz et al., 1980). A escassez de material vulcânico levou Almeida (1964 e 1965) a caracterizar o ambiente de sedimentação como o de miogeossinclinal. Outros autores como Olivatti (1976), baseado na existência de seqüências vulcânicas na região de Bom Jardim de Goiás, considerou o ambiente de deposição do Grupo Cuiabá como o de eugeossinclinal.

O arcabouço estrutural do Grupo Cuiabá é representado principalmente por lineamentos de direção NE. São reconhecidas três fases de formação (Luz et al., 1980; Pires et al., 1986). A primeira, D₁, originou dobras recumbentes com eixos orientados para NE e caimento sub-horizantal. Segundo Luz et al. (1980), o metamorfismo regional de fácies xisto-verde acompanhou esta fase. Um segunda fase, D₂, produziu dobras abertas e fechadas, simétricas e assimétricas, raramente recumbentes, orientadas segundo a direção NE. A terceira fase, D₃, é marcada por grandes dobras regionais com eixos de orientação NW.

Veios de quartzo eventualmente portadores de ouro ocorrem associados à direção NE (veios concordantes) e à direção NW (veios discordantes). Quanto aos primeiros, cabe distinguir os veios de segregação precoce referentes a D₁, geralmente estéreis em Au, dos veios que ocupam o

plano axial das dobras D₂ e que se encontram geralmente diaclasados (Fig. 2A). Estes contêm quartzo, carbonatos, rutilo, anatásio, sulfetos e Au; não apresentam efeitos de alteração nas rochas encaixantes. Os veios discordantes, relacionados a D₃, produziram efeitos de contato, alterando as rochas encaixantes nas suas proximidades (Fig. 2B). Sua mineralogia consiste de quartzo, clorita, grafita, sulfetos, carbonatos, rutilo e ouro.

Cortando os metassedimentos do Grupo Cuiabá, a SE da cidade do mesmo nome, ocorre um corpo intrusivo pós-tectônico conhecido como Granito São Vicente. A introdução do granito provocou a recristalização das rochas encaixantes, gerando botita-cordierita-hornfels em sua borda.

Os dados geocronológicos disponíveis para o Grupo Cuiabá são escassos. Almeida (1965) considera que o tempo durante o qual se depositaram os sedimentos situa-se no Proterozóico Superior, relacionando-o ao Ciclo Brasileiro. A idade do Granito São Vicente pelo método K-Ar é de 504 milhões de anos (Hasui e Almeida, 1970).

III. MATERIAIS ESTUDADOS

Na amostragem dos veios de quartzo auríferos para o estudo das inclusões fluidas, foram observados essencialmente dois critérios. O primeiro critério distingue os veios concordantes dos discordantes, o que os classifica também em função de sua idade relativa, sendo os veios discordantes os mais tardios. Este critério foi adotado com a finalidade de investigar uma esperada diferença na natureza das inclusões fluidas aprisionadas em dois momentos da história metalogenética. O segundo critério de amostragem foi a distância em relação ao corpo granítico e visou determinar a influência do magmatismo na geração e mobilização das soluções mineralizantes.

Assim, foram amostrados veios de quartzo em cinco garimpos produtores de ouro, nas situações que serão descritas a seguir (Figs. 1 e 2).

- Jatobá (IF-03) - Situado a cerca de 20 Km do Granito São Vicente, a leste da Cidade de Cuiabá. Garimpo já explorado e atualmente em fase de pesquisa pela Tomin-Vulcano Ltda. Foi amostrado um filão discordante que corta filito sericítico piritoso.
- Vilela (IF-2B) e Torrado (RX-CB-07) - Região de pesquisa de ouro (Metamat) e exploração por garimpeiros. Situa-se a oeste da Cidade de Cuiabá, distante cerca de 70 Km do Granito São Vicente. A amostra IF-2B foi retirada do centro de um veio discordante de cerca de 0,8 m de espessura que corta filitos piritosos intercalados com metarcósios e metaconglomerados. A amostra RX-CB-07 provém da mesma localidade, mas foi retirada de um veio de menor possança, discordante, e associados ao quartzo encontram-se sulfetos, carbonatos e rutilo.
- Geraldo (IF-1A) - Garimpo em exploração, próximo à rodovia Cuiabá - Poconé, a cerca de 90 Km do Granito São Vicente. Foi amostrado um filão com 20 cm de espessura, de direção NE, portanto concordante, que ocupa o plano axial das dobras D₂. A encaixante do filão é um filito rico em minerais de ferro.
- Poconé (IF-04) - Amostragem realizada no Garimpo da Prefeitura, dentro da Cidade de Poconé, a cerca de 100 Km do Granito São Vicente. A semelhança do Garimpo do Geraldo, trata-se de veios que ocupam o plano axial de dobras D₂. Neste caso, os veios encontram-se intensamente diaclasados.

IV. PROCEDIMENTOS ANALÍTICOS

O método não destrutivo mais simples e freqüentemente utilizado em estudos de inclusões fluidas é o da microtermometria, ou seja, a observação das mudanças de fase que ocorrem nos fluidos das inclusões quando são submetidas a baixas e altas temperaturas (Hollister e Crawford, 1981). O modo pelo qual as mudanças de fase ocorrem e suas respec-

tivas temperaturas fornecem dados relevantes sobre a composição, salinidade, densidade, temperatura e pressão dos fluidos mineralizantes, assim como sobre os fatores que influenciaram na precipitação de seu conteúdo metálico.

A microtermometria se adequa muito bem no caso de sistemas simples, tais como H_2O , $H_2O-NaCl$, CO_2 , H_2O-CO_2 , mas no caso de sistemas químicos mais complexos a interpretação torna-se difícil devido à inexistência de estudos experimentais, principalmente nos intervalos de pressão e temperatura de interesse geológico.

O aparelho de microtermometria utilizado no presente trabalho é do tipo Chaixmeca (Poty et al., 1976), que consiste de uma platina adaptada a um microscópio petrográfico normal e que apresenta como característica principal a capacidade de atingir temperaturas entre $-190^{\circ}C$ e $600^{\circ}C$, através da combinação de um sistema circulatório de N_2 líquido e uma resistência elétrica. A circulação do N_2 líquido é controlada automaticamente, permitindo um resfriamento rápido até o fluido da inclusão se congelar. Após o congelamento, o fluxo de N_2 é bloqueado e a platina inicia seu processo de aquecimento natural até a temperatura ambiente, quando a resistência elétrica é ativada.

Na calibração do aparelho para os intervalos de baixa temperatura utilizou-se como padrão uma inclusão aquo-carbônica trifásica (H_2O líquido, CO_2 líquido e CO_2 gás) com ponto de fusão do CO_2 previamente conhecido ($T_fCO_2 = -56.6^{\circ}C$). Para os intervalos de alta temperatura, a calibração foi feita através de diversas substâncias inorgânicas. Este procedimento demonstrou que a precisão média das temperaturas registradas nos intervalos de baixa e alta temperatura encontram-se ao redor de $\pm 0.2^{\circ}C$ e $\pm 0.5^{\circ}C$, respectivamente.

A partir dos veios de quartzo, lâminas bipolidas foram confeccionadas com 0.5 mm de espessura, não montadas em lamínulas, a partir das quais pequenos fragmentos (1 cm x 1 cm x 1 cm) foram selecionados para a microtermometria.

V. PETROGRAFIA DAS INCLUSÕES FLUIDAS

O estudo petrográfico dos veios de quartzo estudados revelou a existência de quatro tipos distintos de inclusões fluidas, denominadas Wg, G, WG e W, onde W = solução aquosa, g = vapor d'água e G = fase gasosa liquefativa. Esta codificação é a adotada por Barlier et al., 1973 e baseia-se na identificação das fases presentes à temperatura ambiente e em seu comportamento durante os ensaios microtermométricos.

Inclusões do tipo Wg caracterizam-se por serem eminentemente aquosas e bifásicas, podendo-se reconhecer à temperatura ambiente uma fase aquosa líquida e uma fase vapor que ocupa geralmente 5 a 20% do volume total da cavidade. Por vezes, este volume de preenchimento da fase vapor pode alcançar valores da ordem de 35%, como é o caso das amostras provenientes do veio aurífero do Garimpo Torrado (RX-CE-07). Frequentes em todas as amostras estudadas (Fig. 3), são particularmente abundantes nos veios do Torrado e Jatobá, onde constituem grandes grupos orientados, sem ser possível distinguir relações cronológicas claras. Dominam também nos veios do Vilela, mas neste caso é possível distinguir as de natureza secundária ou pseudosecundária, que estão situadas ao longo de microfaturas cicatrizadas, daquelas isoladas, caracteristicamente primárias, de acordo com os critérios de Roedder, 1984 (Figs. 4 A e B). Em todas as amostras, inclusões do tipo Wg apresentam dimensões variadas, embora sejam maiores (20 a 40 μm) nos veios do Vilela e Torrado que nos demais, onde raramente ultrapassam 20 μm . A maioria das inclusões possuem contornos de cristal negativo com formas poliedrais e, subordinadamente, contornos irregulares.

Inclusões do tipo G encontram-se preenchidas totalmente por uma fase gasosa, mostrando tonalidade escura ao microscópio, devido a intensas reflexões internas (Fig. 4C). Quando contêm um delgado filme de solução aquosa, que geralmente contribui com menos de 10% de seu volume

total, são denominadas inclusões do tipo WG (Fig. 4D). As inclusões do tipo G são mais abundantes do que as do tipo Wg e, dentre as amostras examinadas, encontram-se apenas nos veios auríferos de Poconé e Geraldo, onde, juntamente com inclusões do tipo Wg, formam grandes grupos orientados (Fig. 3). Possuem dimensões variadas, geralmente no intervalo de 5 a 20 μm , sendo que as menores mostram contornos de cristal negativo e as maiores são irregulares, podendo apresentar estruturas em estrangulamento ("necking down").

Finalmente, as inclusões do tipo W são monofásicas, líquidas à temperatura ambiente e ocorrem de forma subordinada às do tipo Wg nos veios auríferos do Vilela e Torrado, onde mostram dimensões e formas variadas (Fig. 3).

VI. RESULTADOS MICROTERMOMÉTRICOS

Dos tipos de inclusões fluidas descritas nos veios de quartzo estudados, apenas as do tipo Wg, G e WG foram submetidas a estudos microtermométricos. As do tipo W, por apresentarem comportamento metaestável à microtermometria, comprometeriam a validade dos resultados obtidos.

As temperaturas de mudança de fase registradas durante a microtermometria das inclusões tipo Wg foram: a) temperatura de fusão inicial do gelo (T_e) e fusão total do gelo (T_{fg}), que definem a composição e a salinidade do fluido e b) temperatura de homogeneização total (T_h) que estabelece a temperatura mínima de aprisionamento do fluido da inclusão. Para as inclusões do tipo G foram determinadas a temperatura de homogeneização do N_2 ($T_h \text{ N}_2$) e a temperatura de sublimação do CO_2 (T_{SCO_2}).

Para o conjunto das amostras, nas inclusões do tipo Wg o congelamento ocorre entre -35°C e -40°C e os primeiros indícios de fusão acontecem entre -35°C e -22°C (Fig. 5). A translucidez intensa, assim como a transformação do fluido aquoso congelado numa massa granular foram os sinais adotados para a identificação do fenômeno de fusão inicial. Estes valores de temperatura de fusão inicial estão situados abaixo do eutético do sistema $\text{H}_2\text{O} - \text{NaCl} - \text{KCl}$ ($T_e = -23^\circ\text{C}$) e sugerem que, além do Na^+ e K^+ , outros cátions podem estar dissolvidos nos fluidos, em quantidades subordinadas. Estes cátions podem ser Ca^{+2} ou Fe^{+2} e Fe^{+3} , pois soluções aquosas compostas individualmente por eles mostram temperaturas do eutético bem abaixo do eutético do sistema $\text{H}_2\text{O} - \text{NaCl} - \text{KCl}$ (Crawford, 1981). No entanto, a falta de estudos experimentais em sistemas iônicos mais complexos impede uma avaliação mais precisa dos efeitos destes íons em solução aquosa.

Os histogramas da figura 6 demonstram que as temperaturas de fusão do gelo dos fluidos contidos nas inclusões do tipo Wg concentram-se preferencialmente no intervalo de -1°C a -7°C . Estes dados, quando traduzidos em termos de porcentagem em peso de equivalente em NaCl pela equação de Potter et al., 1978, revelam salinidades baixas, menores que 10% eq. NaCl. No veio aurífero do Vilela, observou-se um grupo de inclusões ao longo de micro-fraturas com T_{fg} entre -12°C e -18°C , correspondentes a salinidades de 17 a 21% eq. NaCl. Embora a composição destes fluidos aquosos não seja inteiramente NaCl, como foi sugerido pelas temperaturas de fusão inicial, os erros na determinação da salinidade, usando o método do equivalente em NaCl, raramente ultrapassam 5%, sendo praticamente negligenciáveis quando os valores de T_{fg} foram menores que -10°C (Crawford, 1981).

Avaliando-se comparativamente os dados de salinidade dos fluidos dos vários veios de quartzo auríferos, observa-se que as inclusões dos veios do Vilela e Torrado possuem fluidos com salinidades mais elevadas (acima de 6% eq. NaCl) de que as presentes nos veios de Poconé, Jatobá e Geraldo (2 a 6% eq. NaCl).

Todas as inclusões do tipo Wg que foram submetidas a altas temperaturas na microtermometria homogeneizaram-se totalmente no estado líquido. Nos veios de Jatobá, Poconé e Geraldo, os histogramas de temperatura de homogeneização mostram uma maior concentração de valores entre

180 e 260°C, com modas no intervalo de 210 a 240°C (Fig. 7). Nos veios do Vilela e Torrado, a temperatura de homogeneização distribui-se mais amplamente, entre 80 e 260°C no primeiro caso, e entre 120 e 360°C no segundo (Fig. 7). No caso dos veios do Vilela, o maior espalhamento das temperaturas de homogeneização pode ser explicado admitindo-se várias gerações de fluidos aprisionados sob condições de P-T diferentes. O fato de existirem pelo menos dois grupos de salinidades diferentes dá suporte a esta hipótese. É, de qualquer forma, importante notar que existe, no Vilela, um grupo significativo de inclusões primárias e secundárias com temperaturas de homogeneização entre 220 e 260°C.

No Torrado, a variação da temperatura de homogeneização mostra-se mais complexa, com várias modas, sendo as principais em 150/160°C, 220/230°C e 320/330°C. Uma possível causa para esta ampla variação, considerando que os fluidos apresentam salinidades mais ou menos constantes, seria o fenômeno do estrangulamento. Este fenômeno, quando afeta inclusões fluidas a temperaturas inferiores à da nucleação da fase gasosa, pode formar novas inclusões fluidas que apresentam temperaturas de homogeneização essencialmente no estado líquido, mas a temperaturas variadas. Nestes casos, se o estrangulamento ocorre em um único estágio, os histogramas de Th geralmente mostram uma bimodalidade e a Th próxima da real é considerada a menor temperatura do grupo com temperaturas de homogeneização mais elevadas (Darimont e Coipel, 1982). Histogramas de Th mais complexos, como no presente caso, podem indicar mais de uma fase de estrangulamento, dificultando a avaliação da Th real (Fuzikawa, com. oral).

Na microtermometria das inclusões do tipo G, foram observados os seguintes fenômenos:

- congelamento parcial do fluido da inclusão entre -100 e -120°C;
- nucleação de uma bolha a temperaturas abaixo de -160°C, denotando a separação de uma fase líquida da fase gasosa pré-existente (fenômeno da liquefação). Nenhuma mudança mais foi registrada até a temperatura de -185°C;
- desaparecimento da bolha em fase líquida ou crítica a temperaturas entre -144 e -156°C, sugerindo a existência de um fluido rico em N₂, cuja temperatura crítica é de 147,2°C (Fig. 8);
- após a homogeneização do N₂, fases sólidas ainda permanecem no fluido, desaparecendo totalmente entre -60 e -80°C, sugerindo a presença de CO₂, cuja sublimação se dá neste intervalo de temperatura (Fig. 8).

Guilhaumou et al. (1981) descrevem comportamento microtermométrico similar em inclusões fluidas compostas por N₂ e CO₂ em dolomitos e quartzo na Tunísia setentrional. Com base em análise dos fluidos destas inclusões por espectroscopia Raman, concluem que para apresentarem tal comportamento, a relação N₂/N₂ + CO₂ deve estar acima de 0,57 ± 0,04. Por analogia com as inclusões fluidas dos veios do Poconé e Geraldo, pode-se supor que estas apresentem razões N₂/N₂ + CO₂ da mesma ordem de grandeza.

A homogeneização total no caso das inclusões tipo WG deve se realizar no estado gasoso, mas estas inclusões não puderam ser estudadas devido a suas dimensões, forma e fenômenos ópticos que prejudicaram a determinação correta do final do fenômeno.

Um resumo dos dados microtermométricos encontra-se na tabela 1.

VII. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

A análise dos dados petrográficos e microtermométricos relativos às inclusões fluidas dos veios de quartzo do Grupo Cuiabá permitiu a caracterização de alguns parâmetros físico-químicos (composição, salinidade, temperatura mínima de aprisionamento) dos fluidos responsáveis pelo transporte do ouro na segunda etapa da evolução metalogenética da área estudada (cf. Introdução).

De maneira geral, para todas as amostras estudadas, ocorrem

inclusões fluidas que são soluções aquosas de baixa salinidade (< 10% eq. NaCl), compostas de NaCl e que devem conter em menor quantidade outros cátions, tais como K^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2} e Fe^{+3} .

Os veios concordantes (Geraldo e Poconé) apresentam inclusões fluidas cuja temperatura de homogeneização situa-se preferencialmente entre 180 e 260°C e cuja salinidade é sempre inferior a 6% eq. NaCl. Nestes veios, a microtermometria de inclusões gasosas indicou que o N_2 e, subordinadamente, CO_2 são gases componentes dos fluidos mineralizantes. Estas características são compatíveis com a de fluidos metamórficos (Roedder, 1982), o que está de acordo com a hipótese de terem sido os veios concordantes gerados na fase D₂ do tectonismo que afetou a região.

Com relação aos veios discordantes, a hipótese sugerida pelos dados de campo é de que estes veios representariam um preenchimento das fraturas D₃ por soluções remobilizadas pela intrusão granítica. Assim, procurou-se investigar um possível zoneamento termal ou de salinidade, analisando-se inclusões fluidas de veios mais próximos e mais distantes do granito.

As inclusões fluidas dos veios discordantes são eminentemente aquosas e de baixa salinidade. Mais próximo do granito, no garimpo do Jatobá, os fluidos apresentam salinidade bem baixa (< 6% eq. NaCl), e temperatura mínima de aprisionamento entre 200 e 250°C. No garimpo do Torrado, situado a uma distância maior do granito, a salinidade situa-se entre 5,2 e 9,2 % eq. NaCl e as temperaturas de homogeneização entre 120 e 360°C. No Vilela, igualmente distante do granito, há evidências de várias gerações de inclusões fluidas. As primárias apresentam salinidade entre 7,4 e 7,6% eq. NaCl e Th entre 170 e 250°C, enquanto que as secundárias variam de 6,3 a 20,7% eq. NaCl em salinidade e 80 a 260°C em Th.

A análise dos dados acima não permite estabelecer o zoneamento procurado quanto à temperatura de homogeneização porque os valores relativos aos garimpos do Torrado e Vilela são de difícil interpretação. No entanto, parece sugestivo que as Th mais baixas (80 e 120°C) fossem registradas justamente para as amostras provenientes de garimpos mais distantes do granito. Quanto à salinidade, as inclusões do veio mais próximo do granito (Jatobá) apresentam salinidades sistematicamente mais baixas que as dos veios mais distantes (Torrado e Vilela). Apesar do pequeno volume de dados há aí uma sugestão de zoneamento.

A ausência de CO_2 nas inclusões fluidas dos veios discordantes e alguns indícios de zoneamento a partir do corpo granítico são coerentes com a hipótese de o granito ter tido um papel fundamental na gênese destes veios.

Assim, a história metalogenética referente à segunda etapa do processo de mineralização aurífera a que foi submetido o Grupo Cuiabá compreenderia duas fases passíveis de distinção no tempo e no espaço:

- a primeira relacionada ao metamorfismo e à deformação D₂ (veios concordantes);
- a segunda conseqüente à intrusão granítica, que teria gerado ou remobilizado fluidos que teriam sido depositados nas fraturas D₃.

Os resultados até agora obtidos apontam os caminhos que devem ser seguidos no prosseguimento deste trabalho:

- estudo microtermométrico dos veios de quartzo associados a D₁, com a finalidade de distinguir entre veios auríferos e veios estéreis. Roedder (1982) dá inúmeros exemplos de distinções marcantes entre as inclusões fluidas nestes dois tipos de situação em áreas cortadas por várias gerações de veios, como é o caso do Grupo Cuiabá;
- estudo sistemático das inclusões fluidas de veios discordantes a distâncias crescentes do plutão granítico, com o objetivo de confirmar ou não a zonalidade sugerida;
- estudo isotópico (H/D , O^{18}/O^{16} , C^{13}/C^{12}) dos fluidos das inclusões de veios concordantes e discordantes para precisar melhor a fonte e a história dos fluidos mineralizantes. No caso dos fluidos metamórficos, o estudo isotópico poderá fornecer informações sobre as condições de metamorfismo nas quais os fluidos foram gerados (Kerrick, 1977). Com relação aos veios discordantes, o estudo isotópico poderia revelar se os

fluidos envolvidos são produto de remobilização de águas meteóricas ou conatas, ou se são juvenis.

VIII. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq (Proc. 405521/86) e à Metamat, na figura do Dr. Serafim Melo, pelo apoio financeiro dado ao desenvolvimento da pesquisa relativa à "Metalogênese do Ouro no Grupo Cuiabá".

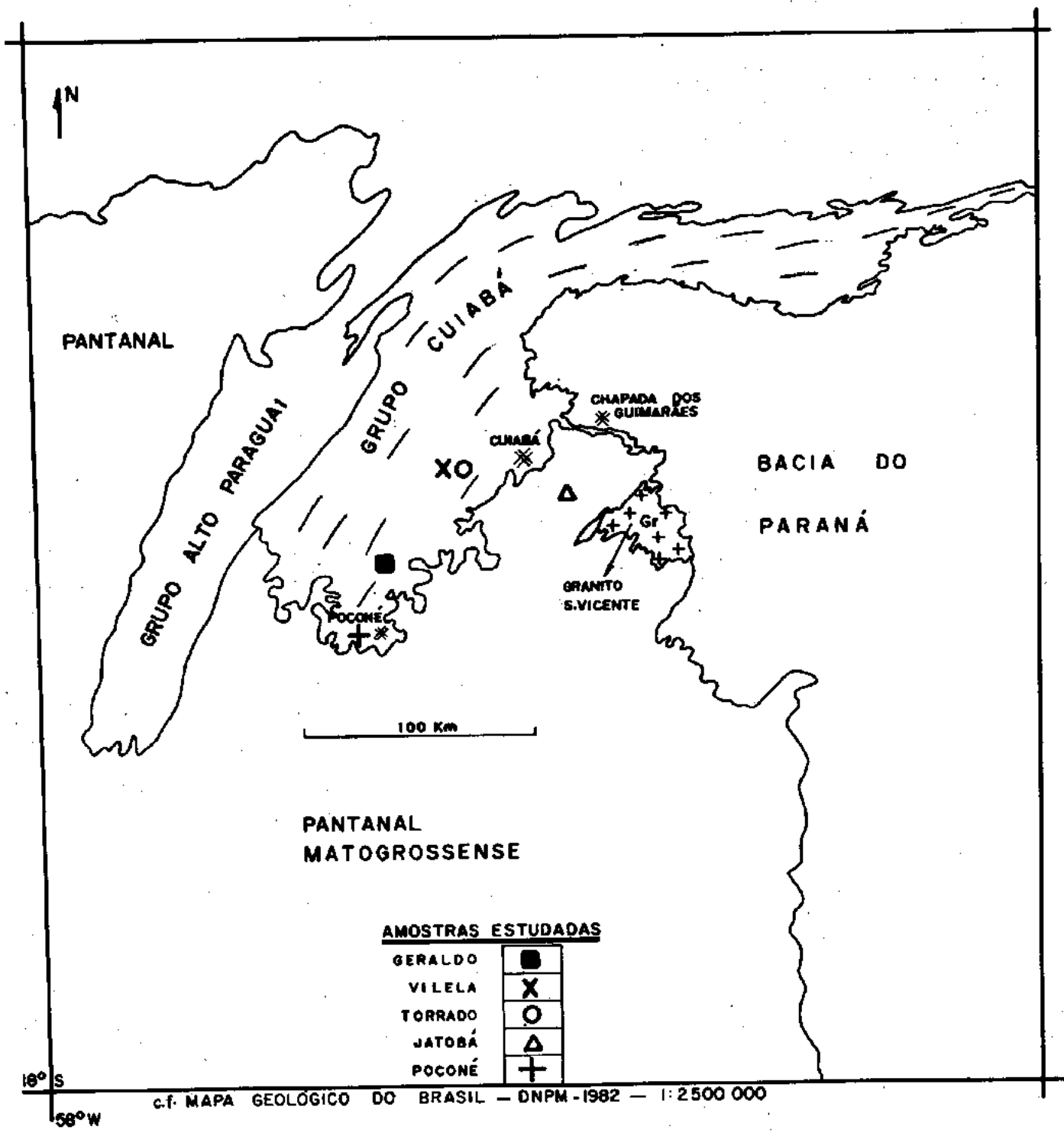
Agradecemos também ao Dr. Kazuo Fuzikawa da Nuclebrás S.A. pelas orientações na interpretação dos dados microtermométricos.

Agradecimentos são estendidos a Roberta G. Silva pela datilografia e sugestões à estética do trabalho.

IX. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F.F.M. de -1964- Geologia do Centro-Oeste Matogrossense. Bol. Div. Geol. Min. DNPM, Rio de Janeiro, 215, 137 p.
- ALMEIDA, F.F.M. de -1965- Geologia da Serra da Bodoquena (Mato Grosso). Bol. Div. Geol. Min. DNPM, Rio de Janeiro, 219, 96p.
- ALMEIDA, F.F.M. de -1984- Província Tocantins - Setor Nordeste. In: "O Pré-Cambriano do Brasil", coord. F.F.M. de Almeida e Y. Hasui, Ed. Edgard Blücher Ltda., São Paulo, 378 p.
- ALVARENGA, C.J.S. de -1985- Evidência de fácies turbidíticas grosseiras no Grupo Cuiabá, MT, In: Ata II Simp. Geol. Centro Oeste, Goiânia, p. 256-266.
- BARLIER, J.; TOURAY, J.C.; GUILHAUMOU, N. -1973- Des témoins d'une genèse d'hydrocarbures liquides et gazeux inclus dans le quartz en gisement dans la nappe de l'Autapie (Alpes de Haute Provence) C.R. Ac. S. Paris, D227: 2297-2300.
- CRAWFORD, M.L. -1981- Phase equilibria in aqueous fluid inclusions. In: Hollister, L.S. e Crawford, M.L. (eds), Short course in fluid inclusions: applications to Petrology. Min. Ass. Canada, 6: 27-100.
- DARIMONT, A. e COIPEL, J. -1982- Dispersion des températures d'homogénéisation des inclusions aqueuses - ébullition ou division par étranglement. Chem. Geol., 37: 151-163.
- GUILHAUMOU, N.; DHAMELINCOURT, P.; TOURAY, J.C.; TOURET, J. -1981- Étude de inclusions fluides du système N₂-CO₂ de dolomites et de quartz de Tunisie septentrionale. Données de la microcryoscopie et de l'analyse à la microsonde à effect Raman. Geoch. Cosm. Acta, 45: 657-673.
- HASUI, Y e ALMEIDA, F.F.M. de -1970- Geocronologia do Centro-Oeste Brasileiro, Bol. Soc. Br. Geol., São Paulo, 15(1):5-26.
- HOLLISTER, L.S. e CRAWFORD, M.L. (eds) -1981- Short course in fluid inclusions: applications to petrology. Min. Ass. Canada, 6, 304 pp.
- KERRICH, R. -1977- Yellowknife gold mineralization: the product of metamorphic defassin (abstr.). Geol. Soc. Am., Abstracts with Programs, 9: 1653-1660.
- LUZ, J. da S.; OLIVEIRA, A. de M.; SOUZA, J.O.; MOTTA, J.F.M.; TANNO, L. C.; SOUZA, N.B. de ; ABREU Fº, W. -1980- Projeto Coxipó: relatório final - Goiânia - DNPM/CPRM.
- OLIVATTI, O. -1976- Contribuição à geologia da faixa orogênica Paraguai Araguaia, In: XXXIX Congr. Bras. Geol., Ouro Preto, Bol. Esp. 1, Resumos, p. 12-13.
- PIRES, F.R.M.; GONÇALVES, F.T.T.; RIBEIRO, L.A.S.; SIQUEIRA, A.J.B. - 1986 - Controle das mineralizações auríferas do Grupo Cuiabá, Mato

- Grosso. In: XXXIV Congr. Bras. Geol. Goiânia, 5:2382-2396.
- POTTER, R.W.; CLYNNE, M.A.; BROWN, D.L. -1978- Freezing point depression of aqueous sodium chloride solutions. Econ. Geol., 73:284-285.
- POTY, B.; LEROY, J.; JACHIMOWICZ, L. -1976- Un nouvel appareil pour la mesure des températures sous le microscope: l'installation de microthermométrie Chaixmeca. Bull. Min., 99:182-186.
- ROEDDER, E. -1982- Fluid inclusions evidence bearing on the environments of gold deposition. In: FOSTER, R.P., Gold'82: Proc. Symp. Geology, Geochemistry and Genesis of Gold Deposits, Un. Zimbabwe, p. 129-163.
- ROEDDER, E. -1984- Fluid inclusions. Mineral. Soc. Am., Washington, D.C. Rev. Mineral., 12; 655p.
- SANTOS, J.F. dos -1984- O ouro elúvio-laterítico de Jatobá - MT, In: XXXIII Congr. Bras. Geol., Rio de Janeiro, 8:4012-4023.



AMOSTRAS ESTUDADAS

GERALDO	■
VILELA	X
TORRADO	○
JATOBÁ	△
POCONÉ	+

Fig. 1 - Mapa geológico regional. Localização das amostras estudadas.

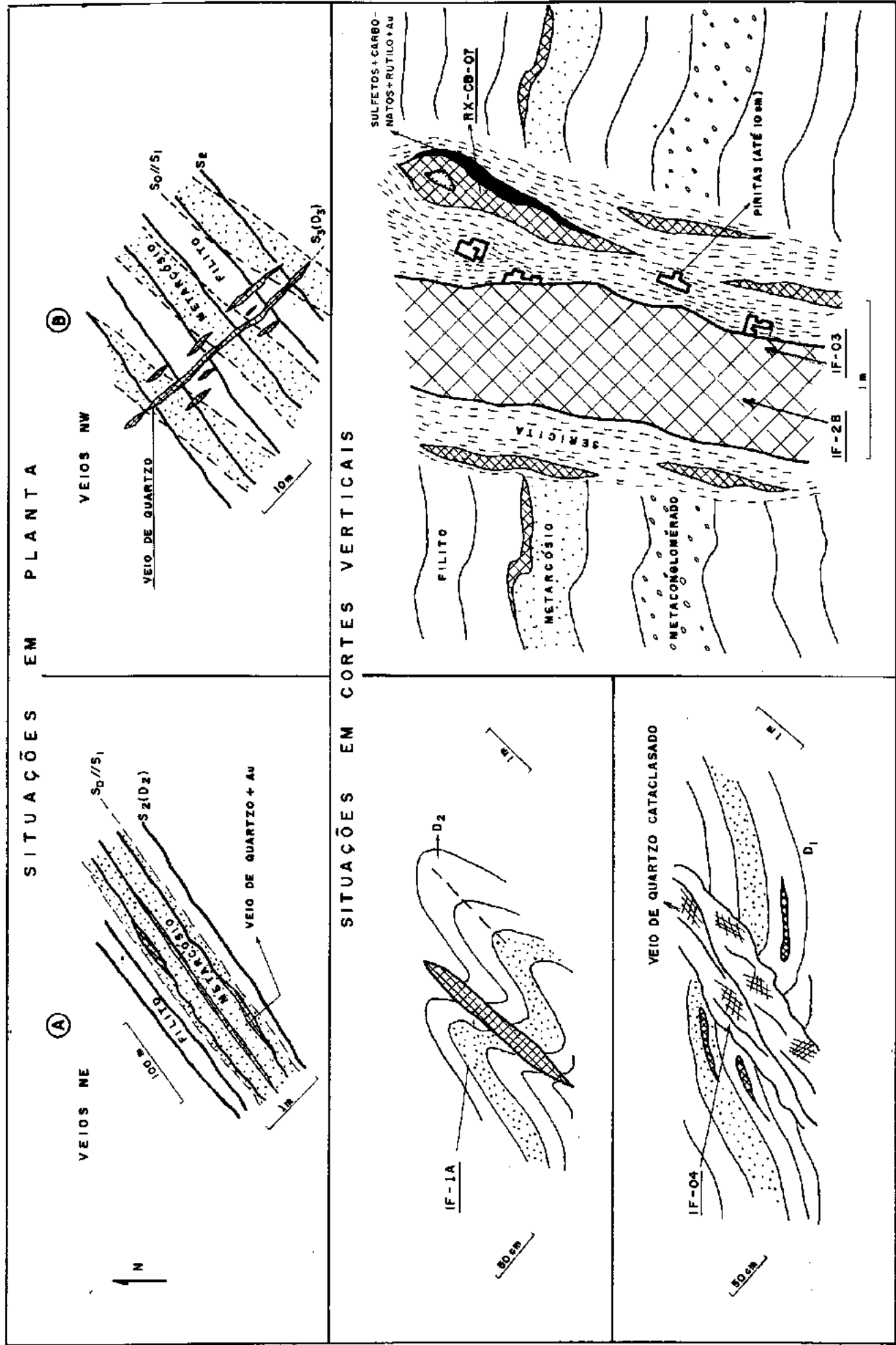


Fig. 2 - Situação esquemática dos veios concordantes (A) e discordantes (B). Situação em planta e em corte.

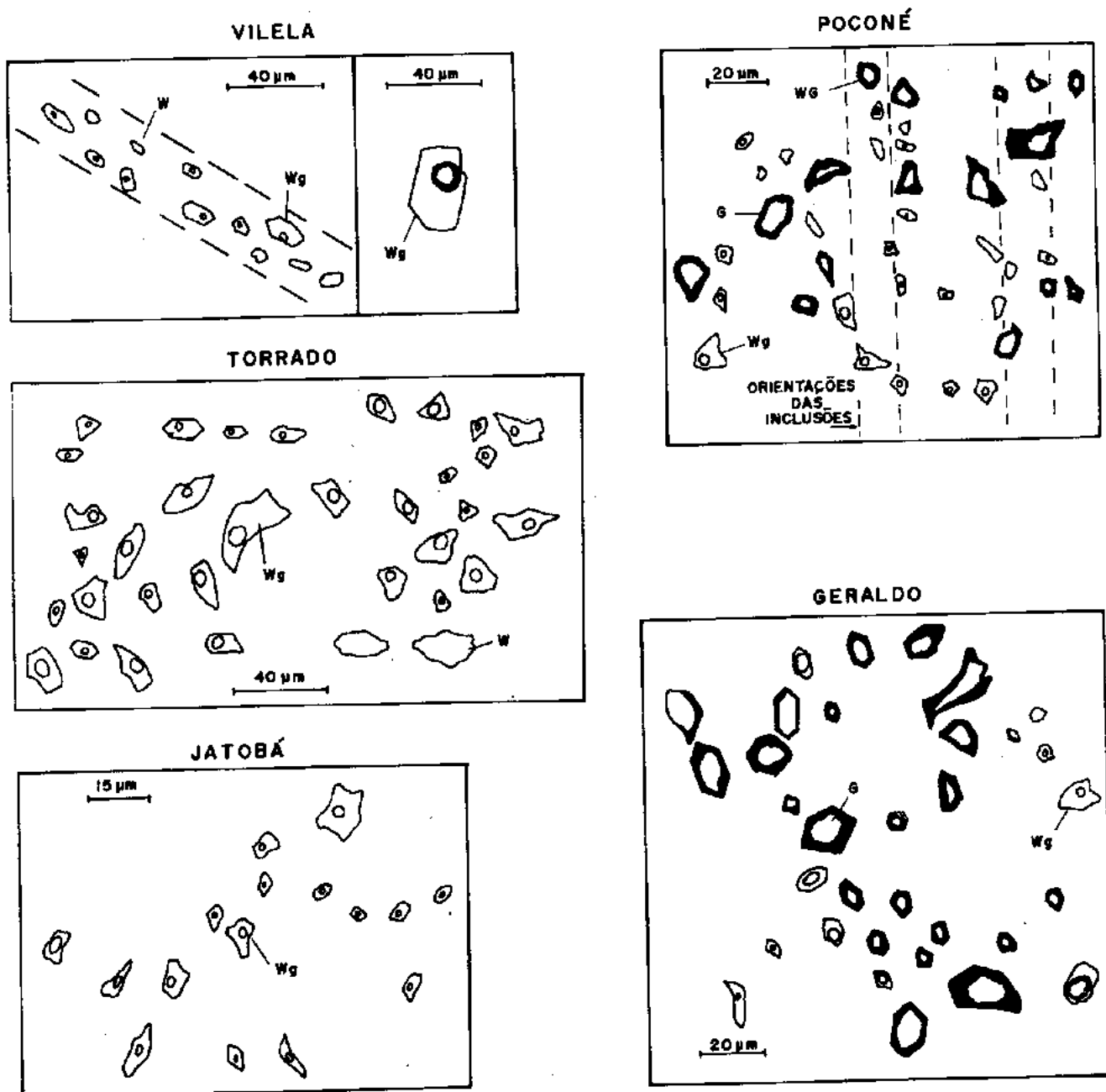


Fig. 3 - Tipos e modos de ocorrência das inclusões fluidas.

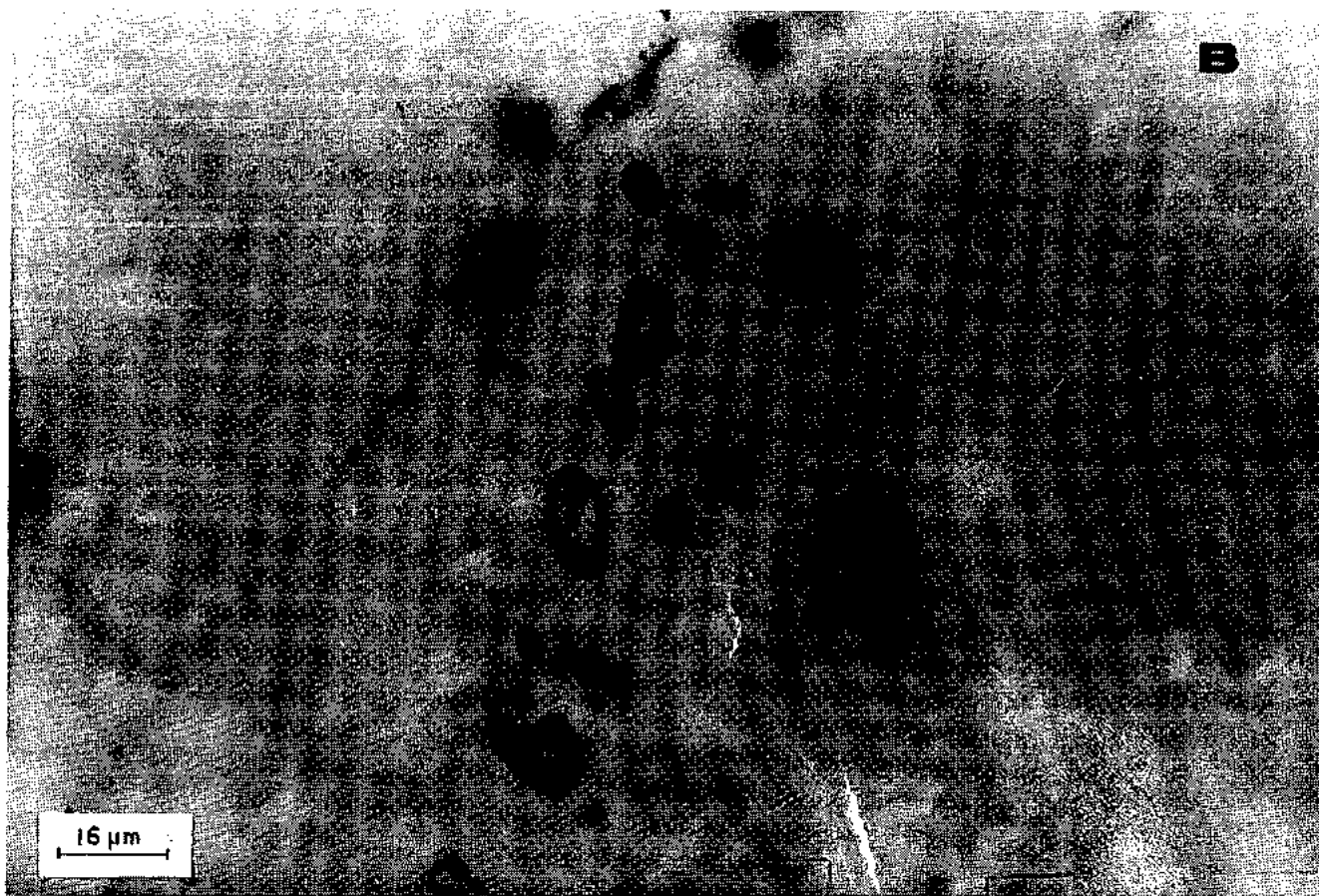
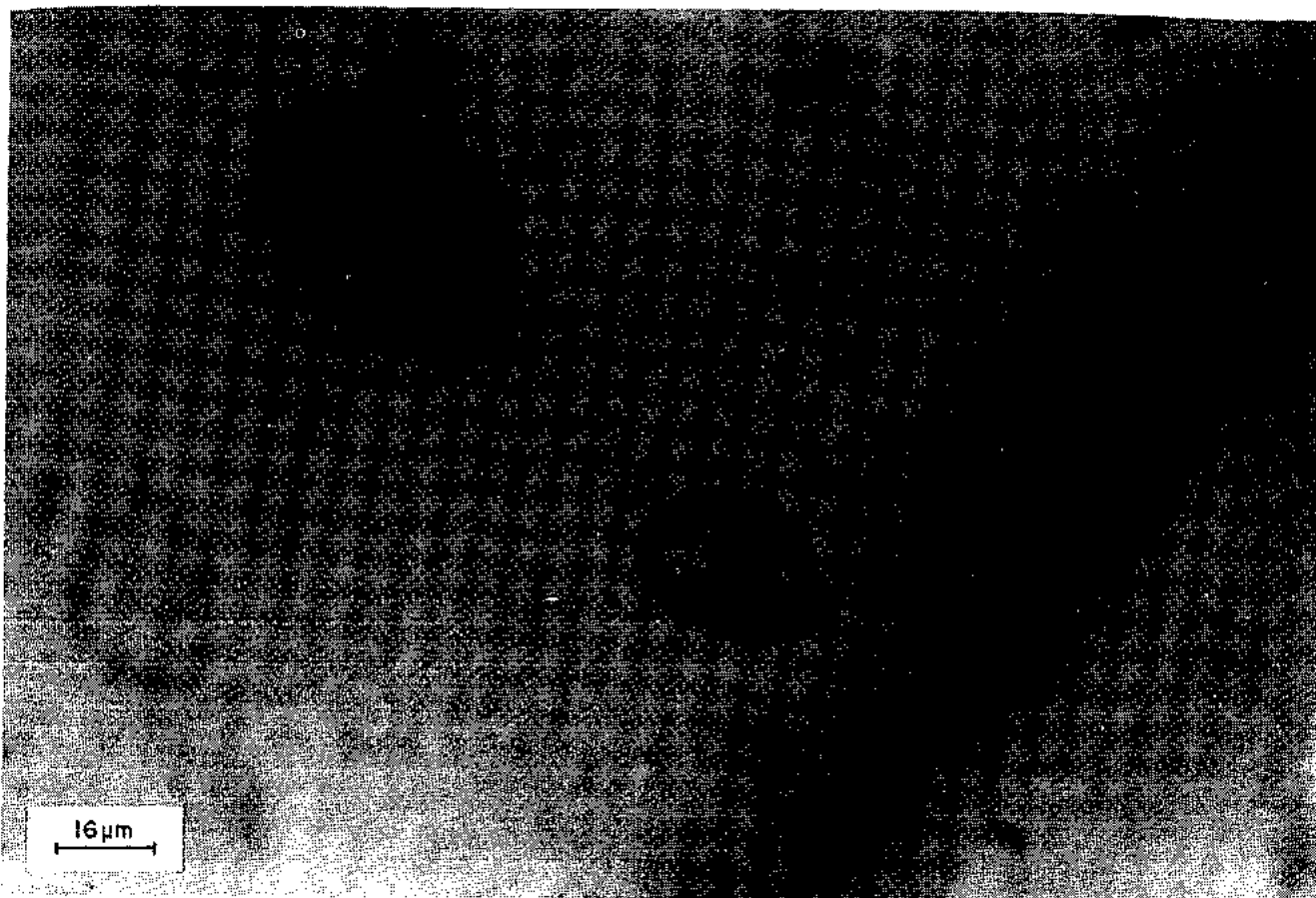
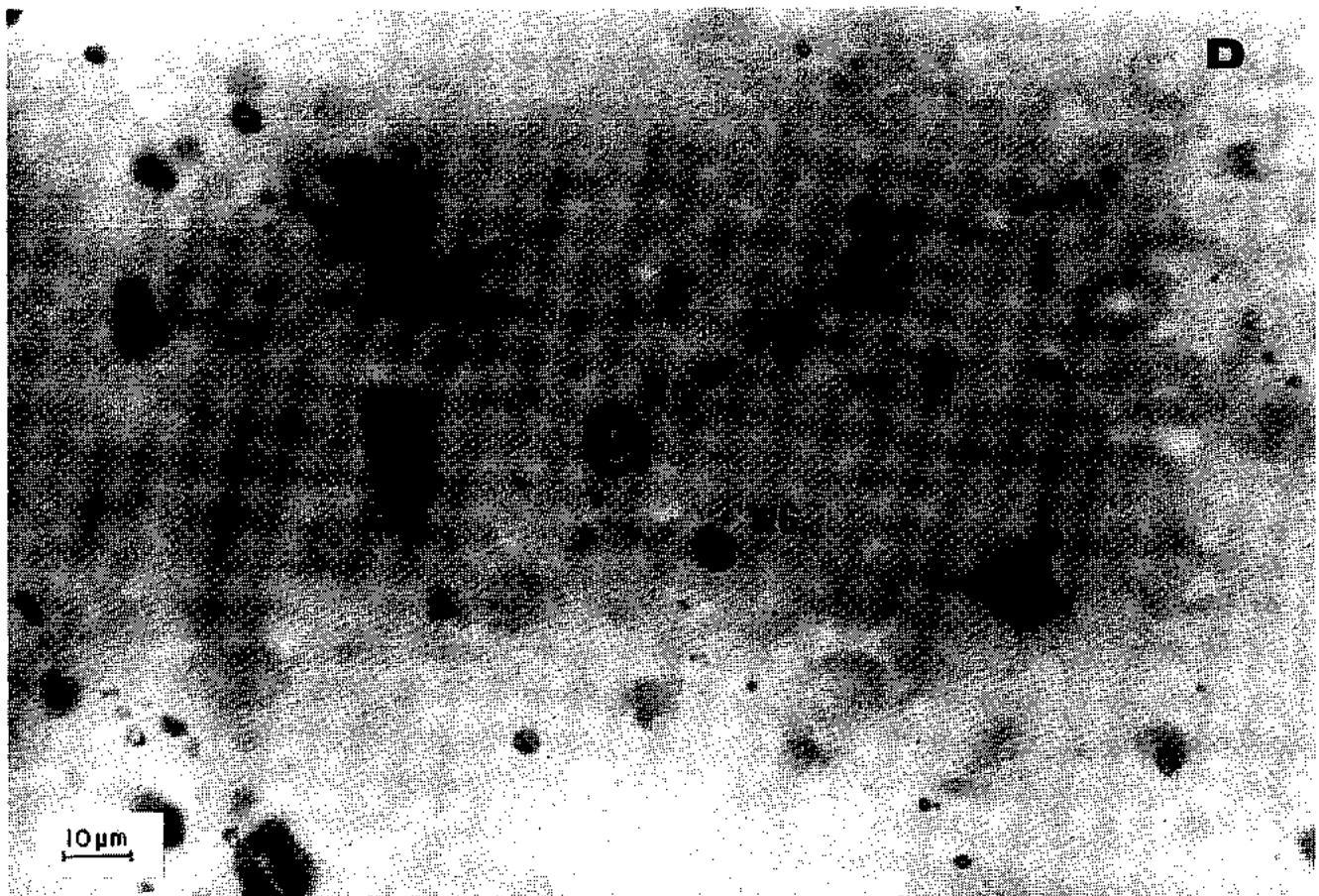


Fig. 4 - Fotomicrografia das inclusões fluidas:
A. Wg isolada primária - Vilela
B. Wg orientadas de origem secundária ou pseudosecundária Vilela.



C. G e Wg pertencentes a grupos orientados - Poconé.
D. Wg e WG pertencentes a grupos orientados - Geraldo.

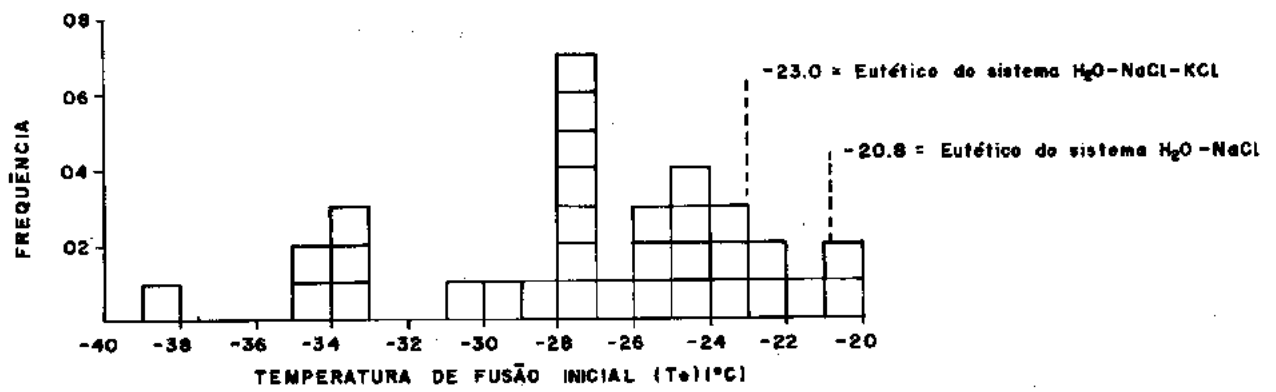


Fig. 5 - Histograma das temperaturas de fusão inicial do gelo em inclusões do tipo Wg.

☒ INCLUSÕES ISOLADAS (PRIMÁRIAS)
 ☐ INCLUSÕES ORIENTADAS (SECUNDÁRIAS OU PSEUDOSECUNDÁRIAS)

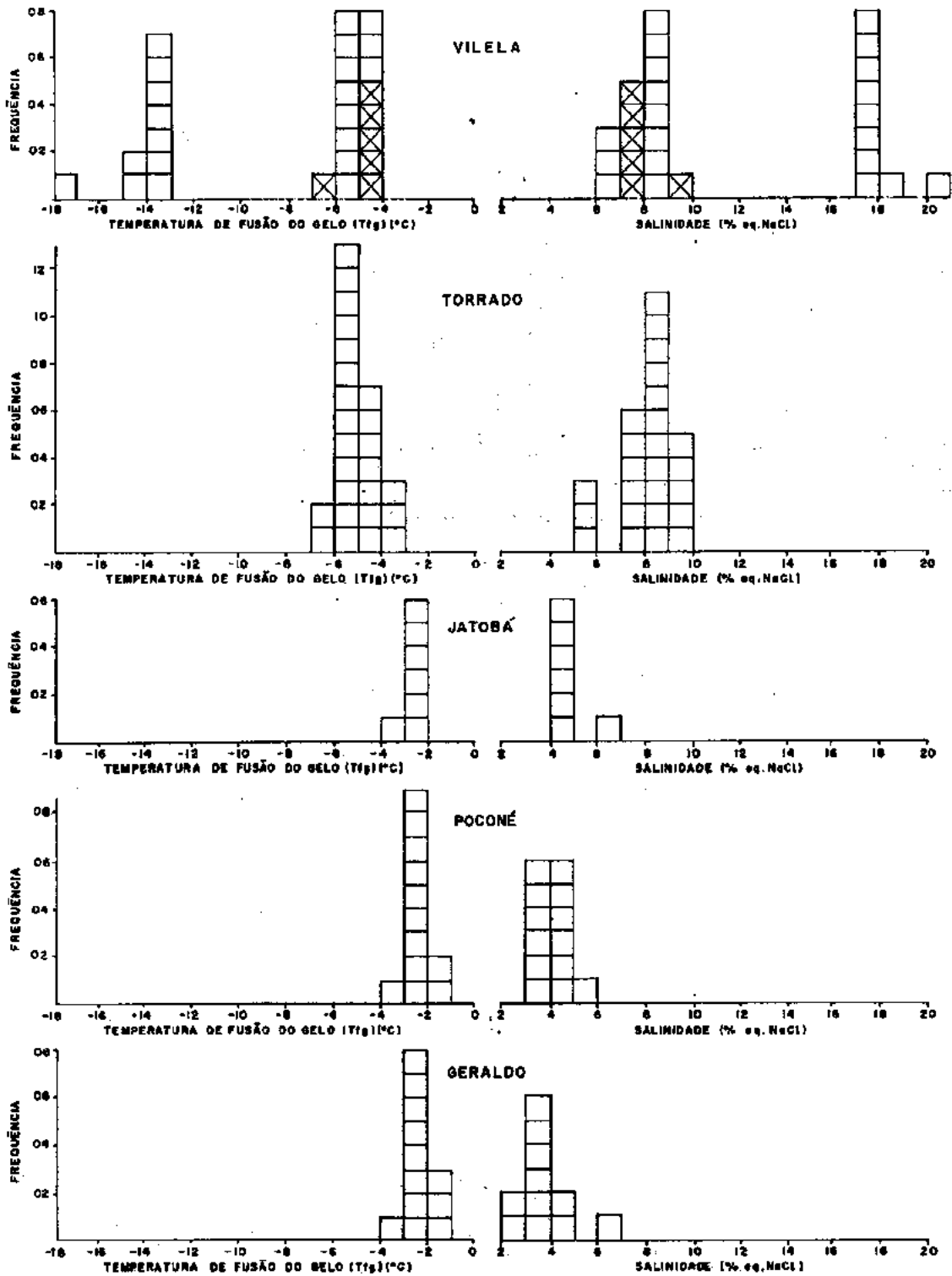


Fig. 6 - Histogramas das temperaturas de fusão do gelo e das respectivas salinidades em inclusões do tipo Wg.

☒ INCLUSÕES ISOLADAS (PRIMÁRIAS)
 ☐ INCLUSÕES ORIENTADAS (SECUNDÁRIAS OU PSEUDOSECUNDÁRIAS)

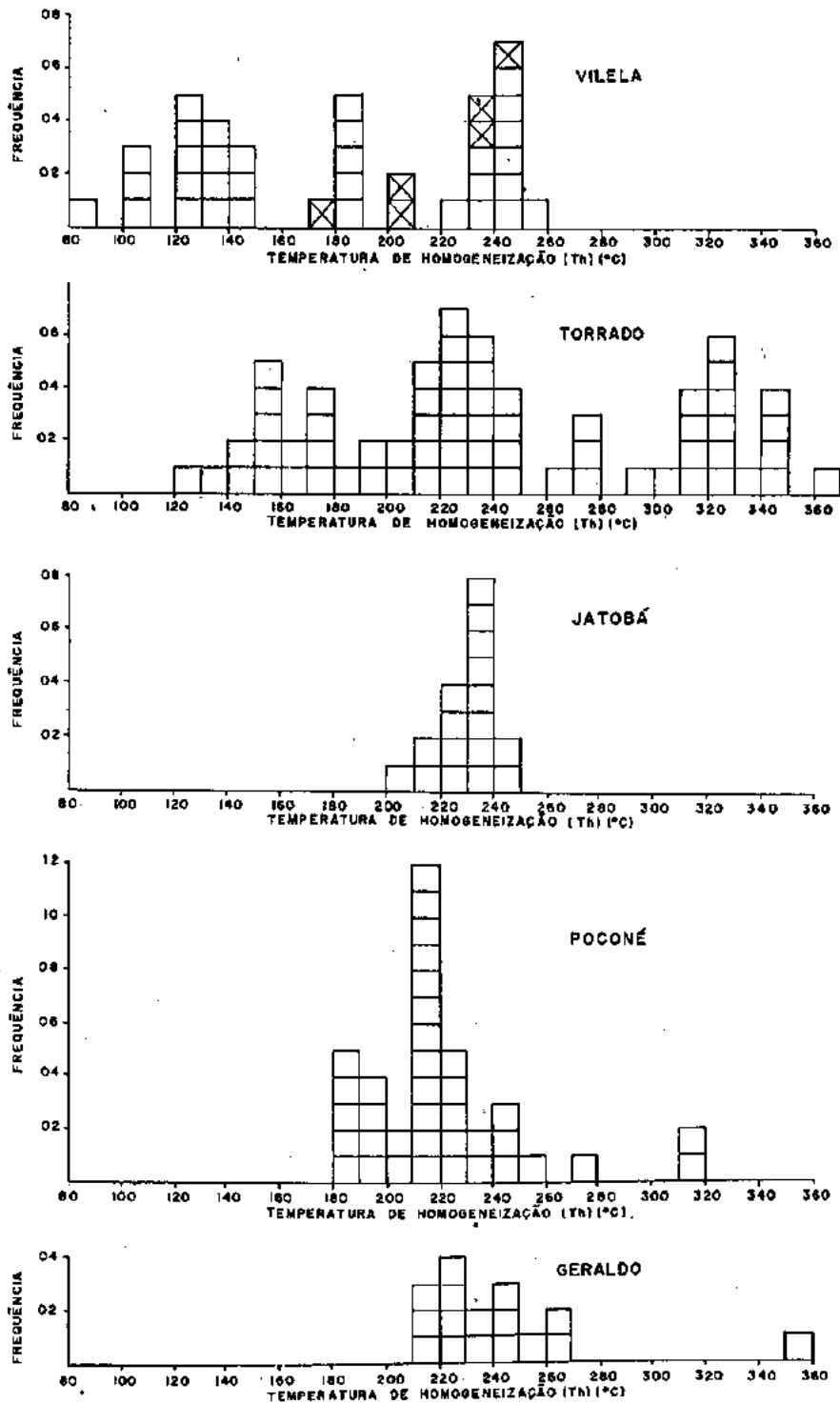
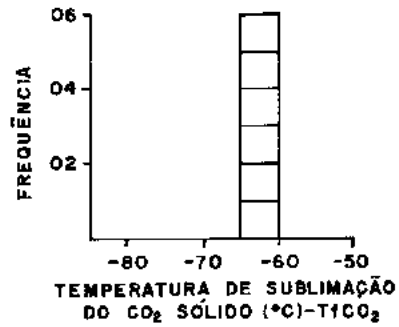
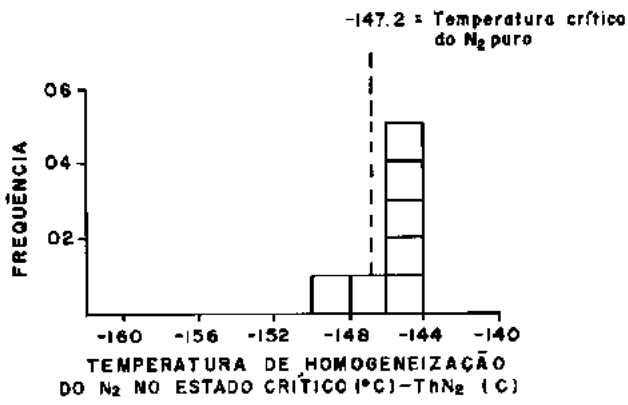


Fig. 7 - Histogramas da temperatura de homogeneização total em inclusões do tipo Wg.

POCONÉ



GERALDO

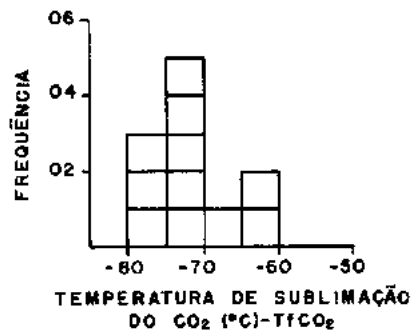
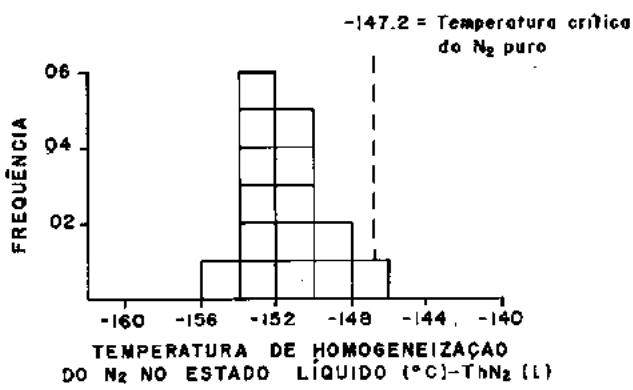


Fig. 8 - Histogramas das temperaturas de homogeneização do N₂ e de sublimação do CO₂ em inclusões do tipo G.

Amostras (nº e localidade)	Situação Estrutura]	Tipo de Inclusão	Te °C	Tfg °C	Salinidade % eq. NaCl	Th(1) °C	Vv/Vt	ThN ₂ °C	TsCO ₂ °C
RX-CB-07 Torrado	NW discordante	Wg	-29,5/-20,8	-6,0/-3,1	5,2/9,2	120/130	0,2/0,3		
IF-2B Vilela	NW discordante	Wg (secundária)	-38,0/-23,5	-17,4/-4,0	6,3/20,7	80/260	0,05/0,15		
		Wg (primária)	-24,6/-23,9	-4,9/-4,7	7,4/10,0	170/250	0,1/0,2		
IF-03 Jatobá	NW discordante	Wg	-27,5	-3,7/2,4	4,0/6,0	200/250	0,1/0,15		
IF-04 Poconé	NE concordante	Wg	-20,8/-20,2	-3,2/-1,9	3,2/5,2	180/320	0,1/02		
		G						-148,5/-145,2 (C)	-63,9/-61,0
IF-1A Geraldo	NE concordante	Wg	-26,3	-3,9/1,5	2,5/6,3	210/360	0,1/0,15		
		G						-153,8/-146,6 (1)	-76,9/-60,3

TABELA 1 - Resultados microtermométricos em inclusões do tipo Wg e G nos veios de quartzo auríferos do Grupo Cuiabá.

Vv = volume da fase vapor d'água;

Vt = volume total da inclusão;

l = homogeneização no estado líquido;

C = homogeneização no estado crítico.