



P
**ARA DESENVOLVER
A TERRA**
MEMÓRIAS E NOTÍCIAS
DE GEOCIÊNCIAS
NO ESPAÇO LUSÓFONO

Quinta-Ferreira, M., Barata, M. T.,
Lopes, F. C., Andrade, A. I.,
Henriques, M. H., Pena dos Reis, R.
& Ivo Alves, E.

Coordenação

PROSPEÇÃO MINERALOMÉTRICA COM RECURSO A TERMITEIRAS – CONTRIBUTOS PARA UM MÉTODO

HEAVY MINERALS EXPLORATION USING TERMITE-MOUNDS – CONTRIBUTIONS FOR A METHOD

C. S. Dias Pereira¹ & C. A. Leal Gomes²

Resumo – A mineralometria aplicada a termiteiras pode permitir a identificação de mineralizações com interesse económico presentes em litologias sub-aflorantes com afinidade pegmatítica. O método é simples, expedito e de aplicação pouco onerosa. Estas características são adequadas ao contexto africano, onde as coberturas de solo e rególito podem ser muito espessas e também pelos constrangimentos logísticos que a prospeção implica nessas regiões. Em conformidade, pretende-se, com este trabalho, contribuir para a definição de um método eficaz que possa ser utilizado nas regiões intertropicais, onde as termiteiras são frequentes e ubíquas, podendo na mineralogia específica proporcionar indícios mineralógicos relativos a compartimentos volumetricamente significativos das litologias vizinhas.

Palavras-chave – Prospeção; mineralometria; termiteiras.

Abstract – *The application of heavy minerals discrimination and quantification in termite-mounds allows the identification of economic mineralizations existing in sub-outcropping pegmatites, through a simple, quick and inexpensive method. These features are crucial in the African context, where the overburden and the coverage may be significantly profound and where the exploration has many logistical, economical and technological constraints. Accordingly, this work intends to contribute to the definition of an effective method that can be used in tropical areas, where the termite-mounds are abundant with mineral contents that may represent extensive compartments of surrounding rock types.*

Keywords – *Exploration; heavy-minerals; termite-mounds.*

¹ CIG-R- Departamento de Ciências da Terra - Escola de Ciências - Universidade do Minho; celiadidas@gmail.com

² Departamento de Ciências da Terra - Escola de Ciências - Universidade do Minho; caal.gomes@gmail.com

1 – Introdução

286

A mineralometria é aqui entendida como um método de identificação e quantificação de partículas de minerais com densidade elevada ($d > 2,90$) compatível com uma separação e concentração hidrogravíticas. Procura-se identificar anomalias mineralógicas que indiquem a presença de pegmatitos graníticos em profundidade, em especial, em situação de subfloramento, abaixo de terrenos de cobertura – solos, rególitos, alterites variadas e terrenos coluviais a eluviais.

Em jazigos pegmatíticos, os minerais de interesse económico são, na generalidade, densos e suscetíveis de colheita direta, no caso dos minérios. As mineralizações de gemas podem ser identificadas através de paragénese-guia, formadas por associações de minerais densos, que também são retidas no processo de separação hidrogravítica. Estes factos autorizam a aplicação do método mineralométrico sobre a fração detrítica das termiteiras, no sentido de procurar indícios e minerais guias de pegmatitos e suas mineralizações.

As termiteiras, frequentes em regiões tropicais, são estruturas habitacionais edificadas pelas térmitas. As térmitas geófagas mobilizam materiais litológicos não consolidados de cobertura, eventualmente até ao “*bedrock*”, promovendo o transporte vertical de partículas que incluem minerais pesados. Algumas destas térmitas selecionam os minerais do meio que colonizam promovendo o aparecimento de conjuntos detríticos que têm capacidade para evidenciar mineralizações de interesse económico, pois incluem minérios ou minerais-guia (DIAS PEREIRA, 2009).

No conjunto das térmitas geófagas, as pertencentes ao género *Macrotermes* apresentam duas características que potenciam a aplicação prospetiva - a grande dimensão dos edifícios construídos e a simbiose que estes insetos estabelecem com o fungo *Termitomyces*. Relativamente à primeira, o tamanho dos edifícios é proporcional à quantidade de material transportado, que provém de profundidades elevadas, possibilitando um conhecimento mais abrangente das litologias sub-aflorantes. Por outro lado, a atividade construtiva das térmitas em sentido lato (seleção, transporte e taxa construtiva) é fortemente condicionada por fatores ambientais. As térmitas têm de manter a humidade relativa perto da saturação, a temperatura a aproximadamente 30°C e a concentração de CO₂ relativamente baixa no interior da termiteira, para que o fungo sobreviva, obrigando-as à recolha de grande quantidade de argila (essencialmente, caulinite) e à reestruturação constante da arquitetura do edifício. Em consequência, o transporte de material litológico ocorre a partir de profundidades cada vez mais elevadas à medida que decorre o tempo de atividade de uma termiteira.

Nas situações em que é necessário aumentar a humidade relativa no edifício, a seleção dos locais de recolha exige a disponibilidade de água e de caulinite. Em conformidade, as cavidades miaróliticas em pegmatitos são locais propícios à circulação e concentração de água e, como referem BRAGA & LEAL GOMES (2007), apresentam altos conteúdos de caulinite e outros minerais de argila em preenchimento.

O presente estudo discute a utilização das edificações de *Macrotermes* na prospeção de jazigos de afinidade pegmatítica e mineralizações associadas e pretende contribuir para a definição de um método de rotina de prospeção mineralométrica que se afigure eficaz e eficiente em contexto intertropical.

A Província Pegmatítica Zambeziana, em Moçambique, com um vasto conjunto de recursos base relacionados com a evolução de pegmatitos graníticos e com características tropicais propícias à instalação de colónias de térmitas geófagas, justifica a sua seleção como área de estudo.

2 – Edificações de *MACROTERMES* com interesse prospectivo

A anatomia dos edifícios da *Macrotermes* pode variar ligeiramente em consonância com determinados fatores específicos e ambientais (clima, composição do solo e vegetação), sendo, no entanto, possível definir uma estrutura geral para as edificações amostradas com base nos dados de campo e por comparação com a literatura (Fig. 1; DIAS PEREIRA, 2009).

287

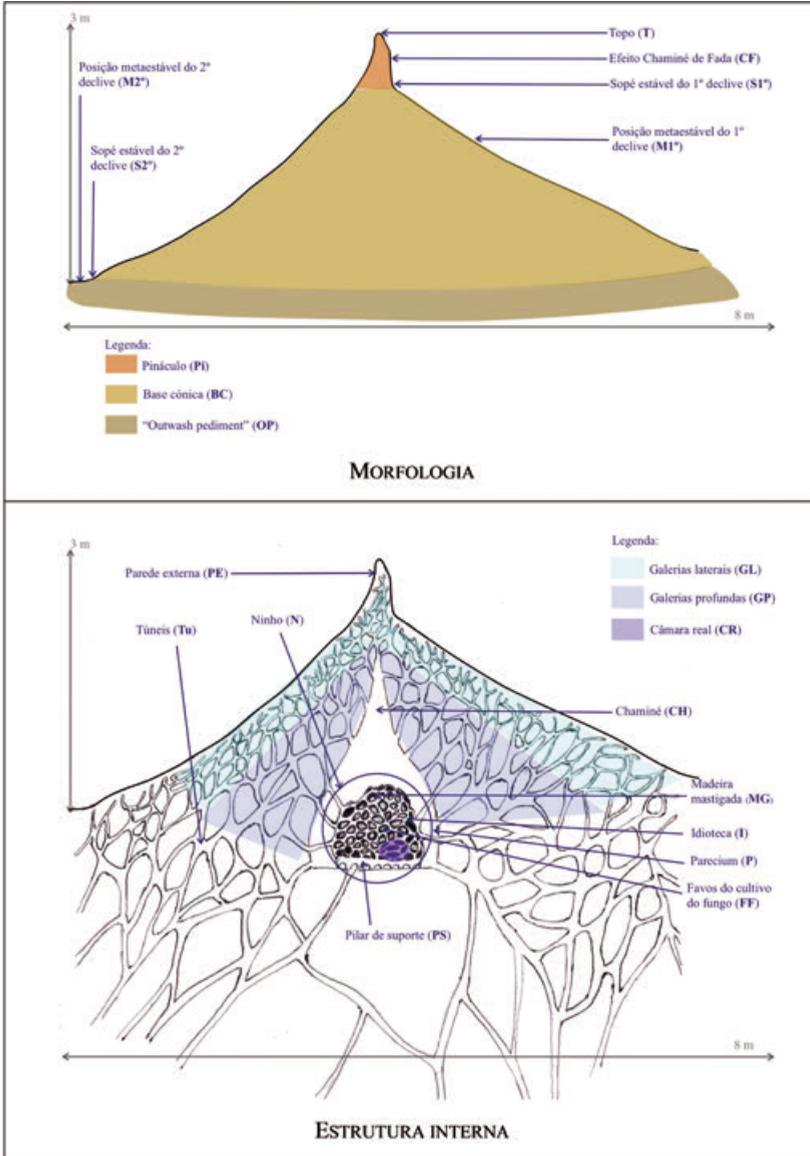


Fig. 1 – Modelo da anatomia (morfologia e estrutura interna) das termiteiras do género *Macrotermes* estudado no presente trabalho - baseado em GRASSÉ & NOIROT (1958).

Na atividade construtiva, as térmitas do género *Macrotermes* transportam partículas litológicas nas mandíbulas ou no interior do seu organismo, as quais são ingeridas, semi-digeridas e depois defecadas. Estas partículas unem-se através de um material aglutinante (cimento), frequentemente, caulinite ou hematite e/ou goethite (ESCHENBRENNER, 1986), produzindo grânulos ovoides de dimensões muito reduzidas, designados por micro-agregados. Estes constituem a unidade elementar de todo o edifício, não possuindo, contudo, uma constituição mineralógica homogénea na termiteira.

Estudos anteriormente realizados permitiram identificar a presença de um oxalato de cálcio monohidratado, $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, a whewellite, em unidades de tipo FF representadas na Fig. 1 (DIAS PEREIRA, 2009). Esta biomineralização é produzida, provavelmente, pelo fungo *Termitomyces*. Não foi detetada em nenhum micro-agregado exterior ao ninho.

Por seu lado, a extensa rede de canais internos e o material construtivo do revestimento externo da termiteira apresentam uma predominância de minerais alogénicos detríticos envolvidos e aglutinados por uma fração argilosa ($< 2 \mu\text{m}$), caracterizada pela presença de caulinite (80-90%), goethite (5-15%), ilite (5-12%, restringida a certas localizações do edifício) e com alguns traços de atapulgite, boehmite, gibbsite, haloisite, hidrobiotite, metahaloisite, montmorilonite, sepiolite e vermiculite (LEPRUN & ROY-NÖEL, 1976; BACHELIER, 1977; BOYER, 1982; FREYSSINET *et al.*, 1990; KASCHUK *et al.*, 2006).

Segundo DIAS PEREIRA (2009), a análise dos concentrados de minerais densos, obtidos por separação hidrográvica de diferentes materiais das termiteiras, permitiu constatar que as regiões mais periféricas dos edifícios apresentam uma maior diversidade mineralógica, em especial no sopé estável do primeiro declive (S1º na Fig. 1).

As térmitas, enquanto agentes ativos na construção do próprio edifício habitacional, são capazes de promover a litobiogénese em organizações texturais diversificadas como a que foi identificada por DIAS PEREIRA (2009) e diz respeito à incorporação em grânulos de clastos de ilmenite orientados. Nesse trabalho, coloca-se a hipótese do alinhamento estar relacionado com a polaridade magnética e resultar da imposição do campo magnético terrestre ou resultar de uma orientação eletrolítica. Qualquer destas possibilidades verificar-se-ia numa fase inicial da consolidação do cimento onde as ilmenites foram englobadas.

A constituição da fração de minerais densos depende da disponibilidade destes nas litologias aflorantes e sub-aflorantes, mas algumas anomalias mineralométricas dependem da recolha seletiva dos minerais pelas térmitas. A quantidade elevada de minerais com densidade superior a 2,90 presente nos concentrados facilita a aplicação do método.

3 – Método

Para o estudo da mineralometria em termiteiras foi adotado o método esquematizado no diagrama da Fig. 2.

Os vários procedimentos expostos têm por base DIAS PEREIRA (2009), cujo estudo permitiu a definição das melhores estruturas para a colheita de amostras nas termiteiras.

A indicação presente no diagrama sobre o impedimento da prossecução dos trabalhos prospetivos, quando não forem reconhecidas termiteiras do género *Macrotermes*, surge em consequência dos resultados obtidos até ao momento, que não permitem concluir sobre a eficácia do método mineralométrico em termiteiras de outros géneros.

Tendo em vista a definição do interesse prospetivo de outras termiteiras, a linha de investigação em curso incide, também, sobre o género *Cubitermes*.

Relativamente à quantificação de minerais densos, apresentam-se algumas técnicas simples opcionais que são seleccionadas de acordo com as características do concentrado em análise. De um modo geral, a estimativa visual com recurso a ábacos é a mais utilizada devido ao seu carácter expedito e praticabilidade.

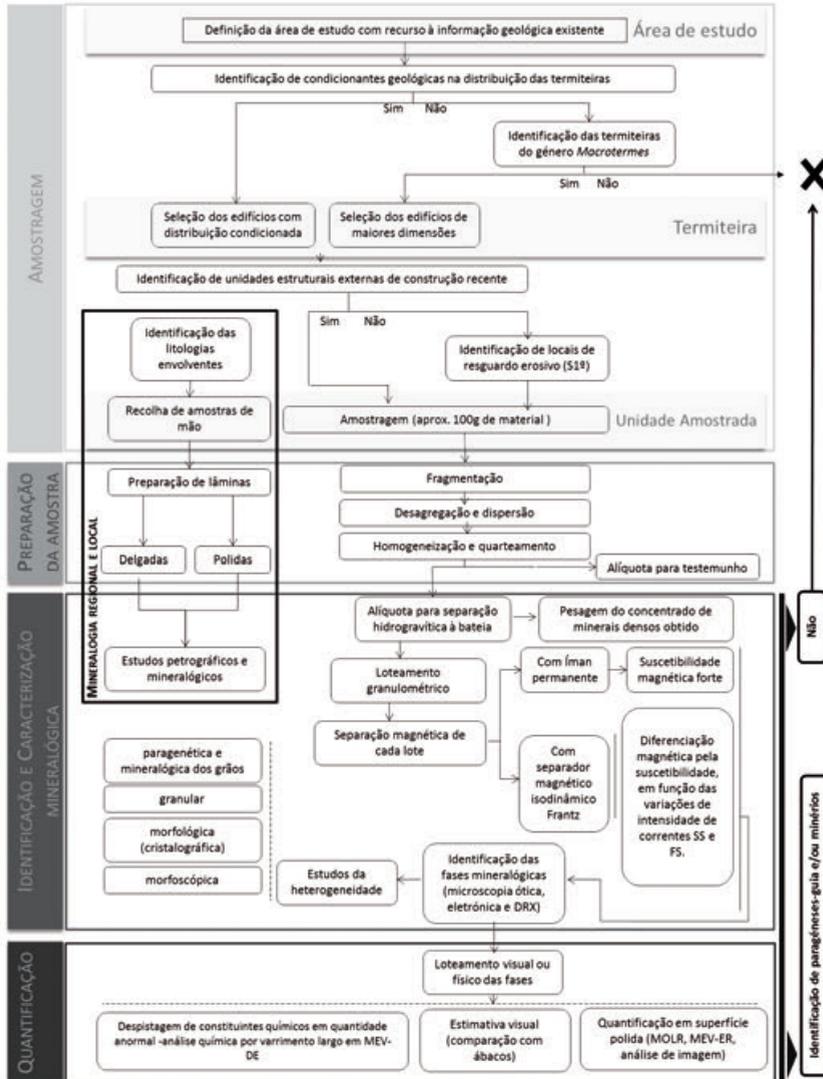


Fig. 2 – Diagrama síntese do método adotado na mineralometria em termiteiras. Legenda: S1º – Sopé estável do 1º declive da estrutura externa da termiteira; DRX – Difração de raios X; MOLR – Microscópio ótico de luz refletida; MEV-ER – Microscópio eletrónico de varrimento em modo de elétrons retrodifundidos; MEV-DE – Microscópio eletrónico de varrimento – espectros de dispersão de energia; X – Sem interesse prospetivo.

4 – Procedimentos simplificados e modo de aplicação

290

Os trabalhos de campo e a análise de amostras realizados até ao momento permitem uma primeira proposta de aplicação da mineralometria em termiteiras no contexto africano Sub-Sahariano (Fig.3).

O esquema da figura 3 é uma simplificação funcional para aplicação em rotina. Pretende-se que, de forma expedita e com poucos recursos (bateia, dinamómetro, lupa binocular e balança de precisão até duas casas decimais), se consiga detetar a presença de minerais indicadores ou guias em condições utilizáveis.

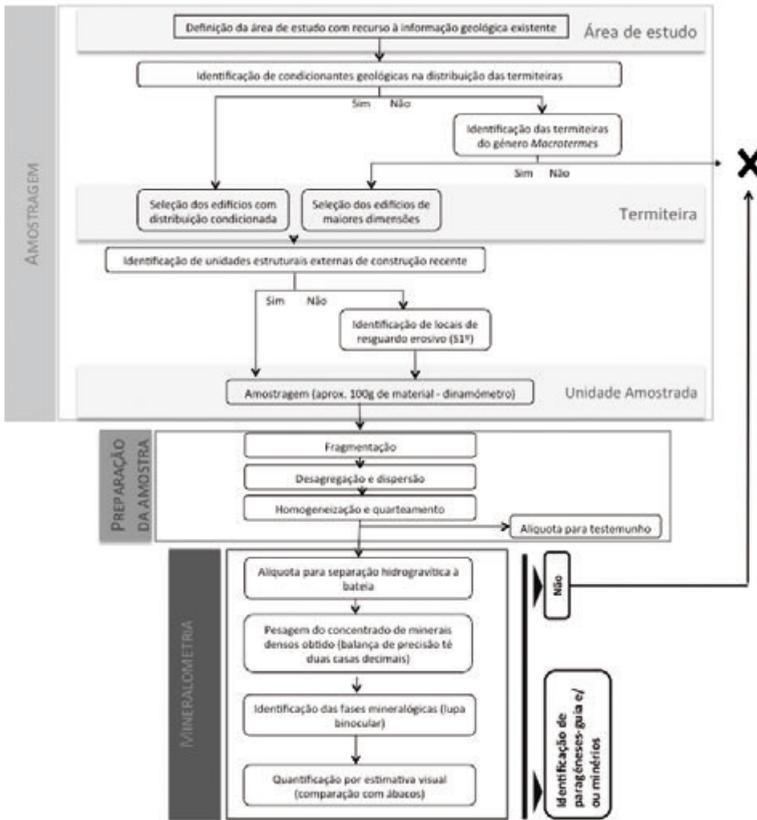


Fig. 3 – Diagrama síntese do processo metodológico para a aplicação da prospeção mineralométrica em termiteiras. Legenda: S1º - Sopé estável do 1º declive da estrutura externa da termiteira; X – Sem interesse prospetivo.

5 – Considerações finais

No contexto geográfico intertropical, a prospeção de depósitos de afinidade pegmatítica depara-se com constrangimentos de índole variada que incluem a reduzida dimensão de alguns pegmatitos interessantes e também a sua deficiente expressão aflorante devido

aos espessos mantos de alterite suprajacentes. Também as logísticas a que é necessário fazer face nas conjunturas socioeconómicas que caracterizam estas regiões dificultam a prospeção apenas dedicada aos pegmatitos. Neste caso, a aplicação do método mineralométrico em termiteiras assume particular importância, quer pelo seu carácter expedito (a amostragem é simples e rápida) e barato (exige pouca mão de obra e equipamento simples), quer pela vantagem da análise incidir em material litológico de grandes profundidades (devido à ação das térmitas) sem custos importantes em trabalhos de escavação.

A mineralometria aplicada em termiteiras possibilita, ainda, um conhecimento mais direto dos minérios durante a prospeção o que pode gerar uma antecipação da caracterização tecnológica de minérios, necessária numa fase posterior. Por exemplo, o conhecimento de algumas propriedades dos minerais da paragénese, obtido aquando da análise dos concentrados, pode gerar informações potencialmente úteis para um eventual e futuro processamento dos minérios.

Relativamente ao carácter invasivo da prospeção mineralométrica, que exige a recolha de uma pequena porção de material da termiteira, este é minorado pela capacidade reconstrutiva das térmitas. Segundo TURNER (2007), estes insetos conseguem reconstruir a totalidade de um edifício sujeito a ablações em apenas 90 dias.

Agradecimentos – O presente trabalho recebeu apoio da FCT através de uma bolsa de doutoramento (SFRH/BD/68562/2010), com cofinanciamento do FSE, do Programa Operacional Potencial Humano/POPH e da União Europeia. O CIG-R é suportado pelo programa Plurianual da Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT), financiado pela União Europeia (programa FEDER) e pelo orçamento nacional da República Portuguesa.

Ao Eng.º Alberto Gouveia dos Santos, das Empresas SOMIPE & SOMINA e ao Dr. João Marques pela disponibilização de dados de campo e material cartográfico, muitos deles integrados em relatórios técnicos inéditos, os devidos agradecimentos.

Dias Pereira agradece especialmente a hospitalidade do acolhimento e o valioso apoio logístico no terreno, proporcionados pela empresa mineira EuroExport (Exploração Mineira) que tem sede em Nampula.

Referências Bibliográficas

- BACHELIER, G. (1977) – Mise au point sur l'action des térmites dans les sols. Extract de *Science du Sol – Bulletin de l'A.F.E.S.*, p. 1-11.
- BOYER, P. (1982) – Quelques aspects de l'action des térmites du sol sur les argiles. *Clay Minerals*, 17, p. 453-462.
- BRAGA, M. A. & LEAL GOMES, C. (2007) - Kaolinization of the Naipa Pegmatite Group from Alto Ligonha (Zambézia - Moçambique). Poster, Núcleo de Investigação Geológica, Ordenamento e Valorização de Recursos Universidade do Minho, Braga, Portugal.
- DIAS PEREIRA, C. (2009) – Anatomia e mineralogia das edificações de *Termitidae* da Zambézia (Moçambique): aplicação em prospeção táctica a pontual de jazigos de afinidade pegmatítica. Tese de Mestrado, Universidade do Minho, 103 p.
- ESCHENBRENNER, V. (1986) - Contribution des termites à la micro-agrégation des sols tropicaux. ORSTOM, UR 605, Station de Science du Sol, INRA, p. 397-408.

- FREYSSINET, P.; ROQUIN, C.; MULLER, J. C.; PAQUET, H. & TARDY, Y. (1990) - Geochemistry and mineralogy of soils covering laterites and their use for gold exploration. BRGM, Orléans, France, p. 58-60.
- GRASSÉ, P. e NOIROU, C. (1958) – Construction et architecture chez les termites champignonnistes (*Macrotermitinae*). Proceedings of the Tenth International Congress of Entomology, Montreal, p. 515-520.
- KASCHUK, G.; SANTOS, J. C. P. & ALMEIDA, J. A. (2006) – Termite activity in relation to natural grassland soil attributes. *Sci. Agric.*, 63 (6), p. 583-588.
- LEPRUN, J. C. & ROY-NÖEL J. (1976) – Minéralogie des argiles et répartition des nids épigés de deux espèces du genre *Macrotermes* au Sénégal Occidental (Presqu'île du Cap-Vert). *Insectes Sociaux*, 23 (4), p. 535-547.
- TURNER, J. S. (2007) – Homeostasis, complexity, and the problem of biological design. Pre-proceeding of the 3rd International Workshop on complexity and philology. South Africa, p. 131-147.