



## Contribuição para o conhecimento de formações lateríticas da Guiné-Bissau

### *Contribution to the knowledge of laterite formations in Guinea-Bissau*

**Alves, P. H.<sup>1\*</sup>; Silva, T. P.<sup>2</sup>; Figueiredo, M. O.<sup>2</sup>; Ramalhal, F. J.S.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> LNEG – Laboratório Nacional de Energia e Geologia, I.P., Unidade de Geologia, Hidrogeologia e Geologia Costeira, Estrada da Portela, Apartado 7586, 2610-999 Amadora, Portugal, \* [paulo.hagendorn@lneg.pt](mailto:paulo.hagendorn@lneg.pt)

<sup>2</sup> LNEG – Laboratório Nacional de Energia e Geologia, I.P., Unidade de Recursos Minerais e Geofísica, Estrada da Portela, Apartado 7586, 2610-999 Amadora, Portugal

<sup>3</sup> ICT – Instituto de Investigação Científica Tropical, Rua da Junqueira 86, 1300-344 Lisboa, Portugal

#### Resumo

A cartografia do Cenozóico da Guiné-Bissau apresenta inúmeros problemas, nomeadamente a predominância de lateritos e solos vermelhos, com espessura de vários metros em quase todo o território, e a escassez de afloramentos e de cortes geológicos. A separação de unidades cenozóicas sempre se revelou difícil, não sendo representada na maioria das cartas geológicas. Tentando ultrapassar esta limitação, recorreu-se à amostragem em poços artesanais por todo o país, obtendo-se amostras representativas da sequência litológica atravessada, para análise sedimentológica. Apresentam-se os resultados de um estudo químico-mineralógico de amostras correspondentes sobretudo a níveis lateríticos, tendo-se recorrido ao estudo mineralógico da fração argilosa. A correspondente mineralogia mostrou-se pouco diversificada, com predomínio de caulinite, illite, gibbsite, esmectite e quartzo, e a distribuição num diagrama ternário [caulinite / quartzo+silica amorfa / goethite+hematite] permitiu considerar três zonas de concentração. Foram ensaiadas correlações entre os resultados obtidos e as unidades litostratigráficas representadas na recente edição da Carta Geológica, e ainda com as regiões/"unidades" geomorfológicas que ocorrem como superfícies de lateritização hierarquizadas. Embora os resultados não permitam definir correlações ou critérios nítidos para apoio à cartografia geológica, a distribuição das amostras, considerando a respetiva indexação à unidade litostratigráfica ou ao episódio de lateritização respetivo, contribuiu para a caracterização de fácies lateríticas e de unidades litostratigráficas.

**Palavras-chave:** Guiné-Bissau, Cenozóico, lateritos, minerais das argilas.

#### Abstract

Guinea-Bissau presents the distinctive characteristics of a very flat-lying tropical country with scarce rock outcrops exception being the several meter-thick laterites and red soils, making morphometric studies and paleocurrent analyses not possible. Geological mapping of surface deposits (Cenozoic units) always proved difficult, not being generally represented on most of the existing geological maps. Systematic sampling of 8 to 30 metre deep excavated water wells throughout the country was carried out as a way to obtain representative samples for sedimentological analyses. In this paper we present results of the chemical and mineralogical study of the clay fraction mostly from lateritic levels, trying to establish a link to the lithostratigraphic units represented in the recent edition of the Geological Map of Guinea-Bissau or to geomorphological regions probably related to successive lateritization levels. The clay mineralogy results show little variation and a predominance of kaolinite, illite, gibbsite, smectite and quartz. Distribution in a ternary diagram [kaolinite / quartz + amorphous silica / goethite + hematite] allows one to consider three areas of concentration but with limited application to geological mapping. Correlations were tested between the results obtained and the lithostratigraphic units represented on the recent edition of the Geological Map of Guinea-Bissau, and with the geomorphological regions / "units" occurring as successive lateritic levels. Although the results do not allow for correlations or clear criteria as guides for geological mapping, the distribution of samples, considering the respective indexation to lithostratigraphical unit or to episodes of lateritization, contributed to the characterization of lateritic facies and lithostratigraphic units.

**Keywords:** Guinea-Bissau, Cenozoic, laterites, clay minerals.



## Introdução

A edição da Carta Geológica da Guiné-Bissau, escala 1:400.000 (editada em 2011 pelo LNEG), recorreu a reconhecimentos geológicos e cartografia que envolveram uma extensa amostragem em todo o território e a integração de dados geológicos de vários autores. Esta Carta foi iniciada pelo Instituto de Investigação Científica Tropical (IICT, Lisboa) e pela Direcção Geral de Geologia e Minas (DGGM, Bissau), tendo os trabalhos finais de interpretação, desenho em ArcGis e publicação sido efetuados pelo LNEG. A separação de unidades cenozóicas na Guiné-Bissau sempre se revelou difícil, o que levou diversos autores a apresentar cartografias apenas com as unidades subaflorescentes. Já Teixeira (1962) referia que as manchas representadas nos esboços geológicos existentes *“se referem a camadas profundas, subjacentes à zona meteorizada e às formações superficiais”*, enquanto segundo outro autor (Teixeira 1968) *“o estudo geológico de superfície não conduz a nada, em virtude da cobertura de toda a ordem, nomeadamente de lateritos e areia”*. Bechenec (1980, 1982) e Mamedov (1980), também não contemplam nas suas cartografias da metade Leste do país essas formações, aspeto em parte ultrapassado na recente Carta Geológica editada pelo LNEG. Dada a escassez de publicações sobre a geologia e geoquímica da Guiné-Bissau, pretende-se contribuir para um conhecimento mais profundo, abordando os minerais argilosos numa tentativa de apoio à definição de critérios cartográficos e de caracterização da litostratigrafia, face às semelhanças litológicas que as diversas formações muitas vezes apresentam.

### A Guiné-Bissau

Com uma área de 36.125 km<sup>2</sup>, a Guiné-Bissau tem uma morfologia aplanada, em que menos de 3% do território tem cota superior a 100 m. Apresenta uma rede hidrográfica muito penetrativa e extensas

áreas de aluviões e mangal. Os reconhecimentos geológicos são condicionados pela presença de solos avermelhados e lateritos espessos, e de um denso coberto vegetal que se reduz na época seca, conferindo ao território uma aparente monotonia geológica. Nesta região do NW de África estão representados o Cratão Oeste Africano (sem ocorrência na Guiné-Bissau), cadeias orogénicas (Panafricano I e II, e Hercínico) e Bacias meso-cenozóicas, com a sub-bacia da Guiné-Bissau incluída na Bacia do Senegal. Geologicamente e de forma sintética, pode considerar-se o país subdividido na metade Leste, constituída por um substrato paleozóico e precâmbrico, que aflora apenas em cerca de 5% da área devido a coberturas cenozóicas de espessura até 30m, e na metade Oeste, onde ocorre a Bacia Meso-cenozóica, relacionada com a abertura do Atlântico, formada por preenchimento sedimentar em progradação. A evolução geológica do país durante o Cenozóico e especialmente no Quaternário, foi marcante para a geomorfologia e para a litostratigrafia, com: i) sedimentação fluvial, responsável por muitos dos depósitos arenosos e areno-argilosos que cobrem o território; ii) formação de rochas lateríticas desde o final do Paleocénico (Michel 1973), correspondendo às fácies que mais caracterizam a superfície de todo o país, por vezes com espessura da ordem dos 10 m, ou em episódios sucessivos correspondentes a fases de lateritização distintas; iii) evolução do relevo particularmente importante no Quaternário, não só com desenvolvimento de vastos glaciais e encouraçamentos, verificando-se uma hierarquização de patamares, mas também, sobretudo nos últimos 100.000 anos, através da ação de episódios transgressivos e regressivos, responsáveis pelo relevo actual e pela presença de extensas baixas inundadas durante a praia-mar, preenchidas por depósitos arenosos, areno-argilosos e vasas (ver referências em Alves 2007; Alves 2010).



## Materiais e Métodos

Os afloramentos nas formações meso-cenozóicas são raros e com quase total ausência de barreiras para observação de cortes geológicos, dificultando a definição da litostratigrafia e a colheita de amostras representativas, pelo que foi implementada uma técnica de amostragem em poços artesanais de captação de água, atravessando a sequência litológica em 118 locais distribuídos por todo o país, atingindo uma profundidade média de 13 m e máxima de 28,4 m (Alves & Carvalho, 2003; Alves 2012). Foram selecionadas cerca de 550 amostras para análise sedimentológica, com base na sua provável indexação a diferentes contextos geológicos de lateritização. A fração argilosa (retirada da fração lutítica) foi depositada em lâminas de vidro por pipetagem a partir da suspensão em água destilada, de forma a ficar orientada por “decantação natural”. O estudo mineralógico da fração argilosa e da amostra total foi efetuado por difração de raios X (DRX). Utilizou-se um gerador PW-1730 com potência máxima de 4 kW e um difratómetro Philips PW-1500 (IICT-CCM/Centro de Cristalografia e Mineralogia), equipado com uma âmpola de cobre de ânodo largo e um monocromador de cristal curvo de grafite, obtendo-se a radiação  $\text{Cu K}\alpha$  ( $\lambda=1,542 \text{ \AA}$ ). A análise química quantitativa de elementos maiores e menores efetuou-se por espectrometria de fluorescência de raios-X por dispersão em comprimentos de onda (FRX-DCO), tendo sido utilizado um espectrómetro automatizado Philips PW-1400 (IICT-CCM), equipado com âmpola de ródio e *software* X40.

## Resultados e Discussão

A mineralogia da fração argilosa das amostras recolhidas nos poços estudados é pouco diversificada, com predomínio de caulinite [ $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ ], illite, esmectite, gibbsite [ $\text{Al}(\text{OH})_3$ ] e quartzo. A caulinite encontra-se presente em quase todas as amostras e profundidades, como seria de

esperar face à alteração ferralítica verificada. A illite foi identificada em cerca de 2/3 dos poços estudados, ocorrendo em geral na base ou na metade inferior destes; por vezes, e de forma pouco marcada, cons-tata-se uma redução da presença de illite para o topo, o que se justifica por ocorrer maior remoção do potássio à superfície. A gibbsite, além da região do Boé, foi raramente identificada e apenas de forma vestigial no norte do país, na zona de Bissau e no nordeste. A sua ocorrência no Boé relaciona-se com a predominância local de aplanções antigas encouraçadas que incluem bauxitos. A esmectite é vestigial na maioria dos casos, ocorrendo sobretudo nas amostras do topo, e foi detetada praticamente em todos os poços localizados em regiões atribuídas ao Miocénico. A mineralogia da amostra total revelou adicionalmente a presença de goethite [ $\alpha\text{-FeO}(\text{OH})$ ], hematite [ $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ] e boehmite [ $\text{AlO}(\text{OH})$ ], tendo algumas amostras apresentado caulinite desordenada. De acordo com os resultados da análise química, as amostras são constituídas maioritariamente por  $\text{SiO}_2$  (acima de 25%),  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (até 40%) e  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (até 60%). Numa tentativa de correlação entre estes resultados e a mineralogia da amostra total, calculou-se a percentagem de caulinite, assumindo que todo o alumínio está contido neste mineral; o silício excedente faria parte do conjunto quartzo e sílica amorfa, enquanto o ferro estaria todo na goethite e hematite. Estes cálculos foram efetuados para cerca de 80 amostras, nas quais a illite e a esmectite não ocorriam, ou eram apenas vestigiais, estando ausentes a gibbsite e a boehmite. A representação das percentagens assim calculadas num diagrama ternário [caulinite/quartzo+sílica amorfa /goethite+hematite] (Fig. 1) mostra que a maioria das amostras estudadas se distribui por três domínios: um grupo mais rico em caulinite e contendo menos sílica livre (tracejado), um pequeno grupo em que os minerais férricos estão escassamente representados (ponteados) e um grupo



intermédio mais vasto (traço-ponto). Circundando estes domínios, encontram-se três amostras francamente quartzosas, duas amostras de elevado teor em ferro colhidas no “Planalto Bafatá-Gabu” (Eocénico superior – Oligocénico; Michel, 1973) e uma amostra rica em caulinite proveniente de lateritos do “Planalto do Boé” (Paleocénico-Eocénico médio; Michel, 1973).

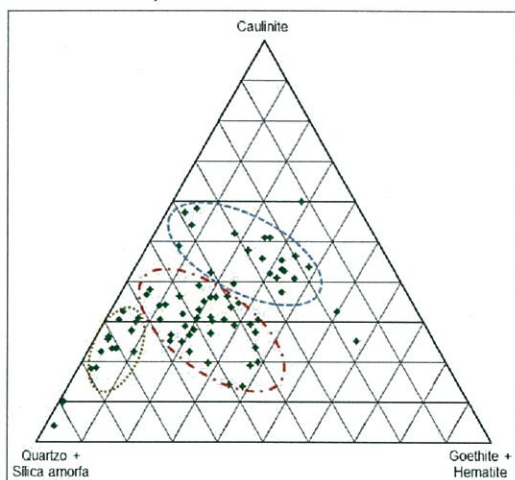


Fig. 1 – Diagrama ternário figurando a mineralogia das amostras estudadas, colhidas em poços artesanais na Guiné-Bissau.

### Comentários e Conclusões

A distribuição das amostras, considerando a respetiva indexação à unidade litostratigráfica ou ao episódio de lateritização respetivo, embora não permita definir de imediato correlações ou critérios nítidos para apoio à cartografia geológica, contribuiu para a caracterização interpretativa de fácies lateríticas e de unidades litostratigráficas. Não tendo sido nitidamente reconhecidos outros fatores (tais como litologias, idades, morfologias), a composição química e mineralógica são os únicos fatores comuns a cada domínio, expressando os processos geoquímicos envolvidos, com realce para os relacionados com a pedogénese ferralítica (corroborada pelo predomínio da caulinite). Esses processos dependeram não só das condições morfo-climáticas regionais, mas também da constância das zonas de proveniência dos materiais

sedimentares (desde pelo menos o Cenozóico). A identificação mineralógica das argilas constituiu mais um elemento de apoio à separação de horizontes nos perfis amostrados em poços (série deposicional e perfil de alteração). Trata-se, no entanto, de questões merecedoras de uma melhor caracterização futura, recorrendo inclusivé a outros métodos analíticos.

### Agradecimentos

As amostragens, trabalhos no terreno e grande parte da componente analítica foram efectuadas no âmbito do Projecto da Carta Geológica da Guiné-Bissau (IICT; LNEG; DGGM-Bissau; Camões – Instituto da Cooperação e da Língua; FCT – Fundação para a Ciência e Tecnologia), cujo financiamento se agradece.

### Bibliografia

- Alves, P.H., 2007. *A Geologia Sedimentar da Guiné-Bissau. Da análise geral e evolução do conhecimento ao estudo do Cenozóico. Tese Doutoramento*, Fac.Ciências, Univ.Lisboa (inédito) 500p., 156 fotos.
- Alves, P.H., 2010. Geologia da Guiné-Bissau. Actas do X Congresso de Geoquímica dos Países de Língua Portuguesa/XVI Semana de Geoquímica, 3-10. <http://repositorio.lneg.pt/handle/10400.9/1227>
- Alves, P.H., 2012. Cartografia Geológica da Guiné-Bissau (Poster). “Colóquio Internacional. Ciência nos Trópicos”. IICT, Lisboa (5-7 Jan. 2012). <http://repositorio.lneg.pt/handle/10400.9/1759>
- Alves, P.H., Carvalho, H., 2003. Cartografia geológica em países tropicais: metodologia de trabalho na Guiné-Bissau. *Ciências da Terra*, V, F5-F8.
- Bechennec, F., 1980. Mission de Cartographie et de Prospection de la Guinée-Bissau. Tome I, Etude Géologique du Nord-Est de la Guinée-Bissau. BRGM, 79 RDM 060 AF, Orléans (inédito), 41p. + mapas.
- Bechennec, F., 1982. Carte géologique Gabu. Carte géologique Bafatá. Echelle 1:100.000. DGGM (Bissau) / BRGM (Orléans).
- LNEG, 2011 – Carta Geológica da República da Guiné-Bissau, escala 1:400.000. LNEG-DGGM (Direção Geral de Geologia e Minas, Bissau), Lisboa.
- Michel, P., 1973. *Les bassins des fleuves Sénégal et Gambie. Étude géomorphologique*. (Thèse Strasbourg 1970), Mémoire ORSTOM, 63, 752 pp.
- Mamedov, V., 1980. Geologia e Minérios da República da Guiné-Bissau. DGGM, Bissau (inédito), 148p. Carta 1:500.000 (inédito).
- Teixeira, A.J.S., 1962. Os solos da Guiné portuguesa. Estudos, Ensaios e Documentos, 100, JIU, Lisboa, 397 p., carta 1:500.000.
- Teixeira, J.E., 1968. Geologia da Guiné Portuguesa. In *Curso de Geologia do Ultramar, Junta de Investigações do Ultramar*, Vol.1, Lisboa, 53-104, carta 1:500.000.