

RESUMOS DE TESES

CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA E GEOQUÍMICA DOS METAMAGMATITOS E METASSEDIMENTOS DA REGIÃO DE PLANALTO DE MINAS, MUNICÍPIO DE DIAMANTINA, MG.

ANA MARIA DIAS CHULA

Rua Major Lopes 738/1001 – Bairro São Pedro – Belo Horizonte (MG). CEP.: 30330050. Tel. (fax): (031) 2257184. e-mail: anaal@gold.com.br

A região estudada engloba os distritos de Planalto de Minas e Desembargador Otoni (coordenadas 43°22'33'' e 43°15'59'' W e 17°32'17'' e 17°43'22'' S) a nordeste da cidade de Diamantina e localiza-se na transição entre os segmentos meridional e setentrional da Serra do Espinhaço (MG). Nessa área afloram rochas pertencentes a duas unidades tectonoestratigráficas pré-cambrianas: o Supergrupo Espinhaço e o Grupo Macaúbas, além de sedimentos, coberturas aluviais e eluviais e carapaças limoníticas de idade Terciária/Quaternária.

O Grupo Macaúbas é representado por espessas sequências de metapelitos (ritmitos), freqüentemente com seixos esparsos (dropstones), centimétricos a decimétricos de quartzitos, metapelitos, quartzo e rochas granitóides, além de intercalações menores de metarenitos. Essas rochas recobrem as unidades do Supergrupo Espinhaço em discordância angular e erosiva.

O Supergrupo Espinhaço ocupa a maior parte da superfície da área mapeada e é representado por três formações litoestratigráficas distintas, assim empilhadas da base para o topo: Formação Planalto de Minas, Tapera e Serra do Atalho. A Formação Planalto de Minas é composta principalmente por xistos verdes (metabasaltos) que podem ser separados em maciços, bandados e amigdaloidais, ocorrendo também raras intercalações de quartzitos e filitos. Do ponto de vista petrográfico os xistos verdes são classificados em epidoto-actinolita xistos, clorita-actinolita xistos e plagioclásio-actinolita xistos. A Formação Tapera é representada por metarenitos finos, micáceos, laminados, com intercalações milimétricas a decamétricas de sericita-quartzito xistos, localmente com intercalações de xistos verdes e, mais raramente, de filitos e metaconglomerados. A Formação Serra do Atalho é caracterizada por espessos pacotes de metarenitos puros ou micáceos, finos a médios, freqüentemente com grânulos de quartzo e, muitas vezes, ricos em estratificações cruzadas. É comum

a presença de intercalações de sericita-quartzito xistos e eventualmente de metaconglomerados monomíticos e polimíticos, filitos hematíticos e xistos verdes. Corpo pouco espesso (mas de grande continuidade lateral) de metariolito pode aparecer próximo à base desta formação ou na região de contato com a formação subjacente, e possui idade de 1752 ± 2 Ma (Machado et al. 1989).

A organização estrutural das unidades pré-cambrianas da área é relativamente simples, conformando faixas alinhadas na direção geral N-S, eventualmente com imbricações tectônicas, definindo no conjunto, homoclinais com mergulhos para leste. Na parte nordeste da área mapeada as unidades infletem para nordeste. A associação das estruturas tectônicas menores (dobras assimétricas, sigmoides de quartzo, estruturas S-C, lineação mineral, entre outras) indicam um evento deformacional principal com transporte de leste para oeste.

A composição química dos xistos verdes analisados mostra uma marcante homogeneidade, tanto em termos de óxidos maiores como de elementos menores e terras raras, e permitiu a verificação de que eles correspondem a metabasaltos toleíticos de caráter subalcalino, cujos padrões das curvas de ETR e diagramas de elementos higromagmatófilos indicam formação em ambiente de rift continental. As metavulcânicas ácidas, apesar do elevado grau de alteração e deformação, correspondem a metariolitos de caráter subalcalino e ambiente intraplaca.

Através dos dados litoestratigráficos, estruturais e geoquímicos obtidos, sugere-se que a área mapeada possui uma evolução geológica do tipo rift continental, marcada por um vulcanismo básico inicial representado pelos xistos verdes, confirmado pelo caráter fluvial das formações Tapera e Serra do Atalho. A presença de metavulcânicas ácidas (metariolitos) e básicas (xistos verdes) pode vir a caracterizar um magmatismo bimodal, típico de ambientes de rift.

The studied region includes the districts of Planalto de Minas and Desembargador Otoni (coordinates 43°22'33'' and 43°15'59'' W and 17°32'17'' and 17°43'22'' S) in the northeast of Diamantina and is located in the transition of the southern and northern segments of the Espinhaço Range (MG). In these area occur rocks of two Precambrian tectonostratigraphic units: the Espinhaço Supergroup and the Macaúbas Group, as well as sediments, alluvial and eluvial covers and Tertiary/Quaternary limonitic covers.

The Macaúbas Group is represented by thick metapelites sequences (rhythmites), frequently with isolated centimetric to decimetric pebbles (dropstones) composed by quartzites, metapelites, quartz and granitoid rocks, as well as thin intercalations of metarenites. These rocks overly the units of Espinhaço Supergroup with angular and erosive unconformity.

The Espinhaço Supergroup crops out in the major part of the mapped area and is represented by three different lithostratigraphic formations, piled up from the bottom to the top: Planalto de Minas, Tapera and Serra do Atalho formations. The Planalto de Minas Formation is mainly composed by massive, banded and amygdaloidal greenschists (metabasalts) interbedded with quartzites and phyllites. The greenschists are classified in epidote-actinolite schists, chlorite-actinolite schists and plagioclase-actinolite schists. The Tapera Formation is represented by thin, laminated and micaceous metarenites, with milimetric to decametric beds of sericite-quartz schists, sometimes with interbedded greenschists, phyllites and metaconglomerates. The Serra do Atalho Formation is characterized by thick layers of pure or micaceous, fine to medium grained metarenites, frequently with some quartz granules and cross-bedding. Intercalations of sericite-quartz schists are common and even-

tually occur beds of monomict or polymict metaconglomerates, hematitic phyllites and greenschists. A thin body (but with expressive lateral continuity) of metarhyolite (Zrc/U-Pb, 1752 ± 2 Ma, Machado et al. 1989) appears near the base of this formation or in the contact region with the underlying formation.

The structural framework of the Precambrian units of the area shows lined bands in the N-S trend, eventually with tectonic imbrications. The main structures are homoclinal dipping to the east. In the northeast part of the area the units inflect to the northeast. The association of small tectonic structures (asymmetric folds, sigmoides of quartz, S-C structures, mineral lineation, among others) indicate a strong deformational event with transport from east to west.

The chemical composition of the analysed greenschists shows a outstanding homogeneity, in terms of major oxides, minor elements and rare earth, and allowed the verification that they correspond to tholeiitic metabasalts of subalkaline affinity. REE curves and H-elements diagrams indicate a continental rift environment. The acid metavulcanics, although the high grade of alteration and deformation, correspond to metarhyolites of subalkaline affinity and within-plate environment.

Based in the lithostratigraphics, structurals and geochemicals informations, is suggested that the mapped area has a geologic evolution of a rift continental, marked in the beginning by a basic volcanism (represented by greenschists), confirmed by the characteristics of the fluvial deposits of the metasediments of the Tapera and the Serra do Atalho formations. The presence of acid (metarhyolites) and basic (basalts) metavulcanics can characterize a bimodal magmatism, typical of rift environment.

* Resumo nº 553- Dissertação de Mestrado -agosto de 1996 - Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais.

SEDIMENTAÇÃO E TECTÔNICA CENOZÓICAS NO MÉDIO VALE DO RIO DOCE (MG, SUDESTE DO BRASIL) E SUAS IMPLICAÇÕES NA EVOLUÇÃO DE UM SISTEMA DE LAGOS.

CLAUDIO LIMEIRA MELLO

Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Janeiro. Cidade Universitária, Ilha do Fundão. CEP 21.949-900. Rio de Janeiro (RJ). tel.: (021) 598-3292 / 3293 - fax.: (021) 598-3294 / 3280 - e-mail: limeira@igco.ufrj.br

Aspectos geomorfológicos e sedimentares na região do médio vale do rio Doce (MG) têm sido referidos na literatura como de grande interesse para a compreensão da evolução dos ambientes tropicais úmidos durante o Quaternário. Esses aspectos podem sustentar discussões importantes sobre a influência de condicionantes paleoclimáticos e/ou neotectônicos. Destaca-se, na região, a presença de notável sistema de lagos barrados. Neste estudo, um novo enfoque é dado à história da evolução cenozóica regional, através da análise estratigráfica dos depósitos cenozóicos, sistematizada pela Alostratigrafia e apoiada em datações por radiocarbono. Além disso, propõe-se um modelo sobre a origem e evolução do sistema de lagos no contexto evolutivo regional, com base em levantamentos geofísicos (sismoestratigráficos). Análises geomorfológicas regionais (mapas de hipsometria e de desnivelamentos altimétricos) e levantamentos detalhados de aspectos geológico-estruturais (particularmente de juntas e falhas que afetam os depósitos cenozóicos identificados) subsidiam idéias sobre a atuação de mecanismos neotectônicos.

No quadro estratigráfico regional, são estabelecidas quatro unidades aloestratigráficas, designadas como aloformações, que possuem, também, significado morfoestratigráfico: **a) Aloformação Macuco** _ compreende os depósitos mais antigos, compostos de sedimentos argilosos e areno-argilosos, amarelados a avermelhados, maciços, com nível de cascalhos grossos na base. São interpretados como sedimentos de sistemas fluviais torrenciais e de leques aluviais. Caracterizam uma superfície geomorfológica aplainada, em discordância erosiva sobre uma provável couraça ferruginosa decomposta. A estes depósitos é atribuída, tentativamente, idade pliocênica; **b) Aloformação Ribeirão Santa Isabel** _ areias médias a grossas, argilosas, amareladas, tendo a base marcada por camadas de cascalhos arredondados. Preservam-se em feições de terraços fluviais reafeiçoados como interflúvios. Estes depósitos são interpretados como de origem fluvial torrencial e por processos de fluxos de detritos. Admite-se para esta unidade uma idade pleistocênica; **c) Aloformação Santo Antônio do Requerente** _ sedimentos arenosos e argilosos, oxidados, amarelados e avermelhados, em camadas tabulares, preservados sob uma superfície de entalhamento regional dos vales fluviais e cabeceiras de drenagem. Constituem depósitos de origem aluvial a alúvio-coluvial, datados como holocênicos (Holoceno inicial a médio) e relacionados a um importante evento de sedimentação em leques aluviais e canais fluviais de baixa sinuosidade; **d) Aloformação Ribeirão Mombaça** _ areias e siltes argilosos, castanhos, orgânicos, em camadas tabulares a lenticulares, depositados em um ambiente fluvial meandrante. Estão preservados nos terraços baixos e planícies de inundações dos cursos fluviais atuais. Apresentam idades que atestam sua origem sub-atual, apresentando, pelo menos em parte, evidências de ação antrópica, constituindo depósitos tecnogênicos.

Conjuntos de juntas e falhas afetam as unidades estratigráficas de modo diferenciado, permitindo reconhecer a atuação de quatro fases

tectônicas durante a evolução cenozóica da região: **a) regime tectônico transcorrente sinistral E-W** _ fase tectônica mais antiga, cujas estruturas afetam somente os sedimentos da Aloformação Macuco. Esta fase tectônica provavelmente deu origem à depressão topográfica do médio vale do rio Doce, levando à fragmentação da antiga superfície de aplainamento, em blocos escalonados com orientação NE-SW; **b) regime tectônico transcorrente dextral E-W** _ fase de tectonismo de idade holocênica, que afeta os sedimentos das aloformações Macuco e Ribeirão Santa Isabel, sendo responsável por uma importante segmentação estrutural da depressão do médio vale do rio Doce em blocos topográficos orientados segundo direções NW-SE e E-W. Propõe-se a sua influência, pelo menos em parte, durante o evento deposicional da Aloformação Santo Antônio do Requerente; **c) regime tectônico de extensão NW-SE** _ afeta os depósitos das aloformações Macuco, Ribeirão Santa Isabel e Santo Antônio do Requerente, sendo responsável por migrações fluviais abruptas que se relacionam à origem dos lagos; **d) regime tectônico de compressão E-W** _ trata-se do regime de esforços tectônicos atual.

Levantamentos sismoestratigráficos realizados no lago Dom Helvécio permitiram a identificação de sucessões sedimentares coluviais e aluviais anteriores à formação do lago, sobrepostas por depósitos lacustres. Ressalta-se que as análises estratigráficas documentam uma contemporaneidade entre o início da sedimentação lacustre (em torno de 9.000 anos A.P.) e a deposição aluvial registrada pela Aloformação Santo Antônio do Requerente, sugerindo um provável condicionamento neotectônico. A barragem e instalação definitiva do lago Dom Helvécio deveu-se a um mecanismo de falhamento normal relacionado ao regime tectônico de extensão NW-SE, também responsável pela migração abrupta do curso fluvial do rio Doce. O paleocanal do rio Doce encontra-se, atualmente, bordejado pela principal concentração de depressões lacustres no sistema de lagos. Todas estas características geomorfológicas relacionam-se ao mecanismo tectônico descrito.

Embora os estudos palinológicos na região reconheçam condições paleoclimáticas mais secas que as atuais durante o Holoceno, e associem-nas à elevada produção de sedimentos aluviais e à conseqüente barragem dos lagos, considera-se neste estudo que o principal mecanismo de formação do sistema de lagos do médio vale do rio Doce seja neotectônico.

O quadro estratigráfico apresentado correlaciona-se ao da região do médio vale do rio Paraíba do Sul, principalmente no intervalo quaternário. As fases tectônicas identificadas possuem, também, correspondência com o modelo de evolução tectônica discutido para o Rife Continental do Sudeste do Brasil. Todos estes fatos constituem argumentos importantes para o futuro estabelecimento de uma cronologia de eventos sedimentares e tectônicos abrangendo o Cenozóico da região Sudeste do Brasil.

Remarkable geomorphologic and sedimentologic features described in the middle valley of the Doce River (Minas Gerais State, southeastern Brazil) by previous authors have been considered as potentially important to explain the Quaternary paleoenvironmental evolution of humid tropics. These characteristics are also an important argument to support discussions concerning to paleoclimatic and/or neotectonic controls on their evolutionary history. The most impressive feature in the area is represented by a Quaternary barred lake system.

In the present study, new approach on the Cenozoic evolution of this area is proposed, based on careful allostratigraphic analysis and radiocarbon dating of the Cenozoic deposits. The origin and evolution of the lake system are interpreted based on regional geomorphologic and stratigraphic studies, and geophysical data (seismic stratigraphic interpretations). The regional geomorpho-

logic analyses (hypometric ranges and fluvial dissection grades maps) combined with structural analysis of joints and faults in the Cenozoic sediments support neotectonic interpretations.

The Cenozoic stratigraphic column includes four allostratigraphic units, ranked as alloformations, which have also morphostratigraphic significance. Macuco Alloformation comprises the oldest sedimentary deposits recognized. It is characterized by massive, yellowish to reddish clayey and sandy-clayey sediments; its lower boundary is marked by a concentration of coarse gravels. These sediments are related to flash floods and debris flows deposits in an alluvial fan system. They are identified by a flat and high geomorphologic surface, and exhibit an unconformable contact on a weathered ferruginous material. Macuco Alloformation is interpreted as Pliocene in age. Ribeirão Santa Isabel Alloformation comprises massive, yellowish clayey sands (medium to coarse), with its lower

boundary marked by rounded clast-supported gravel beds. These deposits are associated with geomorphologic features as an interfluvial-like reshaped fluvial terrace. This unit is interpreted to be related to flash floods and debris flows. It is supposed to be Pleistocene in age. **Santo Antônio do Requerente Alloformation** includes interbedded tabular layers of oxidized, reddish to yellowish, sandy and clayey sediments. These deposits are identified by a remarkable flat surface derived from the filling-up of regional valley bottoms and headwaters. It comprises early to middle Holocene sediments related to alluvial fan and low-sinuosity fluvial channel processes. **Ribeirão Mombaça Alloformation** includes tabular to lenticular layers of sands, and brownish, organic, clayey silts, deposited during the late Holocene. They are associated with meandering fluvial channel processes. These deposits are preserved on the lower terraces and floodplains of present rivers. Radiocarbon ages point to a technogenic influence in the upper part of these deposits.

Distinctive sets of joints and faults affect the majority of the allostratigraphic units. It is possible to recognize four tectonic stages during the regional Cenozoic evolution. **E-W sinistral transcurrent stage** corresponds to the oldest tectonic deformation, showed only at the Macuco Alloformation. This tectonic stage was probably responsible for the depressed topographic compartment of the middle Doce River valley, and its faults cut the surface related to the Macuco Alloformation giving rise to several high and low topographic blocks with NE-SW trend. **E-W dextral transcurrent stage** corresponds to a Holocene tectonic event affecting the Macuco and Ribeirão Santa Isabel alloformations. This stage is responsible for an important NW-SE and E-W structural segmentation of the middle Doce River valley depression, also influencing the sedimentary episode recorded by the Santo Antônio do Requerente Alloformation. **NW-SE extensional stage** affects the Macuco, Ribeirão Santa Isabel and Santo Antônio do Requerente alloformations, and promotes

abrupt channel migrations. This tectonic stage was probably responsible for the origin of the lake system. **E-W compressional stage** corresponds to the present tectonic stress field.

Seismic stratigraphic analysis performed at the Dom Helvécio Lake shows submerged sediments older than lake formation, overlaid by the lacustrine deposits. Stratigraphic analyses confirm the beginning of the lacustrine sedimentation around 9,000 years B.P., simultaneously to the alluvial sedimentation by the Santo Antônio do Requerente Alloformation, as a consequence of neotectonic activities. A NE-SW normal fault related to the NW-SE extensional tectonic stage is responsible for the final damming of the Dom Helvécio Lake, associated with the Doce River channel migration. At the present time, the Doce River paleochannel is bordered by the major lake concentration within the lake system. All these geomorphologic features can be explained by the already recognized neotectonic setting.

At the studied area, palynologic analyses of the Quaternary sediments suggest Holocene paleoclimate was sometimes drier than presently, thus originating an intense alluvial sedimentation and lake dam formation. However, in this work, neotectonic mechanisms are interpreted as the main control for the origin of the middle Doce River valley lake system.

The stratigraphic column described in this area shows a good correlation with the column proposed for the middle Paraíba do Sul River valley. Besides, the Cenozoic tectonic stages recognized at the middle Doce River valley show a remarkable resemblance with the tectonic model proposed for the Southeastern Brazil Continental Rift.

These facts are important arguments that, in the future, can be used to establish a more adequate chronology for the Cenozoic continental sedimentation and associated neotectonic events in southeastern Brazil.

* Resumo nº 554 - Tese de Doutorado - novembro de 1997 - Instituto de Geociências - Universidade de São Paulo

ANÁLISE ESTRATIGRÁFICA DA BACIA CORUMBÁ (NEOPROTEROZÓICO) - MATO GROSSO DO SUL

PAULO CÉSAR BOGGIANI

Centro de Ciências Exatas e Tecnologia - UFMS - Caixa Postal 649 - Campo Grande - MS - CEP. 79 070-900, tel/fax (067) 787-2124

O estudo teve como objetivo a análise da evolução sedimentar do Grupo Corumbá. Esta unidade aflora na região central da América do Sul, com exposições no Planalto da Bodoquena e nos arredores do Maciço de Urucum, constituindo parte da Faixa de Dobramentos Paraguai e da cobertura cratônica.

A Faixa de Dobramentos Paraguai, relacionada ao evento orogênico Pan - Africano - Brasileiro, ocorre a sudeste do Cráton Amazônico e a leste do Bloco Rio Apa, onde compreende metassedimentos neoproterozóicos, de baixo grau metamórfico, que se estendem sobre o cráton.

São características desta unidade geotectônica a deformação polifásica, com dobras isoclinais e falhas de empurrão de vergência para oeste e noroeste, e o escasso registro vulcânico básico. Apresenta extensão de 1500 km, com exposições em Goiás (sudoeste), Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, formando o conjunto um grande arco com a convexidade voltada para o cráton.

Apesar das diversas e controvertidas subdivisões estratigráficas propostas para as unidades aflorantes, é possível distinguir três conjuntos. O inferior é representado pelo Grupo Cuiabá, caracterizado por metassedimentos predominantemente pelíticos de caráter turbidítico. O conjunto médio é marcado por sucessões carbonatadas (Grupo Corumbá e Formação Araras) recobrimdo sedimentos glaciomarinhos (Formação Puga). O superior é representado por arenitos e folhelhos continentais (Grupo Alto Paraguai).

As unidades carbonáticas pertencem ao Grupo Corumbá, na porção meridional da faixa, e à Formação Araras ao norte, originadas em contextos paleoambientais e estratigráficos distintos.

O Grupo Corumbá é representado por sucessão de aproximadamente 700 m de espessura. Apresenta, na base, conglomerados, arenitos e pelitos (formações Cadiucus e Cerradinho) passando a

dolomitos, silixitos e rochas fosfáticas (Formação Bocaina) e calcários e pelitos carbonosos (Formação Tamengo) recobertos por espesso pacote pelítico (Formação Guaicurus).

Na Formação Tamengo, são encontrados os fósseis metazoários *Cloudina* e *Corumbella*, enquanto que na Formação Bocaina há abundante registro estromatolítico associado a ocorrências de rochas fosfáticas.

O Grupo Corumbá, como um todo, possui registro estratigráfico típico das demais sucessões neoproterozóicas pós-glaciação Varanger, relacionado a *rifting* de supercontinente neoproterozóico, provavelmente o Pannotia.

A investigação de isótopos de C_{13} O permitiu identificar, na Formação Tamengo, a variação de $\delta_{13}C_{PDB}$ de valores negativos (-3) para positivos (+5), interpretada como incursão positiva ediacarana, encontrada em demais sucessões carbonáticas pós-glaciação Varanger.

O estudo de fácies sedimentares possibilitou definir duas seqüências estratigráficas relacionadas à evolução de bacia *rift-to-drift*, aqui definida como Bacia Corumbá. A primeira seqüência (estágio *rift*), essencialmente terrígena, é constituída pelas formações Cadiucus e Cerradinho. A segunda (estágio *drift*) abrange as formações Bocaina, Tamengo e Guaicurus. Separando as duas seqüências, foi identificada marcante superfície erosiva, denominada Superfície de Aplainamento Pedra Branca.

A Formação Araras, exposta na porção norte e nordeste da Faixa Paraguai, na Serra das Araras e no Sinclinal da Guia, apresenta distribuição faciológica relativamente mais homogênea do que a encontrada no Grupo Corumbá. A metade inferior da Formação Araras é formada por calcários calcíticos e ritmitos (calcário/folhelho carbonoso) e a superior por dolomitos com estromatólitos. A

deposição destes carbonatos teria ocorrido em provável mar epicontinental, com passagem gradativa para sedimentação litorânea da Formações Raizama e continental das formações Sepotuba e Diamantino.

This thesis reports the results of the stratigraphic analysis of the Neoproterozoic Corumbá Group, that crops out in the Bodoquena Plateau and adjacent to the Maciço do Urucum, in Mato Grosso do Sul, Brazil, central South America. Rocks of the Corumbá Group constitute part of the Paraguay Mobile Belt and partially cover the southeast margin of the Amazon Craton.

The Paraguay Mobile Belt (Pan-African-Brasiliano orogenic event) is a 1500-km-long arc convex towards the craton. It is characterized by low-grade metamorphic and sedimentary rocks subjected to polyphase deformation, with isoclinal folds and inverse faults with westward and northwestward vergency.

Three principal successions are recognized in this region, the lowest is represented by Cuiabá Group, which is made up of pelitic sediments of turbiditic character. The intermediate succession is marked by the carbonates of the Corumbá Group and Araras Formation which overlie glaciogenic sediments (Puga Formation). The uppermost succession comprises the sandstones and continental shales of the Paraguai Group.

The carbonate units were deposited in two distinct sedimentary environments and stratigraphic contexts. The Corumbá Group occurs in the southern portion of the Paraguay Mobile Belt and the Araras Formation in the north. The Corumbá Group reaches 700m in thickness and presents from the bottom to the top: conglomerates, sandstones and pelitic sediments (Cadieus and Cerradinho formations); dolostones (Bocaina Formation), limestones and carbonaceous shales (Tamengo Formation); and shales (Guaicurus Formation).

Fechando a evolução geológica da Faixa Paraguai, ocorreram as deformações tectônicas brasilianas, mais intensa nas porções orientais da faixa, seguida de magmatismo granítico pós-tectônico, com idade ao redor de 500 Ma.

Through the study of sedimentary facies, it was possible to recognize two stratigraphic sequences related to the evolution of a rift-to-drift basin, here defined as the Corumbá Basin. The lower terrigenous sequence (rift stage) is composed of the Cadieus and Cerradinho formations. The upper sequence (drift stage) includes the Bocaina, Tamengo and Guaicurus formations. These sequences are separated by an outstanding erosional surface here called Pedra Branca Unconformity.

*Among the fossils in the Corumbá Group are the metazoan fossils *Cloudina* and *Corumbella* in the Tamengo Formation and stromatolites, which may be associated with phosphatic rocks, in the Bocaina Formation.*

The investigation of stable isotopes (C,O) revealed a variation of $^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ from negative (-3 ‰) to positive (+5 ‰), interpreted here as the Ediacaran Positive Excursion which is found in all other post-Varanger carbonatic successions.

The Araras Formation (in the northern part of the Paraguay Mobile Belt) presents a more homogeneous facies distribution than the Corumbá Group. The lower part of this formation is composed of calcitic limestones and rhythmites (limestones/carbonaceous shale) and the upper presents stromatolitic dolostones. These carbonates were deposited under epeiric marine conditions that gave way upwards to terrigenous sedimentation of the Raizama, Sepotuba and Diamantino formations.

The final stages in the geological evolution of the Paraguay Mobile Belt was marked by intense Brasiliano tectonic deformation in this eastern portion followed by post-tectonic granitic magmatism at about 500 Ma.

* Resumo nº 555 - Tese de Doutorado – janeiro de 1998 - Instituto de Geociências – Universidade de São Paulo

OCORRÊNCIA E DISTRIBUIÇÃO DE NANOFÓSSEIS CALCÁRIOS NO GRUPO TALARA, BACIA TALARA NO NOROESTE DO PERU.

JESÚS YANINA NARVÁEZ RODRÍGUEZ

Av. Prolongación Arica 2522, apto. 100. -Urbanización Trinidad. Lima 1, PERÚ -jynrodri@hotmail.com ou jnarvaez@correo.ulima.edu.pe

O Grupo Talara (Bacia Talara, Eoceno do Noroeste do Peru), é constituído pelas formações Folhelhos Talara, Arenitos Talara e Pozo.

Alguns desses intervalos estratigráficos apresentam ocorrências de microfósseis. Contudo, há ausência de informações mais detalhadas quanto à sistemática e paleoecologia, além da falta de um esquema bioestratigráfico formal e de ampla utilização.

Trinta e quatro táxons de nanofósseis calcários são registrados no Grupo Talara (Eoceno, Bacia Talara), no Noroeste do Peru, em amostras de calha dos poços "Negritos" e "Carpitas" (Graña Montero Petrolera S.A), dos quais trinta e três são noticiados pela primeira vez na unidade.

A partir da observação do estado de preservação dos táxons da seção do poço Negritos conclui-se que a maioria dos táxons apresentaram resistência à dissolução como resultado provavelmente, da deposição em baixas profundidades.

O estado de preservação dos nanofósseis na seção estudada do poço Carpitas é considerado moderado, com diversidade de espécies muito baixa, reflexo de dissoluções em altas profundidades.

The Talara Group (Talara Basin, Eocene of northwest Peru) mainly comprises the Talara Shales, the Talara Sandstones, and the Pozo Formation.

Although microfossils are known in several of these stratigraphic intervals, little is known regarding their taxonomy, paleoecology, and biostratigraphic usefulness.

Thirty-four taxa of calcareous nannofossils are here registered from the Talara Group in well cuttings from the Negritos and Carpitas wells (Graña Montero Petrolera S.A) in the Talara Basin.

A análise bioestratigráfica permitiu o reconhecimento de biozonas caracterizadas pelas extinções dos táxons *Discoaster subdoensis* (NP 14), *Chiasmolithus solitus* (NP 15/NP 16), *Heliosphaera seminulum* (NP 15/NP 16/NP 17) e *Discoaster barbadiensis* (NP 19/NP 20) indicando o posicionamento do Grupo Talara entre o Mesoceno e o Neoceno.

Foram verificadas variações na frequência dos táxons de nanofósseis característicos de águas quentes e temperadas ao longo dos intervalos amostrados. Estas variações foram interpretadas com reflexo de mudanças de temperatura devido ao esfriamento climático global, correntes de ressurgência ou flutuações do nível do mar por instabilidade da bacia.

Táxons característicos de assembléias de latitudes baixas e indicativos de ambiente próximo à costa são os mais freqüentes e diversificados em ambos poços.

A escassez de trabalhos divulgados e detalhados com base em nanofósseis calcários na bacia limitaram tentativas de correlações das biozonas propostas e das informações advindas do estudo paleoecológico, paleoambiental e paleogeográfico.

Of these, thirty-three taxa are registered for the first time from this unit.

The preservational quality of the taxa in the section sampled from the Negritos well reveals that the majority of these taxa were little affected by dissolution, suggesting that deposition must have taken place in relatively shallow depths (that is, above the carbonate compensation depth). The moderate quality of preservation and low diversity of the nannofossils in the Carpitas section is considered the

result of dissolution at the greater depths than in the Negritos section.

Biozones are recognized on the basis of the extinction of the taxa *Discoaster subloadoensis* (NP 14), *Chiasmolithus solitus* (NP 15/NP 16), *Helicosphaera seminulum* (NP 15/NP 16/NP 17) e *Discoaster barbadiensis* (NP 19/NP 20), which allow the Talara Group to be dated as Middle to Late Eocene.

Variations in the frequency between nannofossil taxa characteristic of warm and temperate waters are interpreted as reflecting

temperature changes due to global cooling, upwelling, or sea level changes due to the tectonic instability of the basin. The most frequent and most diversified taxa in both sections are characteristic of low latitudes and nearshore environments.

The lack of other detailed studies of calcareous nannofossils in the basin seriously limits both attempts to correlate the proposed biozones and the utility of the paleoecologic, paleoenvironmental and paleogeography information of this study.

* Resumo nº 556 - Dissertação de mestrado – março de 1998 - Instituto de Geociências – Universidade de São Paulo

EVOLUÇÃO GEOLÓGICA DO PRÉ-CAMBRIANO DA REGIÃO DE SANTO ANTÔNIO DO PINHAL, SP: IMPORTÂNCIA TECTÔNICA DAS ZONAS DE CISALHAMENTO

EDGARD SANTORO

Rua Alberto Nascimento Jr., 178, Bl. 01, apto. 01 - Jd. Bonfiglioli - São Paulo - SP -05595-040, tel.: (011) 3731-4214

As rochas pré-cambrianas da região de Santo Antônio do Pinhal, SP, são expressivamente marcadas por um tectonismo de idade Brasiliana com atuação de dois importantes processos deformacionais em regime de cisalhamento não-coaxial, de caráter progressivo e em condições dúcteis. O primeiro processo deformacional está associado a uma tectônica tangencial de baixo a médio ângulo de mergulho, responsável pelo encurtamento crustal das rochas da região, com transporte tectônico de sudeste para noroeste. O segundo processo está associado a uma tectônica transpressiva relativa às zonas de cisalhamento direcionais, ou tranccorrentes, de médio a alto ângulo de mergulho, com sentido de movimentação dextral, e que superpõem estruturas geradas no primeiro processo. Destacam-se as zonas de cisalhamento Buquira, Jundiuvira e Eugênio Lefèvre. Afloram na área seqüências supracrustais atribuídas ao Complexo Embu (Meso- a Neoproterozóico), metamorfasadas no grau médio a forte com o desenvolvimento de uma foliação Sn (deformação Dn) na forma de uma xistosidade ou gnaissificação, que se encontra dobrada (deformação Dn+1), e localmente redobrada (deformação Dn+2). Rochas granitóides das suítes Serra Preta, Serra do Trabiju e Morro da Piedade truncam as seqüências metamórficas do Complexo

Embu. Granitos da Suíte Serra Preta constituem uma seqüência cogenética cálcio-alcalina monzogranítica de alto potássio, comparável as suítes de arcos vulcânicos modernos maduros, ou de margem continental ativa. Determinação radiométrica U-Pb (zircão) de granito da Suíte Serra Preta revela uma idade de 616 ± 8 Ma, do Neoproterozóico III. As suítes Serra do Trabiju e Morro da Piedade compreendem granitos cálcio-alcalinos de alto potássio sin-colisionais. Associado à tectônica transpressiva das zonas de cisalhamento direcionais tem-se a inversão da Formação Pico do Itapeva (Cambro-Ordoviciano), cujos metassedimentos encontram-se metamorfasados no grau fraco. Idades K-Ar (biotita) indicam um resfriamento da região no período Cambriano e Ordoviciano, no intervalo entre 530 e 470 Ma, em concordância com idades K-Ar em biotita obtidas na Faixa Ribeira. Tais idades representam o soerguimento da faixa móvel e o fechamento do Ciclo Brasileiro na área de estudo. Falhas inversas relacionadas à tectônica tangencial de baixo a médio ângulo de mergulho foram ativos até o Cambriano, enquanto que as zonas de cisalhamento direcionais de médio a alto ângulo de mergulho desenvolveram-se entre o Cambriano e Ordoviciano.

The precambrian country rocks of Santo Antônio of Pinhal (SP) show a tectonic framewok of Brasiliano orogenic cycle with two deformational pulses, reflecting a progressive non-coaxial tectonism with ductile deformation. The earlier deformational process is associated to the tangential tectonic with strong crustal shortening, southeast-northwestward transport and generation of dow-dip foliation plus stretching lineation. The subsequent process is related to the strike slip transpressional tectonic, with right lateral movement sense, overprinting the first process structures. The Buquira, Jundiuvira and Eugênio Lefèvre are the more impressive shear zones in the studied area. The sequences of Embu Complex (Meso- to Neoproterozoic) are medium to high metamorphic grade with a Sn foliation (deformation Dn), that is folded (deformation Dn+1) and locally refolded (deformation Dn+2). Igneous granitoids of the Serra Preta, Serra do Trabiju and Morro da Piedade suites truncate the metamorphic sequences of Embu Complex. The Serra Preta Suíte

rocks are calc-alkaline high K granitoids from magmatic arcs of active continental margin. U-Pb zircon dating for granitic rock of Serra Preta Suite gives a age of 616 ± 8 Ma (Neoproterozoic III). The Serra do Trabiju and Morro da Piedade suites are syn-collisional calc-alkaline high K granitoids.

In the studied area crops out the Pico do Itapeva Formation (Early Paleozoic) with low grade metasediments deformed by a stike-slip transpressive right lateral shear zones.

The biotita K-Ar cooling ages are relate to the Cambrian and Ordovician period, between 530 and 470 Ma, in agreement with regional Faixa Ribeira biotita K-Ar cooling ages. Such ages represent the mobile belt uplift and the ending of the Brasiliano orogenic cycle in the studied area. Thrusts faults were active until Cambriano period, while strike-slip shear zones developed in the Cambriano and Ordoviciano period.

* Resumo nº 557 - Tese de Doutorado – abril de 1998 - Instituto de Geociências – Universidade de São Paulo

GEOLOGIA DA REGIÃO DA SERRA DA ALEGRIA, EXTREMO SUL DO CRÁTON AMAZÔNICO, MUNICÍPIO DE PORTO MURTINHO - MS.

EDUARD LOPES DA SILVA.

Rua Barão de Tatuí, 302, cj.2, Santa Cecília, São Paulo, SP; tels. (011)3824-0930 e 825-4946, CEP 01226-030

A região da Serra da Alegria, parte do extremo Sul do Cráton Amazônico, com extensão de cerca de 830 km^2 , foi estudada com métodos geológicos de campo, fotogeológicos e laboratoriais, min-

eralógico-petrográficos e litogeoquímicos, visando o mapeamento regional de reconhecimento (esc. 1:100.000), contribuições a evolução precambriana e verificações iniciais do potencial metalo-

genético. A área compreende de W para E a transição de partes estáveis, do Cráton para a Faixa Móvel proterozóica do Complexo Rio Apa, em partes de sua porção denominadas de Associação Metamórfica do Alto Tererê. A área é constituída em seus setores W e Central por um segmento crustal siálico regionalmente contínuo de gnaisses polimetamórficos de alto grau e metagranitóides intrusivos de tipo TTG e inclui ainda rochas supracrustais compreendidas na Sequência Metavulcano-Sedimentar Básica com características de tipo *greenstone belt*, tectonicamente inseridas nas rochas graníticas. Destacam-se nas porções basais dessa sequência, metabasitos/amfibolitos com estruturas de lavas almofadadas bem preservadas e características geoquímicas de toleitos de fundo oceânico, associados com xistos de metatufos básicos. A Intrusão Diferenciada Gabro-Anortosito-Granofírica da Serra da Alegria é parte de um vasto corpo magmático e o principal marco geomórfico da área de estudo, localizada no setor Central com extensão além dos seus limites N. Compreende duas séries magmáticas anorogênicas independentes, entretanto, envolvidas em processos de mistura e contaminação. A primeira, de gabros e anortositos predominantes, é toleítica manto-derivada e sofreu processos de fracionamento durante a ascensão assim como de diferenciação por cristalização fracionada em câmara magmática crustal relativamente rasa. A segunda compreende granofiros diversos, apresenta tendências alcalinas e é considerada de derivação crustal profunda. Metavulcanitos e Subvulcanitos Ácidos e Metadiabásios complementam o quadro petrográfico regional. A petrogênese dos metavulcanitos ácidos, dacitos/riodacitos e riolitos, é problemática, existindo apenas indícios não-inequívocos, quanto as suas relações mútuas e com os metagranofiros da Intrusão da Serra da Alegria. Os metadiabásios encontrados em duas ocorrências apenas são considerados as rochas precambrianas mais jovens da região. O setor E constitui-se numa

associação de gnaisses graníticos e xistos incluindo possíveis equivalentes de rochas dos setores Central e W, com características tectoníticas por excelência. Forma um bloco paraúctone a alcótone transportado de E para W, por processos orogênicos proterozóicos mais jovens de formação de faixa móvel. O metamorfismo regional progressivo (de W para E) de grau médio atingiu no extremo E condições máximas de facies anfibolito média transicionais para superior.

Os principais metalotectos regionais são a Sequência Metavulcano-Sedimentar Básica, com indícios isolados de Cu e potencial para Au e metais base, e a Intrusão Diferenciada da Serra da Alegria em sua parte magmato-estratigráfica inferior, de rochas básico-ultrabásicas e ultramáficas, com ocorrências isoladas de platinóides em gabros heterogêneos mais ricos em Cr e possíveis cromititos estratiformes e sulfetos magmáticos de tipo Ni-Cu-Fe, entre outros.

A evolução geotectônica precambriana compreende quatro eventos principais incluindo três ciclos orogênicos: (1) - formação dos gnaisses polimetamórficos TTG e eventualmente dos metagranitóides TTG intrusivos, em um ou mais processos metamórficos de alto grau e anatexia crustal arqueanos; (2) - formação e colapso tectono-metamórfico da bacia oceânica possivelmente de tipo retroarco da Sequência Metavulcano-Sedimentar Básica arqueana ou paleoproterozóica; (3) - intrusão e diferenciação do complexo magmático Gabro-Anortosito-Granofírico da Serra da Alegria, paleo a mesoproterozóico, em regime de estabilidade crustal, incluindo, eventualmente como fase final as rochas metavulcânicas ácidas, e (4) - desenvolvimento regional da faixa móvel da Associação Metamórfica do Alto Tererê constituindo o setor E da área, com idades mínimas mesoproterozóicas segundo dados geocronológicos da literatura.

The Serra da Alegria region with an area of 830 km² is a part of the southernmost extremity of the Amazon Craton (Cráton Amazônico) located in Mato Grosso do Sul State, Brazil. It was studied by fieldwork and photogeology as well as by mineralogical, petrographical and geochemical laboratory methods. A regional lithostructural reconnaissance map at a scale of 1:100.000 and results concerning the Precambrian geological evolution and metallogenesis are presented. From W to E the study area encompasses the transition from stable Archean parts of the Craton to the adjoining portions of the Proterozoic mobile belt comprising the Alto Tererê Metamorphic Association (Associação Metamórfica do Alto Tererê) of the Rio Apa Complex (Complexo Rio Apa). According to the main lithostructural features, the area was subdivided into Western, Central and Eastern sectors. The Western and Central sectors are composed of a regionally continuous major sialic crustal segment of high-grade polymetamorphic TTG-gneisses and intrusive TTG-metagranitoids. As minor tectonic inliers they host supracrustal rocks having greenstone-belt characteristics named the Basic Metavulcano-Sedimentary Sequence (Sequência Metavulcano-Sedimentar Básica). Basal portions of the supracrustal sequence include basic metavolcanics, now amphibolites, with well-preserved pillow lava structures and geochemical properties of ocean floor tholeiites, associated with mafic schists derived from basic to intermediate tuffs. The differentiated plutonic to hypabyssal igneous intrusion of the Serra da Alegria forms the most prominent geomorphological marker of the study area. It intruded the sialic basement rocks throughout the northern half of the Central Sector, extending regionally to the north far beyond this sector. There occur two genetically unrelated anorogenic magmatic series locally involved in magmatic mixing and contamination processes. The first one comprises major cumulate and layered gabbros and anorthosites as well as minor felsic differentiates (as veins intruding the gabbros). These rocks formed by magma chamber differentiation through fractional crystallization under rather shallow crustal conditions (as shown by Sr-fractionation in the anorthosite plagioclases), from upper mantle tholeiitic gabbroic parental magmas subjected to fractionation processes during mantle ascent. The second series consists of a huge amount of younger granophyres. These are felsic rocks of alkaline affinities inferred to have originated from lower-crust magmas. Acid metavolcanics and subvolcanics and metadiabases complete the regional petrographic spectrum. The petrogenesis of the acid metavolcanics, which include dacites/rhyodacites and rhyolites, is still

problematical, since only ambiguous evidence was found regarding their mutual relationships and those with the metagranophyres of the Serra da Alegria Intrusion. The metadiabases were observed in only two occurrences; they are low-grade metamorphic rocks considered to be the youngest Precambrian rocks of the region. Throughout the

Eastern Sector occurs an intimate association of granitic gneisses and metapelitic to quartzose schists prominently tectonized, also including probable equivalents of rocks of the adjoining Central and Western sectors. The Eastern Sector represents a parautochthonous to allochthonous, E-to-W transported block, structured and emplaced in the course of the younger orogenic processes of the Proterozoic mobile belt. Progressive regional metamorphism from W to E in this sector is medium grade and reached - in the extreme E of the sector - maximum conditions, transitional from medium to upper amphibolite facies.

The main regional metalotects are the Metabasic Volcano-Sedimentary Sequence of greenstone-belt characteristics and the Differentiated Layered Intrusion of the Serra da Alegria. The former shows isolated Cu anomalies and an inferred potentiality for gold and base metals. The latter shows traces of platinum minerals in heterogeneous Cr-rich gabbros and an inferred potentiality for stratiform chromitites and magmatic sulphides of the Ni-Cu-Fe type, among others, related to basic-ultrabasic and ultramafic lower portions of the intrusion.

The Precambrian geotectonic evolution comprises four major events including three orogenic cycles: (1)-formation of the polymetamorphic TTG-gneisses and possibly the intrusive TTG-metagranitoids in the course of one or more Archean processes of high-grade metamorphism and crustal anatexis; (2)-generation and tectono-metamorphic collapse of the oceanic (possibly back-arc) basin of the Metabasic Volcano-Sedimentary Sequence of greenstone-belt characteristics of Archean or Palaeoproterozoic age; (3)-emplacement and magmatic evolution of the layered intrusion of the Serra da Alegria in a period of crustal stability and tectonic calm of Palaeo- to Mesoproterozoic age, including perhaps, as a final stage, the acid metavolcanics, and (4)-regional mobile belt development of the Alto Tererê Metamorphic Association affecting mainly the rocks of the Eastern Sector of the study area, with a Mesoproterozoic minimum age (of 1.7-1.6 Ga), as reported in geochronological studies in the literature.

ANÁLISE E INTEGRAÇÃO DE DADOS GEOQUÍMICOS E DE SENSORIAMENTO REMOTO EM UM SETOR DO CRISTALINO URUGUAIO

JOSÉ MARÍA FILIPPINI ALBA

Rua Francisco O. Anselmi, 1263. CEP 96230-000. Santa Vitória do Palmar – RS, Brasil.

Informações extraídas de mapas geológicos, antigos dados geoquímicos e dados digitais Landsat-TM de um setor no cristalino uruguaio foram integrados utilizando pacotes estatísticos, sistemas de processamento digital de imagens e SIGs. Foram consideradas 2172 amostras de sedimentos de correntes e solos que foram analisadas para 22 elementos por espectrometria DCP. Fe, Mn, P, Ba, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, V, Y e Zn apresentaram variância adequada e erros analíticos inferiores a 10%. Ag, As, B, Be, Cd, Mo, Nb, Sb, Sn e W apresentaram muitas amostras com teores abaixo dos limites de detecção analíticos e erros analíticos superiores a 15%. Por esse motivo, o primeiro grupo de elementos foi utilizado para o tratamento estatístico e o segundo grupo, apenas para aqueles valores próximos ou acima dos limites de detecção.

Houve alguns problemas relacionados à metodologia de amostragem, aos materiais amostrados e à existência de outliers estatísticas. Esses problemas foram corrigidos de duas formas principais: (1) Usando as medianas dos grupos segundo o material amostrado. (2) Eliminando as outliers. Foi obtido um conjunto de dados de características mais homogêneas.

A resposta geoquímica foi controlada por variações relacionadas às unidades geológicas, aos litotipos e à ocorrência de mineralizações. Foram definidas várias anomalias regionais e nove setores

Geological map information, old geochemical data and digital Landsat-TM data in a portion of the Precambrian basement of Uruguay were integrated using statistical packages, image processing data systems and GIS strategy. Stream sediments and soil samples were collected at 2,172 sites and analysed for 22 elements by DCP spectrometry. Fe, Mn, P, Ba, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, V, Y and Zn showed adequate variance and analytical errors lower than 10%. Ag, As, B, Be, Cd, Mo, Nb, Sb and W in several samples had contents lower than the analytical detection limits and analytical errors greater than 15%. For these reasons, the first group of elements was used for the statistical data treatment and the second group was used in restricted applications.

Some problems were related to sampling methodology, sampling materials and statistical outliers. These problems were corrected in two principal ways: (1) Using medians for groups of elements. (2) Elimination of outliers. The final data set was more homogeneous.

Several regional anomalies and nine anomalous sectors were defined, related to lithological phenomena or mineralization. Land-

sat-TM data showed some structural features and outcrops spacially related to geochemical anomalies in some anomalous sectors, improving their prospective interest.

anômalos, alguns dos quais foram considerados anomalias litológicas.

A informação de satélite associada aos mapas geoquímicos permitiu destacar o interesse prospectivo de alguns dos setores anômalos, pela visualização de relações espaciais de lineamentos ou corpos aflorantes.

Um outro nível de integração da informação geoquímica e de feições extraídas dos dados Landsat, usando técnicas de classificação permitiu discriminar anomalias regionais, litológicas e associadas a mineralizações, e evidenciou novos alvos prospectivos. As técnicas de SIG reduziram o tamanho dos alvos e hierarquizaram seu potencial mineral. A medida da distância entre anomalia e ocorrência conhecida para os diversos procedimentos aplicados mostrou uma distância mínima média de 1,7 quilômetros. Nesse sentido, os mapas de círculos foram um pouco mais precisos que os mapas gridados.

Uma das anomalias regionais mais importantes, localizada nas proximidades da vila Zapicán, apresentou teores elevados para elementos tóxicos (Fe, Mn, Cr, Ni, V...), constituindo um eventual alvo para estudos ambientais. Outras duas zonas urbanas mostraram comportamento oposto, com empobrecimento nos teores da maioria dos traços.

sat-TM data showed some structural features and outcrops spacially related to geochemical anomalies in some anomalous sectors, improving their prospective interest.

Classification techniques using geochemical data and features extracted from Landsat-TM data discriminated regional, lithological and mineralization anomalies and some new prospects were detected. GIS approach reduced the size of prospects and priorities were estimated. The mean minimum distance between anomalies and the known mineral occurrences was 1.7 km according to a comparative study with four anomaly detection procedures used in this work. In that sense, dot maps were a little more precise than grid maps.

The anomaly region near Zapicán village presented high contents of toxic metals (Fe, Mn, Cr, Ni, V...) and future environmental studies might be done. Pirarajá and J.P. Varela urban zones showed an opposite environment with low contents of most trace metals.

* Resumo nº 559 - Tese de Doutorado – maio de 1998 - Instituto de Geociências – Universidade de São Paulo