

542

TESES DE DOUTORADO

1992

ANGULO, Rodolfo José

Geologia da planície costeira do estado do Paraná. 12 de junho. 334p. 1 vol. Orientador: Kenitiro Suguio

Resumo: Este estudo objetiva contribuir para o conhecimento da evolução geológica e paleo-geográfica da planície costeira do Estado do Paraná. Contém uma caracterização geral da área, abordando aspectos climáticos, oceanográficos, florísticos, hidrográficos, geomorfológicos e da geologia do embasamento, visando auxiliar a compreensão da evolução da planície costeira; cartografia da planície costeira, apresentada nas escalas 1:50.000 e 1:100.000 e descrição das diversas unidades sedimentares que compõem a planície costeira e dos ambientes de sedimentação atuais associados. Dentre as unidades analisadas, destacam-se: Formação Alexandra (Mioceno inferior), planície costeira com cordões litorâneos (Pleistoceno superior e Holoceno), dunas frontais, depósitos paleo-estuarinos e as unidades correspondentes a alguns ambientes atuais de sedimentação, como planície de maré e deltas de maré.

O trabalho apresenta, ainda, um estudo dos indicadores espaciais e temporais, morfológicos, sedimentológicos, biológicos e arqueológicos de paleoníveis marinhos encontrados no litoral paranaense. A análise dos indicadores possibilitou a obtenção de novas informações para a construção da curva de variação relativa do nível do mar no litoral paranaense durante os últimos 6.500 anos, principalmente em relação à altura dos máximos.

Finalmente, são apresentados aspectos da evolução de alguns setores do litoral e o esboço de um modelo geral da planície costeira.

Abstract: This study aims to contribute to the knowledge of geologic and paleogeographic evolution of the coastal plain of the State of Paraná. The study contains a general characterization of the area, dealing with climatic, oceanographic, floristic, hydrographic, geomorphic and basement complex aspects aiming to help the comprehension of the coastal plain evolution, a coastal plain cartography is presented in scale of 1:50,000 and 1:100,000; and a description of several sedimentary units that form the coastal plain and the present associated sedimentary environments.

Among the analysed unities, it stand out the Alexandra Formation (Lower Miocene), the strand plain (Upper Pleistocene and Holocene), foredunes, paleoestuarine deposits and the correspondant unities to some present sedimentary environments as the tidal flats and tidal deltas.

It is also in presented a study of the spatial and temporal, archeologic, biologic, sedimentologic, morphologic indicators of the marine paleo sea-levels found in the coast of the State of Paraná. The analysis of the indicators made possible to obtain new information for the construction of the sea-level variation curve in the coast of the State of Paraná during the last 6,500 years, mainly related to the height of the maximus.

Finally, aspects of the evolution of some coastal sectors and an outline of a model of the coastal plain evolution are presented.

ASOMANING, George

Estudo comparativo sobre as condições hidrogeológicas das rochas pré-cambrianas nos estados da Paraíba e São Paulo, Brasil e Gana, África Ocidental. 28 de maio. 178p. 1 vol. Orientador: Aldo da Cunha Rebouças.

Resumo: Foi realizado um estudo comparativo do comportamento e qualidade dos aquíferos do Embasamento Cristalino Pré-cambriano nos Estados de Paraíba e São Paulo, Brasil e na República de Gana, África Ocidental. O sistema aquífero cristalino, abrangendo as rochas ígneas e metamórficas ocorre em 97%, 23% e 54% das áreas dos estados da Paraíba, São Paulo e Gana respectivamente. Caracterizam-se como aquíferos descontínuos, com ocorrência de água em zonas de rochas fraturadas e contatos litológicos, além de

horizontes de rochas alteradas. Fornecem vazões moderadas, de ordem de 1 a 30 m³/h por poço em média. A compilação de dados de quase 2.000 poços tubulares perfurados para abastecimento de comunidades de pequeno porte, no período 1963-1985, permitiu o estudo comparativo das características e dos parâmetros destes aquíferos. Os resultados obtidos abrangem uma gama de informações técnicas, tais como: profundidade, nível estático, vazão, faixa de entrada d'água, espessura da zona de alteração intempérica, espessura de zona saturada e dados de qualidade físico-química. A análise estatística mostrou que, em todas as áreas, os poços localizados nos vales e vertentes produzem três vezes mais do que aqueles localizados nas colinas e cumes. A vazão média de exploração obtida nos poços na Paraíba é de 2,16 m³/h e provém dos meios fissurados e fraturados, sendo que 93% das fraturas produtoras são interceptadas até profundidade de 40 metros. As águas dos poços em Gana provém, na maioria dos casos, dos contatos entre zonas das rochas alteradas e rochas sãs. As médias de profundidades e vazões são de 42.5 metros e 4.52 m³/h respectivamente. Os poços em São Paulo são mais profundos, alcançando até 150 metros na média. As águas exploradas provém dos meios fraturados e alterados. A vazão média é de 15,70 m³/h mas as vazões variam entre 0.15 e 50 m³/h e excepcionalmente atinge-se 150 m³/h. Existem diferenças marcantes entre as características físico-químicas das águas da Paraíba, de um lado, e as de São Paulo e Gana, de outro. A média de sólidos totais dissolvidos (STD) nas águas da Paraíba é de 4.000 mg/l. Apenas 20% das águas analisadas da Paraíba mostram STD menor que 1.000 mg/l e 5% menor que 500 mg/l, enquanto em São Paulo e Gana, mais de 90% das águas têm STD menor que 500 mg/l.

Abstract: Evidences of similarities and differences between Brazil and Africa, especially with respect to the behaviour and water quality of aquifers of the Precambrian Crystalline Basement of the States of Paraíba and São Paulo in Brazil and the Republic of Ghana in West Africa were investigated. The system of crystalline rock aquifers of igneous and metamorphic rocks occurs over 97%, 23%, and 54% of the areas of Paraíba, São Paulo and Ghana respectively. They are discontinuous in character with the occurrence of water in fractured rock zones, lithological contacts and horizons of weathered rock masses. Average well yields in them are moderate; of the order of 1 to 30m³/h. Data on about two thousand wells for water supply to small communities, drilled during the period of 1963-1985, in the crystalline basement rocks of these areas were used for the study and comparison of the characteristics and parameters of these aquifers. The result obtained consists of a wide range of technical informations including well depth, static water level, well yield, depth of entry of water into wells, thickness of weathered and saturated zones. In all the study areas wells located in valleys and on slopes yielded three times more than those located on top of hills. The average yield of wells in Paraíba is 2,16 m³/h and come mainly from fissured and fractured zones, with 93% of these water bearing zones being intercepted at depth of 40 meters. Water in wells of Ghana are tapped in most cases from the contacts between the weathered mantle and the fresh rock. The average well depth and yield here are 42.50 metres and 4.25m³/h respectively. The wells of São Paulo are deeper and reach about 150 meters on the average. Water is produced from both the weathered zone and the fractured medium of rocks. Average yield is 15.70 m³/h or more. There are marked differences in the physico-chemical characteristics of the groundwater in Paraíba, on one side and those of São Paulo and Ghana on the other. The average total dissolved solids (TDS) in Paraíba water is 4000 mg/l; only 20% of the water analysed in Paraíba has TDS less than 1000 mg/l and 5% less than 500 mg/l, while in São Paulo and Ghana, more than 90% of the waters have TDS less than 500 mg/l.

BARBOSA, Ronaldo Montenegro

Evolução geoquímica e mineralógica da cobertura de alteração das rochas cromíferas de campo formoso (mina coitezeiro): comportamento do cromo nas alterações hidrotermais e supérgena. 07 de dezembro. 162p. 1 vol. Orientador: Adolpho José Melfi.

Resumo: As rochas ultrabásicas cromíferas de Campo Formoso foram alteradas por diferentes fases de alterações hidrotermais e depois supérgena.

As alterações hidrotermais se caracterizam, inicialmente, por uma serpentinização generalizada, seguida de cloritização. Esta, por sua vez, é diferenciada em função do ambiente mineralógico e tectônico no qual ocorre, promovendo o aparecimento de paragêneses secundárias diversas.

A alteração supérgena é caracterizada por uma forte lixiviação de elementos bivalentes, principalmente magnésio, e acréscimos relativos em elementos trivalentes. Constata-se que as esmectitas trioctaédricas, formadas nos primeiros estádios da alteração supérgena, evoluem para dioctaédricas, ocorrendo uma substituição do Mg pelo Al e, sobretudo pelo Fe^{3+} . O estágio seguinte é marcado pela substituição das esmectitas por caolinitas e oxi-hidróxidos de ferro, com posterior destruição das caolinitas por ferruginização. Toda evolução supérgena é acompanhada por uma forte dessilicificação, mais intensa no topo, culminando, nos materiais autóctones, com a presença de uma couraça, por vezes, cromífera.

O cromo, nas fases hidrotermais, encontra-se, inicialmente, associado à ferrocromita formada pela transformação de cromitas. A partir desse mineral, o cromo é liberado, instalando-se, ainda nesta fase, principalmente em cloritas cromíferas e estichtitas. Na alteração supérgena, o cromo posiciona-se nas estruturas das esmectitas, de alguns caolinitas e de goethitas, principalmente naquelas provenientes diretamente das ferrocromitas.

Abstract: The chromitiferous ultrabasic rocks of Campo Formoso were affected by different phases of hydrothermal and supergenic alteration.

The hydrothermal alterations are characterized by overall serpentinization followed by chloritization. This chloritization can be differentiated as a function of the mineralogical and tectonic environment in several secondary paragenesis.

The supergenic alteration is characterized by a strong lixiviation of divalent elements, particularly magnesium, and relative increases in trivalent elements. It is noted that the trioctahedric smectites, formed during the first stages of supergenic alteration, evolved to dioctahedric smectites, with Mg being replaced by Al and Fe^{3+} . The next stage is typified by substitution of the smectites by kaolinites and iron oxides and hydro-oxides, followed by destruction of the kaolinites by ferruginization. The entire supergenic evolution is accompanied by a strong desilication, stronger at the top, and culminating, in autochthonous materials, with development of a iron crust sometimes chromitiferous.

In the hydrothermal phases, the chrome is initially associated with ferrichomite originated from the transformation of chromites. From this mineral the chrome is liberated in the form of chromitiferous chlorites and stichtites.

In the supergenic alteration, the chrome is positioned in the structure of smectites, some kaolinites and goethites, particularly those originated directly from the ferrichromites.

CAMPANHA, Ginaldo Ademar da Cruz

Tectônica proterozóica no alto e médio Vale do Ribeira, Estados de São Paulo e Paraná. 10 de março. 296p. 1 vol. Orientador: Georg Robert Sadowski.

Resumo: Foi estudada uma área no Vale do Ribeira para a compreensão da estratigrafia e tectônica das seqüências de rochas supracrustais de idade proterozóica aflorantes na região, e também para a correlação entre as unidades estratigráficas definidas nos estados de São Paulo e Paraná. Procurou-se integrar dados estruturais, estratigráficos, metamórficos, petroquímicos e geocronológicos dentro de modelos de evolução tectônica para a região. A área escolhida corta as principais estruturas geológicas regionais, abrangendo as cidades de Apiaí, Iporanga e Barra do Turvo. Além de compilação e integração geológicas regionais, desenvolveu-se integração e complementação de mapeamentos geológicos em semidetalhe já existentes, e estudos de detalhe em sub-áreas selecionadas. Foram realizados estudos específicos de análise estrutural de rochas metamórficas, polideformadas, análise de orientação, análise de deformação petrografia, recomposição da macroestrutura e da estratigrafia original, petrografia, petroquímica de rochas básicas, e análises geocronológicas pelo método isocrônico Rb/Sr.

Abstract: A key area in the Vale do Ribeira region has been studied with the purpose of understanding the stratigraphy and tectonics printed on its Proterozoic supracrustal rock units, and to correlate them to the stratigraphic units previously defined in the neighboring regions of São Paulo and Paraná. Structural, stratigraphic, petrochemical, metamorphic and geochronological data were integrated within the accepted models of tectonic evolution for the region. The chosen area crosscut the main regional structures, comprehending Apiaí, Iporanga and Barra do Turvo towns. Besides compilation and integration of regional geological data, completion and integration of existing semidetall geological maps and detail studies has been made. Specific studies included structural analysis of multideformed rocks (morphologic, orientation and strain analysis), restoration of the macroscopic structure and original stratigraphy, petrography, petrochemical analysis of basic rocks, and Rb/Sr geochronological analysis.

CARNEIRO, Maurício Antonio

O Complexo Metamórfico Bonfim Setentrional (Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais): litoestratigrafia e evolução geológica de um segmento de crosta continental do arqueano. 23 de novembro. 233p. 1 vol. Orientador: Wilson Teixeira.

Resumo: O Complexo Metamórfico Bonfim é um segmento de crosta continental situado a oeste da Serra da Moeda e a sul da Serra dos Três Irmãos, no Quadrilátero Ferrífero em Minas Gerais. A partir do mapeamento geológico realizado na porção setentrional deste complexo (escala 1:25.000), constatou-se a presença de uma grande variedade de rochas de natureza predominantemente metamórfica e subordinadamente ígnea. Em continuidade, a realização de estudos petrográficos (241 seções delgadas), geoquímicos em rocha total (67 análises envolvendo elementos maiores, menores, traços e terras raras) e geocronológicos (52 determinações radiométricas em minerais e rochas, pelos métodos U/Pb, Rb/Sr e K/Ar), permitiu agrupar os litotipos mapeados em oito unidades litoestratigráficas. Tais unidades são aqui informalmente designadas de Gnaisses Alberto Flores, Anfíbolitos Paraopeba, Gnaisses Souza Noschese, Tonalitos Samambaia, Anfíbolitos Candeias, Granitos Brumadinho, Metadiabásios Conceição de Itaguaí e Diabásios Santa Cruz.

A evolução geológica deste complexo tem início no Arqueano Médio (3,2 Ga) e foi constatada através da herança isotópica U/Pb nos zircões dos Gnaisses Alberto Flores, por meio de uma discórdia envolvendo um núcleo (com 2920 Ma) e o seu sobrecrecimento (com 2772±66 Ma). Entretanto, esta evolução está particularmente relacionada ao Arqueano Superior, quando foram gerados os Gnaisses Alberto Flores (com idade U/Pb mínima de 2920 Ma) e, principalmente, no decorrer de um grande evento tectônico-termal de fácies anfíbolito, de 2,78 Ga atrás, aqui designado informalmente de Rio das Velhas. No decorrer deste evento, a crosta continental preexistente no âmbito do Complexo Metamórfico Bonfim Setentrional (e.g. Gnaisses

Alberto Flores, Anfíbolitos Paraopeba e Gnaisses Souza Noschese) foi invadida por um magmatismo cálcio alcalino (Tonalitos Samambaia) e, provavelmente, por um outro magmatismo de características químicas compatíveis com magmas andesíticos e/ou toleíticos (Anfíbolitos Candeias). Nesta mesma época, teve lugar também um vulcanismo ácido, mas que é encontrado particularmente nos domínios do Supergrupo Rio das Velhas. Este cenário geológico é sugestivo de um ambiente tectônico semelhante às margens continentais ativas. Encerrando a evolução geológica do Arqueano Superior tem lugar um outro magmatismo félsico, que foi responsável pela geração dos Granitos Brumadinho há 2703 ± 24/-20 Ma atrás. Estas rochas truncam a foliação milonítica NS dos Gnaisses Alberto Flores e constituem um importante marco litoestratigráfico da evolução geológica do Complexo Metamórfico Bonfim Setentrional.

No decorrer do Proterozóico este complexo foi retomado tectonicamente e invadido por dois magmatismos básicos. Esta retomada tectônica ocorreu sob condições de fácies xisto verde essencialmente. Por causa disto, os seus sistemas isotópicos K/Ar e/ou, principalmente, Rb/Sr estão acusando rejuvenescimentos parciais e/ou incompletos. Assim sendo, as suas idades aparentes K/Ar e/ou errocrônicas Rb/Sr distribuem-se do Proterozóico Inferior ao Proterozóico Superior. Os dois magmatismos básicos, por sua vez, estão representados pelos Metadiabásios Conceição de Itaguá, com idades aparentes K/Ar (em hornblenda primária) de 1,0 Ga, e pelos Diabásios Santa Cruz, de idade desconhecida mas correlacionáveis a outros magmatismos do Proterozóico Superior no âmbito do Quadrilátero Ferrífero.

De acordo com estes resultados o Complexo Metamórfico Bonfim Setentrional constitui o limite oriental da Província Arqueana Divinópolis com o Cinturão Mineiro, de idade Transamazônica. Nos setores marginais desta província, a exemplo da região estudada, os sistemas isotópicos Rb/Sr e K/Ar foram rejuvenescidos a partir do Arqueano.

Abstract: The Bonfim Metamorphic Complex (BMC) constitutes a segment of continental crust which is limited eastwards and northwards by the Serra da Moeda and Serra dos Três Irmãos, respectively, in Quadrilátero Ferrífero (QF), state of Minas Gerais. Within the northern portion of the BMC, eight lithostratigraphic units (most of them metamorphosed ones) were identified through by means of geological mapping on 1:25,000 scale. All of the above units were also characterized on the basis of petrographical studies (241 thin sections), whole rock geochemistry (67 major, minor, trace and REE analyses), and U/Pb, Rb/Sr and K/Ar geochronology (52 mineral and whole rock data). These units were informally named: Alberto Flores Gneisses, Paraopeba Amphibolites, Souza Noschese Gneisses, Samambaia Tonalites, Candeias Amphibolites, Brumadinho Granites, Conceição de Itaguá Metadiabases and Santa Cruz Diabases.

Geological evolution of the northern BMC started at c. 3,28 Ga ago, as suggested from one inherited U/Pb zircon component age encountered in the Alberto Flores Gneiss, of trondhjemitic composition. However, the BMC is mostly related to Late Archean during which the above gneiss originated, at 2,92 Ga ago (evidenced from its U/Pb zircon core age). One overgrowth from this zircon yielded an age of 2,772 ± 6 Ma. Based on the geological inferences, both the Paraopeba Amphibolites and Souza Noschese Gneiss also developed, during such a period of time (2,92 - 2,77 Ga). Further on, the continental crust was intruded by the calc-alkaline Samambaias Tonalites, as evidenced from U/Pb zircon and titanites ages of 2,780 ± 3/-2 Ma. Also related to this epoch is the 2,772 ± 6 Ma acid volcanism which is found in the Rio das Velhas Supergroup, in QF. Contemporaneously, andesitic and/or tholeiitic magmatism took place (Candeias Amphibolites), as suggested by their geological association with Samambaia Tonalites.

The overall described evolutionary setting is consistent with the occurrence of a major 2,78 Ga tectono-thermal amphibolite facies event in the investigated area, here informally named Rio das Velhas.

The above geological evolution of BMC together with the geochemical and radiometric data are consistent with a model of active continental margins, during the Late Archean time. This Archean evolution finished by intrusion of the Brumadinho Granites, at 2703 ± 24/-20 Ma ago (U/Pb zircon age). These granites

are here considered as a key-marker for the Late Archean geological evolution of the area, because they truncate the NS shear foliation which is recorded in the Alberto Flores Gneisses.

During the Proterozoic, the northern BMC was intruded by two distinct basic magmatism. The basic rocks are represented by Conceição de Itaguá Metadiabases (K/Ar hornblende ages around 1,0 Ga), and the Santa Cruz Diabases. The latter (not dated) are here tentatively correlated with basic dikes of Late Proterozoic age (c. 0,6 Ga; U/Pb age), in QF region.

The investigated area was also reactivated, during the Proterozoic, under greenschist metamorphic conditions. Because of this metamorphic overprinting both the isotopic K/Ar and/or Rb/Sr rock-systems of the northern BMC yielded uncomplete resetting. Consequently, the investigated rocks exhibited scattered apparent K/Ar mineral ages and/or Rb/Sr ages, in the range 2,1 - 1,0 Ga.

Finally, on paleogeographical basis, the geochronological scenario of the northern BMC may correspond to the eastern sector of the Divinópolis Archean Province in relation to the adjacent Transamazônico Mineiro Belt eastwards, at southern São Francisco Craton. As prior mentioned specially within this marginal sector of the Divinópolis province (i.e. northern BMC) the isotopic Rb/Sr rock-systems and K/Ar minerals have been resetted due to low-grade metamorphism, since the Late Archean.

DINO, Rodolfo

Palinologia, bioestratigrafia e Paleocologia da formação alagamar-cretáceo da bacia Potiguar, nordeste do Brasil. 11 de novembro. 299p. 1 vol. Orientador: Murilo Rodolfo de Lima.

Resumo: A Formação Alagamar, limitada por discordâncias erosivas, é a unidade litoestratigráfica que compõe o Andar Alagoas na Bacia Potiguar. Num contexto regional, corresponde ao estágio transicional evaporítico da evolução tectono-sedimentar das bacias costeiras do Brasil. O estudo integrado desta unidade, há muito necessário, foi aqui desenvolvido, permitindo a correlação entre métodos bio- e litoestratigráficos, através da investigação de 291 amostras de 18 poços exploratórios distribuídos por toda a bacia (terra e plataforma).

A análise dos perfis litológicos e diagrfias individualizou eventos transgressivos que limitam cinco intervalos com caráter cronoestratigráfico na bacia.

O exame do resíduo orgânico total permitiu a individualização de quatro tipos de palinofáceis, características de distintos ambientes continentais.

Do estudo sistemático da associação microfiorística, 228 espécies morfográficas foram identificadas, ilustradas e descritas ou comentadas. Dois novos gêneros, 5 espécies novas e três novas combinações são propostos. A análise quantitativa permitiu constatar, numa reconstrução tentativa da flora, um predomínio de coníferas da família das cheirolepidiáceas e de plantas do grupo das gnetáceas, secundadas pelas pteridófitas e pelas primeiras representantes das angiospermas.

A sucessão palinológica foi subdividida em 4 biozonas e 6 intervalos informais, aplicáveis em toda a bacia. Estas unidades palinoestratigráficas são correlacionáveis aos zoneamentos propostos para outras bacias dentro e fora do Brasil.

Com base na palinologia atribuíram-se idade aptiana para a Formação Alagamar e eo- a mesoalibiana para a base das formações Açú/Ubarana. Além disso, reconheceu-se a correspondência entre o Andar Alagoas (local) e o Aptiano.

Evidências palinológicas, sedimentológicas e tectônicas indicam para a Formação Alagamar um ambiente de deposição continental de terras baixas, predominantemente deltaico-flúvio-lacustre, sob clima quente árido a semi-árido e regime tectônico relativamente estável. Já a deposição da base das formações Açú/Ubarana ocorreu em ambiente marinho próximo à costa.

A composição microflorística é bastante similar às observadas nas bacias do nordeste brasileiro e enquadra-se nas características das associações pertencentes a província microflorística do Gondwana-Norte.

Este estudo ressalta a importância da palinologia para a evolução vegetal, a paleoclimatologia e a bioestratigrafia, além de contribuir para um incremento da precisão e confiabilidade da palinoestratigrafia na região.

Abstract: The palynostratigraphy of the late Early Cretaceous (Alagoas Stage) Alagamar Formation of the Potiguar Basin has been reevaluated on the basis of two hundred ninety one samples from eighteen onshore and offshore wells. The unit is essentially non-marine and bounded by erosional surfaces.

Based on well logs five chronostratigraphic units were individualized. Organic residue analyses allowed recognition of four palynofacies types used in environmental interpretations.

Two hundred and twenty eight species of spores, pollen, fungi and microplankton have been identified and illustrated. Two new genera and five new species are recognized. Three species are newly combined. A hierarchical zonation consisting of four palynostratigraphical units is proposed, and correlations with zonal schemes from other basins are made.

According to quantitative analyses of the palynological assemblages, the flora consisted chiefly of cheirolepidacean conifers and gnetophytes, followed by pteridophytes and angiosperms as minor components.

Stratigraphic index fossils confirm that the Alagamar Formation (and therefore the Alagoas Stage) are Aptian in age. Ages of the palynological units have been assessed and correlated with palynological sequences from other basins in Brazil and overseas. Comparisons with plant-microfossil assemblages from other continents support the concept of W.A.S.A. microfloristic belt.

Palynological data imply that the Aptian climate in the Potiguar Basin was warm to hot, arid to semi-arid, and that the depositional environments were dominantly fluvial-deltaic-lacustrine. These conclusions agree with previous paleontological and sedimentological studies and are consistent with the high paleolatitudes commonly proposed for this area in the Aptian.

FRAGA, Carlos Gilberto

Origem de fluoreto em águas subterrâneas dos sistemas aquíferos Botucatu e Serra Geral da bacia do Paraná. 21 de dezembro. 178p. 1 vol. Orientador: Aldo da Cunha Rebouças.

Resumo: O tópico da origem dos fluoretos nas águas subterrâneas dos sistemas aquíferos Botucatu e Serra Geral da bacia do Paraná constitui um fenômeno hidrogeológico de inquestionável conotação econômica. A ocorrência desse íon, em excesso, em poços que penetraram parcial ou totalmente os sistemas aquíferos em questão, tem comprometido, em determinadas áreas, a exploração em grande escala de uma das maiores reservas de água subterrânea do continente Sul-Americano. A compreensão desse fenômeno representa um desafio aos estudos hidrogeoquímicos até então realizados na bacia do Paraná, porque se antevê a incidência de muitas variáveis no sistema água-rocha, condicionadoras do mecanismo de mobilização, transporte e deposição do flúor.

A gênese das mineralizações de flúor, em termos de idade e distribuição, pode ser atribuível, na área em estudo, a duas fases distintas: proterozóica (fluidos residuais-pós-magmáticos - do magmatismo ácido e alcalino granítico, instalado ao longo de fraturas de tração no fim da orogênese brasileira) e mesozóica (magmatismo mesozóico, convectivo ascendente).

De conformidade com a natureza dos dados básicos disponíveis, notadamente, nos Estados do Paraná e de São Paulo, pode-se explicar a origem das águas fluoretadas através da fundamentação de duas teorias amplamente distintas: uma de ordem sedimentar e a outra de ordem magmática.

Considerando que as concentrações anômalas de flúor estão relacionadas às águas alcalinas do sistema aquífero Botucatu sob condições de grande confinamento e que dentro de amplos limites de evidências geológicas a teoria magmática não encontra argumentos para explicar a natureza química dos dados e as formas de jazimento do flúor até então observadas, atribui-se à presença dos fluoretos na água como sendo de origem sedimentar. As concepções da teoria proposta são abordadas através da seguinte linha de pesquisa: (A) comportamento do flúor em função dos efeitos de processos intempéricos, geoclimáticos e sedimentológicos; (B) composição química geral das águas subterrâneas fluoretadas; e (C) aspectos litoestratigráficos e estruturais da bacia do Paraná (tipos de eventos e seus efeitos no condicionamento dos aquíferos).

Por outro lado, a compreensão da análise do fenômeno hidrogeoquímico, ora em questão, pode ser enormemente facilitada pela apresentação de um modelo de evolução dos mecanismos de concentração do flúor no sistema água-rocha, onde são ressaltadas as idéias expostas sobre a sua proveniência e paragênese mineralógica. Neste caso, dentre os tópicos relevantes a serem ressaltados do modelo, ora idealizado, destacam-se: a maior parte do flúor mobilizado durante o intemperismo da área-fonte permanece ligada aos argilominerais; a distribuição do flúor (concentração) é fortemente influenciada pelo clima; e as áreas potencialmente mais críticas à ocorrência do F^- nas águas estão diretamente relacionadas aos grandes traços da geometria da bacia deposicional do Pirambóia.

Abstract: The topic about the origin of fluoride in the ground-waters which make part of Botucatu and Serra Geral aquifer systems from Paraná basin is a hydrogeologic phenomenon undoubtedly connected to economy. The excessive presence of this ion in wells that partial or totally penetrate the mentioned aquifer systems have interfered, in specific areas, to the exploitation on a large extent of one of the largest reservoirs of ground-water in the South-American continent.

The understanding of this phenomenon represents a challenge to the up to now accomplished hydrochemical studies in the Paraná basin, because it is foreseen the incidence of many variables in the water-rock system, which are the conditioners of the mobilisation mechanism, transportation and deposition of fluoride.

The genesis of fluoride mineralization, concerning age and distribution, can be related, in the study area, to two different phases: proterozoic (residual fluids - pos-magmatic - from the acid magmatism and the alkaline granitic installed during the tension fractures at the end of the Brazilian orogenesis), and mesozoic (mesozoic magmatism, convection ascendant).

According to the nature of available basic data, mainly in the States of Paraná and São Paulo, we can explain the origin of fluoride waters through the fundamentals of two theories: one based on the sedimentary aspects and the other based on the magmatic aspect.

Considering that the different concentrations of fluoride are related to the alkaline waters of Botucatu aquifer system under confinement conditions and considering that within wide limits of geologic evidences the magmatic theory does not have arguments to explain the chemical nature of data the fluoride forms already observed, the presence of fluoride in water is explained as being of sedimentary origin. The conceptions of the proposed theories are approached through the research following line: a) fluoride behavior in consequence of the effects of the decomposition, geoclimatic and sedimentary process; b) general chemical composition of fluoride ground-waters; and c) lithostratigraphical and structural aspects of Paraná basin (kinds of events and their effects on aquifer conditions).

By the other hand, the understanding of the hydrogeochemic phenomenon analysis, now presented, can be facilitated by the presentation of a standart of the mechanisms evolution of fluoride in rock-

water system where are emphasized the exposed ideas about its origin and mineral paragenesis. In this case, among relevant topics to be emphasized from the model, created at this moment, we detach: the largest part of fluoride mobilized during the weathering of the source area remains connected to the clay minerals; the fluoride distribution (concentration) is toughly influenced by climate conditions; and the areas that can more easily suffer the occurrence of F⁻ in water are directly related to the geometric large traces of Pirambóia depositional basin.

JANASI, Valdecir de Assis
Rochas sieníticas e mangerítico-charnoquíticas neoproterozóicas da região entre Caldas e Campestre, MG: aspectos petrológicos. 09 de novembro. 298p. 1 vol. Orientador: Horstpeter Herberto Gustavo José Ulbrich.

Resumo: Foi mapeada na escala 1:50.000 uma área de apr. 628 km² situada entre as cidades de Caldas e Campestre, SW de Minas Gerais, no domínio alóctone referido como "Nappe de Empurrão Socorro-Guaxupé"(NESG). As rochas mais antigas, predominantemente gnaisses fortemente migmatizados, foram agrupadas em dois complexos. Os gnaisses de afinidades supracrustais foram incluídos no Complexo Caconde (de idade proterozóica), enquanto os ortognaisses migmatíticos foram atribuídos ao Complexo, Pinhal. Rochas granitóides intrusivas nesses dois complexos foram divididas em quatro conjuntos principais: uma suite de quartzo-monzonitos a sienogranitos porfíricos cálcioalcalinos potássicos; uma série de pequenos corpos de granitos equigranulares anatóicos associados aos migmatitos; um maciço tabular mangerítico-charnoquítico-granítico (maciço São Pedro de Caldas); e uma intrusão sienítica mais jovem (maciço Capituva). Os dois últimos maciços foram posteriormente mapeados em detalhe e estudados com ênfase petrológica.

O maciço sienítico Capituva tem forma elipsoidal alongada segundo N40W (16 x 11 km), resultante da invasão sucessiva de quatro pulsos magmáticos principais parcialmente superpostos, com leve, mas contínuo deslocamento para NE.

O conjunto dos três pulsos iniciais, composicionalmente pouco variado (predominam sienitos levemente supersaturados com IC entre 20 e 25), mostra em geral facies porfíricas de matriz fina ou fina a média marginais, que dão lugar a facies laminadas médias a grossas centrais, refletindo cristalização progressivamente mais lenta devido ao aquecimento das rochas encaixantes. Os contatos entre as facies mapeadas são em geral transicionais, mas localmente claramente intrusivos.

O quarto pulso magmático, mais complexo, é formado por um núcleo mais máfico (melasienitos porfíricos, com IC em torno de 35) circundado por sienitos laminados grossos. Quartzo sienitos cinzentos finos ocorrem em meio aos sienitos laminados, definindo faixas de forma semi-anelar. Os contatos entre as duas últimas facies sugerem intrusão aproximadamente contemporânea.

Nos contatos intrusivos em granitóides cálcio-alcalinos potássicos que circundam parcialmente o maciço, e formam abundantes inclusões em seu interior, registram-se fenômenos de contaminação ("biotita sienitos"), anatexia local e *back-veining*, e deposição de material cumulático proveniente do magma sienítico, seja como lentes máficas-ultramáficas centimétricas, seja como uma facies (localmente mapeável) de sienitos grossos (acumulação de megacristais de feldspato alcalino).

A forma tridimensional do maciço é a de um "funil" inclinado para NE, resultado da intrusão dos magmas a profundidades de apr. 10 Km (3 Kb) e deformação regional tardia contemporânea.

As rochas do maciço são ricas em LILE (K, Ba, Sr), têm conteúdos relativamente baixos de HFSE (Nb, Zr, Ti), e padrões de REE fortemente fracionados e sem anomalias significativas de EU. O magma cristalizou sob fO₂ elevadas, como indicado pela presença de ferri-ilmenita como único óxido de Fe-Ti primário e pelos Mg# elevados dos minerais máficos (piroxênios, hornblendas edeníticas e biotitas).

Três conjuntos de facies principais podem ser identificados pela litogeoquímica. Modelamentos

geoquímicos sugerem que magmas equivalentes ao melasienito analisado não poderiam gerar as facies sieníticas por extração de fases de cristalização precoce, o que possivelmente reflete presença de cristais de feldspato alcalino incorporados a partir de sienitos encaixantes nas rochas mais máficas. Já os quartzo sienitos finos poderiam ter se formado por fracionamento a partir de magmas equivalentes aos sienitos médios e grossos por extração de plagioclásio (previamente a sua reabsorção pelos magmas), feldspato alcalino, biotita, ferri-ilmenita e apatita. Sr e Eu não são significativamente empobrecidos nos quartzo sienitos, o que indica que as proporções de fracionamento foram pequenas.

Os magmas traquíticos potássicos parentais para a suite devem ter se formado a partir de magmas básicos ricos em elementos litófilos (com altas razões La/Nb e K/Ti), por fracionamento de fases máficas (olivina, piroxênios e possivelmente ilmenita), que teve como efeito principal a diminuição sensível dos conteúdos de elementos compatíveis como Ni e Cr e dos Mg#, bem como o incremento global em elementos incompatíveis.

Evidências estratigráficas e estruturais indicam que os maciços sieníticos Capituva e Pedra Branca (situado pouco a SW) constituem as intrusões neoproterozóicas mais jovens da área estudada, e provavelmente correspondem a uma extensão a NE do "cinturão granitóide Itu", de caráter tardi- a pós-tectônico ao ciclo Brasileiro. Eles seriam então comparáveis, em termos de situação tectônica, ao magmatismo potássico terciário-cenozóico da costa oeste-americana, gerado em ambiente extensional pós-subducção. As similaridades químicas com o magmatismo shoshonítico de áreas de subducção ativa devem, portanto, refletir antes as condições de geração e as características da área-fonte (manto litosférico subcontinental?) que o ambiente tectônico de geração dos magmas.

O maciço São Pedro de Caldas é formado por mangeritos, charnoquitos e hornblenda granitos gnáissicos que ocorrem em corpos tabulares dobrados, com espessura original de algumas centenas de metros, e área total exposta de ca. 120 km². Foi dividido em três setores geográficos, que devem corresponder a diferentes intrusões. Quartzo mangeritos médios a grossos, equi a inequigranulares, predominam em todos os setores: um zoneamento bem marcado é observado no setor Central, onde eles passam, de modo transicional, para charnoquitos, e então para hornblenda granitos, em direção ao provável topo original da intrusão. Entre outras facies de ocorrência mais restrita incluem-se mangeritos e quartzo mangeritos finos, além de quartzo monzonitos e granitos isotropos, gerados por remobilização das rochas do maciço durante o metamorfismo superimposto.

A baixa a (H₂O) dos magmas parentais se reflete na mineralogia de máficos das facies principais, com amplo predomínio de piroxênios (ferrossilita e hedenbergita) sobre a hornblenda hastingsítica. Os sienogranitos mais diferenciados, em contraste, são mais hidratados, e mostram hornblenda hastingsítica e biotita como máficos principais. O principal evento metamórfico que afetou essas rochas, de alta temperatura e pressão (T = ca. 750-800°C; P = ca. 7 kb), provocou importantes reequilíbrios químicos nos piroxênios magmáticos, gerou boa parte do oligoclásio presente nas rochas (por exsolução a partir de feldspatos alcalinos ternários originais) e, localmente, formou alguma grunerita e granada.

As rochas do maciço exibem conteúdos relativamente baixos de Ca, Mg e Sr, alto Fe e HFSE (especialmente o Zr, com teores da ordem de 1000 ppm nos mangeritos). Os padrões de REE dos mangeritos são levemente fracionados, com anomalias positivas de Eu; já os granitos mais diferenciados têm padrões fortemente fracionados, e anomalias negativas de Eu.

Modelagens de fracionamento in situ mostram ser possível as rochas (quartzo) mangeríticas do setor Central do maciço por acumulação de um componente "mangerítico" a partir de um magma parental de composição um pouco mais máfica que a dos charnoquitos desse setor. Os hornblenda granitos podem ser formados pela diferenciação seqüenciada desse mesmo magma, que incluiria maiores proporções de feldspato rico em K nos estágios finais.

Estimativas termométricas baseadas na saturação de Zr em magmas e na composição

reintegrada dos núcleos de clinopiroxênios sugerem temperaturas elevadas para os magmas (> 850°C; possivelmente até ca. 1000°C). O baixo conteúdo de quartzo dos magmas parentais sugere geração na crosta inferior ($P > 10$ kb), enquanto a composição dos granitos diferenciados, com mais de 30% de quartzo normativo, seria compatível com a colocação a pressões relativamente baixas.

O maciço São Pedro de Caldas é correlacionável à suite São José do Rio Pardo, constituída por uma série de corpos tabulares que se dispõem ao longo de uma faixa orientada NW-SE, em níveis intermediários da seção exposta da NESG. A suite, anorogênica, foi formada por cristalização e fracionamento in situ de uma série de magmas parentais que compartilham algumas características geoquímicas importantes, mas mostram Mg# levemente variados, refletindo diferenças nas condições de fusão (e.g., composição das áreas-fonte, fO_2 a (H_2O) , e grau de fusão). As feições geoquímicas principais são compatíveis com a fusão em pequenas proporções de granulitos residuais, aquecidos pela introdução de magmas básicos do manto e/ou por afinamento litosférico associado a um evento extensional anterior aos esforços compressivos principais do ciclo Brasileiro.

Abstract: Geological mapping was carried out in an area of ca. 628 sq. km located between Caldas and Campeste, southwestern Minas Gerais, southern Brazil, within the geologic domain referred to as the Socorro-Guaxupé Thrust Nappe. The oldest rocks are mostly strongly migmatized gneisses, grouped into two complexes. The gneisses of supracrustal affinities are part of the Proterozoic Caconde Complex, while migmatitic orthogneisses were included in the Pinhal Complex. Four main types of weakly- to nonmigmatized granitoids were also mapped: a potassic calc-alkaline quartz-monzonite-syenogranite suite; a series of small bodies of equigranular pink anatectic granites, intimately associated with the migmatites; a sheet-like mangeritic-charnockitic-granitic occurrence (the São Pedro de Caldas massif); and a younger syenitic occurrence (the Capituva massif). The last two massifs were mapped and studied in greater detail.

The syenitic Capituva massif, elongated N40W (16 x 11 km), has a ellipsoidal shape that results from the sequential intrusion of four partly superposed, slightly eccentric, magmatic surges which shifted continuously to the NE.

The first three surges are made up of slightly oversaturated (color indices ca. 20-25) syenites. The major variations are textural: marginal porphyritic facies with fine grained matrix are succeeded by central medium- to coarse-grained laminated facies. Contacts between the facies are often gradational, but locally clearly intrusive. The general pattern is attributed to progressively slower crystallization as the country rocks became heated up by the intrusive magmas.

The fourth and last magmatic surge is made up of a more mafic core (porphyritic mela-syenites, color indices around 35) bordered by coarse-grained laminated syenites which, in turn, host ring-like bodies of fine-grained grey quartz syenites. The contacts between the last two facies suggest nearly contemporaneous intrusion.

Older potassic cal-alkaline granitoids appear as abundant inclusions and roofs within the massif, and also at its periphery. The syenite-granitoid contacts are at times complex, owing to local assimilation (which generated a biotite-rich syenitic facies), partial melting of the granitoids and back-veining, and deposition of cumulate material (forming mafic-ultramafic lenses and a coarse syenitic facies made up mostly alkali-feldspar phenocrysts).

The three-dimensional shape of the massif is that of a funnel tilted to the NE, and resulted from the forceful intrusion of magmas at a depth of ca. 10 km (3 kb) and contemporaneous late regional deformation.

The syenites exhibit high contents of LILE (K, Ba, Sr), low HFSE (Nb, Ti, Zr), and strongly fractionated REE patterns lacking significant Eu anomalies. Crystallization occurred under high fO_2 , as indicated by the occurrence of ferri-ilmenite as the sole primary Fe-Ti oxide, and by the high Mg# of the mafic

minerals (calcic pyroxene, edenitic hornblende and biotite).

Three main groups of facies can be identified by rocks chemistry, Fractional crystallization modelling suggests that magmas compositionally equivalent to the mela-syenite could not generate the more differentiated syenites by extraction of early-crystallizing minerals, which probably reflects the presence of alkali feldspar incorporated from the country syenites in the more mafic rocks. The fine-grained quartz syenites could be derived from magmas equivalent to the medium- and coarse-grained syenites, through the extraction of early plagioclase (before is resorption by the magmas), alkali feldspar, biotite, ferri-ilmenite and apatite. Sr and Eu are not significantly depleted in the quartz syenites, which limits the modelled fractionation to low volumes.

The parental high-K trachytic magmas that generated the suite must themselves be derived from basic magmas rich in compatible elements (e.g., high La/Nb and K/Ti ratios) through the extraction of mafic phases (olivine, pyroxene, and possibly ilmenite), which resulted in a slight raising of Mg#, a substantial depletion in compatible elements (Cr, Ni) and a general increase in incompatible elements.

Structural and stratigraphic evidence suggest that the Capitva massif (and the similar adjacent Pedra Branca massif) is the younger Neoproterozoic intrusion in the area, and probably marks a northeastern extension of the late- to post-tectonic Brasileiro Itu granitoid belt. As such, its tectonic situation is comparable to that of the Tertiary-Cenozoic post-subduction potassic magmatism of western USA. The chemical similarities with the shoshonitic magmatism of active subduction zones must, therefore, reflect the melting conditions and the characteristics of the source area (lithospheric subcontinental mantle?), and not necessarily the tectonic environment.

The São Pedro de Caldas massif, made up of gneissic mangerites, charnockites and granites, occurs as folded tabular bodies whose original thicknesses reached some hundreds of meters, and are exposed over ca. 120 sq. km. It was divided into three main geographic sectors which must correspond to different intrusions. Medium- to coarse-grained, equi- to inequigranular quartz mangerites are predominant in all sectors; a well-defined zoning is seen in the Central sector, where these rocks grade upwards into charnockites and then into hornblende syenogranites. Other less important facies include foliated fine-grained mangerites and quartz mangerites, besides isotropic quartz monzonites and granites, formed by remobilization of the previous rocks during a later metamorphic event.

The low $a(\text{H}_2\text{O})$ of the parental magmas is reflected in the mafic mineralogy of the predominant facies, in which ferrosilite and hedenbergite are far more abundant than hastingsitic hornblende. The more differentiated syenogranites, in contrast, are more hydrated, and bear hastingsitic hornblende and biotite as the main mafics. The superimposed high P-T metamorphism ($T = \text{ca. } 750\text{-}800^\circ\text{C}$; $P = \text{ca. } 7 \text{ kb}$) provoked important chemical reequilibration in the original pyroxenes, and generated most of the oligoclase (by exsolution from magmatic ternary feldspar) and some grunerite and garnet.

Outstanding among chemical features are the comparatively low Ca, Mg and Sr, and high Fe and HFSE (especially Zr, with values over 1,000 ppm in some mangerites). REE patterns of mangerites are moderately fractionated, and show a welldefined positive Eu anomaly; the hornblende syenogranites, in contrast, show markedly fractionated patterns and a strong negative Eu anomaly.

Modelling of in situ crystal fractionation show that it is possible to generate the (quartz) mangerites of the Central sector by adding a "mangeritic" component from a parental magma compositionally slightly more mafic than the charnockites from this sector. This same magma could be parental to hornblende syenogranites, by means of sequential fractionation which included withdrawal of K-rich feldspar in larger amounts in the late stages.

Thermometric estimates based on Zr saturation in magmas and reintegrated clinopyroxene compositions indicate magmatic temperatures over 850°C (perhaps up to $1,000^\circ\text{C}$). The low quartz content of the parental magmas suggest melting of the lower crust ($P > 10 \text{ kb}$); the differentiated granites, on the

contrary, are quartz-rich (over 30% normative), which would be compatible with emplacement in shallow crustal levels.

The São Pedro de Caldas massif is correlated with the São José do Rio Pardo mangeritic suite, which is made up of a series of tabular bodies occurring as an elongated (NW-SE direction) belt that outcrops at an intermediate level of the exposed section of the Socorro-Guaxupé Thrust Nappe. This anorogenic suite was formed by the crystallization and in situ fractionation of a series of parental magmas sharing some important geochemical fingerprints, but showing slightly different Mg#s, as a result of variations in the melting conditions (e.g. composition of source-rocks, fO_2 and (H_2O) and degree of melting). The major geochemical features are compatible with low-degree partial melting of residual granulites that were warmed up by underplating of mantle-derived basic magmas and/or lithospheric thinning during an extensional event (at ca. 750 Ma?) prior to the onset of the compressive tectonics of the Brasileiro Cycle.

MIZUSAKI, Ana Maria Pimentel

Comportamento do Rb e do Sr em sedimentos recentes: implicações na datação radiométrica de rochas sedimentares. 06 de agosto. 140p. 1 vol. Orientador: Koji Kawashita.

Resumo: O método isocrônico Rb/Sr tem sido utilizado para datar rochas sedimentares, com resultados geologicamente significativos quando aplicado em rochas sedimentares argilosas.

No entanto, existem diversos questionamentos em relação a utilização do método e ao comportamento dos elementos rubídio e estrôncio durante a sedimentação e durante os processos diagenéticos. Uma das grandes dúvidas é a homogeneização isotópica do Sr, premissa básica para o uso do método isocrônico Rb/Sr. De acordo com a literatura, não se conhece bem ainda o mecanismo envolvido nesse processo e nem quando ele ocorre. O objetivo desse trabalho é contribuir para esclarecer as condições para a uniformização isotópica do estrôncio e o estudo conjunto das relações e comportamento entre os elementos rubídio e estrôncio e o tamanho e a natureza da partícula sedimentar, diagênese dos argilominerais, ambiente sedimentar e fluidos intersticiais.

Sedimentos recentes foram amostrados pois supõe-se que o processo de uniformização isotópica do Sr ocorre na bacia deposicional, imediatamente após a deposição. As amostras de sedimentos recentes, predominantemente argilosos, foram coletadas em diferentes ambientes como o Delta do Rio Paraíba do Sul (RJ), o Delta do Rio Açu (RN), a plataforma continental adjacente à Foz do Rio Amazonas (AM), o Talude Continental (RJ) e a região da Baixada de Jacarepaguá (RJ) e analisadas por técnicas de difratometria de raios X, microscopia eletrônica de varredura, químicas e isotópicas.

Os resultados obtidos mostram que sob determinadas condições, as amostras de sedimentos recentes, apresentam razões isotópicas $^{87}Sr/^{86}Sr$ muito próximas entre si (uniformes) embora os valores da razão $^{87}Rb/^{86}Sr$ sejam variáveis (dispersos), condição indispensável para o êxito da datação pelo método Rb/Sr.

Estas condições incluem a proximidade entre as amostras coletadas, alto teor de fração argila, domínio dos argilominerais expansivos e da illita degradada e deposição preferencialmente associada com águas marinhas.

Abstract: Radiometric ages of geological significance are obtained when the Rb/Sr isochron method is applied to argillaceous sedimentary rocks.

In spite of these results many questions arise when the Rb/Sr methodology is applied to sedimentary rocks, notably the behaviour of the rubidium and strontium elements during sedimentation and during the diagenetic process. The greatest uncertainty lies in the mechanism and the timing of the strontium isotopic homogenization, which constitutes the basic assumption behind radiometric dating by Rb/Sr method.

The purpose of this work is to contribute to the clarification of the conditions for the strontium isotopic homogenization, the relation between Rb and Sr and the dimension and nature of the sedimentary particles, the diagenetic events associated with clay minerals, with sedimentation process and with interstitial fluids.

Recent sediments were sampled from different environments: the deltaic region of the Paraíba do Sul river (RJ), the deltaic region of the Açu river (RN), the continental shelf associated with the Amazon river mouth (AM), the continental slope and Jacarepaguá coastal plain. The samples were analysed by X ray diffraction, scanning electron microscope and chemical and isotopic techniques.

Results obtained show that some samples reached uniform strontium isotopic composition (the material will not be isotopically homogeneous) under certain conditions. These conditions include close proximity between samples, clay fraction enriched in expansive minerals such as smectite, and degraded illite associated with deposition preferentially in marine waters.

RANGEL DA SILVA, José Maurício

Evolução tectono-metamórfica de uma parte da faixa Sul-Alagoana, sistema Sergipano-Nordeste do Brasil. 02 de outubro. 130p. 1 vol. Orientador: Benjamim Bley de Brito Neves,

Resumo: Do estudo dos dados coletados para a cobertura deformada da Faixa Sul-Alagoana surge um quadro coerente para os aspectos litogeoquímicos, estruturais e metamórficos desse elemento do Pré-Cambriano Superior da Província Borborema, NE do Brasil.

As informações litogeoquímicas sugerem para os sedimentos uma área de deposição adjacente a um arco magmático continental. Considerando que os sedimentos foram tectonizados pela primeira fase de dobramento, e, não havendo (?) registros de sedimentação sinorogênese, o arco aludido parece ser um elemento contemporâneo da abertura da Bacia Sergipana.

A deformação manifesta-se por meio de pelo menos cinco fases de dobramentos, embora a segunda fase seja a mais forte e responsável pelas feições hoje testemunhadas nos metasedimentos. Uma de suas manifestações é uma foliação subhorizontal penetrativa na maior parte da área investigada.

Regionalmente foi possível identificar um metamorfismo progressivo, que de sul para norte dá origem às zonas de estaurolita-cianita, cianita e sillimanita. As relações entre deformação e metamorfismo sugerem que ambos os fenômenos foram contemporâneos.

As características petrológicas de F_2 , a saber, presença de cianita e pressões calculadas acima de 8kb, reforçam a idéia de que F_2 foi um evento tangencial de pressão média coerente com uma tectônica de nappes.

Portanto, imagina-se que o evento em questão ocorria por ocasião do movimento aproximativo entre os blocos continentais do Cráton do São Francisco e do Maciço Pernambuco-Alagoas.

A datação do evento F_2 ainda está em aberto por insuficiência de dados, mas os dados preliminares colocam-no em torno de 600 m.a.

Abstract: From the study of the geological informations of the folded cover of the Sul-Alagoana Belt, in northeastern Brazil, emerges a coherent framework to the lithologic geochemical, strutral and metamorphic aspects of that Late Pre-Cambrian element of Borborema Province.

The lithogeochemical informations suggests to the metasediments a deposition area besides a continental magmatic arc. Considering that the sediments were folded by the first deformational phase, and, not having records of sin-orogenesis sedimentation, the magmatic arc seems to be a coeval element of the Bacia Sergipana opening.

The deformation occurred at least five folding phases, but the second one is the strongest and responsible for the deformations seen in the metasediments.

A common feature of this phase is a pervasive foliation which occur throughout the studied area.

A regional progressive metamorphism, from south to north gives origin to the staurolite-kyanite, kyanite and sillimanite zones. The relationship between deformation and metamorphism suggests that both were coeval.

The petrological characteristics of F_2 , such as, the presence of Kyanite and pressures above 8 kb, support the idea that F_2 was a tangential event of medium pressure and related to a nappe tectonics.

Therefore, its assumed that this event occurred by the time at which continental blocks of the São Francisco Cráton and Pernambuco-Alagoas Massif converged.

The time of the F_2 event is still debatable due to insufficient data, but the informations of the literature place it around 600 m.a.

SIMÕES, Marcello Guimarães

Pelecípodes da Formação Palermo (permiano) de São Sepé (RS) e Guiratinga (MT): implicações na evolução da fauna neopaleozóica da Bacia do Paraná, Brasil. 23 de outubro. 286p. 1 vol. Orientador: Antonio Carlos Rocha Campos.

Resumo: Em sua clássica revisão taxonômica dos pelecípodes do Grupo Passa Dois (Neopermiano) da Bacia do Paraná, Runnegar & Newell (1971) concluíram que, do ponto de vista evolutivo, a malacofauna sofreu uma irradiação adaptativa intrabacia, em condições de águas salobras e de extremo isolamento geográfico, de modo semelhante a das faunas de moluscos do Neógeno do Paratétis. Embora nesse trabalho, Runnegar & Newell (1971) tenham resolvido grande parte dos problemas taxonômicos da malacofauna, persistia uma antiga objeção ao modelo de evolução associado ao isolamento geográfico progressivo da Bacia do Paraná (Leanza, 1948; Mendes, 1949, 1952a, 1954, 1967; Beurlen, 1954), em razão da inexplicável ausência de pelecípodes morfologicamente intermediários na porção superior do Grupo Tubarão, subjacente ao Grupo Passa Dois. Além disso, haveria grande dificuldade de sobrevivência da fauna bentônica, durante o episódio euxínico da Bacia do Paraná, representado pelos folhelhos negros da Formação Irati, situados na base do Grupo Passa Dois. Para explicar essas questões, Runnegar & Newell (1971) compararam a distribuição dos pelecípodes da Bacia do Paraná, no "tempo" Irati, com a dos invertebrados bentônicos do Mar Negro, onde condições anaeróbicas restringem os organismos do fundo às partes marginais do mar. Assim, se a malacofauna do Grupo Passa Dois tivesse tido uma distribuição similar, no decorrer da deposição da Formação Irati, é provável que a maior parte, se não todo registro sedimentar, tivesse sido perdido por erosão das margens da bacia.

Os sedimentos fossilíferos da região de São Sepé, RS, conhecidos desde a década de 1950, foram atribuídos à Formação Rio Bonito (Zingano & Cauduro, 1959; Cauduro & Zingano, 1965; Cauduro, 1970) e, mais recentemente, com base em mapeamento geológico de semi-detalhe (Sartori, 1978; Bortoluzzi & Veiga, 1981), à Formação Palermo. Grande parte dessa controvérsia surgiu, dada à situação isolada das rochas portadoras dos fósseis dificultar a sua correlação com os sedimentos neopaleozóicos que ocorrem na área de São Sepé. Aparentemente, contudo, esses sedimentos fossilíferos podem ser atribuídos à Formação Palermo ou ao "tempo" Palermo por comparação litológica e pelo domínio de grãos bissacados estriados e dos micrósporos *Lueckisporites*, *Striatopodocarpites*, *Protohaploxypinus* e *Vittatina* no siltito de São Sepé, que são comuns na Zona de *Lueckisporites virkkiae* (Toigo, 1988) e no intervalo K de Daemon & Quadros (1970). Esta interpretação, porém, não é destituída de dúvidas, já que conglomerado arcossiano do tipo presente nos afloramentos de São Sepé não constitui litologia comum da Formação Palermo.

Além da malacofauna de São Sepé, outra fauna de pelecípode em posição estratigráfica possivelmente intermediária entre a da assembléia da Formação Rio Bonito e a da clássica assembléia "endêmica" do Grupo Passa Dois, é a que ocorre no calcário pisolítico da região de Guiratinga, MT, atribuído por Schneider et al. (1974) à Formação Palermo.

As malacofaunas de São Sepé e Guiratinga são importantes para o esclarecimento da história evolutiva das faunas de pelecípodes do Grupo Passa Dois porque possuem formas similares às deste encontradas na porção norte da Bacia do Paraná. Desse modo, podem representar assembléias em parte predecessoras das faunas de pelecípodes do Grupo Passa Dois, intermediárias entre estas e os estoques marinhos encontrados no Grupo Tubarão (Subgrupo Itararé e Formação Rio Bonito) e em outras seqüências neopaleozóicas mais antigas da Bacia do Paraná e de outras partes da América do Sul.

A malacofauna de São Sepé é composta por pelecípodes marinhos, escavadores rasos [*Astartila clossi* sp. n., *Megadesmus bortoluzzii* sp. n., *Jacquesia guataensis* sp. n., *Myonia riograndensis* sp. n., *Pyramus* cf. *P. cowperesoides* (Mendes), *Edmondia* sp.], escavadores intermediários (gen. et sp. indet. A) e da semi-infauna bissada (*Stutchburia sepeensis* sp.n., gen. et sp. indet. B). A assembléia de Guiratinga é monoespecífica, sendo representada por *Pyramus mendesi* (Petri & Fülfarro), comb. n., uma forma escavadora rasa. Os pelecípodes estudados devem ter ocupado habitats de águas rasas, relativamente agitadas, de fundo inconsolidado (mole) de inframaré a plataforma rasa.

Os pelecípodes de São Sepé são encontrados preferencialmente em arenitos finos, sendo que a semelhança entre a porcentagem de valvas esquerdas (34%) e direitas (32%), o número relativamente alto de valvas articuladas (34%), as diversas classes de tamanho presentes, a distribuição caótica de bioclastos na matriz, a ausência de incrustação e bioerosão, sugerem que estes sofreram rápida seleção, reorientação e redeposição, provavelmente durante um evento de sedimentação episódica. O pelecípode de Guiratinga ocorre em calcário pisolítico coquinóide, possivelmente depositado em ambiente de alta energia.

Embora as formas presentes na fauna de São Sepé e Guiratinga não sejam diagnósticas do ponto de vista geocronológico, a composição da assembléia é compatível com uma idade neopermiana.

A análise da distribuição, composição e possíveis afinidades dos pelecípodes presentes nas assembléias dos grupos Tubarão e Passa Dois demonstra que a sua evolução ocorreu em um mar epicontinental, cuja história neopaleozóica compreendeu fases de sedimentação glacial (terrestre/glácio-marinha), flúvio-deltáica, marinha e continental, associadas a um grande ciclo transgressivo-regressivo. As variações ambientais envolveram, também, um aquecimento geral em direção ao final do Permiano e flutuações nos ambientes bentônicos disponíveis, na salinidade das águas, na disponibilidade de alimentos etc.

Durante o "tempo" Tubarão, foram particularmente importantes para o desenvolvimento da malacofauna, os pulsos transgressivos que favoreceriam a imigração de diferentes gêneros, inicialmente com marcante caráter cosmopolita (parte média do Subgrupo Itararé, assembléias de Capivari, SP, Hortolândia, SP, Itaporanga, SP, Mafra, SC) e, posteriormente, com acentuado caráter gondvânico (formações Rio Bonito e Palermo, assembléias de Taió, SC, e São Sepé, RS, respectivamente). As assembléias da parte superior do Subgrupo Itararé Rio do Sul, intercaladas entre as da parte média do Itararé e as das formações Rio Bonito e Palermo, apresentam mistura de elementos cosmopolitas e gondvânicos. Um padrão oposto é apresentado pelas assembléias de pelecípodes que se desenvolveram na Bacia do Paraná, durante a fase regressiva da parte final do Permiano (Grupo Passa Dois) e que, em parte, parecem ter evoluído in situ. É curioso notar que muitos processos e fatores envolvidos na evolução dos pelecípodes neopaleozóicos da Bacia do Paraná (e.g., presença de uma malacofauna reliquial, originada a partir de estoques marinhos; certo grau de endemismo; evolução in situ, com diversificação, durante períodos de caráter, regressivo, associada ao isolamento geográfico), particularmente do Grupo Passa Dois, são similares aos já descritos para outros mares epicontinentais do Cretáceo da América do Norte (Kauffman, 1977) e do Cenozóico da URSS (Neveeskaya et al., 1987).

Após o "tempo" Palermo nota-se um acentuado aumento no grau de endemismo das

assembléias do Neopaleozóico da Bacia do Paraná. Embora não se disponha ainda de metodologia adequada para se propor províncias paleobiogeográficas, Bambach (1990) sugere um índice de 30% de endemismo ao nível genérico para a subdivisão das unidades biogeográficas do Paleozóico. Assim, a Bacia do Paraná poderia ter constituído uma província paleobiogeográfica distinta, no Neopaleozóico, somente após o "tempo" Palermo. Contudo, os pelecípodes da assembléia de *Palaeomutela?*, *platinensis*, da porção média da Formação Rio do Rasto, parecem não ter pertencido a essa província, pois abrangem formas de água doce, restritas aos ambientes continentais da época (Simões & Rocha-Campos, 1992). Torna-se evidente, pois, que os esquemas paleobiogeográficos de Archbold (1983), Runnegar (1984) e Gonzalez (1989), "comprimem" temporalmente a informação paleobiogeográfica.

Abstract: The taxonomic description and revision of pelecypods from São Sepé, RS, and Guiratinga, MT, have furnished important evidence for the understanding of the evolution of the Late Paleozoic fauna of the Paraná Basin. Both assemblages occur in sediments assigned to the Palermo Formation and are thus stratigraphically intermediate between the marine pelecypod fauna of the Tubarão Group (Late Carboniferous-Early Permian) and the classical endemic pelecypod assemblages of the Passa Dois Group (Late Permian).

Pelecypods described from the São Sepé assemblage include: *Astartila clossi* sp. n., *Megadesmus bortoluzzii* sp. n., *Jacquesia guataensis* sp. n., *Myonia riograndensis* sp. n., *Pyramus* cf. *P. cowperesioides* (Mendes), *Stutchburia sepeensis* sp. n., *Edmondia* sp., gen. et sp. ind. A and B. *Pyramus mendesi* (Petri & Fúlvaro), comb. n., is the only taxon yet identified from the Guiratinga assemblage.

The São Sepé assemblage is dominated by shallow burrowing pelecypods (*Astartila clossi*, *Myonia riograndensis*, *Pyramus* cf. *P. cowperesioides*, *Megadesmus bortoluzzii*, *Jacquesia guataensis*, *Edmondia* sp.). Bissally attached semi-infaunal forms (*Stutchburia sepeensis*, gen. et sp. ind. B) are common, and intermediate burrowing species (gen. et sp. ind. A) are rare. The São Sepé pelecypods probably occupied shallow marine subtidal to inner shelf, unstable silty bottoms. The pelecypods are found concentrated in fine sandstone exhibiting biostratigraphic characteristics indicative of deposition under high energy conditions. *Pyramus mendesi* from Guiratinga was probably also a shallow, silty bottom burrowing animal. It is found as an allochthonous element in silicified colite deposited under high energy.

The two assemblages include taxa belonging to marine genera also recorded in faunas from the underlying Itararé Subgroup and Rio Bonito Formation (e.g., *Stutchburia*, *Myonia*), and are associated as well with typical components of the Passa Dois Group assemblages (*Pyramus* cf. *P. cowperesioides*). Additionally, *Astartila clossi* and *Megadesmus bortoluzzii* strongly resemble *Casterella* and *Plesyociprinella*, respectively. These affinities and predominance of megadesmids in the two faunas suggest their common ancestry from a megadesmid stock. Comparative study of the Paraná Basin and other Permian megadesmids, particularly from Australia, improved the knowledge of such important morphological features as the pedial musculature with important implications for the systematics of the group.

Several of the components of the assemblages studied, such as *Pyramus*, *Myonia*, *Astartila*, *Megadesmus* and *Stutchburia*, are typical elements in the Carboniferous-Permian marine faunas from Australia and Argentina. Although none of these elements is truly geochronologically diagnostic, the composition of the assemblages is compatible with the Late Permian age assigned to the Palermo Formation on palynological grounds.

Analysis of the distribution, composition, and possible affinities of the pelecypods from assemblages of the Tubarão and Passa Dois groups show that they have evolved in an epicontinental sea with a Late Paleozoic history comprising glacial (terrestrial/glacial-marine), fluvial-deltaic, marine and continental sedimentation, associated with a broad transgressive-regressive cycle. The environmental alterations also included a general warming towards the end of the Permian and fluctuations in ecologically important factors such as the availability of benthic habitats, water salinity and food resources.

During Tubarão Group time, transgressive pulses favored the immigration of different genera initially remarkably cosmopolitan (assemblages from Capivari, Hortolândia, Itaporanga and Mafra; middle part of the Itararé Subgroup). Assemblages from the upper portion of the Itararé Subgroup (Rio do Sul Formation) and those of the Rio Bonito (Taió) and Palermo (São Sepé and Guiratinga) Formations already show a mixture of cosmopolitan and gondwanic elements. These assemblages are dominated by shallow burrowing pelecypods, but epifaunal species are also common. A contrasting pattern is shown by the pelecypods assemblages that developed in the Paraná Basin during the Late Permian regressive phase (Passa Dois Group) which seem to have in great part evolved in situ. It is noteworthy that many processes and factors involved in this evolution (e.g., the presence of a relict molluscan fauna derived from marine stocks; presence of endemics; in situ evolution with diversification during regressive periods associated with geographical isolation), are similar to those already described for other epicontinental seas from the Cretaceous of North America and the Cenozoic of the former USSR. Shallow burrowing pelecypods dominated the Passa Dois assemblages together with rare epifaunal, bissally attached species. They commonly form dense concentrations as coquinas, possibly deposited by storm waves.

After Palermo time, a significant increase in the number of endemics is noted in the assemblages. In spite of the fact that available methodologies are still inadequate for the discrimination of paleobiogeographic provinces, data on hand suggest that the Paraná Basin could have been a distinct paleobiogeographical province during the Late Paleozoic only after Palermo time. Pelecypods of the *Palaeomutela? platinensis* assemblage, from the middle portion of the Rio do Rasto Formation, however, do not belong to this province since they include freshwater forms restricted to continental environments. It becomes evident from this analysis that previous paleobiogeographical schemes have overly simplified and temporally compressed available paleobiogeographical information.

TAIOLI, Fábio

Desenvolvimento e testes de sistema sismográfico de alta resolução. 05 de novembro. 119p. 1 vol. Orientador: Nelson Ellert.

Resumo: Este trabalho apresenta o projeto, desenvolvimento e testes, tanto de laboratório como de campo, de um sistema sismográfico para utilização em trabalhos de sísmica aplicada à engenharia, hidrogeologia e meio ambiente, baseado na eletrônica incorporada em um microcomputador tipo IBM-PC.

Desenvolveram-se, como sensores, acelerômetros piezoelétricos especiais para uso em sismografia, assim como amplificadores e filtros para atenderem às exigências impostas por aquelas aplicações. O interfaceamento com o microcomputador é feito por intermédio de uma placa de expansão conversora A/D (analógico-digital), e a velocidade necessária para a obtenção de altas frequências foi conseguida utilizando-se o DMA ("direct memory access" - acesso direto à memória), disponível no microcomputador tipo IBM-PC. Para isto, foi desenvolvido um programa de controle que, além de se utilizar do DMA, emula as funções normais e o modo de operação de um sismógrafo digital convencional.

Foram efetuados diversos testes de laboratório em cada parte do sistema. O acelerômetro apresentou comportamento linear (dentro de $\pm 0,5$ dB, entre 10 Hz e 2000 Hz). Os amplificadores e filtros acompanharam a mesma linearidade, entre 20 Hz e 1000 Hz.

Testes de campo mostraram a operacionalidade, enquanto testes comparativos com o sistema comercial evidenciaram a confiabilidade do sistema.

Dois trabalhos em situações geológicas distintas foram efetuados empregando-se o sistema desenvolvido. O primeiro consistiu na definição de suposta estrutura presente na Cidade Universitária "Armando de Salles Oliveira". O segundo trabalho objetivou a definição de matacões em meio a saprolito, na

região da obra "Aproveitamento Múltiplo do Rio Mogi Guaçu". Em ambos os casos foi possível, utilizando-se os dados obtidos, resolver os problemas em questão.

Conclui-se que o sistema é factível, a relativo baixo custo, e atende às necessidades básicas para os trabalhos de sísmica aplicada à engenharia, hidrogeologia e meio ambiente. Sugere-se, como tema de pesquisa futura, que a mesma arquitetura seja adotada para outros instrumentos geofísicos.

Abstract: This thesis presents the design and development of a prototype, as well as laboratory and field tests of a seismography system aimed at working on seismic applied to engineering, hydrogeology and environmental problems. The system is based on the in board electronic of an IBM-PC type microcomputer.

The sensors developed are piezoelectric accelerometers specially designed to be used in seismograph as well as the amplifiers and filters. The interfacing with the microcomputer is accomplished by an A/D (analog to digital) converter board. The acquisition velocity to record high frequencies was obtained by using the DMA (direct memory access) available in the microcomputer. Control software was developed to allow the use of the DMA, and to simulate the normal functions of a standard digital seismograph.

Several laboratory tests were carried out. The accelerometers showed a linear behavior (±0.5 dB, between 10 Hz and 2000 Hz), and the amplifiers and filters the same linearity between 20 Hz and 1000 Hz.

Field tests comparing the system developed with commercial equipment presented good correlation.

Two studies on distinct geological situations were conducted and, based on the data acquired, was possible to solve both problems.

Finally, it can be concluded that the system proposed and developed is feasible, for a relatively low cost, and is suitable to attend the objectives of seismic work applied to engineering, hydrogeology and environmental problems. It can also be suggested that the same architecture is used in other geophysical instruments.