

TESES DE DOUTORADO

BASEI, Miguel Angelo Stipp

O Cinturão Dom Feliciano em Santa Catarina. 30 de dezembro. 185p. 1 vol. Orientador: Umberto Giuseppe Cordani.

Resumo: Com a aplicação de métodos convencionais (análise bibliográfica, trabalhos de campo e estudos petrográficos) incluindo análise estrutural, litogeoquímica e geocronologia, foi possível elaborar-se uma síntese geológica, bem como propor-se um modelo de evolução geotectônica para os terrenos pré-cambrianos a eopaleozóicos de parte do Estado de Santa Catarina.

Do ponto de vista tectônico, são identificadas duas entidades maiores: na porção oeste o Cráton Rio de La Plata e na região oriental, o Cinturão Dom Feliciano. O primeiro engloba os terrenos antigos, de alto grau metamórfico, que serviram de ante-país para o desenvolvimento do cinturão. Para este último, que inclui os terrenos formados ou intensamente retrabalhados no Ciclo Brasileiro, é reconhecida, de SE para NW, uma compartimentação interna definida pelos Domínios Tectônicos, Interno, Intermediário e Externo, respectivamente em fácies meso-, epi- e anquizonal de metamorfismo. Essa polaridade metamórfica é compatível com a vergência tectônica NW do Cinturão.

O Domínio Interno representa as zonas profundas, atualmente expostas, do cinturão, sendo caracterizado pela presença regional de migmatitos cortados pelas Suítes Intrusivas São Pedro de Alcântara e Pedras Grandes. No Domínio Intermediário predominam os metassedimentos do Grupo Brusque, metamorfizados e deformados polifasicamente, e cortados por inúmeros corpos granitóides intrusivos das Suítes Valsungana e Guabiruba. O Domínio Externo é interpretado como uma antefossa molássica preenchida por um espesso pacote sedimentar, onde predominam turbiditos, associados a rochas magmáticas ácidas da Suíte Plutono-Vulcânica Subida.

Foram identificadas para o Cinturão Dom Feliciano, quatro fases de deformação. A primeira delas, de idade e características geométricas desconhecidas é observada somente no Grupo Brusque e ocasionalmente em paleossomas de migmatitos do Domínio Interno. As três outras são seguramente brasileiras com a segunda e a terceira possuindo orientação NE e vergência para NW. Estas fases estariam ligadas a um mesmo sistema compressivo direcionado contra o Cráton Rio de La Plata. A quarta fase processou-se em um nível estrutural superior, provocando inflexões, amplas e descontínuas, provavelmente relacionadas a movimentações transcorrentes ao longo dos grandes lineamentos pré-existentes. O Grupo Itajaí, no Domínio Externo, é afetado somente pelas duas últimas fases do cinturão.

A coluna litoestratigráfica proposta para o Grupo Itajaí apresenta em posição basal um pacote de arenitos arcossianos, maciços e de cor marrom avermelhada que intercala possantes lentes de conglomerados (Unidade Arenítica Inferior). Em posição de topo tem-se os termos síltico-pelíticos predominando largamente sobre as frações mais grosseiras (Unidade Síltica Superior). A sudoeste de Botuverá, na região mapeada neste trabalho, o Grupo Brusque é constituído por três unidades litoestratigráficas, assim constituídas da base para o topo: Seqüência Botuverá, Seqüência Ribeirão do Agrião e Seqüência Rio da Areia. Nessa mesma ordem estratigráfica, tem-se uma nítida diminuição da fração detrítica de granulação grossa, com conseqüente aumento dos componentes mais finos até atingir-se uma sedimentação química onde predominam os níveis carbonáticos.

A granitogênese do Cinturão Dom Feliciano foi caracterizada, com base em relações de campo, idades e características petrográficas, em seis suítes intrusivas. As mais antigas são as Suítes dos Granitóides Foliados e Valsungana, sincrônicas ao desenvolvimento da segunda fase de deformação. Tardios a esta, colocaram-se os granitóides das Suítes Guabiruba e São Pedro de Alcântara. Em condições tardias a pós-tectônicas ocorreu o magmatismo plutono-vulcânico das Suítes Pedras Grandes e Subida. As indicações adicionais litogeoquímicas e isotópicas permitiram classificar essa granitogênese como predominantemente crustal, definindo para as três primeiras suítes uma afinidade ao tipo "S"; as Suítes São Pedro de Alcântara e Pedras Grandes seriam do tipo "I" caledoniano e a Suíte Subida do tipo "A".

Mais de uma centena de novas determinações radiométricas são apresentadas neste trabalho, tendo-se utilizado inclusive de metodologias ainda não disponíveis no país. Este é o caso das análises U-Pb em zircões, e Pb-Pb e Sm-Nd em rocha total. Esses resultados permitiram que fossem posicionados no tempo as principais épocas de colocação dos corpos granitóides e, por conseguinte, das fases deformacionais associadas. Desta forma, foram reconhecidos dois eventos tectono-magmáticos principais a nível do cinturão. O primeiro, datado em 650 ± 50 Ma., corresponderia ao implemento da 2ª fase de deformação com colocação sintectônica das Suítes Valsungana e Granitóides Foliados há 640 ± 20 Ma., e pouco mais tarde, dos granitóides das Suítes Guabiruba e São Pedro de Alcântara há 600 ± 20 Ma. O segundo evento ocorreu há 560 ± 40 Ma. incluindo a terceira fase de deformação e a granitogênese tardia da Suíte Plutono-Vulcânica Pedras Grandes há 540 ± 20 Ma. O magmatismo do tipo Subida é restrito ao Domínio Externo e precedeu um pouco ao metamorfismo de baixa intensidade do Grupo Itajaí, ocorrido há 535 ± 10 Ma. As determinações K-Ar indicam que o resfriamento regional do Cinturão Dom Feliciano deu-se por volta de 500 Ma.

Finalmente, a evolução geotectônica do Cinturão Dom Feliciano em Santa Catarina é interpretada com base em um modelo de subdução do tipo A, ocorrida durante o Ciclo Brasileiro. A esse processo estariam associadas todas as feições geológicas brasileiras (estruturais, metamórficas e magmáticas) observadas no cinturão. São questionados os modelos anteriores que sugerem que o Domínio Interno do cinturão poderia corresponder à raiz de um arco magmático de idade brasileira.

Abstract: A geological synthesis and a proposal for the geotectonic evolution of the precambrian to eopaleozoic terrains of the southern part of Santa Catarina State is presented. The methods utilized were conventional (field works, petrological studies and bibliographic analysis), including structural analysis, lithogeochemical and geochronological investigations.

Two main tectonic units are identified: the Craton Rio de La Plata at the western portion, and the Dom Feliciano Belt at the eastern part. The high-grade metamorphic terrains at the Rio de La Plata Craton, played the role of foreland during the D.F.Belt formation. For the D.F.Belt an internal compartmentation from SE to NW, is recognized defined respectively by the Internal, Intermediate and External tectonic domains, respectively in meso, epi and anquizonal metamorphic facies. This metamorphic polarity is compatible with the NW tectonic vergence of the D.F.Belt which includes the terrains formed or intensively reworked during the Brasileiro Cycle (800-500 Ma).

The exposed deep zones of the D.F.Belt, are represented by the Internal Domain, characterized by the migmatites pierced by the São Pedro de Alcântara and Pedras Grandes granitic suites. In the Intermediate Domain, the polyphasically metamorphosed and deformed metasediments of the Brusque Group, intruded by several granitoids of Valsungana and Guabiruba Suites, predominate. The External Domain is interpreted as a molassic foredeep, fulfilled with a thick sedimentary layer where turbidites, associated to acid magmatic rocks of the Plutono Vulcanica Subida Suite predominate.

In the Dom Feliciano Belt, four deformational phases are identified, the first of which, of unknown age and geometrical characteristics, is only observed in the Brusque Group, and occasionally in migmatitic paleosomes of the Internal Domain. Among the other three phases, which are brasilianas, the second and third exhibit NE orientation and NW vergence. These phases are connected to the same compressive system of stresses directed towards the Rio de La Plata Craton. The fourth phase, of upper structural level, causing discontinuous large inflections probably related to transcurrent movements along reactivated ancient lineaments. The Itajaí Group in the External Domain was affected only by the two last folding phases.

The lithostratigraphical column to the Itajaí Group, as proposed here, includes a basal lithosome of massive brownish red arkosic sandstone with conglomerate lenses (Lower Sandstone Unit). At the top, siltic-pelitic rocks are predominant compared to the coarse grained fractions (Upper Siltic Unit). The Brusque Group at SW of Botuverá, is formed by the three following lithostratigraphic units from the bottom to the top: Botuverá, Ribeirão do Agrião and Rio da Areia Sequences. In the same stratigraphic order, is possible to see a clear decrease in the coarse grained detrital fractions and as a consequent increase of the thinner components up to the carbonatic levels predominance.

The granitogenesis of D.F.Belt, according to field relationships, age and petrographic characteristics is characterized by six intrusives suites. The Granitóides Foliados and Valsungana suites are syntectonic with respect to the second deformational phase, and earlier compared to the Guabiruba and São Pedro de Alcântara granitoid suites, where as the Pedras Grandes and Subida suites were emplaced at late to post tectonic period. Additional isotopic and lithogeochemical data classify this granitogenesis as predominantly crustal, defining as "S" type the three first suites, "I" caledonian type the São Pedro de Alcântara and Pedras Grandes and "A" type the Subida suite.

Over a hundred new radiometric determinations, using several methods, some of which not yet available in Brazil, as U-Pb in zircon and Pb-Pb and Sm-Nd in whole rocks, are presented. The results allowed us to determine the emplacement epoch of granitoids and consequently the associated deformational phases. Two main tectono-magmatic events are recognized: the first at 650 ± 50 Ma corresponds to the development of a second deformational, phase with syntectonic emplacement of Valsungana and Granitóides Foliados suites at 640 ± 20 Ma, and later, at 600 ± 20 Ma in correspondence to the emplacement of the Guabiruba and São Pedro de Alcântara granitoid suites. The second event occurred at 560 ± 40 Ma including the third deformational phase and the late granitogenesis of the Pedras Grandes Plutono Volcanic Suite at 540 ± 20 Ma. The Subida type of magmatism is only characteristic of the External Domain and preceded the very low-grade metamorphism of the Itajaí Group, which occurred at 535 ± 10 Ma. The cooling age of Dom Feliciano Belt indicated by K-Ar data, was around 500 Ma.

The geotectonic evolution of the Dom Feliciano Belt is here interpreted according to an "A" subduction model, which occurred in the Brasileiro Cycle. All the brazilian age features (structural, metamorphic and magmatic) observed in the D.F.Belt are associated with this A subduction process. Previous models, suggesting that the internal domain of the D.F.Belt as roots of a Brasileiro Magmatic Arc have now become debatable with these newly obtained data.

D-02

CHANG, Maria Rita Caetano

Análise ambiental e estratigráfica do Subgrupo Itararé (PC) no sudoeste do Estado de São Paulo.
08 de fevereiro. 309p. 1 vol. Orientador: Paulo Milton Barbosa Landim.

Resumo: O presente trabalho constitui uma contribuição à análise ambiental dos sedimentos do Subgrupo Itararé (Bacia do Paraná, P-C) no Estado de São Paulo. A área de estudo, localizada no sudoeste deste Estado, na divisa com o Paraná e incluindo as cidades de Itararé, Itaporanga e Taquarituba, foi escolhida por ser ainda pouco conhecida geologicamente e dispor de boas secções aflorantes.

O levantamento faciológico sistemático em secções de superfície permitiu a definição de vários modelos deposicionais que predominaram em intervalos específicos na evolução da sedimentação Itararé na área. Da base para o topo, sucedem-se os seguintes sistemas deposicionais: fluvial anastomosado; supraglacial marginal; planícies de *outwash* glacial; frente deltaica do tipo *flysch*; plataforma rasa; deltaico caracterizado por rápida progradação; glaciofluvial, glaciomarinho raso e deltaico costeiro.

Além do estudo de superfície, foram utilizados os dados de perfilagens geofísicas (raios gama e potencial espontâneo) e de testemunhos de quatro poços perfurados nas vizinhanças da área (poços JT-1-PR, J-1-PR, SA-1-SP e PN-1-SP). A conjugação destes dados com a análise ambiental em superfície possibilitou a proposição de uma subdivisão estratigráfica informal do Subgrupo Itararé para a área, composta por quatro unidades principais e uma, basal, de caráter mais restrito.

A unidade I, inferior, é composta por arenitos fluviais, anteriores à descida dos glaciares para esta área da bacia. A unidade II é caracterizada pela presença de diamictitos que, juntamente com arenitos, compõem a associação dominante neste intervalo. Nas unidades III e IV dominam os arenitos sobre as demais litologias, embora nesta última ocorra um aumento na porcentagem de sedimentos finos e diamictitos com relação à unidade III. A unidade V é caracterizada pelo predomínio de sedimentos finos e diamictitos que se intercalam com arenitos desde finos a grosseiros, compondo corpos pouco espessos.

Finalizando, a subdivisão estratigráfica dos sedimentos Itararé em superfície, a exemplo da presente pesquisa, deve partir do estudo sistemático em secções principalmente contínuas, buscando o entendimento de sua gênese e da evolução ambiental dentro de um contexto estratigráfico conhecido. Este procedimento deve ser efetuado em áreas pequenas, onde seja possível o entendimento das variações laterais das unidades mapeáveis, com a gradual ampliação dos conhecimentos através do detalhamento de áreas vizinhas.

Abstract: The present work is a contribution to the sedimentary facies analysis of the Itararé Subgroup (Permo-Carboniferous) in the Paraná Basin. The study area, located in the southwestern portion of São Paulo State, next to the Paraná State border line and including the countries of Itararé, Itaporanga and Taquarituba, was chosen for its poorly known geology and for the excellent outcrop exposures.

The systematic facies study in surface sections resulted in the definition of several depositional models that predominated in specific intervals during the sedimentary evolution of the Itararé Subgroup in the area. From the bottom to the top, the following depositional systems have been defined: braided fluvial; supraglacial to ice-contact proglacial; outwash plain; flysch-like delta front; shallow shelf; deltaic; glaciofluvial to shallow glaciomarine and deltaic.

In addition to the surface study, geophysical logs (gamma-ray and spontaneous potential) and cores from four wells (JT-1-PR, J-1-PR, SA-1-SP, PN-1-SP) were used. These subsurface data together with surface facies analysis made possible an informal stratigraphic subdivision of the Itararé Subgroup in the study area. Altogether, five units have been defined.

Unit I, lowermost, is composed of fluvial sandstones, prior to the glaciers reaching the basin. Unit II is characterized by the presence of diamictites, which together with sandstones constitute the dominant association in this interval. In both units III and IV, sandstone is the dominant lithology. The

latter is richer in fine grained sediments and diamictites. Unit V is characterized by the predominance of fine grained sediments and diamictites thinly interbedded with sandstones.

Finally, basinwide surface stratigraphic subdivision of the Itararé sediments should be defined through a systematic study in continuous sections, similar to that performed in the present research, looking into their genesis and the environmental evolution of a known stratigraphic setting. This analysis should be executed in a small area, where lateral variations of the mappable units can be followed, with its gradual enlargement through detailed works in the neighboring areas.

D-03

PONÇANO, Waldir Lopes

Sedimentação atual aplicada a portos no Brasil. 27 de setembro. 278p. 1 vol. Orientador: Vicente José Fúlfaro.

Resumo: As características da sedimentação atual em áreas de interesse à implantação/manutenção de portos são aqui apresentadas sob a perspectiva da história geológica mais recente, especialmente quaternária. Desta, destacam-se como eventos mais importantes os entalhes würmianos e subseqüentes oscilações do nível marinho, que, a par de fatores tectônicos, explicam os principais traços da distribuição e conformação dos corpos d'água costeiros.

As investigações abrangeram as proximidades da Ilha dos Guarás (PA), a Baía de Sepetiba (RJ), Enseada dos Tainheiros e Baía de Aratu, na Baía de Todos os Santos (BA), e os estuários do Potengi (RN), de Santos (SP) e do Itajaí-Açu (SC).

Na região de Guarás procedeu-se a estudo essencialmente cartográfico, através de fotos aéreas e cartas batimétricas defasadas, tendo-se constatado que, embora as profundidades dos canais de circulação se mantivessem no tempo, seus eixos de maiores profundidades apresentavam migração, compatível com o crescimento observado em partes emersas.

Nos casos da Enseada dos Tainheiros, Baía de Aratu e Baía de Sepetiba, além das avaliações efetuadas a partir de cartas batimétricas e imagens de sensores, procedeu-se a levantamento sistemático das características dos sedimentos de superfície de fundo. Pôde-se nestes casos destacar a importância dos padrões regionais de circulação d'água e sedimentos, relacionados por sua vez a paleovales, na determinação das áreas mais e menos suscetíveis a erosão/deposição.

Para os estuários, maior ênfase foi dada ao estudo dos sedimentos de superfície de fundo, bem como a distribuição de salinidades e material em suspensão, como indicadores da tipologia estuarina. Esta abordagem foi particularmente desenvolvida para os estuários de Santos e do Itajaí-Açu. A influência fluvial na circulação estuarina aumenta do Potengi a Santos ao Itajaí-Açu; no primeiro caso não há dados conclusivos sobre o tipo de circulação, embora os dados colhidos sejam sugestivos de mistura vertical. Já o Canal do Porto do estuário santista apresenta circulação em dois estratos, com mistura vertical, enquanto que o Canal de São Vicente apresenta circulação verticalmente homogênea, ambos sob condições de verão, de máxima descarga fluvial. Para o estuário do Itajaí-Açu, sob condições de vazões mínimas, pôde-se caracterizar circulação do tipo cunha salina para preamar, e em dois estratos com mistura vertical na baixa-mar.

Variações temporais das fácies dos sedimentos de superfície de fundo foram investigadas na Baía de Santos e, sob diversas condições de vazão, incluindo um episódio catastrófico, no estuário do Itajaí-Açu.

No decorrer da exposição dos diferentes casos, são feitas diversas sugestões e revisões metodológicas. Destaque especial é dado ao problema da interpretação dinâmica dos parâmetros estatísticos granulométricos. Dados referentes a 588 amostras são altamente sugestivos de que desvio-padrão (grau de seleção), assimetria e curtose são dependentes, de modo definido e por intervalo granulométrico, do diâmetro médio.

Abstract: This work presents sedimentological investigations necessary to port assessment and planning, as referred to a framework of quaternary geological events. Among these the most important are believed to be the valley-cutting which took place during the Würm epoch and subsequent sea-level changes.

Investigations were carried out on the vicinities of Guarás Island (PA), on Tainheiros (BA), Aratu (BA) and Sepetiba (RJ) Bays and on Potengi (RN), Santos (SP) and Itajaí-Açu (SC) estuaries.

Studies undertaken in the Guarás Island region were essentially cartographic, based on analyses of bathymetric charts and aerial photographs. Results have shown migration of channels, although their depths have been maintained throughout the investigated span of time. The inferred displacements of the channels agree with features of accretion observed in emergent surfaces.

In Tainheiros, Aratu and Sepetiba Bays, cartographic and remote-sensing observations were a first step, to be complemented by systematic sampling and analysis of bottom sediments. In these cases the regional pattern of sediment and water circulation, mostly governed by paleovalleys distribution, proved to be an important factor in determining erosion/accretion sites.

In the studied estuaries stress has been put in the characterization of both suspended sediments, as well as in water salinity, as guidelines to establish the types of estuarine circulation. This approach was developed in more detail for Santos and Itajaí-Açu estuaries. Fluvial influence grows increasingly from Potengi to Santos to Itajaí-Açu estuaries; there are no definite data to classify the first one of them, although its situation suggests a vertically mixed type. For the Porto Channel of the Santos estuary a two-layer flow with vertical mixing type was determined, whilst the São Vicente channel is vertically homogeneous, both under summer conditions of maximum fluvial discharge. Under conditions of minimum fluvial discharge the Itajaí-Açu estuary displays a salt-wedge pattern during high water, and a two-layer flow with vertical mixing pattern during the low water, both for spring tide.

Time-dependent changes in granulometric characteristics of bottom sediment were investigated for Santos Bay and Itajaí-Açu estuary, this latter case including a catastrophic flooding.

Some methodological review has been made, including remarks on the possibilities of dynamic interpretation of grain size statistical parameters. Data from 588 samples are highly suggestive that square-deviation, skewness and kurtosis depend on the considered mean size of the sediment.

D-04

RODRIGUES e SILVA, Fernando Barreto

Os cambissolos da porção central da Província Estrutural da Mantiqueira e suas relações com os latossolos: alteração e pedogênese. 04 de março. 261p. 1 vol. Orientador: Adolpho José Melfi.

Resumo: Para o estudo das características e gênese dos cambissolos e latossolos, que ocorrem na porção central da Província Estrutural da Mantiqueira, foram selecionados onze perfis de solos e alteração, além de amostras complementares.

Foram executadas análises físicas, químicas e mineralógicas, com enfoque especial na análise

microscópia dos diversos horizontes dos solos e alteração, com o intuito de seguir as transformações mineralógicas e estruturais.

Pode-se afirmar que nas condições de clima úmido da região, a hidrólise intensa é o mecanismo responsável pela formação das coberturas pedológicas. No entanto, as pequenas variações climáticas constatadas seriam insuficientes para explicar a existência de solos em graus tão diversos de evolução. Sem dúvida, a topografia é o fator principal que condiciona, em linhas gerais, a intensidade do processo hidrolítico e, conseqüentemente, a gênese e a distribuição dos solos nos diferentes setores da região estudada.

Portanto, em função dos diversos compartimentos geomorfológicos, a região foi subdividida em duas grandes áreas, de acordo com a natureza dos produtos secundários dominantes e a organização estrutural do material do solo.

Os cambissolos das regiões serranas das partes setentrional e central desenvolvem-se *in situ* com uma pequena contribuição de material remanejado na parte superficial. Estes solos constituem a base de perfis rejuvenescidos pela erosão e apresentam uma mineralogia tipicamente gibbsítica, com uma certa proporção de minerais interstratificados (biotita-vermiculita Al) e caulinita de baixa cristalinidade. Eles representam um estágio de evolução incompleta, onde o pedoplasma é pouco diferente do plasma de alteração, com uma herança muito grande de minerais pseudomorfos de biotita e feldspato, além de produtos amorfos de ferro e alumínio.

Por outro lado, os cambissolos da parte meridional da região estudada constituem perfis espessos para solos dessa classe, sem reserva de minerais primários alteráveis, tipicamente caulínicas, mas que apresentam uma quantidade importante de vermiculita com Al interlamelar. A característica cônica atribuída a estes solos prende-se a sua fraca organização estrutural. A análise microscópica revelou que o plasma de alteração sofreu uma fraca reorganização a nível do pedoplasma. Neste caso, o material apresenta-se eminentemente apédico, onde destacam-se separações plásmicas em quantidades elevadas.

Os latossolos ocupam as posições mais baixas em relação aos cambissolos e desenvolvem-se sobre material transportado das partes mais altas do relevo, não existindo, portanto, uma relação vertical entre o plasma de alteração e o pedoplasma. Os materiais, já bastante alterados, transformam-se rapidamente e apresentam uma evolução do pedoplasma no sentido da microagregação, típica do B latossólico.

Abstract: The genesis and distribution of cambisols and latosols occurring in the central part of the Structural Province of Mantiqueira were studied through the analysis of eleven soils and alteration profiles and some supplementary samples.

Physical, chemical and mineralogical analysis were carried out and a special emphasis was given to the microscopic studies aiming the evolution of the mineralogical and structural transformations.

Intensive hydrolysis was found to be the mechanism responsible for the formation of the pedologic cover, under the climatic conditions of the region. Nevertheless, the slight climatic variations observed, could not explain the presence of soils with different evolution degrees. Undoubtedly, the topography is the main factor, which accounts for the different intensities of the hydrolytic process and consequently for the genesis and distribution of the soils in the different parts of the studied region.

On the basis of the various geomorphological compartments, the region was subdivided into two main areas, according to the nature of the dominant secondary products and the structural organization of the soil material.

The cambisols from the highland of the northern and central parts were developed *in situ*

with a slight contribution of reworked material on the surface. These soils constitute the roots of eroded profiles, and contain mainly gibbsite, and a certain amount of interlayered minerals (Al-biotita-vermiculite) and poorly crystallized kaolinite. They represent an incomplete evolution state, where the pedoplasma is slightly different as compared to the alteration plasma which contains pseudomorphic minerals of biotite and feldspars, as wells as iron and aluminium amorphous material.

On the other hand the cambisols from the southern part of the studied region present profiles that are thicker than ordinary soils of that category. These soils have no weatherable primary minerals and are typical kaolinitic showing a considerable amount of vermiculite with interlayer aluminium. In this case, the material is apedic with a lot of plasmic separations.

The latosols, occurring in the lower parts as compared to the cambisols are developed from transported material and consequently there is no relationship between the pedoplasma and the alteration plasma. The material originally well altered, change rapidly and show a pedoplastic evolution towards the microaggregation which is typical of the latosolic B horizon.

D-05

TEIXEIRA, Wilson

A evolução geotectônica da porção meridional do Cráton do São Francisco, com base em interpretações geocronológicas. 01 de julho. 207p. 1 vol. Orientador: Umberto Giuseppe Cordani.

Resumo: O presente trabalho objetivou demonstrar a potencialidade das interpretações geocronológicas voltadas ao tema da evolução antiga de terrenos metamórficos policíclicos. Os estudos empreendidos concentraram-se no embasamento polimetamórfico exposto a oeste do Quadrilátero Ferrífero sendo enfatizado, adicionalmente, o magmatismo básico de natureza anorogênica, cujas rochas possuem significativa distribuição neste domínio da porção meridional do Cráton do São Francisco. Com base no estabelecimento de critérios interpretativos para os diferentes padrões de idade obtidos são também efetuadas considerações acerca da delimitação da margem cratônica, relativamente às faixas móveis marginais. Finalmente, é apresentada uma evolução geocronológica da Cobertura Sedimentar Bambuí, fundamentada em completa reavaliação do conjunto de idades disponível.

O acervo radiométrico processado para a síntese, proveniente de uma ampla amostragem representando os vários domínios litológicos caracterizados, possui cerca de 250 determinações pelos métodos Rb-Sr, K-Ar e Pb-Pb. As interpretações decorrentes têm por base um tratamento através de diagramas isocrônicos (a nível de afloramento ou de referência), em combinação com um quadro esquemático de resfriamento regional vinculado às idades aparentes. Em conseqüência, foram estabelecidas as épocas principais de eventos tectonomagmáticos desenvolvidos na porção meridional do Cráton do São Francisco viabilizando, assim, comparações evolutivas com outros setores crustais da unidade geotectônica.

O padrão de distribuição das idades radiométricas e evidências isotópicas de Sr e Pb permitiram esboçar um quadro paleotectônico para o Arqueano tardio (3,0 - 2,6 Ba.) e Proterozóico Inferior (2,4 - 2,1 Ba.), condizente com dois períodos maiores de crescimento continental: aquele mais antigo, sugestivo da etapa principal de espessamento crustal (formação e aglutinação da massa continental), e o mais jovem, sendo tipificado pelo desenvolvimento do Cinturão Mineiro, de natureza parcialmente ensiálica, cuja atividade causou o rejuvenescimento da maioria dos valores aparentes K-Ar do domínio

arqueano. Por outro lado, as idades radiométricas K-Ar e Rb- Sr temporalmente associadas ao Proterozóico Médio e Superior, reveladas por setores específicos do embasamento cratônico, são interpretadas, respectivamente, como um reflexo da evolução do sistema intracratônico Espinhaço e das faixas móveis marginais brasileiras.

Com referência às datações do magmatismo básico anorogênico, a interpretação dos resultados possibilitou a definição temporal das etapas distensivas principais da evolução geológica regional, como decorrência da mobilidade de faixas móveis adjacentes a segmentos já estabilizados. No âmbito do Cráton do São Francisco, as extrapolações efetuadas, com base no conjunto de idades existentes em rochas intrusivas básicas e afins, contribuíram para um melhor entendimento do comportamento geodinâmico da entidade frente aos esforços ocorridos em seu interior durante o Proterozóico.

Finalmente, análise crítica do acervo de dados radiométricos disponível em rochas do Grupo Bambuí indicou uma evolução do Proterozóico Superior. As datações, provenientes dos Grupos Bambuí e Una, revelaram um quadro de idades heterogêneo em ambas as unidades, destacando-se como um todo a forte influência termal brasileira rejuvenescendo a maioria das idades K-Ar e Rb-Sr e dificultando, assim, a obtenção de idades representativas em termos de deposição sedimentar. Entretanto, inferências geocronológicas a partir de rochas básicas intrusivas em unidades litoestratigráficas sotopostas ao Grupo Bambuí são sugestivas de que, em determinados setores, o início de seu desenvolvimento teria ocorrido por volta de 1.000 Ma. atrás, ao passo que em outras áreas (em especial no Estado de Minas Gerais) a sedimentação seria necessariamente de idade mais jovem (cerca de 640 Ma. ou menor). De outra parte, análises de composição isotópica de Pb disponíveis para o Grupo Bambuí são indicativas de que a evolução das razões isotópicas desse elemento ocorreu em dois estágios principais: sua separação do manto e introdução na crosta há 2,0 Ba. (época do "diastrofismo Minas") e sua incorporação às galenas há cerca de 600 Ma. atrás, por remobilização a partir do embasamento.

Abstract: Interpretation of available radiometric data from polymetamorphic terranes of southern part of the São Francisco Craton demonstrates the importance of geochronology as a tool in the study of ancient crustal evolution. In addition, radiometric study of basic intrusive magmatism helps define the most important epochs of crustal rifting during the Proterozoic. The definition of the southern border of the cratonic area based on distinctive age patterns of the geochronological provinces is also discussed. Finally, the geochronologic evolution of the Bambuí platform cover is presented.

Approximately 250 radiometric age determinations (Rb-Sr, K-Ar and Pb-Pb methods) were interpreted principally through the use of isochronic diagrams, as well as from differences in the patterns of apparent age in characteristic lithologic domains. The geologic history tectonomagmatic events identified in this study is compared to the crustal evolution of similar segments of the São Francisco Craton and elsewhere. Two main geochronological provinces are here defined: one, of Archean age (3.0-2.6 Ga), is related to the most important period of differentiation/accretion from the mantle and the younger one, of Proterozoic age (2.4-2.1 Ga), represents the infrastructure of the Minas belt, in part, of ensialic origin. On the other hand, a few Middle and Late Proterozoic K-Ar and Rb-Ar age determinations are interpreted, respectively, as influences of the Espinhaço system and the Brasiliano marginal folded belts. The K-Ar radiometric data of the Precambrian intrusive magmatism define several important epochs of crustal rifting of the cratonic basement rocks in the studied domain. These results correspond to geodynamic adjustment of the stable continental mass during the evolution of the adjacent Proterozoic mobile belts.

Pb isotopic data from the Bambuí Group suggest a two-stage evolution: separation of the element from the mantle at about 2.0 Ga and formation of galena at about 0.6 Ga. The K-Ar and Rb-Sr

radiometric patterns for the Bambuí and Una Groups show a range of values between 1.0 e 0.45 Ga, the younger results probably corresponding to the effects of the Brasiliano overprinting. Nevertheless, geochronological inferences and the geological situation of basic intrusions cutting older units suggest the beginning of sedimentary processes at about 1.0 Ga in some areas. In other areas, however, sedimentation must have begun much later, at about 640 Ma.

1986

D-06

ANJOS, Célio Eustáquio dos

Tectônica da borda da Bacia do Paraná e de seu embasamento na região de Itajaí-Lajes-Santa Catarina. Uma abordagem com imagens fotográficas do Sistema Landsat e mosaicos de radar. 03 de novembro. 160p. 1 vol. Orientador: Benjamim Bley de Brito Neves.

Resumo: A região leste de Santa Catarina encontra-se representada por rochas de idades arqueanas e proterozóicas de alto a médio grau de metamorfismo, do Complexo Granulítico de Santa Catarina, Complexo Metamórfico Migmatítico de Santa Catarina e Complexo Metamórfico Brusque os quais mostram um padrão estrutural complexo e de caráter policíclico.

Sobre este pré-cambriano antigo, repousam discordantemente, os sedimentos molássicos do Eopaleozóico do Grupo do Itajaí, cujas rochas, de baixo grau metamórfico, são estruturadas segundo uma fossa deposicional de direção ENE mostrando forte influência desta direção na sua deformação rúptil.

O Fanerozóico é representado pela Bacia do Paraná, onde as rochas sedimentares recobrem discordantemente todo o conjunto anterior e são constituídos pelos Grupos Tubarão, Passa Dois e São Bento. Magmatismos basálticos de idade mesozóica são registrados neste pacote sedimentar.

O objetivo geral do trabalho foi cartografar os lineamentos que compõem o quadro estrutural da região, e estudar a dinâmica e possíveis controles, que estes tenham exercido na sedimentação, utilizando produtos fotográficos de S.R. em escala regional. Imagens MSS-RBV-TM-LANDSAT, e mosaicos de radar do Projeto RADAMBRASIL. Paralelamente utilizou-se dados de mapas magnetométricos, dados de campo e bibliográficos.

Uma análise de densidade de fraturamentos realizada partir de um mapa de lineamentos, revelou uma distribuição particular para cada uma das direções interpretadas e suas inter-relações permitiram sugerir uma hierarquia para os vários sistemas de fraturas, onde as direções EW e ENE sobressaem-se como as mais antigas do embasamento, sendo consideradas com as outras (NNW, NNE, NW) como poliativas com idades pelo menos do Proterozóico Superior, e reativadas no Fanerozóico.

As direções ENE, EW e NNW por processos de reativação atuaram como fortes controladores da deposição dos sedimentos paleozóicos, registrados pelas maiores espessuras dos sedimentos do Grupo Tubarão no prolongamento da Faixa Tijucas sob a bacia; estruturação do embasamento ao norte do sistema de falhas Itajaí-Lajes com direção NNW e a fossa EW nas imediações de Salete, observada em mapas magnetométricos. Estes controles são também sugeridos pela análise de

mapas de isópacas da região.

A interpretação qualitativa e quantitativa dos fraturamentos na região da Bacia do Paraná, indicou a associação de feixes de fraturas interpretados sobre os produtos utilizados com falhas do embasamento, por reativações ocorridas no Fanerozoico.

A análise da assimetria de drenagem, desenvolvida sobre cartas topográficas na escala de 1:50.000 desta região, possibilitou o reconhecimento de basculamento do pacote sedimentar e constatou a presença de flexuras sinformais e antiformais sobre os mesmos. A associação destes elementos apoiados por dados de atitudes de camadas e estruturas geológicas de caráter compressivo, sobre estas rochas (*Kink Bands*) sugerem a ocorrência de reativação dos grandes falhamentos de movimentos de caráter transcorrente dextral durante o Paleozóico.

Uma divisão de subdomínios estruturais, para as áreas da bacia denominadas pelo autor de Urupema, Alfredo Wagner, Bocaína do Sul, Ituporanga, Presidente Getúlio e Cedro Alto, é proposta para a área tendo em vista as características estruturais particulares do embasamento de cada uma dessas áreas, sugerida pela análise dos sistemas de fraturamentos.

Abstract: The Archaean to Proterozoic basement rocks in the eastern region of Santa Catarina State consist of the granulitic complex of Santa Catarina, metamorphic migmatite complex of Santa Catarina, and metamorphic complex Brusque, and are of granulitic to greenschist metamorphism.

This study region shows a polycyclic structural pattern. The Eo-Paleozoic molasse sediments are attributed to the Itajaí Group, of low metamorphic grade with structural trend of ENE, strongly influenced by the rupture deformation of ENE, and unconformably lying on the PE basement.

The sedimentary sequence, in the Phanerozoic Paraná Basin consisting of Tubarão, Passa Dois and São Bento groups and unconformably lying on the PE basement, was affected by the Mesozoic magmatism and leaving numerous intrusives in the sediments.

The Landsat-MSS-RBV and TM imagery and SLAR mosaics are used in this research for the construction of a structural lineament map from which the dynamic analysis of the lineaments and the inference, the sedimentation control can be conducted.

The density analysis of the lineaments in the directions of ENE, NNE, NW, NNW and EW reveals that the lineaments in each direction has particular spatial distribution, and the mutual relations among the lineaments in these directions indicate a relative chronological sequence of events.

The lineaments of EW and ENE are considered to be the oldest structures, subsequently, the lineaments of NNW, NNE and NW are considered to be suffered by polyactivities of approximately Upper Proterozoic and reactivated in the Phanerozoic.

The lineaments of NNE, EW, NNW reactivated and controlling the Paleozoic sediments in Paraná Basin which is confirmed by the great thickness of Tubarão Group isopach.

The lineaments of NNE, EW, NNW were reactivated and controlled the Paleozoic sedimentation in Paraná Basin. The great thickness of the Tubarão Group expressed by an isopach map may confirm this structural control.

The qualitative and quantitative interpretation of the lineaments in the Paraná Basin indicate that the photointerpreted fracture belts and faults in the basements were reactivated in Phanerozoic time.

The analysis of drainage asymmetry was conducted on the topographic maps at the scale of 1:50,000. These maps furnish the information of the inclination synform and antiformal flexures in the sedimentary terrain.

The association of the analysis of drainage asymmetry with the attitude of bedding and

geological structures of compressive characters (Kink Bands) indicate the reactivation of the great faults characterized as dextral transcurrent movement during the Paleozoic time.

By the structural analysis, the Paraná Basin is structurally subdivided into six subdomains which are denominated by the author as the Urupema, Alfredo Wagner, Bocaína do Sul, Ituporanga, Presidente Getúlio and Cedro Alto. Each of these structural subdomains processes its own structural characteristics.

D-07

BELLO, Rosa Maria da Silveira

Jazida de cobre de Surubim, Vale do Curaçá, BA: mineralogia, petrografia e petrogênese. 07 de outubro. 426p. 1 vol. Orientador: José Vicente Valarelli.

Resumo: O depósito de cobre de Surubim, com reservas de 14 milhões de toneladas a 0,8% Cu, faz parte da província cuprífera do Vale do Rio Curaçá, localizada na parte norte-nordeste do Estado da Bahia. Ocupa uma área delimitada pelos paralelos 9° 34' e 9° 34' 30" S e meridianos 39° 51' e 39° 52' 15" W, situando-se cerca de 40 km ao norte da Jazida de Caraíba, a segunda maior do país, com reservas de 140 milhões de toneladas a 1% Cu.

A província cuprífera do Vale do Rio Curaçá localiza-se em terrenos de rochas de alto grau metamórfico, representadas por gnaisses e granulitos com núcleos migmatíticos, possuindo uma complexidade estrutural e litológica bastante acentuada.

Na área de Surubim foram identificadas três unidades distintas, com bases puramente litológicas: **Unidade 1**, composta por rochas gnáissicas, com bandamento freqüente, dado pela alternância entre camadas quartzo feldspáticas e camadas onde predominam minerais máficos; **Unidade 2**, constituída por intercalações de granulitos noríticos, gabronoríticos, gábricos, com proporções variáveis de biotita, e de finas lentes de granulitos plagioclasíticos; e **Unidade 3**, mineralizada, onde predominam granulitos piroxeníticos e noríticos, com quantidades variáveis de biotita, podendo constituir termos verdadeiramente biotíticos.

Intimamente associadas a essas litologias, ocorrem lentes de rochas cálcio-silicáticas e formações ferríferas. São também comuns leitos granatíferos ou grafíticos, em rochas de todas as unidades.

A mineralização concentra-se, principalmente, nas rochas da Unidade 3; mineralizações de baixo teor podem também ocorrer na Unidade 2, quando a mesma está intimamente relacionada à Unidade 3, sugerindo remobilizações a partir desta última. Ocorre sob a forma de sulfetos de cobre e ferro disseminados, localmente concentrados devido às remobilizações freqüentes nesse depósito. É constituída essencialmente por calcopirita, bornita e idaíta, associadas principalmente à magnetita, pirrotita e pentlandita e, ocasionalmente, à pirita e arsenopirita. É comum, ainda, a presença de teluretos de Ni, Cu e Pb, englobados em calcopiritas e bornitas. Podem também ocorrer calcocita, digenita, covelita, anilita-jurleita, provenientes de calcopiritas e bornitas, bem como carbonatos de cobre supérgenos.

As associações mineralógicas observadas nas rochas das três unidades são indicativas de metamorfismo de alto grau, fácies granulito, denotando também episódios retrometamórficos e hidrotermais posteriores, que conduziram a associações representativas de fácies xistos verdes e, localmente, de mais baixo grau. O estudo paragenético das fases mineralógicas em equilíbrio (silicatos e sulfetos) indicaram temperaturas entre 700°C e 750°C em condições de pressões intermediárias, para o

pico do metamorfismo granulítico.

Métodos geotermométricos e geobarométricos, utilizando a partição de elementos entre fases coexistentes (dados de microsonda eletrônica), conduziram aos seguintes resultados: geotermometria $opx + cpx$, temperatura entre $700^{\circ}C$ e $750^{\circ}C$ (métodos de Wood e Banno e de Wells); geotermometria $gr + bi$, $T = 680^{\circ} - 700^{\circ}C$ (método de Perchuk); geotermometria $gr + bi$, temperaturas médias da ordem de $760^{\circ}C$ (método de Ferry e Spear, com correção para o Ca e Mn das granadas segundo Hoinkes); geotermometria/barometria de oxigênio a partir de óxidos de Fe e Ti, $T = 690^{\circ} - 780^{\circ}C$ e $\log fO_2 = -16,07$ a $-13,37$ método de Buddington e Lindsley e de Powell e Powell, com estimativa das composições originais dos óxidos); geobarometria $opx + gr$, $P = 6 - 8 kb$ (método de Harley e Green).

Em particular, o geotermômetro/barômetro de oxigênio de óxidos de ferro e titânio, aplicado às composições atualmente observadas, forneceu indicações de que os reequilíbrios pós-granulíticos se estenderam até temperaturas bastante baixas, fora do intervalo de calibração de Buddington e Lindsley.

Os aspectos texturais e mineralógicos observados em seções delgadas e polidas, as análises químicas de rocha total, os diagramas de variação obtidos, além das indicações de campo e dos estudos dos testemunhos de furos de sonda, sugerem um ambiente original, onde foi possível a alternância de sedimentos químicos e clásticos ocasionalmente grafitosos com rochas de natureza efusiva. Nesse ambiente vulcano-sedimentar, os elementos tais como Cu, Te e S podem ter sido provenientes de fontes exalativas, que teriam contribuído para a precipitação de formações ferríferas cupríferas. Processos de lixiviação das próprias rochas vulcânicas, dados pela convecção de fluidos causada por gradientes termais, também podem ser responsáveis pela concentração dos elementos metálicos.

Possíveis variações faciológicas, na seqüência sedimentar, relacionadas aos diferentes subambientes na bacia de sedimentação, bem como a eventual presença de interdigitações, devido a prováveis fases transgressivas e regressivas, explicariam as importâncias relativas das várias litologias, nos depósitos de Surubim e Caraíba. O posicionamento diferente dos dois depósitos na bacia de sedimentação, também poderia responder pela pequena espessura das intercalações entre os vários tipos litológicos de Surubim, contrariamente ao que ocorre em Caraíba.

Além disso, foram também observadas algumas diferenças entre as mineralizações dos dois depósitos. O minério de Surubim é, de modo geral, menos homogêneo em relação ao de Caraíba, no que se refere à granulação e texturas; possui grandes quantidades de sulfetos finos e pulverulentos, de difícil liberação, localizados, preferencialmente, no interior de pseudomorfos de piroxênios. Essas feições refletem as intensas remobilizações de sulfetos no depósito de Surubim, que seriam explicadas através de diferenças nas intensidades dos fenômenos pós-granulíticos, que afetaram as duas regiões.

As diversas fases de deformação, atuantes na seqüência vulcano-sedimentar original, teriam conferido, às rochas mineralizadas da região, a geometria atualmente observada, ou seja: corpos constituídos por lentes de tamanho variável (dezenas de metros a vários quilômetros), normalmente alongados segundo a direção N-S.

Abstract: The Surubim copper deposit, with 44 million metric tons of ore at 0.8% Cu, belongs to the Curaçá River Valley (Vale do Rio Curaçá) Copper Province, located in the north-northeastern part of Bahia State. It occupies an area delimited by the $9^{\circ}34'00''$ and $9^{\circ}34'30''S$ parallels and the $39^{\circ}51'00''$ and $39^{\circ}52'15''W$ meridians, approximately 40 kilometers to the north of the Caraíba deposit, the second largest in Brazil with 140 million metric tons of ore at 1% Cu.

The Curaçá River Valley Copper Province is situated in high-grade terranes, represented by gneisses and granulites with migmatitic nuclei, which exhibit a high structural and lithological complexity.

Three distinct units were identified in the Surubim area on purely lithological basis: **Unit 1**, made up of gneissic rocks with a frequent banding due to the alternation of quartz-feldspathic layers with layers in which mafic minerals prevail; **Unit 2**, made up of alternate noritic gabbro-noritic gabbroic granulites with variable biotite proportions, and of thin plagioclase-rich granulite lenses; and **Unit 3**, mineralized, in which pyroxenitic and noritic granulites with variable biotite quantities predominate, which occasionally constitute true biotitic terms.

Lenses of calc-silicate rocks and iron-formations occur intimately associated with these lithologies. Garnet-rich or graphitic horizons are also common in rocks of all units.

Mineralization is concentrated mainly in rocks of Unit 3; low grade mineralization could also occur in Unit 2, when this unit is in intimate relation with Unit 3, thus suggesting remobilization from this last one. It occurs as disseminated copper and iron sulfides, locally concentrated due to remobilizations common in this deposit, and it is made up essentially of chalcopyrite, bornite and idaite, mainly associated to magnetite, pyrrhotite and pentlandite and occasionally to pyrite and arsenopyrite. Ni, Cu and Pb tellurites enclosed in chalcopyrites and bornites are common. Chalcocite, digenite, covellite, anilite-djurleite, originated from chalcopyrites and bornites as well as supergene copper carbonates also occur.

The mineralogical associations observed in the rocks from the three units are indicative of high grade, granulite facies metamorphism, and also exhibit features which indicative later retrometamorphic and hydrothermal episodes that led to the development of mineral associations typical of greenschist facies, and locally even lower grade. Paragenetic studies of the mineral phases in equilibrium (silicates and sulfides) indicate temperatures between 700°C and 750°C under intermediate pressure conditions for the peak of the granulitic metamorphism.

Geothermometric and geobarometric methods that utilize the elements partition between coexisting mineral phases (microprobe data) led to the following results: **opx + cpx** geothermometry, temperatures between 700-750°C (Wood and Banno, and Well's methods); **gr + bi** geothermometry, temperatures around 680-700°C (Perchuk's method); **gr + bi** geothermometry, average temperatures around 760°C (Ferry and Spear's method, with Hoinkes's correction for Ca and Mn in garnets); oxygen geothermometry/geobarometry, based on Fe-Ti oxides, temperatures from 690°C to 780°C and log fO₂ from -16.07 to -13.37 (Buddington and Lindsley's, and Powell and Powell's methods, with original oxide compositions estimated); **opx + gr** geobarometry, pressure between 6 and 8 Kbar (Harley and Green's method).

In particular, the oxygen geothermometer/geobarometer of the iron-titanium oxides, when applied to the currently observed compositions, indicates that the post-granulitic reequilibrations reached quite low temperatures, out of Buddington and Lindsley's calibration interval.

Textural and mineralogical aspects observed in polished and thin sections, whole rock chemical analyses and the variation diagrams obtained from them, integrated with field observations and the study of drill-core samples suggest an original environment in which the alternation of chemical and clastic sediments, occasionally graphitic, with volcanic rocks was possible. In this volcano-sedimentary sequence, elements like Cu, Te and S could be provided by exhalative sources, which would have contributed to the deposition of copper-rich iron formations; leaching of the volcanic rocks themselves due to the convection of fluids, caused by thermal gradients, could also have contributed to the concentration of the metallic elements.

The possible faciological variations in the sedimentary sequence, related to differences between subenvironments in the sedimentary basin, as well as to eventually occurring interdigitations due to probable transgressive and regressive phases would explain the relative importance of the various lithologies

in the Surubim and Caraíba deposits. The different position of the two deposits in the sedimentary basin would also explain the small thickness of the intercalations amongst the various lithological types at Surubim in contrast to the manner they occur in Caraíba.

Apart from this, some other differences between the mineralizations at the two deposits were also observed: the Surubim ore is, in a general way, less homogeneous in grain size and texture when compared to that of Caraíba; it contains large quantities of fine, pulverulent sulfides difficult to release, localized preferentially inside the pyroxene pseudomorphous. These features reveal the intense sulfide remobilizations in the Surubim deposit, which would be explained through the differences in the intensity of the post-granulitic phenomenon which affected the two regions.

The various deformational phases which acted upon the original volcano-sedimentary sequence would have given to the mineralized rocks of the region their currently observed geometry, which comprises lenses of variable size (tens of meters to many kilometers), usually elongated in the N-S direction.

D-08

CLÉRICI, Ana Maria Valentina Castillo

Reavaliação da geologia do Paraguai Oriental. 06 de agosto. 138p. 1 vol. Orientador: Kenitiro Suguio.

Resumo: O Paraguai Oriental está localizado numa área que geologicamente representa a borda oeste da Bacia do Paraná. Os sedimentos e a estratigrafia são muito similares aos do lado brasileiro da bacia, principalmente os da região sul do Paraguai Oriental.

Tal como ocorre com o lado brasileiro, a área pesquisada experimentou a sua individualização, como bacia, a partir do Pré-Cambriano Superior ao Eopaleozóico, intervalo representado pelo Grupo Itapucumi, da Região Norte, de provável idade cambriana.

A seguir, depositaram-se os sedimentos dos grupos Cacupé e Itacurubi, que representam uma exceção dentro da Bacia do Paraná, pois não são encontrados depósitos correlacionáveis no lado brasileiro.

Estratigraficamente, seguem-se-lhes os sedimentos que constituem o Grupo Cerro Corá e as formações San Miguel e Independência. As condições desérticas afetaram também a área estudada, imprimindo as suas características quando da deposição da Formação Misiones.

O magmatismo wealdeniano, que afetou a Bacia do Paraná, está representado no Paraguai Oriental pela Formação Alto Paraná.

Constata-se, pelo acima mencionado, que existem muitas semelhanças geológicas entre a área estudada (Paraguai Oriental) e o lado brasileiro da Bacia do Paraná. Porém, talvez o fato de situar-se na borda da bacia propiciou uma maior intensidade tectônica, exemplificada pelas sucessivas reativações do Arco Central Paraguaio, que bordejia o lado oeste da região e foi o responsável pela diferença geológica observada entre as regiões norte e sul da área estudada.

Abstract: Eastern Paraguay is situated in an area which, in geological terms, represents the western border of the Paraná Basin. The sediments and stratigraphy are very similar to those from the Brazilian side of the basin, principally those from the southern region of Eastern Paraguay.

Similarly to the Brazilian side the investigated area underwent individualization as basin from the Upper Precambrian to the Eopaleozoic, on an interval represented by the Itapucumi Group of the

Northern Region, probably of Cambrian age.

Following this, the sediments of the Caacupé and Itacurubi groups were deposited, which represent an exception in the Paraná Basin, as no correlationable deposits are found on the Brazilian side.

They are followed in the stratigraphy by the sediments which compose the Cerro Corá Group and the San Miguel and Independência formations. Desert conditions also affected the investigated region, imprinting their characteristics during the deposition of the Misiones Formation.

The Wealdenian magmatism, which affected the Paraná Basin in Eastern Paraguay is represented by the Alto Paraná Formation.

It can be established from the above mentioned that there are many geological similarities between the investigated region (Eastern Paraguay) and the Brazilian side of the Paraná Basin. However, perhaps due to its position at the margin of the basin, it was submitted to a large amount of tectonic activity, exemplified by the successive reactivations of the Central Paraguayan Arch, which borders the western side of the region and was responsible for the geological difference observed between the north and south regions of the investigated area.

D-09

GUERRA, Ari Medeiros

Processos de carstificação e hidrogeologia do Grupo Bambuí na região de Irecê, Bahia. 07 de maio. 132p. 1 vol. Orientador: Aldo da Cunha Rebouças.

Resumo: Neste trabalho é analisada a evolução dos processos de carstificação na seqüência carbonática do Grupo Bambuí na Chapada de Irecê (BA), com vistas a sua aplicação na elucidação do quadro hidrogeológico resultante. Nos processos de carstificação foram analisados basicamente os parâmetros água, composição química das rochas e elementos estruturais, como fatores fundamentais na evolução do processo. Como resultado da integração destes fatores evidenciou-se um quadro cárstico pouco desenvolvido em toda porção norte, evoluindo gradativamente para sul e zona de contato leste com o Grupo Chapada Diamantina, onde o carste se apresenta em fase evoluída de desenvolvimento. Ajustado a este quadro tem-se o comportamento hidrogeológico do sistema aquífero, que se apresenta em toda porção norte como um aquífero cárstico/fissural, passando a francamente cárstico na porção sul e nas faixas de contato leste com os quartzitos do Grupo Chapada Diamantina. Utilizou-se como base na avaliação hidrogeológica, as feições morfoestruturais de superfície, correlacionadas com os dados de pluviometria, piezometria, capacidade específica dos poços, variações sazonais de níveis hidrostáticos, e qualidade química das águas subterrâneas. Através do método estatístico de análise de tendência foram construídos mapas de isolinhas e superfícies de tendência sendo possível o zoneamento das áreas potencialmente mais promissoras. Nas zonas mais carstificadas tem-se as maiores disponibilidades de águas subterrâneas, facilitada naturalmente pelas melhores condições de armazenamento e recarga. A drenagem subterrânea é francamente subordinada aos fatores estruturais, como as falhas e grandes fissuras, que desempenham papel importante no processo. A taxa média de recarga foi estimada em 3,9% das precipitações, $23,4 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{ano}/\text{km}^2$, o que representa $223 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ para uma área de 9.510 km^2 de superfície cárstica. Qualitativamente não existem grandes restrições ao uso das águas subterrâneas para o consumo humano, pecuário e na irrigação.

Abstract: This work analyses karstification process evolution in the carbonate sequence of the Bambuí

Group in Chapada of Irecê (BA), with the basic objective of improving knowledge of the hydrogeologic system. In the karstification processes, the parameters water, rock chemical composition and structural elements have been analysed as fundamental agents in the evolutionary process. The integrated analysis of these factors allowed the identification of several stages in the evolution of the karstic system: in the north of the study area it is little developed and develops gradually to the south and to the east, in the contact zone with the Chapada Diamantina Group, where the karst is more developed. The karstification process affects the hydrogeologic behavior of the aquifer system in all of the northern sector as a karstic fissural aquifer. In the south and in the east the contact zone with Chapada Diamantina quartzite becomes entirely karstic. The hydrogeologic evolution has been supported by omorphostructural physiognomy of the surface, the specific yield of wells, seasonal variations of hydraulic head and groundwater chemical quality. Through the use of statistical methods of tendency analyses were generated isoline maps and tendency surfaces which allowed the determination of the potentially better areas for groundwater exploration. In the more karstic areas exist the highest groundwater volumes facilitated by better conditions for storing and recharge. The underground drainage is completely subordinated to structural factors such as flaw and large fissures, which play a very important role in the process. The average rate of recharge has been estimated as 3.9% from precipitation, or $23.4 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{year}/\text{km}^2$, representing $223 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{year}$ in an area of $9,510 \text{ km}^2$ of karstic surface. Additionally, the authors conclude that qualitatively there aren't significant restrictions to groundwater use for human supply, cattle or irrigation in the study area.

D-10

LITWINSKI, Newton

Evolução tectonotermal da região norte de Minas Gerais e sul da Bahia. 26 de agosto. 207p. 1 vol. Orientador: Fernando Flávio Marques de Almeida.

Resumo: A evolução tectonotermal da região nordeste de Minas Gerais e sul da Bahia (E do meridiano $42^\circ 00' \text{WGr}$ entre os paralelos $15^\circ 00'$ e $18^\circ 00'$) é interpretada à luz de estudos estratigráficos/litológicos, estruturais, petrográficos, petroquímicos, de metamorfismo regional/retrometamorfismo e radiocronológicos.

É assinalada uma evolução em regime de cinturão móvel que inicia-se no Proterozóico Inferior ou no final do Arqueano. O nordeste da região atinge estabilidade crustal entre 1.700 Ma. a 1.800 Ma. (Cráton do São Francisco) enquanto que o restante da área permanece com mobilidade crustal até o final do Proterozóico Superior.

As paragêneses minerais revelam um metamorfismo (ocorrido há cerca de 650 Ma.) de grau médio a forte (porção oeste da região) e grau forte (parte central da região), sob condições de $\text{PH}_2\text{O} = \text{Pt}$ e temperatura elevada, excluída a área do Cráton do São Francisco no sul da Bahia.

Os estudos radiocronológicos sugerem idades brasileiras para rochas graníticas pós-tectônicas, assim como para aquelas pré-existentes que sofreram rejuvenescimento isotópico e metamorfismo nesse ciclo (com exceção no extremo nordeste da região, onde mostram idades arqueanas e proterozóicas inferior).

Os dados petroquímicos indicam uma origem paraderivada para a grande maioria dos metamorfitos da região. A associação desses dados com estudos petrológicos sugerem um metassomatismo K e ou Na durante o Ciclo Brasileiro.

A evolução tectonotermal da região, no Ciclo Brasileiro processou-se em três regimes

distintos. Em condições plataformais (Cráton do São Francisco no nordeste da região) com magmatismo fissural, reativações de falhas e deposição sedimentar em bacia tectogênica (Grupo Rio Pardo). Outro de cisalhamento dúctil segundo uma faixa margeando o Cráton do São Francisco no sul da Bahia (NE da região). E um terceiro regime, de dobramentos e falhamentos com polaridade para o cráton a oeste.

Abstract: The northeast region of Minas Gerais and south Bahia are centered to the east of $42^{\circ}00'WGr$, between parallels $15^{\circ}00'$ and $18^{\circ}00'$. Its tectonothermal evolution is presented here with the support of stratigraphy/lithology, structural analysis, petrography, petrochemistry, regional metamorphism/retrometamorphism and radiochronology.

It is pointed out that the evolution occurred in a mobile belt initiating its history in the terminal Archean up to Inferior Proterozoic. The northeast of the region attained crustal stability during 1,700 Ma up to 1,800 Ma (São Francisco Craton) meanwhile the rest of the zone kept mobilized till Upper Proterozoic times.

Mineral paragenesis reveal an average to strong metamorphose (dated around from 650 Ma) to the west portion of the region, and a strong one to the central part of the region under conditions of pH_2O equalizing the total pressure and high temperatures. This situation did not occurred in the area of the São Francisco Craton south of Bahia.

Radiochronological studies suggest for the posttectonic granitic rocks, ages from the brasiliano cycle as well as for those pre-existing rocks which suffered isotopic regeneration and metamorphose in that same cycle an original age from Archean to Inferior Proterozoic times, except for those which are situated in the northeast part to the region.

Petrochemical data point to an origin from sedimentary processes for the majority of the metamorphosed rocks in this region. The association of these data with petrological studies suggest a potassium and sodium type metasomatism in the Brasiliano Cycle.

Tectonothermal evolution during Brasiliano Cycle occurred in three distinct steps. Platform conditions prevailed for São Francisco Craton with fissural magmatism, fault reactivations and sedimentary deposition in a taphrogenic type basin such as the one represented by Rio Pardo Group. Another regime prevailed with ductile shearing on a belt marginal to São Francisco Craton south of Bahia. A third regime offered folding and fracturing with polarity from the west against the craton.

D-11

MANIAKAS, Sérgio

Estudos geofísicos integrados à geologia da Bacia Hidrográfica do Baixo Rio Capivari, SP (Subgrupo Itararé e intrusivas associadas). 22 de dezembro. 180p. 1 vol. Orientador: Nelson Ellert.

Resumo: Esta tese apresenta os resultados de estudos geofísicos e geológicos de superfície e subsuperfície realizados com objetivos hidrogeológicos na bacia hidrográfica do Baixo Rio Capivari (SP), na qual afloram rochas sedimentares neopaleozóicas do Subgrupo Itararé e intrusivas básicas associadas, numa área aproximada de 1.560 km^2 .

Os levantamentos geológicos envolveram a aplicação de uma nova metodologia na pesquisa das rochas sedimentares da região, já efetuados com sucesso em pesquisas petrolíferas. A aplicação do moderno conceito de sistemas deposicionais da estratigrafia genética para as rochas do Subgrupo Itararé na

região permitiu caracterizar essa unidade através do Sistema Costeiro e do Sistema Deltaico.

A utilização de métodos geofísicos de superfície teve conseqüências tanto geológicas quanto hidrogeológicas. As sondagens elétricas verticais (SEV) permitiram a elaboração de uma estratificação elétrica regional bem como conduziram à obtenção de uma tendência da distribuição espacial das litologias. Os levantamentos magnetométricos da componente vertical do campo detectaram os corpos de rochas básicas intrusivas, cujo conhecimento é importante para a hidrogeologia, e possibilitaram a eliminação de dúvidas na interpretação das colunas geoeletricas obtidas pelas SEV.

Descrições litológicas de amostras e testemunhos de poços e perfilagens geofísicas associadas conduziram a uma interpretação mais segura das colunas geoeletricas através de SEV paramétricas, permitindo também a realização de correlações estratigráficas. Além disso verificou-se estreita correlação entre as litologias e os perfis geofísicos de poços, principalmente no caso do perfil de radiação gama natural.

Do conjunto dos levantamentos efetuados, conclui-se que a geofísica contribuiu, dentro do conceito de sistemas deposicionais, para a caracterização das litologias do Subgrupo Itararé, sugerindo que a mesma possa vir a ser aplicada com sucesso em outras regiões dessa complexa unidade estratigráfica.

Do ponto de vista hidrogeológico foram definidos os sistemas aquíferos regionais bem como algumas de suas características hidráulicas. Dados de resistência transversal calculados a partir das SEV foram usados para a elaboração de um mapa de valores dessa grandeza geofísica, e mostraram boa correlação com valores de transmissibilidades hidráulicas. As SEV desempenham assim um importante papel na previsão do comportamento hidrogeológico dos poços que vieram a ser perfurados na região estudada.

Abstract: This paper presents the results of surface and subsurface geophysical and geological studies with hydrogeologic objectives in the hydrographic basin of the Baixo Capivari River (SP), in which outcrop neopaleozoic sedimentary rocks of Itararé Subgroup and associated basic intrusives, in an area near 1,560 km².

The geological works applicated a new methodology in the research of the regional sedimentary rocks, already applied with success in oil research. The use of the modern concept of depositional systems related with genetic stratigraphy for rocks of Itararé Subgroup in the region allowed the characterization in this unit of the Coastal System and Deltaic System.

The use of surface geophysical methods conducted to a new geological and hydrogeological contribution. The vertical electrical sounding (VES) permitted a construction of a regional electrical stratification and a spatial distribution of lithologies. The magnetometric works through the measurement of the vertical component of the field, detected the bodies of intrusive basic rocks, this knowledge being important to hydrogeology, and allowed the removal of doubts in the interpretation of geoelectric columns given by VES.

Lithological descriptions of samples and cores of wells and associated geophysical profiles lead to a better interpretation of the geoelectrical columns through the use of parametric VES, and permitted also stratigraphic correlations. It was verified, also, a good correlation between lithologies and geophysical well-logs, mainly with the natural gross gamma radiation profile.

The set of works made permitted the conclusion that geophysics contributed, inside the concept of depositional systems, to the characterization of the lithologies of the Itararé Subgroup, suggesting that the methodology proposed can be applied in other regions of this complex stratigraphic unit.

From hydrogeologic point of view were defined the regional aquifer systems and their hydraulic characteristics. Transversal resistance values calculated from VES were used to make a isovalue

map of that geophysical function, and exhibited a good correlation with the hydraulic transmissivity values. The VES have than an important role in the prediction of hydrogeological behaviour of wells drilled in the studied region.

D-12

MATTOS, Juércio Tavares de

Caracterização do comportamento geológico-estrutural na região da Represa de Furnas (MG) com dados de sensoriamento remoto. 10 de junho. 181p. 1 vol. Orientador: Faustino Penalva.

Resumo: A presente pesquisa constitui uma contribuição para o conhecimento das características geológicas e estruturais de uma região tectonicamente complexa e estruturalmente desconhecida em grande parte. Os estudos realizados objetivaram fundamentalmente estabelecer as principais fases deformacionais ocorridas na região da represa de Furnas (MG), utilizando imagens fotográficas do sistema LANDSAT e fotografias aéreas pancromáticas.

A abordagem metodológica está voltada para a exploração dos atributos espaciais das imagens, através de uma adequação de critérios fotointerpretativos que permitisse, de uma maneira sistemática e codificada, analisar os principais elementos morfoestruturais (de relevo e drenagem), interpretar o significado estrutural destes elementos e estabelecer relações geométricas entre as estruturas geológicas e as fases deformacionais.

Através dos estilos deformacionais, da magnitude das estruturas diagnósticas e dos elementos estruturais (foliações e lineações) puderam-se reconhecer na área quatro importantes fases deformacionais. A primeira fase (restrita às rochas da Unidade Araxá) é caracterizada por uma intensa foliação de transposição, com dobras sem vergência definida e traços axiais próximos a EW. A segunda fase, a mais expressiva, exhibe grandes dobramentos recumbentes vergentes para leste, com xistosidade de fluxo bem proeminente. A geometria das dobras menores desta segunda fase é bem variável, o mesmo acontecendo com seus traços axiais e eixos que variam entre NS e WNW devido aos efeitos provocados pelos falhamentos da fase seguinte. A terceira fase deformacional corresponde a um episódio de grandes rupturas com a formação de zonas de cisalhamento de direção NW, constituídas por um conjunto de sistemas de falhas transcorrentes, inversas e/ou de empurrão e complexas (transcorrências associadas com empurrões). A quarta fase deformacional representa uma mudança completa de estilo, dando lugar a dobramentos flexurais amplos com dimensões quilométricas, os quais são responsáveis pelas principais estruturas sinformes e antiformes encontradas na área, com direção N60-70W.

Outras estruturas menos marcantes foram mapeadas, principalmente nas porções leste da área. Constituem-se de juntas, falhas e amplas flexuras NS que podem pertencer a uma outra fase deformacional, ou representar estruturas resultantes dos efeitos dos falhamentos da terceira fase deformacional.

A superposição destas fases deformacionais deu origem a estruturas superimpostas com figuras de interferências complexas. Estas figuras são verdadeiros diagnósticos da geometria e do posicionamento das estruturas formadas na segunda e na quarta fase deformacional.

Finalmente, os estilos deformacionais da região da represa de Furnas permitem concluir que a estruturação da região foi marcada, em tempos Pré-Brasílicos, por uma tectônica "epidérmica" do tipo de escoamento (que deu origem às estruturas do tipo *nappe de charriage*). Esta tectônica é bem caracterizada pelas Unidades Araxá e Canastra, as quais constituem unidades alóctones transportadas de

oeste para leste. Já em tempos Brasileiros, sob o mesmo regime de esforços, a tectônica foi inicialmente rígida (dúctil-rúptil) e deu origem às zonas de cisalhamento, as quais fragmentaram o embasamento, e este, por sua vez, deslocou as coberturas metassedimentares (Araxá, Canastra e Bambuí) de uma forma escalonada de NW para SE, o que ocasionou "amarrotamentos" nestas coberturas com intensidades variáveis. Uma mudança no regime de esforços fez surgir as grandes flexuras NW seguidas das NS, que são atualmente responsáveis pelos grandes sinformes e antiformes encontrados na área.

Os produtos de sensoriamento remoto, principalmente as imagens TM (Thematic Mapper) do LANDSAT aliadas às fotografias aéreas pancromáticas, mostraram-se de grande valia na definição do arcabouço estrutural regional e forneceram informações essenciais para a compreensão das principais estruturas menores, originadas nas diversas fases deformacionais.

Abstract: The present research is a contribution to the knowledge of the geological and structural characteristics of a tectonically complex and, in great part, structurally unknown region. The studies aim at fundamentally to establish the main deformational phases that occurred in the Furnas (MG) dam region, using photographic images from the LANDSAT system and panchromatic aerial photographs.

The methodological approach deals with the images spatial attributes exploration through an adequacy of photointerpretative criteria which would permit, in a systematic and codified manner, to analyse the main morphostructural elements (relief and drainage), interpret the structural meaning of these elements and establish geometric relations between the geologic structures and deformational phases.

Through the deformational styles, the magnitude of the diagnostic structures and the structural elements (foliations and lineations), four important deformational styles could be recognized in the area. The first phase (restricted to the Araxá Unit rocks) is characterized by an intense transposition foliation with folds without defined vergence and axial traces next to EW. The second phase, the most expressive, exhibits great recumbent foldings vergence to east with a rather prominent flow cleavage. The second phase minor folds geometry is quite variable, the same happening with their axial traces and axis which vary from NS and WNW due to the effects caused by faults in the next phase. The third deformational phase corresponds to an episode of great ruptures with the formation of shear zones with NW direction composed by a group of transcurrent fault systems, inverse and/or of trust and complex (transcurrencies associated with thrust). The fourth deformational phase represents a complete change in style, giving place to vast flexural folds of kilometrical dimensions which are responsible for the main synform and antiformal structures found in the area with N60-70W direction.

Other less marking structures were mapped mainly in the east portion of the area. They constitute joints, faults and vast NS flexures which may belong to another deformational phase or represent structures resulting from the effects of the faults in the third deformational phase.

The superposing of these deformational phases originated superimposed structures with complex interference figures which are a true diagnosis of the positioning geometry of the structures formed in the second and fourth deformational phases.

Finally, the deformational styles of the Furnas dam region permit to conclude that the region's structuring was marked in Pre-Brazilian times by a superficial tectonics of the flow type (that originated the structures of the *nappe de charriage* type). This tectonics is well-characterized by the Araxá and Canastra Units which constitute allochthonous units transported from west to east. Already in Brazilian times and under the same stress regime, the tectonics was initially rigid (ductile-ruptile) and originated the shear zones which fragmented the basement which, by its turn, displaced the metasedimentary covers (Araxá, Canastra and Bambuí) in a staggered form from NW to SE, causing "crumplings" in these covers

with variable intensities. A change in the stress regime forced the appearance of great NW flexures followed by the NS ones, which are nowadays responsible for the great synforms and antiforms found in the area.

Remote sensing products, mainly the TM (Thematic Mapper) images from LANDSAT, together with panchromatic aerial photographs, proved to be of great value in defining the region's structural skeleton. They also furnished essential information for the comprehension of the main minor structures originated in the several deformational phases.

D-13

MENESES, Paulo Roberto

Avaliação e seleção de Bandas do Sensor "Thematic Mapper" do Landsat-5 para a discriminação de rochas carbonáticas do Grupo Bambuí como subsídio ao mapeamento de semidetalhe. 06 de novembro. 233p. 1 vol. Orientador: Gilberto Amaral.

Resumo: Este trabalho constou de um estudo de imagens do novo sensor multiespectral do LANDSAT 5, o Thematic Mapper, cujo objetivo foi o de avaliar e selecionar entre as setes bandas espectrais deste sensor, as mais adequadas para mapeamentos geológicos na escala de semidetalhe e para a discriminação de rochas carbonáticas, utilizando-se de técnicas de processamento automático de imagens digitais. A área selecionada para estudo abrangeu uma completa e bem exposta seqüência carbonática do Grupo Bambuí da borda leste da Serra do Ramalho, sudoeste de Estado da Bahia, a qual é representativa da extensa cobertura plataformal do domínio da Bacia do São Francisco. Esta região situa-se numa faixa de transição entre os domínios morfoclimáticos da caatinga e do cerrado, onde se observam estreitas relações entre os elementos da paisagem-solo, vegetação, relevo, - com a distribuição das unidades litológicas mapeadas na escala 1:50.000.

A avaliação das imagens TM foi fundamentada, essencialmente, numa análise referente ao comportamento espectral das litologias presentes na área, tomando-se como base medidas espectrorradiométricas efetuadas no campo, em áreas de afloramentos selecionadas através da interpretação de cada uma das bandas TM originais. Os aspectos referentes às litologias típicas de cada unidade demonstraram ao nível de campo, a possibilidade de se discriminar diferentes faciologias de calcários, dolomitos, rochas pelíticas e seus solos originários, o que em parte pôde ser confirmado com a interpretação das imagens. As diferenças espectrais só não foram mais notáveis devido à presença genérica da matéria orgânica nas rochas carbonáticas, cujo efeito é reduzir os contrastes da reflectância. Porcentagens de matéria orgânica, da ordem de 0,05 a 0,15%, mostraram exercer forte atenuação nas bandas de absorção ou na reflectância total das rochas, provocando confusões espectrais entre as litologias carbonáticas. As medidas radiométricas foram também essenciais para estimar os efeitos das variações do microrrelevo cárstico dos pavimentos rochosos de calcários e dolomitos, nas respostas espectrais registradas nas diferentes bandas TM.

Com base nas medidas espectrais de campo das áreas representativas das unidades litológicas e nas medidas estatísticas (distância J-M e entropia gaussiana) dos valores digitais das bandas TM correspondentes a estas mesmas áreas de amostragem, estabeleceu-se uma seleção entre as 7 bandas, de subconjuntos de três e quatro melhores bandas para o estudo das unidades carbonáticas da área, respectivamente, bandas 4, 5 e 7 e 3, 4, 5 e 7.

Tais conjuntos de bandas foram então analisados por técnicas de processamento de realces

de imagens digitais, com os sistemas automáticos I-100 e SITIM. As técnicas de realce que apresentaram melhores resultados foram as de composições coloridas de sistemas RGB e IHS e de transformações rotacionais tipo componente principal. Esta última, foi também testada para o conjunto completo das sete bandas TM.

Os resultados da análise fotogeológica das imagens realçadas mostraram aspectos interessantes na separabilidade e discriminação das unidades litológicas, tendo-se concluído que elas foram decorrentes de um comportamento espectral que estava intimamente associado, tanto com as variações composicionais de seus menores constituintes mineralógicos, como com as variações do estado físico das superfícies das rochas, criadas por uma intensa dissolução química, cujas formas cársticas resultantes impunham diferentes condições de iluminação das superfícies. A conjunção destas duas condições de efeitos espectrais permitiu a separabilidade de unidades faciológicas, que somente havia sido obtida em mapeamentos geológicos na escala 1:2.000, os quais visavam estudos de controle litológico que tais faciologias exercem na ocorrência de depósitos de fluorita e metais básicos, da região leste da Serra de Ramalho.

Com os processamentos de realces de imagens efetuados, também obteve-se uma alta correlação das unidades mapeadas na escala 1:50.000 com as unidades espectrais detectadas nas imagens TM, embora o traçado de alguns limites entre unidades constituídas essencialmente de solos, não mostrasse uma concordância perfeita com o mapa geológico.

O estudo pôde comprovar que as novas imagens do sensor TM, com bandas espectrais específicas a aplicações geológicas (bandas 5 e 7), em combinação com a alta resolução espacial de 30 m, abrem excelentes perspectivas para mapeamentos geológicos nas escalas 1:50.000 e 1:25.000, bem como para a pesquisa mineral, dada à capacidade de discriminação espectral de litologias que possuem composições mineralógicas às vezes bastante semelhantes entre si, como os calcários e dolomitos da área estudada.

Abstract: This research consists of a study of the imagery of the new multispectral sensor of the LANDSAT 5 - Thematic Mapper-with the objective to evaluate and make a selection of the most suitable bands for the discrimination of carbonate rocks and geologic units at semidetall scale using computer techniques for digital image treatment. The selected area of study comprises a complete land well exposed carbonate rock sequence of the Bambuí Group, east of the Serra do Ramalho, SW of Bahia State. This area is representative of the extensive cover in the San Francisco Basin. The area is situated at the transitional belt between the morphoclimatic domain of Caatinga and Cerrado, where there is a close relationship among the elements of landscape-soil, vegetation, and relief-with the lithologic units.

The evaluation of the TM imagery was based mainly on the analysis of the spectral behavior of the lithology, supported by field spectroradiometric measurements taken place in outcrops selected from the interpretation of the original bands. The field spectroradiometry showed the possibility of discriminating different facies of limestones, dolomites, argillites rocks and classes of soils which can also be confirmed with the interpretation of the imagery. Better differentiation was not possible, because of the presence of organic matter in the carbonate rocks which has the effect of decreasing the reflectance. Values of 0.05% to 0.15% of organic matter was determined that would cause strong attenuation in the peaks of absorption of mineral components or in the overall reflectance of the rocks. The spectroradiometric measurement was also essential in the estimate of the effects of the variations of the karstic microrelief of the carbonate rocks in the spectral tonal pattern observed in each TM bands.

Based in these spectroradiometric measurements and in digital images analysis (entropy and

J-M distance) it was selected a group of the best three and four TM bands, respectively bands 4, 5, 7 and bands 3, 4, 5 e 7, for the discrimination of the carbonatic units.

Then, these groups of bands were analysed by enhancement computer techniques. The best enhancement was obtained by color composition with RGB and IHS systems and principal components. The principal component was also tested in the seven bands.

The results of the photogeological analysis of these enhancement images demonstrated that the separability and discrimination of the lithologic units was due to the spectral behavior related to the compositional variations of the secondary mineralogical constituents as well as the variation in the condition of the rock surfaces, with karstic features that create different illumination condition. The union of this two effects (mineralogical and roughness) permitted the separability of some lithologic units, which were until then only recognized in geologic mapping done at the 1:2,000 scale. This detail mapping had as objective the study of the lithologic control in the occurrence of fluorite, zinc and plumb deposits present in that region.

The TM imagery showed good correlation among the spectral units and the lithologic units mapped at the scale of 1:50,000, although some units, which were covered by soils were not differentiated as shown in the geologic map.

This study confirmed that the new TM imagery, with specific geologic bands (bands 5 and 7) and high spatial resolution (30m), offers excellent perspectives to geologic mapping in the scales 1:50,000 and 1:25,000, as well as to mineral resources, due to the fact that it was possible to separate lithologies with very similar mineralogical composition, like limestones and dolomites within the area of study.

D-14

MONTALVÃO, Raimundo Montenegro Garcia de

Evolução geotectônica dos terrenos granitóide-greenstone belts de Crixás, Guarinos, Pilar de Goiás-Hidrolina (Goiás). 18 de junho. 372p. 1 vol. Orientador: Umberto Giuseppe Cordani.

Resumo: Geologicamente a área em discussão constitui uma das regiões mais interessantes e complexas nos domínios da Plataforma Sul-Americana em território brasileiro, onde se destacam terrenos granitóide-greenstone belts. Na coluna estratigráfica aqui adotada o Complexo Goiano é a unidade considerada mais antiga, sendo constituído principalmente por granitóides, gnaisses e migmatitos com metamorfismo na fácies anfibolito. As amostras datadas deste complexo forneceram duas isócronas de referência Rb/Sr, sendo a mais antiga com idade de 2.926 ± 65 Ma. e razão inicial Sr^{87}/Sr^{86} de 0,7001, e a mais nova 2.471 ± 20 Ma. e razão inicial Sr^{87}/Sr^{86} de 0,701. Este último resultado foi confirmado através de uma isócrona Pb^{207}/Pb^{204} que acusou a idade de 2.481 ± 188 Ma., com $\mu_1 = 7,699$. A despeito dos valores de razão inicial das isócronas Rb/Sr bem como do parâmetro μ_1 nas análises Pb/Pb indicarem materiais advindos do manto, interpreta-se, com base nas evidências de campo, que os valores mais novos são indicativos de retrabalhamento de rochas crustais siálicas formadas em 2.925 ± 65 Ma. (isócrona mais antiga) com contribuição de material primitivo.

Antes deste retrabalhamento depositou-se sobre a crosta siálica já formada (Complexo Goiano) uma seqüência vulcano-sedimentar identificada como Supergrupo Pilar de Goiás que caracteriza na região os greenstone belts. A idade arqueana para este Supergrupo foi evidenciada através da datação de suas rochas ultramáficas, que pelo método Sm/Nd indicaram idade isocrônica de 2.600 Ma. O Supergrupo Pilar de Goiás ainda no Arqueano foi recoberto em discordância angular por uma vasta

sedimentação que se identifica com o Grupo Itapaci aqui definido, o qual se mostra retrabalhado nos Ciclos Geotectônicos Transamazônico, Uruçuano e Brasileiro. Estas unidades foram seccionadas por rochas granitóides, que apresentam idade isocrônica de referência Rb/Sr de 2.939 ± 105 Ma. e razão inicial de 0,701, o que combinado com as datações Sm/Nd do Supergrupo Pilar de Goiás atestam sua idade arqueana.

A leste da área aqui abordada ocorre uma estrutura dômica conhecida como Domo de Hidrolina, onde se expõem terrenos migmatito-granito-gnáissicos que formam o Complexo de Hidrolina. A estrutura é desenhada por rochas do Supergrupo Pilar de Goiás e Grupo Itapaci, sendo que o complexo mostra idade isocrônica de referência Rb/Sr de 2.124 ± 102 Ma. com razão inicial Sr^{87}/Sr^{86} de 0,7025, ou seja, remonta ao Proterozóico Inferior.

A unidade mais nova é representada por seqüências de idade cenozóica referidas como Coberturas Sedimentares Terciário-Quartenárias que com seus cascalhos, areias, argilas e lateritas representam tanto depósitos residuais total ou parcialmente laterizados, como sedimentação fluvial, aluvial e coluvial em sua maioria sem representatividade na escala do mapa anexo.

Além do estudo geocronológico e de campo, base para o estabelecimento da coluna estratigráfica aqui adotada, foram feitos estudos petrográficos e litogeoquímicos tanto no Complexo Goiano como no Supergrupo Pilar de Goiás, sendo que neste foi dada ênfase as suas rochas máfico-ultramáficas. Nesse contexto conclui-se que as rochas máfico-ultramáficas do Supergrupo Pilar de Goiás (Grupo Ultramáfico) foram formadas por fusão de rochas do manto em vários níveis (10 a 50% de fusão) dando origem aos komatiitos peridotíticos e piroxeníticos, que se diferenciaram a komatiitos basálticos e toleíticos.

Entre as ocorrências minerais detectadas na área, destacam-se as de Cr, Ni, mármore, cianita e ouro, sendo este último o principal bem mineral existente na região, com importantes acumulações no âmbito dos *greenstone belts*.

Abstract: The area in discussion, in a geologic context, constitutes one of the most interesting and complex, within the South American Platform, in Brazilian territory, over which granitoid-greenstone belts are outstanding. The Goiano Complex is the oldest unit in the geologic column herein adopted and composed largely of granitoids, gneiss and migmatites, in the amphibolite facies. Dated samples of the complex have shown two isochrons of Rb/Sr reference, the oldest one is $2,926 \pm 65$ Ma and the $^{87}Sr/^{86}Sr$ initial ratio of 0.7001 and the youngest one of $2,471 \pm 20$ Ma and $^{87}Sr/^{86}Sr$ initial ratio of 0.701, the late data was confirmed through a $^{207}Pb/^{204}Pb$ isochron that indicates the age of $2,481 \pm 188$ Ma, yielding 7,699. Although the initial ratios data of the Rb/Sr isochron, as well as the parameters in the Pb/Pb analyses may indicate material of mantle source, it may be interpreted, with the help of field data, that the youngest values may indicate the reworking of crustal sialic rocks formed $2,925 \pm 65$ Ma ago (oldest isochron), with primitive material contribution.

Before such reworking volcano-sedimentary sequence was deposited over the already formed sialic crust, and it is denominated Pilar de Goiás Supergroup which characterizes the Greenstone Belts in the region. The Archean age for the Supergroup was evident through the age results of its ultramafic rocks, showing 2,600 Ma isochronic age, with Sm/Nd methods. The Pilar de Goiás Supergroup, still during the Archean, was overlain by a large sedimentation, in angular unconformity which identifies itself with the herein defined Itapaci Group, showing evidence of reworking during the Transamazonian geotectonic cycles, Uruçuano and Brasileiro. These units has been invaded by granitoid rocks, showing Rb/Sr isochron of $2,939 \pm 105$ Ma of age and initial ratio of 0.701 which together with the Sm/Nd measurements of the Pilar de Goiás Supergroup serve to indicate and Archean age.

East of the area herein concerned, occurs a domical structure known as Domo de Hidrolina

where can be found magmatic-granitic-gneissic terrain forming the Hidrolina Complex. The structure is outlined by rocks of the Pilar de Goiás Supergroup and Itapaci Group, with the Complex showing a Rb/Sr isochronic age of $2,124 \pm 102$ Ma and initial ratio $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Rb}$ of 0.7025, dating back to the Early Proterozoic.

The youngest unit comprises sequences of cenozoic age characterized as Quaternary-Tertiary Sedimentary Cover composed of gravels, sands, clays, and laterites represent both total and partial lateritic residual deposits, with fluvial, alluvial and colluvial sedimentation, most of them without been to be shown in the scale of the enclosed map.

Besides the geochronology and field studies, basic information for the construction of the geologic column herein presented, there has been done petrographic and lithochemical studies, both in the Goiano Complex and Pilar de Goiás Supergroup, as for the Pilar de Goiás Supergroup, the studies were concentrated on its mafic-ultramafic rocks. In such a context we draw the conclusion that the mafic-ultramafic rocks of the Pilar de Goiás Supergroup (Ultramafic Group) were formed by melting of mantle rocks in several levels (10 to 50 per cent melting), giving rise to peridotitic and pyroxenitic komatiites, which have differentiated into basaltic and tholeiitic komatiites.

Among the mineral occurrences found in the area it worth registering chromium, nickel, marble, cyanite and gold, the late being the principal mineral found in the area, with important deposits associated with the greenstone belts.

D-15

MOTOKI, Akihisa

Geologia e petrologia do Maciço Alcalino de Ilha de Vitória, SP. 19 de maio. 245p. 1 vol. Orientador: Celso de Barros Gomes.

Resumo: O Maciço Alcalino da Ilha de Vitória, situado no litoral norte do Estado de São Paulo, a uma distância aproximada de 40 km ao sul da cidade de Ubatuba, foi objeto de minuciosa investigação geológica e petrológica, empregando-se metodologias as mais diversas: fotointerpretação, trabalhos de campo, exames microscópicos, difratometria de raios X, análises químicas de rochas totais, análises de minerais com o auxílio da microsonda e datações radiométricas pelos métodos K/Ar e Rb/Sr.

O maciço é composto de um corpo científico principal, de forma circular e com diâmetro aproximado de 3 km, além de numerosos diques posteriores. Ele apresenta estrutura zonada, passando gradativamente, do núcleo para a borda, de nefelina sienitos e pulaskitos a álcali sienitos. Os diques, de natureza predominantemente traquítica e fonolítica, representam duas gerações distintas, com a primeira formando um sistema radial e a segunda um sistema paralelo orientado segundo NE-SW.

Do ponto de vista mineralógico, as variedades plutônicas têm como principais constituintes feldspatos alcalinos, nefelina (\pm), sodalita (\pm), quartzo (\pm), clinopiroxênios, anfibólios, biotita, opacos e clorita (\pm). O teor de nefelina varia com o padrão de zoneamento, 10 a 0% modais; por outro lado, quartzo é às vezes encontrado nas variedades junto à região de contato com as rochas encaixantes. Os minerais coloridos ocorrem como agregados onde piroxênios e opacos, com formas corroídas ou esqueléticas, ocupam invariavelmente as porções centrais e anfibólios e biotita as marginais. A composição dos piroxênios varia de soda-augita a egrina-augita, enquanto que a dos anfibólios e da biotita mantém-se mais ou menos homogênea, correspondendo, respectivamente, à barkevikita e annita. Digna de registro é a presença de inclusões acmíticas no interior dos cristais de piroxênio, sobretudo nas rochas correspondentes ao núcleo do corpo principal. Os feldspatos alcalinos, com textura antipertítica bem desenvolvida,

consistem basicamente de albita de baixa temperatura e ortoclásio. As rochas de dique, exceção feita às diabásicas, exibem textura traquítica e têm como principais minerais os listados acima. Em geral são porfiríticas, com algumas variedades fonolíticas demonstrando terem sido submetidas a intensa alteração deutérica.

Dados de química mineral revelam pequena participação do componente tschermakita na composição de piroxênios e anfibólios e alto grau de substituição $Ti \leftrightarrow Mg_2$ nas biotitas.

Quatro datações pelo método K/Ar indicam idades concordantes, dentro do intervalo de 80 a 90 Ma., para as rochas sieníticas e fonolíticas. Uma única determinação feita pelo método Rb/Sr aponta para uma idade de cerca de 100 Ma. para o álcali sienito, com razão inicial de 0,705.

A estrutura zonada do corpo principal é interpretada como resultante da assimilação, pelo magma original nefelina-sienítico de composição próxima à do ponto eutético, de rochas encaixantes ricas em Si e Al. Adicionalmente, que o superaquecimento desse magma parece ter sido o fator responsável pela fusão de grande volume, ou no mínimo igual ao do magma original, de material encaixante, levando à formação da seqüência química característica dessas rochas e à transposição da barreira termal.

Abstract: Geological and petrological studies of the Vitória Island Alkaline Complex, São Paulo State, have been carried out by means of photointerpretation, field work, thin section studies, whole-rock chemical analyses, X-ray diffractometry, EPMA mineral analyses, and K-Ar and Rb-Sr datings.

The alkaline complex is composed of a principal syenitic body and numerous younger dikes. The principal body has a graded zoned structure consisting of, from the centre outward, nepheline syenites, pulaskites, and alkali syenites. These rocks are made up of alkaline feldspar, nepheline (\pm), quartz (\pm), clinopyroxene, amphibole, biotite, apatite, opaque mineral, chlorite, etc. The nepheline mode varies from 10% to 0% in accordance with the zoned structure of the principal body. Occasionally, quartz is found near the contact with the wall rock.

Colored minerals occur as aggregates with nuclei of resorbed or skeletal pyroxene and opaque minerals and margins of amphibole and biotite. The pyroxene composition is variable from aegirine-augite to soda-augite. Most of the pyroxene grains have acmitic inclusions, especially the one that occur in the central part of the body. Amphibole and biotite, however, have homogeneous texture corresponding respectively to barkevikite and annite. Alkaline feldspars, with developed antiperthitic texture, consist of low-albite and orthoclase.

There are two generations of dikes: the older one comprises a radial system and the younger, a parallel system oriented NE-SW. Both systems consist of trachytic phonolitic and alkali diabasic rocks. The former two have trachytic texture and are made up of alkaline feldspars, nepheline (\pm), sodalite (\pm), aegirinaugite, barkevikite, annite, opaque minerals, etc. Generally these rocks are characterized by a more advanced stage of magma fractionation than the syenitic one. Some dykes were subjected to intense deuteric metamorphism.

Radiometric dating indicates a late Cretaceous age for the Vitória Island Alkaline Complex, which is concordant with the ages of other neighboring alkaline bodies.

Substitution studies for the colored minerals constituent element reveal low Tschermack substitution in pyroxene and amphibole and high $Ti \leftrightarrow Mg_2$ in biotite.

The zoned structure, whole rock compositions, colored mineral compositions, resorbed pyroxenes and amphibole, and much other evidence suggest that the original magma of the main syenitic body was nepheline syenitic. Super-reheating of this magma may have caused a great deal of wall rock melting which would account for the characteristic chemical trends for these rocks, laying upon thermal divide.

SANTOS, Athos Ribeiro dos

Estudos sobre a tectônica de fraturamento na região do Quadrilátero Ferrífero e em partes do Complexo Migmatito-Granulítico de Minas Gerais, com base em sensoriamento remoto. 27 de novembro. 172p. Orientador: Johann Hans Daniel Schorsch.

Resumo: A porção sudeste do Estado de Minas Gerais exibe uma evolução policíclica complexa, caracterizada por orogenias pré-cambrianas superimpostas e reativação tectonomagmática fanerozóica. A região estudada engloba o Quadrilátero Ferrífero - uma área clássica de geologia pré-cambriana no Brasil e importante província mineral - e partes do complexo migmatito-granulítico. A área é composta de rochas pré-cambrianas metamórficas, de idades arqueanas a proterozóicas superiores. O Fanerozóico é representado por magmatismo basáltico e tectonismo relacionado, que ocorreram principalmente no Mesozóico, e por restritas bacias sedimentares lacústicas, que desenvolveram-se nos Períodos Terciário e Quaternário.

Este estudo, com enfoque principal fotogeológico regional, é baseado na interpretação de produtos de sensoriamento remoto (MSS, RBV e TM do LANDSAT e mosaicos de radar do Projeto RADAMBRASIL) e dados geológicos (de campo e bibliográficos) e geofísicos (gravimétricos). O principal objetivo do trabalho é contribuir para o conhecimento sobre a evolução desta área geologicamente complexa, através da análise do fraturamento regional.

Foi realizada uma integração geológica na escala 1:250.000, através dos produtos de sensoriamento remoto utilizados, buscando-se homogeneizar as informações existentes (que são distribuídas na área de forma irregular, em escalas diferentes e com interpretações muitas vezes conflitantes), adicionando-se dados de trabalhos de campo próprios. Com base na fotointerpretação e em dados de campo é feito, neste trabalho, uma tentativa de subdivisão, ainda que a nível regional, do Complexo Migmatito-Granulítico de Minas Gerais. As áreas de ocorrência do "Greenstone Belt" Rio das Velhas foram definidas, os três grupos individualizados e algumas modificações quanto a sua distribuição foram sugeridas. As seqüências proterozóicas do Subgrupo Minas no Quadrilátero Ferrífero foram individualizadas a nível de Grupo, incluindo o Itacolomi, e as ocorrências do Supergrupo Espinhaço são restritas e consideradas indivisas na área de estudo. O Proterozóico Superior é representado, na área, por pequena ocorrência do Grupo São João del Rei.

O mapa de fotolineamentos, construído a partir da interpretação dos produtos fotográficos, e os dados geológicos e gravimétricos constituíram a base para os tratamentos, inferências e interpretações litoestruturais evolutivas. Foram definidos 5 sistemas principais de fotolineamentos (NNE-SSW, E-W, NE-SW, NW-SE e NNW-SSE), os quais foram associados a direções de fraturamento. Estes sistemas de fotolineamentos foram tratados qualitativa e quantitativamente; as análises qualitativas basearam-se nas observações sobre a distribuição, intensidade e relações de intersecção dos fotolineamentos, e a análise quantitativa utilizou, essencialmente, o tratamento estatístico de fotolineamento.

As interpretações qualitativas e quantitativas revelaram a importância de 4 sistemas principais de fraturamento (N-S, E-W, NE-SW e NW-SE). As direções N-S e E-W delimitavam, já no Arqueano, um mosaico de blocos embasamentais, tendo importante atuação no Proterozóico Inferior, controlando a formação da bacia, e a paleogeografia e a sedimentação Espinhaço. Na época da deposição e da tectônica Rio das Velhas, fraturas NNW-SSE a NW-SE tiveram uma importante atuação. Na orogênese Minas-Espinhaço, grandes cavalgamentos crustais formaram-se segundo fraturas de direção aproximada N-S. Posterior a estes cavalgamentos, talvez ainda na Orogenia Minas-Espinhaço, as fraturas NE-SW e NW-

SE sofreram movimentação dextral e sinistral, respectivamente. Todos estes sistemas foram reativados posteriormente, principalmente no ciclo Brasileiro e no Mesozóico. Evidências adicionais com relação a evolução estrutural do Supergrupo Minas no Quadrilátero Ferrífero, revelaram diferentes padrões de fraturas na Cobertura Minas, em relação ao seu embasamento, compatível com a hipótese de origem alóctone para os metassedimentos Minas.

Abstract: The Southeast portion of Minas Gerais State exhibits a complex polycyclic evolution characterized by superimposed precambrian orogenies and tectono-magmatic reactivation in phanerozoic time. This region comprises the Quadrilátero Ferrífero - a classical area of the Precambrian Geology in Brazil and an important producing mineral province - and adjacent parts of the migmatitic-granulitic complex. The area is composed of precambrian metamorphic rocks, archean to upper proterozoic in age. Basaltic magmatism and related tectonism occurred in the Mesozoic Epoch, and restricted lacustrine sedimentary basins developed in the Tertiary and Quaternary Periods.

The presented regional fotogeological study is based on the interpretation of remote sensing products (MSS, RBV, TM and SLAR images) and geological and geophysical (gravimetric data). The main objective as to contribute to the knowledge of the structural evolution of this geologically complex area by regional fracture analysis.

An integrated geological map (1:250,000) is presented. This geological base comprise the available informations, sparsely distributed in the region but concentrated in the Quadrilátero Ferrífero area. The migmatitic-granulitic complex - the largest unit in surficial distribution in the study area - was tentatively divided in a regional scale. The three groups of the Greenstone Belt Rio das Velhas are individualized and modifications about its distribution areas are indicated. All the four groups of the Minas Supergroup (including Itacolomi Group) in the Quadrilátero Ferrífero region are identified and the restrict occurrences of the Espinhaço Supergroup are considered undivided. The (?) Upper Proterozoic in the study area is represented - in a small occurrence - by São João del Rei Group.

The photolineaments map (1:250,000) and geological and geophysical data constitutes the basic elements for the treatments, inferences and lithostructural interpretations realized in this work. Five photolineaments systems (NNE-SSW, E-W, NE-SW, NW-SE, NNW-SSE) were defined which were associated to fracturing trends. This photolineaments systems were submitted to treatment in a qualitative and quantitative forms. Qualitative interpretations are based on the observation about photolineaments distribution, intensity and intersection relations. Quantitative interpretations refers essentially to statistical treatments of photolineaments.

Qualitative and quantitative interpretations revealed four principal fracture systems (N-S, E-W, NW-SE e NE-SW) as conditioning the tectonic evolution of the region. Analysis of the pattern of fracturing indicate the importance of N-S and E-W directed events of brittle and brittle-ductile tectonics in the Archean defining a embasamental blocks mosaic and in the conditioning of the subsequent development of the Espinhaço Basin. The fracture system NNW-SSE to NW-SE was active in the Archean influencing the deposition and the evolution of the Rio das Velhas Supergroup. During the Minas-Espinhaço orogenic cycle deep and large high-angle inverse faults developed according N-S fracture system. With continuation of the Minas-Espinhaço cycle the fracture systems NE-SW and NW-SE were submitted to strike slip movementation with dextral and sinistral sense, respectively. All this fracture systems were reactivated, principally in the Brazilian Cycle and in the Mesozoic Era. Further evidences regarding the structural evolution of the Minas Supergroup in the Quadrilátero Ferrífero revealed different fracture patterns in the Minas cover in respect to its underlying basement. This results are compatible with allocthonous hypothesis for Minas cover origin.

SCHEIBE, Luiz Fernando

Geologia e petrologia do Distrito Alcalino de Lages, SC. 15 de agosto. 224p. 1 vol. Orientador: Celso de Barros Gomes.

Resumo: Em mapa geológico na escala de 1:100.000 estão representadas as principais áreas dos 50 km² de afloramentos das rochas alcalinas leucocráticas, rochas ultrabásicas alcalinas, carbonatitos e brechas vulcânicas intrusivos nas camadas sedimentares gondwânicas e com idades restritas a um pequeno intervalo que caracterizam o Distrito Alcalino de Lages.

As rochas alcalinas leucocráticas constituem os corpos maiores e compreendem analcita traquitos, fonolitos (agpáticos) e nefelina sienitos porfíricos (miasquíticos), na porção sudeste, e fonolitos porfíricos, mais a noroeste do distrito. As rochas ultrabásicas alcalinas são olivina melilitos e olivina nefelinitos, geralmente ricos em flogopita, que ocorrem como diques ou formando a matriz de brechas vulcânicas. Estas estão distribuídas por todo o distrito, e pelo menos quatro apresentam mineralogia indicativa de caráter kimberlítico. Os carbonatitos da Fazenda Varela têm composição ankerítica, com muita barita e synchisita, e são intrusivos em brechas feldspáticas resultantes da fenitização de rochas sedimentares.

Na microsonda eletrônica foram analisados feldspatos; nefelinas de alta e baixa temperaturas; clinopiroxênios com forte zonação devida à variação nos teores de diopsídio e hedembergita; egirina-augitas e mangano-pectolitas de cristalização tardia nos fonolitos; e olivinas magnesianas e melilitas magmáticas nas rochas ultrabásicas alcalinas. Um estudo mais abrangente das flogopitas mostrou que as dos olivina melilitos e olivina nefelinitos são respectivamente semelhantes às micas dos kimberlitos e dos lamprófitos; as dos nefelina sienitos porfíricos às dos lamprófitos calcoalcalinos; e que ocorrem altos teores de BaO e TiO₂, correspondendo a um enriquecimento extremo desses elementos nas soluções finais de cristalização da rocha. As granadas, ilmenitas e clinopiroxênios de algumas brechas de chaminé apresentam características compatíveis com uma origem kimberlítica.

As análises químicas de 33 amostras de rocha total confirmam a definição dos tipos petrográficos, mas os índices agpáticos, quase sempre inferiores à unidade, não o refletem adequadamente as variações mineralógicas entre as variedades alcalinas leucocráticas. Dentre estas, os fonolitos porfíricos têm comportamento químico anômalo, sugerindo condições diversas de cristalização. Tanto os fonolitos porfíricos como os fonolitos, por outro lado, mostram acentuada dicotomia quanto aos teores de Na₂O.

Análises apenas parciais indicam tendência dos teores das terras raras leves e pesadas de declinar dos termos básicos para os mais evoluídos, mantendo-se aproximadamente constante a relação La/Y, exceto para poucas amostras dos fonolitos, analcita traquito e um fonólito porfírico. Teores elevados de terras raras leves nas rochas ultrabásicas alcalinas são interpretados como indicadores de diferenciação.

Onze novas idades K/Ar de amostras de nefelina sienitos porfíricos, fonolitos porfíricos, fonolitos, rochas ultrabásicas alcalinas e de brechas de chaminé, somadas às seis anteriormente conhecidas, apontam para uma concentração entre 65 e 75 Ma., com a moda em torno dos 70 Ma.. Uma isócrona de referência Rb/Sr fornece no entanto uma idade de 82±6 Ma. para os fonolitos da Chapada, cujo caráter agpático sugere formação posterior à dos nefelina sienitos porfíricos. Razões iniciais Sr⁸⁷/Sr⁸⁶ entre 0,705 e 0,706 são consideradas compatíveis com uma origem mantélica subcontinental, sem evidências de contaminação crustal.

A localização do Distrito Alcalino de Lages está governada pelo levantamento de um grande

bloco crustal, limitado a norte pelo alinhamento de Corupá, e a sul, pelo do Rio Engano; no interior desse bloco, a maioria dos afloramentos se concentra segundo uma faixa de direção N60°E.

Um modelo petrogenético desenvolvido com base em diagramas de subtração e levando em conta as características geológicas, petrográficas, mineralógicas e petroquímicas das rochas alcalinas de Lages compreende fusão parcial limitada, com contribuição de CO₂ do manto superior previamente metassomatizado, numa região submetida a descompressão. Da cristalização fracionada dos líquidos parentais nefeliníticos resultariam as rochas ultrabásicas alcalinas; frações carbonatadas imiscíveis dariam origem aos carbonatitos, e os líquidos residuais evoluiriam por cristalização fracionada formando as rochas alcalinas leucocráticas miasquíticas e as agpaíticas. Os kimberlitos e demais brechas de chaminé resultariam de atividade vulcânica final, com alta proporção de voláteis.

Abstract: A 1:100,000 geological map shows the main outcrops, covering about 50 km², of the leucocratic alkaline rocks, ultrabasic alkaline rocks, carbonatites and volcanic breccias which intruded the Gondwanic sedimentary rocks within a short time interval and characterize the Alkaline District of Lages.

The leucocratic alkaline rocks form the largest bodies and consist of analcite trachytes, phonolites (agpaitic) and porphyritic nepheline syenites (miaskitic) in the southeast and porphyritic phonolites in the northwest. The ultrabasic alkaline rocks are olivine melilitites and olivine nephelinites, usually rich in phlogopite, which occur as dikes or as the matrix in volcanic breccias. These breccias are distributed over the whole district, and at least four of them have a kimberlitic character, as indicated by their mineralogy. The Fazenda Varela carbonatites intruded fenites (feldspathic breccias) and consist of heterogeneous bodies made up mostly of ankerite, barite, K-feldspar and synchisite.

Analyses with the microprobe were done on feldspars; high and low temperature nephelines; strongly Di-Hd-zoned clinopyroxenes, late-crystallized aegirine-augites and manganopectolites from the phonolites; high-Mg olivines and magmatic melilitites from the ultrabasic alkaline rocks. A more comprehensive survey on the phlogopites showed that those from the olivine-melilitites and olivine-nephelinites are similar, respectively, to those from kimberlites and lamproites; those from the porphyritic nepheline syenites, to those from the calc-alkaline lamprophyres, and those from an auto-brecciated nephelinite are very BaO - and TiO₂ - rich, indicating extreme enrichment of these elements in the late-crystallizing liquids. The garnets, ilmenites and clinopyroxenes from some pipe-breccias show characteristics compatible with a kimberlitic origin.

Chemical analyses of 33 whole-rock samples confirm the petrographic classification, but the agpaitic indexes, mostly below 1.0, do not reflect the mineralogical variations of the leucocratic alkaline rocks adequately. Among these rocks, the porphyritic phonolites display an accentuated dichotomy with respect to Na₂O content.

Partial REE analyses indicate that the light as well as the heavy rare earth contents decrease from the basic to the more evolved rocks, the La/Y ratio remaining approximately constant, except for a few phonolites, the analcite-trachyte and one porphyritic phonolite. High contents of light rare earths in the ultrabasic alkaline rocks are interpreted as indicative of differentiation.

Eleven new K/Ar ages from porphyritic nepheline syenites, porphyritic phonolites, ultrabasic alkaline rocks and pipe-breccias, together with six already available ages, show a major concentration in the range 65 to 75 Ma, with a mode at ca. 70 Ma. But one Rb/Sr whole-rock reference isochron diagram gives an age of 82±6 Ma for the agpaitic phonolites of the Serra da Chapada, which are considered younger than the miaskitic porphyritic nepheline syenites. The ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr ratios of 0.705-0.706 are compatible with a subcontinental mantelic origin, devoid of crustal contamination.

The localization of the Alkaline District of Lages was governed by the uplift of a larger crustal block limited to the north by Corupá and to the south by the Rio Engano lineaments; within this block, most of the outcrops are concentrated along a N60E trend.

A petrogenetic model based on subtraction diagrams and taking into consideration the geologic, petrographic, mineralogic and petrochemical characteristics of the alkaline rocks of Lages consists of limited partial melting with CO₂ contribution of the previously metasomatized upper mantle, in a region submitted to decompression. The ultrabasic alkaline rocks would result from the fractional crystallization of the nephelinitic parental liquids; immiscible carbonated fractions would give rise to the carbonatites, and residual melts could evolve by fractional crystallization, thus generating the miaskitic and agpaitic leucocratic alkaline rocks. Kimberlites and other pipe-breccias would result from terminal volcanic activity with a high proportion of volatiles.

D-18

SOLIANI JÚNIOR, Enio

Os dados geocronológicos do Escudo Sul-rio-Grandense e suas implicações de ordem geotectônica. 18 de dezembro. 239p. 1 vol Orientador: Umberto Giuseppe Cordani.

Resumo: A geologia do Escudo Sul-rio-grandense, a despeito do grande número de trabalhos existentes, tem se mostrado controversa e permanecem em aberto muitos de seus aspectos petrográficos, geoquímicos, estratigráficos, estruturais e geotectônicos, havendo propostas diversas de compartimentação e de modelos de evolução.

Este trabalho, com base em 250 novas análises radiométricas pelos métodos K-Ar, Rb-Sr, Pb-Pb e traços de fissão, interpretadas em conjunto com o acervo geocronológico pré-existente, procura estabelecer o posicionamento temporal dos grandes fenômenos geradores de rochas e subdividir a área de estudos em províncias de idades como subsídio às hipóteses evolutivas.

O primeiro fato notável reside na constatação de que o Ciclo Brasileiro, pelo menos no Rio Grande do Sul, perdurou por um intervalo de tempo maior do que o até então imaginado, sendo agora conhecidos corpos rochosos originados há cerca de 850 até 450 Ma. passados.

Em adição, verificou-se que terrenos pré-brasileiros expõem-se de forma mais ou menos contínua apenas no Bloco Taquarembó, entre as localidades de Bagé e Dom Pedrito, no extremo sudoeste do escudo (Complexo Granulítico Santa Maria Chico). Litologias de idades igualmente transamazônicas são encontradas de forma esparsa no Cerro das Encantadas e na região de Mata Grande, interpretadas como afloramentos do embasamento em núcleos de estruturas dômicas.

As demais áreas do escudo gaúcho (Blocos Dom Feliciano, Encruzilhada e São Gabriel) revelaram ter evoluído nos tempos do Ciclo Brasileiro, sendo possível agrupá-las em duas distintas entidades geotectônicas.

A primeira, coincidente com a área de afloramento dos granitóides de leste, está sendo interpretada como um batólito multintrusivo e polifásico (Batólito Pelotas), com a identificação, de, pelo menos, três suítes magmáticas distintas: (1) suíte composta por gnaisses de fácies petrográfica tonalítica e quartzo-diorítica, correspondente a granitóides do tipo I (Cordilheirano), resultantes de subducção e consumo de placa oceânica, quando da aproximação das placas Cráton Rio de La Plata e Cráton do Kalahari, há cerca de 850-830 Ma. passados; (2) suíte constituída de monzogranitos e granodioritos com tendência calci-alkalina, que representa a magmagenese derivada de fusão parcial da suíte anterior por

encurtamento e espessamento crustal tardicolisional, vistos como granitóides do tipo I (Caledoniano), com idade da ordem de 770 Ma.; (3) suíte representada por sienogranitos e alcali-feldspatos granitos, de tendência calci-alcalina a alcalina, pós-tectônicos, dos tipos I (Caledoniano) a A e idade de 550 Ma. Magmatismo restrito a veios e filões, dos tipos pegmatóides, aplítico ou riolítico, com 450 Ma., corresponde às mais jovens intrusões de caráter anorogênico.

A segunda entidade, constituída pelas supracrustais do centro-oeste, de idades também brasileiras, limita-se tectonicamente com o Batólito Pelotas através da Zona de Falha da Dorsal de Canguçu, uma sutura do tipo intracontinental (subducção A), ao longo da qual se colocaram, no período sincolisional, granitóides do tipo S (Cordilheira e Augen Gnaisses Vigia).

Tais supracrustais são interpretadas como resultantes de acumulações de sedimentos clasto-químicos em bacia marginal, dobrados e metamorfizados ao longo do evento orogênico responsável pelo fechamento da entidade geotectônica há 760-640 Ma., aos quais se intrudiram, em condições sintectônicas, suítes ígneas diversas. Desse conjunto fazem parte os para- e ortognaisses da área de Vila Nova e Várzea do Capivarita (Encruzilhada do Sul), as seqüências máfica-ultramáficas e vulcano-sedimentares das unidades referidas no passado como Grupo Porongos ou formações Cerro Mantiqueiras e Vacacaí. No domínio de bacia marginal, ainda sob regime compressivo, intrudiram-se diápiros graníticos, como as frações de núcleo dos Maciços de São Sepé e Lavras do Sul, há cerca de 650 Ma., além de efusões vulcânicas que se intercalam com as molassas precoces em início de acumulação (Formação Maricá). Já em regime distensivo, por volta de 550 Ma., o magmatismo se fez representar pelos granitóides de bordo dos Complexos de São Sepé, Lavras do Sul e corpos isolados, de evolução aparentemente monofásica, como o de Jaguarí, entre outros. Desta mesma fase, mas em tempos ligeiramente subseqüentes, há cerca de 530 Ma., são os vulcanitos da Formação Acampamento Velho, contemporâneos às molassas tardias (Formação Guaritas). Como manifestações finais e de caráter possivelmente anorogênico, relacionamos os microgranitos intrusivos do Complexo de São Sepé, os granitóides da Ramada e os vulcanitos ácidos de Cerro Tupancí, acontecidos por volta de 460 Ma.

A persistirem as idéias aqui anunciadas, recomenda-se uma revisão de cunho estratigráfico para a fração oeste do Escudo do Rio Grande do Sul, incluindo-se os granitóides componentes do Bloco Encruzilhada e os Metamorfitos Porongos, e chama-se a atenção para o fato de que, de agora em diante, altera-se a perspectiva de prospecção de recursos minerais, uma vez que, por esta nova interpretação sugere-se a não ocorrência, a ocidente, de litoestruturas do tipo "granito-greenstone" de idades arqueanas ou proterozóica inferior.

Abstract: Based on 250 new radiometric analyses using K-Ar, Rb-Sr, Pb-Pb and Fission Tracks methods, all of them interpreted with the existing geochronological data, this paper divides the Rio Grande do Sul Shield (Southern Brazil) into geotectonic provinces, as well as presents the ages that seem to be of the major rock generator events.

It is suggested that the Brasiliano Cycle (Upper Precambrian) was active during a time interval greater than has been thought and its chronological limits could be extended from 850 to 550 Ma with late and local magmatic episodes reaching the 450 Ma ago.

Outcrops of Early Proterozoic or older terranes are rare, being the most areas related to the Late Proterozoic. These areas can be divided into two tectonic entities: (1) the Pelotas Batholith, a multi-intrusive and polyphase granitoid body, in the eastern shield, pointing out ages that range from 850 to 550 Ma and (2) its Marginal Basin in the west represented by supracrustal rocks such as gneisses, mafic-ultramafic and volcano-sedimentary sequences showing a complex structural pattern and green schists to

amphibolite metamorphic facies. Their K- Ar and Rb-Sr ages are mainly concentrated between 760 and 640 Ma, though values of 800 Ma may be found.

Polyphase granitic suites and their volcanic correspondents, sometimes interbanded with molassoid sediments, are being attributed to the 650-450 Ma time interval.

Finally, it tries to enclose the Rio Grande do Sul Shield in the regional geologic context (Southern Brazil and Uruguay), which is supposed to have developed in agreement with the Plate Tectonic concepts.

D-19

SUSLICK, Saul Barisnik

Quantificação da potencialidade mineral com base em dados geoquímicos: um estudo aplicado as Folhas Itaquaquetuba, Piracaia, Igaratá, Camanducaia e Monteiro Lobato. 06 de maio. 304p. 1 vol. Orientador: Gilberto Amaral.

Resumo: O desenvolvimento de métodos quantitativos para a interpretação e integração de dados geoquímicos regionais constitui a filosofia básica deste trabalho. Estes métodos representam um instrumento para auxiliar na separação entre as anomalias significativas e as flutuações dos teores, nem sempre de fácil execução, em decorrência da existência de inúmeros fatores que intervêm no conteúdo dos elementos químicos.

A região selecionada para aplicação desses métodos abrange os domínios geológicos e tectônicos da faixa Brasileira das folhas topográficas de Itaquaquetuba, Igaratá, Piracaia, Camanducaia e Monteiro Lobato no Estado de São Paulo, perfazendo uma área com aproximadamente 2.400 km². Nessa região, foram recolhidas 1.900 amostras geoquímicas de sedimento de corrente, obedecendo uma densidade média de uma amostra por quilômetro quadrado.

Uma decorrência natural do desenvolvimento dos métodos de exploração mineral e quantitativos que será abordada neste trabalho é o dimensionamento da relação custo/benefício. O planejamento econômico possui sérias implicações nos levantamentos geoquímicos, pois uma campanha mal planejada sem o conhecimento dos riscos inerentes da exploração mineral, podem prejudicar a performance da campanha, comprometendo a informação geoquímica.

Uma outra parte deste trabalho é consagrada à avaliação da qualidade das medidas, através das amostras em duplicata e replicata. Esse tipo de avaliação possibilita detectar a dispersão artificial introduzida durante a aquisição dos dados, quer seja na amostragem e/ou na preparação e análise das amostras no laboratório. Nesse trabalho, através de diversos métodos estatísticos, foi possível classificar os elementos em relação a esses controles; cujos resultados foram os seguintes: os elementos Fe, Ca, Mg, Mn, B, Ba, Ga e Sr apresentaram um alto grau de reprodutibilidade, enquanto as flutuações para o Ti, Co, Cr, Cu, Nb e Zr são mais acentuadas. Os elementos La, Mo, Ni, Pb, Sc, V e Y constituem as maiores variações nas medidas quer nas replicatas como nas duplicatas, devido provavelmente à baixa sensibilidade no limite inferior de detecção. Essa variação não constitui um obstáculo para a identificação das anomalias relevantes, na medida que essas flutuações se restringem ao *background* geoquímico.

Os parâmetros de amostragem, tais como: litologia, pluviosidade, área de bacia, dentre outros foram utilizados neste trabalho para avaliar as relações entre esses parâmetros e as variações significativas dos teores nos elementos traços. Nesse estudo determinou-se que somente a litologia, granulometria e o tipo de ocupação do solo possuem uma variação real e podem vir a influenciar os teores.

Em decorrência dessa avaliação, os dados geoquímicos foram agrupados em função das litologias onde foram definidos onze alvos geoquímicos através de métodos geoestatísticos convencionais e reamostragens de algumas áreas de interesse.

A regionalização dos teores e sua análise estrutural baseada nos métodos geoestatísticos - variograma e krigagem - possibilitou a definição de uma dimensão ideal da célula (2.000 m) e a individualização de algumas anomalias geoquímicas para os elementos Fe, B, Co, Cr e Cu, adaptados às características espaciais de cada variável.

A integração das informações geológicas e geoquímicas, através da análise característica possibilitou a quantificação da potencialidade mineral da área em foco, utilizando-se de quatro modelos de mineralização. Através desses modelos, foi possível definir áreas de interesse direto para diversos ambientes, destacando-se um *trend* na direção NE vinculado á mineralizações vulcano-sedimentares e alvos vinculados às rochas granitóides e pegmatíticas.

Abstract: The basic philosophy of this dissertation was to develop quantitative methods for the interpretation and integration of regional geochemical data. These methods constitute basic tools for the difficult task of separating significant anomalies from fluctuations in background concentrations, caused by the innumerable factors that influence the concentration of chemical elements.

The area selected for the development of these methods is located in the eastern part of the São Paulo State and covers some 2,400 km² in the quadrangles of Itaquaquecetuba, Igarata, Piracaia, Camanducaia and Monteiro Lobato. The area is underlain by Precambrian rocks situated in a Brazilian Tectonic belt. In this region, 1,900 geochemical stream sediment samples were collected, yielding an average density of one sample per kilometer squared.

A natural outcome of the quantitative mineral exploration methods developed in this dissertation, is the scaling of the cost/benefit relation. As economics plays an important rule in any geochemical survey, it should be emphasized that badly planned campaign, which disregards the inherent risks of mineral exploration can limit the performance of a geochemical campaign and consequently seriously compromise the final results and conclusions.

Another aspect of this dissertation deals with the evaluation of the quality of analytical measurements a through the use of duplicate and replicate samples. This type evaluation permits the detection of artificial dispersion introduced during the acquisition of data, whether it be in sampling or the preparation and analysis of the samples. It was possible herein to classify the analytical performance of various elements in selection controls (samples using various statistical methods). The following results were obtained: the elements Fe, Ca, Mg, Mn, B, Ba, Ga e Sr presented a high degree of reproductibility whereas Ti, Co, Cr, Cu, Nb and Sr showed accentuated fluctuations.

The highest variations in both replicates or duplicates samples were shown by La, Mo, Ni, Pb, Sc V e Y, which in part may be caused by low analytical sensitivity near the lower detection limit. Nevertheless high variation do not present problems in identifying the relevant anomalies as long as the fluctuations are restricted to values considered part the geochemical background.

Sampling parameters, such as: lithology, average rainfall and basin area were used to evaluate the relation between these ambiental factors and significant variations in trace-element concentrations. It was concluded that only the lithology, sediment, granulometry and soil use showed enough variation to cause possible influence on the trace-element concentrations. As a consequence of this evaluation the geochemical data was grouped according to lithologies in which eleven geochemical targets were defined using conventional geostatistical methods, followed by resampling in some areas of interest.

The regionalization of the concentrations and structural analysis based on geostatistical methods-variogram and kriging - made it possible to define an ideal cell size (2,000 m) and individualize some geochemical anomalies for the elements Fe, B, Co, Cr and Cu, adapted to the spatial characteristics of each variable.

The integration of geological and geochemical information by means of characteristics analysis made it possible to quantify the mineral potential of in area under investigation, using four mineralization models. It was possible to define areas of direct interest for different environments with the use of these models. Some areas that stand out lie along a northeastern trend related to vulcano-sedimentary mineralization and as well as potential targets related to granitoid and pegmatitic rocks.

D-20

TOLEDO GROKE, Maria Cristina

Intemperismo das rochas mineralizadas em cobre do Salobo 3A, Serra dos Carajás. Mecanismos de alteração dos minerais primários e localização do cobre nos produtos secundários. 26 de setembro. 173p. Orientador: Adolpho José Melfi.

Resumo: O depósito de cobre do Salobo 3 α , Serra dos Carajás, é constituído por uma seqüência de rochas metassedimentares (Seqüência Salobo), mineralizadas por sulfetos de cobre que ocorrem disseminados ou em nveis milimétricos a centimétricos, concordantes com as estruturas das rochas.

Este depósito é recoberto por um manto de alteração de espessura média de cerca de 60 m, produto do intemperismo sob condições climáticas equatoriais, e que conserva aproximadamente os teores médios do minério primário (1,05% CuO para o minério sulfetado e 0,96% CuO para o minério alterado, segundo dados da DOCEGEO - FARIAS & SAUERESSING, 1982).

O cobre contido no perfil de alteração não é devido a minerais de cobre originados no decorrer do intemperismo, como sulfatos, silicatos e óxidos, que são inexistentes. Por outro lado, os carbonatos de cobre (*malaquita*) ocorrem apenas localmente, em quantidades reduzidas, principalmente próximo à base do perfil, isto é, no contato entre rocha sã e zona alterada. Sua ocorrência não justifica os teores de cobre encontrados no material alterado.

Esta pesquisa permitiu concluir que o cobre, a partir da sua liberação dos sulfetos primários, é fixado em diversas fases secundárias. Estas fases são formadas por neoformação ou por transformação, e estão diretamente ligadas à alteração dos minerais primários (formação de pseudomorfoses) ou indiretamente (remobilização dos produtos dissolvidos). Assim, o cobre é fixado, além da malaquita, em:

a) **fases silicáticas:** produtos de transformação das biotitas, sobretudo **minerais tipo vermiculita e interstratificados B-V**, com até 18% CuO, e **esmectitas verdes tipo nontronita** do sistema fissural, com até 5% CuO;

b) **fases ferruginosas:** **oxi-hidróxidos de ferro** de várias localizações: pseudomorfoses de granada e anfíbios, sistema fissural e plasma secundário argiloferruginoso, com até 6% CuO;

c) **fase manganésifera:** **criptomelana** do sistema fissural, com até 25% CuO.

Embora os teores mais altos em cobre sejam encontrados nos silicatos e minerais de manganês, os oxi-hidróxidos de ferro representam a fase cuprífera mais importante pela sua maior abundância em termos globais no manto de alteração.

Abstract: The copper deposit of Salobo 3 α , Serra dos Carajás, northern Brazil, consists of a metasedimentary sequence, with disseminated copper sulfides generally following the rock planar structures.

The alteration blanket, about 60 m thick, is the product of the weathering of this sequence under equatorial climatic conditions. It presents about the same copper content (0.96% CuO in average) as the primary ore (1.05% CuO in average). Unlike weathering products derived from other copper sulfides deposits, there are in Salobo 3 α no supergene minerals as sulphates, silicates and oxides. Only malachite is present, but locally and in small quantities, not accounting for the copper contents found throughout the profile.

The results of this work shows that in the weathering mantle copper can be associated with secondary phases formed either by neoformation or transformation mechanisms. These phases are sometimes directly related with the primary minerals they are derived from (pseudomorphs), but they can also be found as remobilization products. Thus, in the weathering profile, copper is associated, besides malachite, with the following phases:

.silicates: weathering products of biotite (biotite-vermiculite and vermiculite-type minerals) containing up to 18% CuO and nontronites found in the fissural system (up to 5% CuO);

.ferruginous minerals: iron oxyhydroxides either derived from garnet and amphibole (pseudomorphs) or found in the fissural system and in the secondary plasma (up to 6% CuO);

.manganesiferous minerals: cryptomelane found in the fissural system (up to 25% CuO).

Although the higher copper contents are found in the silicates and manganesiferous minerals, the ferruginous phases are the most important ore minerals due to its greater abundance throughout the weathering mantle.

.manganesiferous minerals: cryptomelane found in the fissural system (up to 25% CuO).

Although the higher copper contents are found in the silicates and manganesiferous minerals, the ferruginous phases are the most important ore minerals due to its greater abundance throughout the weathering mantle.

1987

D-21

COSTA, Waldir Duarte

Análise dos fatores que atuam no aquífero fissural - área piloto dos Estados da Paraíba e Rio Grande do Norte. 25 de março. 206p. 1 vol. Orientador: Aldo da Cunha Rebouças.

Resumo: O trabalho tem por objetivo primordial analisar os fatores intrínsecos e extrínsecos, que atuam no comportamento hidrogeológico do aquífero fissural, tanto em termos de produção como de qualidade. A abordagem compreende três partes distintas e foram inter-relacionadas.

A primeira diz respeito aos conceitos fundamentais dos fatores que atuam no meio fraturado, compreendendo as estruturas geológicas e mecânicas de rochas; utilização de parâmetros litoestruturais na locação de poços; e, características geométricas do meio fraturado.

A segunda parte analisa as características fisiográficas e geotectônicas da área piloto, destacando-se as suas relações com a produtividade e a qualidade da água de poços.

A partir de análises estatísticas de correlação, foram avaliados os graus de influência dos fatores exógenos e endógenos. Foram analisados 1.500 poços, encontrando-se o seguinte: tipo de rocha e tipo de fratura tem relação direta; a profundidade tem relação inversa, tanto em termos de produtividade como de qualidade. O clima, em termos de pluviometria tem relação direta, tanto em termos de produção como qualidade.

Abstract: This paper has as main goal the analysis of the fundamental factors dealing with hydrogeological characteristics of the fractured hard rock aquifers, influencing the productivity as well as the water quality in terms of TDS content.

In this approach we consider three interrelated different parts. Firstly they are considered the structural geology and rock mechanic aspects, and the lithostructural features, based in which the well locations are made, and the geometry.

Secondly the physiographic and geotectonic aspects of the pilot study area have been analysed. Based on data from 1,500 existing producing wells statistical analysis have been developed, correlating hydrogeological factors and specific capacities, and water quality, in terms of TDS contents.

They show that it exist a consistent direct correlation between rock type and transverse fractures the depth shows inverse correlations instead. The climate, in terms of rainfall depth, has direct correlations.

D-22

CREPANI, Edison

Análise de fraturas através de imagens fotográficas de baixa resolução espacial: uma contribuição ao estudo da evolução tectônica da região da Chapada do Araripe, NE do Brasil. 21 de dezembro. 139p. 1 vol. Orientador: Benjamin Bley de Brito Neves.

Resumo: A partir de dados geológicos pré-existentes, da análise das imagens TM, MSS e RBV/LANDSAT e de mosaicos SLAR para aplicação de análise morfoestrutural e tratamento estatístico de fraturas, este trabalho mostra a ativa participação de linhas de fraqueza antigas do embasamento, com direções N45E, N45W e EW na configuração tectônica da Bacia do Araripe. O comportamento de tais linhas de fraqueza durante o Mesozóico caracterizou-se por movimentos essencialmente verticais, numa tectônica gravitacional, que ensejaram a formação da Bacia do Araripe, dividida em duas sub-bacias: a Sub-bacia Oeste, estruturada em terraços escalonados de oeste para leste segundo a direção N45W; e a Sub-bacia Leste, que se conforma numa bacia do tipo "rift" com altos e baixos estruturais alternados segundo a direção N45E, em um amplo baixo segundo a direção EW entre os lineamentos de Patos e Cariris Velhos. As linhas de fraqueza N45E, que condicionam altos e baixos estruturais na Sub-bacia Leste do Araripe, mostram continuidade até a Bacia do Rio do Peixe, a qual aponta para uma ligação entre elas. Sua extensão para nordeste, em direção à Bacia Potiguar, corrobora a hipótese da existência de um ramo abortado de junção tríplice, com centro entre Areia Branca e Macau, que uniria estas três bacias.

Abstract: Based on existing geological data, the analysis of the TM, MSS and RBV images of LANDSAT and the mosaics of SLAR imagery to the application of morphostructural analysis and statistic

treatment of the fractures, this work shows the active participation of the ancient lines of weakness of the basement, with the directions of N45E, N45W and EW in the tectonic configuration of the Araripe Basin. During Mesozoic time, the behaviour of such lines of weakness was essentially characterized by vertical movements in a gravitational tectonics which caused the formation of the Araripe Basin, divided into two subbasins: the West Subbasin, which forms a sequence of structural terraces as stairs from west to east according to the direction of N45W, and the East Subbasin, which forms a basin of rift type with alternative structural highs and lows according to the direction of N45E, in a broad low according to the direction EW between the Patos and Cariris Velhos lineaments. The N45E lines of weakness, which control the structural highs and lows in the East Subbasin of Araripe, show the continuity up to the Rio do Peixe Basin and this continuity seems to connect these two basins. These lines of weakness extending to the northeast up to the Potiguar Basin emphasize the hypothesis of the existence of an aborted branch of triple junction with the center between Areia Branca and Macau. This aborted branch may connect the Araripe, Rio do Peixe and Potiguar Basins.

D-23

EGYDIO-DA-SILVA, Marcos

O Sistema de Dobramento Rio Preto e suas relações com o Cráton do São Francisco. 04 de setembro. 141p. 1 vol. Orientador: Roland Raymond Trompette.

Resumo: O Sistema de Dobramento Rio Preto é uma unidade de idade brasileira (~650 Ma.) que bordeja o Cráton do São Francisco em sua porção noroeste. Caracteriza-se por apresentar uma estrutura assimétrica, com dupla vergência (estrutura em leque), sendo que o domínio sul é bem mais desenvolvido e mostra uma clara vergência tectônica para o Cráton do São Francisco. A transição da faixa para o cráton dá-se de modo progressivo. O domínio norte, mais curto, está inclinado para norte e cavalga o embasamento policíclico do Estado do Piauí, a transição ocorre, portanto, de maneira abrupta.

O conjunto metassedimentar do Sistema de Dobramentos Rio Preto foi submetido a um encurtamento generalizado que varia de 15 a 20% nas unidades externas, as menos deformadas, e mais de 50% nas unidades internas. Este encurtamento da cobertura implica em um descolamento geral da estrutura, o qual foi localizado, a título de hipótese, no contato embasamento-cobertura.

Os materiais que constituem o Sistema de Dobramentos Rio Preto representam os equivalentes espessados das coberturas da parte superior do Proterozóico Médio (Grupo Espinhaço Superior ou Grupo Chapada Diamantina) e do Proterozóico Superior (Supergrupo São Francisco) do Cráton do São Francisco. Eles são essencialmente detríticos e possuem uma espessura total da ordem de 5.000 a 7.000 metros, segundo os dados gravimétricos. Desta maneira o preenchimento do *graben* do Rio Preto iniciou-se, como parece ser o caso de muitas faixas brasileiras, ao redor de 1.200 Ma.

A Formação Riachão das Neves, topo do Grupo Bambuí na região, correlacionada com a Formação Três Marias, a qual é considerada como um depósito molássico no Estado de Minas Gerais, encontra-se no Sistema Rio Preto afetada pela tectogênese brasileira, que compreende três fases de dobramentos claramente identificáveis.

O metamorfismo é tipo barroviiano e varia de grau fraco a grau médio com registros de retrometamorfismo no embasamento gnáissico. Nenhuma granitização foi observada.

Estas coberturas foram depositadas em bacias, cujo centro de subsidência migrou no decorrer dos tempos provavelmente para sul, em direção ao Cráton do São Francisco, sendo que cada uma

destas recobre em discordância cartográfica a borda meridional da precedente. A mais antiga das bacias, o *graben* do Rio Preto, coincide com uma forte anomalia gravimétrica negativa (-100 mgal) indicando uma espessa acumulação de sedimentos.

O modelo geotectônico proposto é aquele de uma bacia instalada sobre uma crosta continental adelgada sem contribuição de material do manto.

No decorrer da tectogênese brasileira (700-500 Ma.) a cobertura é descolada e dobrada, enquanto que o embasamento, nesta época, é pouco afetado. Este modelo, de uma maneira geral, é aplicável a muitas faixas brasileiras no Brasil. Sua particularidade é sua dupla vergência com um transporte de material para o Cráton do São Francisco (este é o esquema habitual) e para o embasamento que aflora no Estado do Piauí. As causas desta estrutura em leque permanecem mal elucidadas.

Abstract: The Rio Preto Fold System was originated during the Brasiliano Orogenic Cycle (700-500 Ma) along the northwest margin of the São Francisco Craton. It exhibits, as its most relevant tectonic feature, an asymmetric structure with double vergence.

The southern domain of the belt is the widest, and clearly shows a southward tectonic vergence towards the São Francisco Craton.

Metamorphism and deformation gradually decrease towards the cratonic area.

The northern domain is narrower and thrust northward, over an area of polycyclic crystalline basement, in the Piauí State.

A general N-S shortening occurred in all metasedimentary units of Rio Preto Fold System. In the less deformed external portion of the system (the southern domain), shortening varies from 15 to 20%, whereas in the internal portion (the northern domain), shortening is about 50-55%, suggesting a generalized process of decollement throughout the region.

The Rio Preto Fold System comprises mainly detritic sediments of the Chapada Diamantina Group and São Francisco Supergroup deposited during Mid to Late Proterozoic times.

These sediments are about 7,000-8,000 meters in thickness, according to composite geologic profiles, but their maximum depth is about 7,200 meters, if gravimetric data are considered.

The Rio Preto *Graben* was completely filled up to around 1,200 Ma ago.

The Riachão das Neves Formation, the youngest unit of the Bambuí Group in the region can be correlated to the Três Marias Formation, a molassic deposit characterized in the Minas Gerais State, and has been folded during the Brasiliano tectogenesis. Three deformational events can be observed for the structural evolution.

The sediments were initially deposited in tectonic basins, whose depocenters migrated progressively southwards. The older basin, the Rio Preto *Graben* is the site of very large gravimetric anomalies (-100 mgals), suggesting thick accumulation of sediments.

Regional metamorphism is barrovian, presenting low grade in the southern domain and middle grade in the northern sector of the area, where evidences of retrometamorphism were also detected.

The geodynamic model is that of a marginal basin formed on a thinned continental crust, without contribution from material of the mantle, this, a model that can be applied, in the authors opinion, to most folded belts of the Brasiliano/Pan African orogenic cycles, in West Gondwana. The peculiar double tectonic vergence of the Rio Preto folded belt remains without an adequate explanation, at present.

GONÇALVES, Adail Ricardo Leister

Geologia ambiental da área de São Carlos. 23 de abril. 138p. 1 vol. Orientador: Nelson Ellert.

Resumo: Levantamento de dados sobre a região, visando fornecer subsídios às soluções dos eventuais problemas que possam vir a surgir e, antes de tudo, procurar, através destes dados, evitar ações que possam causar a degradação ambiental e a ocupação inadequada de áreas; pelo estudo de regiões a serem eventualmente preservadas como fontes de alimentação de aquífero. Uma abordagem também de interesse, refere-se à observação das vulnerabilidades da região em estudo.

Foi ainda, levado a efeito, uma análise da permeabilidade superficial na área urbana de São Carlos. Um mapa de solos e um de classes de capacidade de uso foram confeccionados e em muito auxiliaram nos estudos relativos à área urbana e seu desenvolvimento futuro.

Abstract: In order to prevent actions which could be damaging to the studied environment a series of data was obtained, either experimentally or by means of a bibliographic revision. Such data permitted to define the regions which should be preserved from inadequate settlement for being characterized as aquifer recharge areas. Another interesting parameter which was studied refers to the mapping of the regions vulnerability.

Beside this, it was done a surface permeability analysis from the São Carlos urban area, maps of soils and its use capability, which supported our studies on the urban area and development recommendations for its future.

JOSÉ, Clovis

Correlação entre parâmetros hidrodinâmicos e geoeletricos de sedimentos do Grupo Bauru na Bacia do Alto do Rio Turvo - SP. 14 de dezembro. 180p. 1 vol. Orientador: Nelson Ellert.

Resumo: As relações de analogia entre fluxo elétrico e fluxo hidráulico em um meio poroso, apontam um caminho a ser seguido por pesquisadores em estudos geofísicos e hidrogeológicos, no sentido de se obter, através de métodos rápidos, confiáveis e econômicos, uma primeira aproximação aos problemas relativos à caracterização de aquíferos e ao aproveitamento de água subterrânea, para seus mais diversos fins.

Nesse sentido, foram pesquisadas e estabelecidas as inter-relações entre parâmetros geoeletricos e hidrodinâmicos medidos no aquífero sedimentar da Bacia Representativa do Alto Rio Turvo, nos domínios dos arenitos do Grupo Bauru, no Estado de São Paulo, em uma extensão de 2.068 km².

Na determinação dos parâmetros geoeletricos: resistividade elétrica global; resistência transversal e condutância longitudinal, da camada saturada do aquífero, foram realizadas 90 sondagens elétricas verticais junto a poços existentes na área estudada, para um melhor controle das condições geológicas locais. Parâmetros hidrodinâmicos como: capacidade específica; condutividade e transmissividade hidráulicas, foram obtidos através de ensaios de bombeamento efetuados em poços da região, em um programa de reconhecimento hidrogeológico da bacia, desenvolvido através do convênio DAEE/IG-USP, em 1981.

O levantamento geomagnético em 267 estações de medida da componente vertical do campo magnético terrestre, mostrou que irregularidades da superfície do topo do basalto na área estudada, são de

pequena intensidade, acompanhando aproximadamente o relevo regional e, apresentando alguns poucos embaciamentos ou altos estruturais localizados que refletem, respectivamente, um maior ou menor espessamento do pacote sedimentar sobrejacente. A distribuição espacial desses dados permitiu a elaboração de um mapa de isovalores (isogamas) onde se observam esses fatos.

A análise estatística dos coeficientes de correlação, mostrou alto grau de significância entre os dados dos parâmetros geoeletricos e hidrodinâmicos correlacionados. Isso mostra que, informações importantes a respeito de aquíferos e do movimento de água subterrânea, podem ser inferidas a partir do conhecimento de suas características geoeletricas, através de levantamentos geofísicos na superfície do terreno, em áreas onde o indispensável conhecimento geológico prévio, indique a presença de estruturas semelhantes.

Abstract: The analog relationship in between electrical and hydraulic flow parameters in porous media, indicate a possibility of a method to be used by researchers in geophysical and hydrogeological studies to get a first hand information about problems related to aquifers characterization and use of groundwater in a feasible, economic and quick way.

We have investigated and obtained relationship in between geoelectrical and hydrodynamical parameters, measured in a sedimentary aquifer represented by the Group Bauru sandstones in the basin of Rio Turvo in São Paulo State at its third superior, with an area of 2,068 km².

Ninety electric soundings were made for determination of electrical of electrical parameters, such as bulk resistivity, transversal resistivity and longitudinal conductance of saturated layer. These soundings were made close to water wells for a better control of local geological conditions. A computer program was used for the interpretation of vertical electric sounding data.

Hydrodynamical parameters such as specific yield, hydraulic conductivity and hydraulic transmissivity were obtained by well tests, realized by hydrogeological recognizing program, developed in a integrated work of DAEE/IG-USP, in 1981.

A geomagnetic investigation, involving 267 stations for measuring the vertical component of terrestrial field, showed that the surface irregularities on basalt top are not much significative. They approximately follow the regional relief, and presents some local embasements or high structurals, reflecting respectively a higher or lower thickness of the sediment layer. The spatial distribution of these data allowed the construction of a isovalues (isogamas) chart, in which we can see these facts.

The statistical analysis of the correlation coefficients, showed a high fitness in between the correlated geoelectrical and hydrogeological, parameters data. So, it can be seen that useful informations, about aquifers and ground water movements, can be obtained from the knowledge of its geoelectricals characteristics by way of geophysical investigations at the soil level, in areas where indispensable previous geological informations indicates the presence of similar structures.

D-26

MACEDO, Arlei Benedito

Prospecção litogeológica na Mina do Perau, Paraná. 28 de abril. 337p. 2 vol. Orientador: Aledir Paganelli Barbour.

Resumo: A jazida do Perau situa-se no município de Adrianópolis, 30 km a sul da divisa São Paulo-Paraná. Consiste de galena, pirita, calcopirita e blenda como minerais de minério principais, com uma

reserva inferida de 1,9 milhões de toneladas de minério, com 4% de Pb, 2% de Zn e 85 g/t de Ag, além de uma mineralização associada de 830.000 t de minério com 2% de cobre. O corpo de minério de chumbo está encaixado em rochas calciossilicáticas, estando estas assentadas sobre quartzitos e cobertas por xistos com intercalações de anfibolitos, compondo todo este conjunto a Formação Perau do Grupo Setuva, que se encontra sobreposta a xistos e gnaisses do embasamento pré-Setuva. O minério apresenta zoneamento, com aumento de Zn para NW, de Pb, Ag e Au para SE e de cobre para NE, revelados por análises de superfícies de tendência. O halo geoquímico em rocha, estudado por gráficos teor-distância à mineralização, análise de agrupamentos, regressão múltipla e análise discriminante, mostra forte enriquecimento, com a proximidade da mineralização, dos teores de La, B, e Cu na lapa e de Pb, B, Mg, Cu e K na capa, e forte empobrecimento de Co e Sn na lapa e de Sn, Zn, Be, Ni, Cr e Mo na capa. O comportamento dos elementos e o controle estratigráfico e estrutural da jazida reforçam a interpretação da sua gênese como sedimentar-exalativa. O halo secundário da mineralização em solo é expresso nos teores de Cu, Pb e Zn. O custo de detecção do halo em solo e rocha é aproximadamente o mesmo, sendo recomendada a coleta de amostras de rocha em perfis perpendiculares às estruturas, principais com espaçamento entre amostras de 100 m, integrada a levantamento geológico. Devem ser analisados pelos menos Cu, Pb, Zn, B, Mg, K, Fe, Mn e Ca.

Abstract: The Perau deposit is located in Adrianópolis township, 30 km south of the São Paulo-Paraná border. The ore is mainly composed by galena, pyrite, chalcopyrite and sphalerite, and has an inferred reserve of 1.9 million metric tons, with 4% Pb, 2% Zn and 85 g/t Ag, and an associated copper deposit with 830,000 metric tons of ore with 2% Cu. The strata-bound orebody is intercalated in calc-silicatic rocks, underlain by quartzites and overlain by mica-schist with intercalations of amphibolites, this sequence forming the Perau Formation of Setuva Group, underlain by pre-Setuva schists and gneisses. The orebody displays zoning, revealed by trend surface analysis, with Zn increasing to NW, Pb, Ag and Au to SE and Cu to NE. The geochemical halo in rock was studied by concentration-distance to ore diagrams, cluster analysis, multiple regression and discriminant analysis. At short distances to ore there is strong enrichment of La, B, and Cu in footwall rocks and Pb, B, Mg, Cu and K in hanging wall rocks. The behavior of chemical elements and the stratigraphical and structural controls of the deposit support the sedimentary-exhalative origin. The secondary halo in soils is expressed in Cu, Pb and Zn concentrations. The cost detection of the halo in rocks and soils is nearly the same for the two sampling media. The sampling of rocks in traverses perpendicular to the main structures, with sample spacing of 100 m, integrated with geological survey, and analysis for Cu, Pb, Zn, B, Mg, K, Fe, Mn and Ca are recommended.

D-27

MENDES, José Milton Benetti

Técnicas geofísicas aplicadas no mapeamento e monitoramento de poluição e contaminação de águas subterrâneas. 18 de dezembro. 196p. 1 vol. Orientador: Nelson Ellert.

Resumo: Neste trabalho estão descritas as técnicas geofísicas aplicadas no mapeamento e monitoramento de poluição e contaminação de águas subterrâneas, especificamente nos casos de aterros sanitários, áreas de infiltração de vinhaça, intrusão de água salgada em aquíferos costeiros e áreas com problemas de infiltração e vazamento de produtos e efluentes industriais. No caso de regiões costeiras procurou-se desenvolver um padrão de investigação que pudesse ser aplicado junto às pequenas e médias

concentrações urbanas de modo a prevenir e controlar a intrusão marinha nos aquíferos costeiros, através apenas da aplicação de métodos geofísicos. Do mesmo modo, procurou-se estabelecer um roteiro para a aplicação de técnicas geofísicas de mapeamento e monitoramento de áreas industriais com problemas de poluição e contaminação.

As áreas estudadas estão distribuídas pelo Estado de São Paulo, representando situações bastante diversificadas num contexto geográfico e geológico mais amplo. Os aterros sanitários estudados estão localizados nos municípios de Taubaté, São José dos Campos e Novo Horizonte e as áreas de infiltração de vinhaça, em Novo Horizonte e Ribeirão Preto. A região litorânea enfocada no estudo está situada no litoral norte paulista entre Bertioga e São Sebastião, e a área industrial poluída em São José dos Campos.

No presente trabalho é feito ainda um estudo comparativo entre as duas metodologias empregadas, eletroresistividade e eletromagnético indutivo, consideradas as mais adequadas para o estudo de poluição subterrânea, ressaltando-se as vantagens e desvantagens de cada uma objetivando otimizar sua aplicação conjunta.

Abstract: This thesis describes geophysical techniques applied to the mapping and monitoring of ground water pollution and contamination, specifically for cases involving sanitary landfills, areas of vinasse infiltration, salt water intrusion into coastal aquifers, and areas with problems of infiltration and leakage of industrial products and residues. For coastal regions, investigative norms have been established that may be applied to both small and medium urban centers in order to control and prevent marine intrusion into coastal aquifers by applying geophysical methods only. Similarly, a routine for the application of geophysical techniques of mapping and monitoring industrial areas with pollution and contamination problems has also been developed.

The areas studied are distributed throughout the São Paulo State and thus represent diverse situations within a broad geographic and geologic context. Sanitary landfills were studied in the Municipalities of Taubaté, São José dos Campos and Novo Horizonte, and areas of vinasse infiltration in Novo Horizonte and Ribeirão Preto. The coastal region focussed upon in this study is located between Bertioga and São Sebastião, and the polluted industrial area in São José dos Campos.

Also included in this thesis is a comparative study of the two methodologies, conventional resistivity and electromagnetic inductive techniques, considered the most appropriate for the study of ground water pollution, with emphasis on the advantages and disadvantages of each in order to optimize their joint application.

D-28

VENEZIANI, Paulo

Análise de movimentos da tectônica rúptil e rúptil-dúctil através da interpretação de produtos de sensores remotos na região do Espinhaço Meridional (MG): uma correlação com processos evolutivos. 22 de junho. 186p. 1 vol. Orientador: Johann Hans Daniel Schorscher.

Resumo: As seqüências metassedimentares dos Supergrupos São Francisco, Espinhaço e Minas, associações típicas *granite-greenstone belt* do Supergrupo Rio Paraúna e gnaisses, migmatitos, granulitos do Complexo Migmatito-Granulítico de Minas Gerais, além de metassedimentos e intrusivas félsicas a máficas do Pré-Cambriano Indiferenciado, mostram idades que variam desde o Proterozóico Superior ao Arqueano.

Apresentam graus metamórficos de anquimetamórfico a alto, em geral crescentes de W para E. Ocorrem ainda basaltos doleríticos de metamorfismo termal e basaltos não metamórficos, provavelmente mesozóicos.

A região é policíclica e polimetamórfica de evolução complexa. Esforços generativos sinsedimentares combinados com compressivos orogenéticos, atuantes em repetidos períodos, foram responsáveis pela criação do arcabouço geológico-estrutural da região, conferindo-lhe o caráter observado por orogêneses superimpostas.

Estes eventos tectônicos deixaram suas marcas impressas sob a forma de feições petrográficas e estruturais desde microscópicas a meso- e macroscópicas.

Movimentos da tectônica rúptil, rúptil-dúctil e dúctil são parte destes eventos e suas marcas em escala macroscópica foram analisadas em produtos de sensoriamento remoto, tais como: imagens fotográficas do MSS, RBV, TM/LANDSAT; mosaicos de radar do projeto RADAMBRASIL e mapas de isoanomalias aeromagnéticas, entre outros.

As interpretações litoestratigráficas e dos registros dos eventos acima mencionados sobre os produtos utilizados, aliadas a trabalhos de campo em escala regional e pesquisa bibliográfica, permitiram uma correlação com os processos evolutivos da região.

Os seguintes resultados foram obtidos: a) elaboração do mapa litoestratigráfico-estrutural regional (anexo 1); b) elaboração de mapas de traços de fraturas (anexo 5, 6, 7, 8, 9, 10 e 11); c) elaboração do mapa de feixes de fraturamentos/conjunto de zonas de juntas (anexo 2); d) através da análise da distribuição geográfica, intersecção e cruzamento de feixes e estatística de traços de fraturas, confirmou-se o controle exercido pelas direções arqueanas em torno de N-S, E-W e NW-SE (anexo 3); e) constatou-se que em determinada fase ou estágio compressivo, sistemas de lineamentos com direções entre N50 a 60W apresentaram uma movimentação do tipo transcorrente sinistral e, as demais fraturas associadas, componentes de movimentos correlativos aos dos modelos de Riedel e Sadowski (anexo 4); f) constatou-se a existência de movimentos tectônicos diferentes (compressivos e distensivos) ao longo das principais direções de fraturamentos identificadas e correlacionáveis a fases ou ciclos tectônicos distintos; g) levantou-se a hipótese de que ao longo da direção N50 a 60W os movimentos transcorrentes podem ter sido dextrais e sinistrais no decorrer dos tempos arqueanos e proterozóicos; e, h) as análises supracitadas integradas permitem visualizar para a história evolutiva proterozóica, da região estudada, mecanismos compatíveis com movimentos de placas restritos e em ambientes ensiálicos.

Abstract: The study area comprises metasedimentary sequences of the São Francisco, Espinhaço and Minas Supergroups, of the Supergroup Rio Paraúna which forms a typical granite-greenstone belt association, gneiss, migmatites, granulites of the Minas Gerais Migmatite-Granulite Complex and metasedimentary and mafic to felsic units (undivided Precambrian). These lithologies comprise ages ranging from Archaean to Late Proterozoic. Metamorphic grades vary from slightly metamorphic rocks (anchimetamorphic) to high grades. There are also doleritic basalts, thermally metamorphosed and non-metamorphic basalts which are probably of Mesozoic ages. The region presents a complex geologic evolution, result of polycyclic and polymetamorphic events. Deformation occurred from deposition of sediments (syndimentary) to the compressive forces acting repeatedly during the geologic history of the region, resulting in superimposed orogenesis. These tectonic events are registered in the petrographic and structural record in micro, meso and macroscopic scale. Ruptile, ruptile-ductile tectonics which were part of the different events were analysed through remote sensing products such as images of LANDSAT (MSS, RBV and TM) radar images and aeromagnetic data. The analysis of the litostratigraphic units related to the

geologic events described above, together with the use of remote sensing data, field work and the analysis of the existing geologic literature has allowed to established the sequence of the geologic evolution processes. The main results in this research were: a) elaboration of regional structural-lithostratigraphic map (annex 1); b) elaboration of fracture traces' maps (annex 5, 6, 7, 8, 9, 10 and 11); c) elaboration of trends of fracturing's map (set of joint zones; annex 2); d) through the analysis of the spatial distribution, intersection and crossing of the structural trends and statistics of fracture traces it was found that structures were controlled along N-S, E-W and NW-SE directions, during the Archaean to Late Proterozoic (annex 3); e) during the compressive phase, lineament systems with directions around N50-60W experienced movements of sinistral (transcurrent) type; the other associated fractures obeyed the models of Riedel and Sadowski (annex 4); f) different tectonic movements were identified (compressive and distensive) along the main directions of fracturing. These movements were correlated to distincts tectonic phases or cycles; g) it is raised the hypothesis that along the direction N50-60W the transcurrent movements may have been dextral during the Archaean period and sinistral during the Proterozoic; h) finally the analysis developed in this research permits to envisage the evolutive geologic history for the Proterozoic of the region characterized by mechanisms comparable to intraplate tectonic movements (ensialic environment).

1988

D-29

ARTUR, Antonio Carlos

Evolução policíclica da infra-estrutura da porção sul do Estado de Minas Gerais e regiões adjacentes do Estado de São Paulo. 20 de maio. 231p. 1 vol. Orientador: Koji Kawashita.

Resumo: Este trabalho é o resultado do estudo de uma área com cerca de 40.000 km², localizada na região sul do Estado de Minas Gerais e regiões adjacentes do Estado de São Paulo.

Objetivou-se, com a presente pesquisa, esboçar uma evolução geológica crustal global para os terrenos da infra-estrutura da região considerada. Para tanto, foram efetuados mapeamento e compilação de dados geológicos, litológicos e estruturais da área enfocada, que adicionalmente foi submetida a estudos petrográficos, geocronológicos e tipologia do zircão.

Os terrenos pré-cambrianos da infra-estrutura da área em foco são agrupados nos Complexos Barbacena e Guaxupé, de idades arqueanas; Complexo Amparo, de idade transamazônica; e os Complexos Pinhal e Campos Gerais, de idades brasileiras. As seqüências supracrustais são relativas ao Grupo Bambuí e às formações Eleutério e Pouso Alegre, de idades brasileiras, e aos Grupos São João del Rei e Canastra, bem como ao Complexo Andrelândia/Itapira/Carrancas, referíveis ao Evento Transamazônico.

Os terrenos da infra-estrutura apresentam evolução geológica complexa, policíclica e polifásica, com o registro de eventos tectono-metamórficos ocorridos no Arqueano, no Proterozóico Inferior e Proterozóico Superior, caracterizados ao nível tanto de fenômenos de acreção vertical quanto de retrabalhamento crustal.

No Arqueano a crosta foi gerada predominantemente a partir de acreção vertical, a qual foi transformada, por retrabalhamentos crustais, em granulitos, ortognaisses e migmatitos. Os primeiros compõem o Complexo Guaxupé, enquanto os ortognaisses e migmatitos são os representantes principais do Complexo Barbacena. Os dados geocronológicos para os ortognaisses e migmatitos, oscilam entre 3,4 e 2,4 Ba. e estão particularmente agrupados nos intervalos entre 3,0-2,9; 2,8-2,7 e 2,5-2,4 Ba.

No Proterozóico Inferior as litologias arqueanas foram, em grande parte, modificadas através de acreção vertical e de processos deformacionais e anatéticos, dando origem ao Complexo Amparo. No primeiro grupo das modificações, incluem-se as intrusões de numerosos corpos granitóides com destaque para os corpos de São Gonçalo do Sapucaí, Cristália e Porto dos Mendes. Os retrabalhamentos crustais envolvem, pelo menos, duas fases de migmatização das litologias arqueanas acompanhadas de novas fases de dobramentos e transposições. As datações geocronológicas apontam dois períodos principais de migmatização e intrusões magmáticas, enquadradas nos intervalos entre 2,2 e 2,1 Ba. e entre 1,9 e 1,8 Ba.

No Proterozóico Superior ocorrem novas modificações das litologias pretéritas (arqueanas e do Proterozóico Inferior) tanto por acreção vertical quanto por retrabalhamentos crustais envolvendo migmatização, responsáveis pela geração do Complexo Pinhal, e cisalhamentos dúcteis e rúpteis, que conduzem à geração do Complexo Campos Gerais e às Faixas de Cisalhamento Pouso Alegre/Varginha e Ouro Fino/Jacuí. A acreção vertical, muito intensa em boa parte da região considerada, é de caráter essencialmente calco-alcalino e, subordinadamente, subalcalina e alcalina, com destaque para os batólitos de Jaguariúna, Morungaba, Socorro, Pinhal, Caldas, Pedra Branca e Mococa, entre outros. O retrabalhamento crustal é polifásico e se caracteriza por duas fases principais de migmatização acompanhadas de dobramentos e transposições. Superpõem-se a estas duas fases, a intensa transposição referentes aos cisalhamentos dúcteis e rúpteis, que imprimem às rochas estruturas blastomiloníticas, miloníticas e ultramiloníticas. Os estudos radiométricos efetuados em migmatitos, granitóides e gnaisses blastomiloníticos, forneceram idades, aproximadas, entre 880 e 500 Ma., com maior concentração dos valores no intervalo de 585 e 560 Ma. A fase dúctil teria ocorrido abaixo de 560 Ma. e a fase rúptil, se situaria próximo dos 490 Ma.

A integração das observações geológicas dos terrenos de infra-estrutura em modelos geotectônicos, torna-se difícil para as áreas arqueanas e transamazônicas situadas fora do Cráton do São Francisco. Este fato, deve-se a sua obliteração pelos fenômenos brasileiros que reduziram substancialmente a área de exposição de rochas com feições geológicas originais intactas. Assim, só foi possível a caracterização primária de algumas litologias que indicam a moldagem da crosta continental, tanto através de processos de acreção quanto por retrabalhamentos crustais através de deformação, metamorfismo e anatexia. A frequência e características destas litologias indicam um crescimento crustal essencialmente por acreção vertical, acompanhado de retrabalhamentos que afetam rochas, predominantemente, de pequena vivência crustal.

Já para as áreas brasileiras a integração das litologias em associações mais amplas acompanhadas de caracterização de sua distribuição espacial, bem como da determinação do tipo de deformações presentes e da compartimentação tectônica regional, permite inserir a evolução crustal em modelos geotectônicos correntes. No caso da área investigada, as feições mencionadas têm muitas características em comum com áreas de colisão continental.

Abstract: This research is a result of the geological study of an area that comprises about 40,000 km², and lies at southern region of Minas Gerais State and adjoining regions of São Paulo State.

This study had as the main goal, to draft an global crustal geological evolution to the

infrastructure terrains of the region. Thus geological mapping were fulfilled and geological, lithological and structural data compilation were considered, and complementarily petrographic geochronologic and zircon typology studies were added.

The infrastructure Precambrian terrains of the focused area may be grouped into Archean Barbacena and Guaxupé Complexes; transamazonic Amparo Complex; and the Brazilian Pinhal and Campos Gerais Complexes. The supracrustal sequences may be ascribed to the Brazilian Eleutério and Pouso Alegre Formations and Bambuí Group, and transamazonic Canastra of São João del Rei Group and finally the Andrelândia/Itapira/Carrancas Complexes.

The infrastructure terrains present polycyclic and polyphasic geological evolution, that embrace the tectonic metamorphic events occurred in the Archean, in the Lower Proterozoic and Upper Proterozoic, characterized by vertical accretion and crustal reworking.

In the Archean the crust was generated dominantly by vertical accretion, which was transformed, by crustal reworking into granulites, orthogneisses and migmatites. The Guaxupé Complex is composed by granulites and the Barbacena Complex has as the main constituents the orthogneisses and migmatites. The geochronological data relative to orthogneisses and migmatites range between 3.4 and 2.4 Ga and are particularly grouped at the intervals from 3.0-2.9, 2.8-2.7 and 2.5-2.4 Ga.

In the Lower Proterozoic the Archean lithologies were, in great amount, modified by vertical accretion and anatexis and deformational processes, making up the Amparo Complex. In the first group of transformation one may include the ubiquitous granitic emplacements specially the São Gonçalo do Sapucaí, Cristália and Porto dos Mendes granitic bodies. The crustal reworkings embrace at least two phases of migmatization of the Archean lithologies, together with new phases of deformations and transpositions. The geochronological data display two main periods of migmatization and magmatic intrusions, situated in the intervals between 2.2 and 2.1 Ga and between 1.9 and 1.8 Ga.

In the Upper Proterozoic occurred new transformations of ancient lithologies (Archean and Lower Proterozoic lithologies) by vertical accretion and crustal reworkings characterized by migmatization, responsible to the growing of Pinhal Complex and give rise ductile and brittle shearing zones that leads to generation of Campos Gerais Complex and Shear Belts of Pouso Alegre/Varginha and Ouro Fino/Jacuí. The vertical accretion too intense in great part of focused area, is essentially of calc-alkaline character and locally sub-alkaline and alkaline, exemplified with conspicuousness by the Jaguariúna, Morungaba, Socorro, Pinhal, Caldas, Pedra Branca, Mococa batholithes, and so on. The crustal reworking is polyphasic and may be characterized by two main phases of migmatization, followed by deformations and transpositions. Superimposed to these two phases, there is a strong transposition characterized by brittle and ductile shearing events, that imprints in the rocks blastomylonitic mylonitic and ultramylonitic structures. The radiometric data carried out in migmatites, granites and blastomylonitic gneisses provided age values of approximately 880 and 550 Ma, with concentrations of values in the intervals of 585 and 560 Ma.

The ductile phase would have occurred before 560 Ma and the brittle phase would be situated at 490 Ma.

The integration of geological observations, of the infrastructure terrains in geotectonic models becomes difficult to Archean and transamazonic areas situated outside of São Francisco Craton. This is because of obliteration of original features of rocks by Brazilian phenomena. Thus, it was only to make the primeval characterizations of some lithologies which indicates the continental crust moulding by accretion processes as well as by crustal reworking through deformation, metamorphism and anatexis. The frequency and features of this lithologies indicate a crustal growth essentially by vertical accretions and by reworkings that affect rocks predominantly of little crustal time of residence.

On the hand, concerning to brazilian areas, the integration of lithologies in ample associations and characterization of its spacial distribution as well as of determination types occurred and of regional tectonic compartmentalization, allow us to insert crustal evolution in updated geotectonic models. In the case of investigated area the mentioned features have several characteristics in common with continental collisions areas.

D-30

BARBOSA, Marx Prestes

Estudos do relacionamento genético de feições geológicas na região do Espinhaço Meridional e adjacências (MG). 26 de setembro. 237p. 1 vol. Orientador: Johann Hans Daniel Schorscher.

Resumo: A região que abrange o Quadrilátero Ferrífero, o Espinhaço Meridional e adjacências, mostra uma evolução policíclica e polimetamórfica complexa. As seqüências de gnaisses, migmatitos e granulitos do Complexo Migmatítico-granulítico de Minas Gerais, as associações típicas de *granite-greenstone belt* dos Supergrupos Rio Paraúna e Rio das Velhas e as seqüências metassedimentares dos Supergrupos Minas, Espinhaço e São Francisco, de idades que variam do Arqueano ao Proterozóico Superior, mostram graus metamórficos crescentes de oeste para leste. O Fanerozóico está representado principalmente por magmatismo basáltico, provavelmente de idade mesozóica.

O presente trabalho tem como enfoque principal o estudo fotogeológico regional, com base na interpretação de imagens de baixa resolução do satélite americano de recursos naturais LANDSAT e de mosaicos semicontrolados de RADAR do projeto RADAMBRASIL, aliada a dados geológicos (de reconhecimento de campo e bibliográficos) e geofísicos (aeromagnetométricos e aerocintilométricos). O seu principal objetivo é contribuir para o conhecimento da história evolutiva da região do Espinhaço Meridional, Quadrilátero Ferrífero e áreas adjacentes.

Na análise dos dados obtidos da fotointerpretação, do reconhecimento de campo e da bibliografia, foram determinadas seis direções preferenciais de esforço, levando-se em conta que os principais alinhamentos e zonas fortemente estruturadas são reflexos de estruturas maiores em profundidade. Todas estas seis direções preferenciais de esforço estão relacionadas com movimentos diferenciais e rotacionais de blocos, com deslocamento para oeste, com intensidade crescente de norte para sul. Esta movimentação de blocos está relacionada com a diferenciação da intensidade dos esforços. Os esforços a sudeste e a leste foram de valores mais elevados que os a nordeste, provocando, nesta região, o soerguimento das rochas infracrustais, que através de falhas de empurrão foram colocadas em contato com as rochas de mais baixo grau metamórfico. Além disso, em resultado dessa maior intensidade dos esforços a leste e a sudeste, acompanhada de um contínuo soerguimento do embasamento, ocorreu o deslocamento, por deslizamento gravitacional, dos sedimentos Minas, de seu lugar de origem, para às áreas por eles hoje ocupadas, na região do Quadrilátero Ferrífero e Rio Piracicaba. Para esta região o padrão de fraturamento das rochas do Supergrupo Minas é distinto em relação ao seu embasamento autóctone, o que não é verificado na região de Itabira-Morro do Pilar, a leste da Serra do Espinhaço, onde o Supergrupo Minas tem um padrão congruente com seu embasamento, mostrando assim ocupar uma posição autóctone e paraúctone de suas rochas.

A análise fotogeológica, aliada a dados de campo e geofísicos, permitiram ainda uma melhor caracterização das principais unidades litoestratigráficas-estruturais, sendo o resultado mais significativo a extensão de maneira contínua para oeste do Supergrupo Rio das Velhas desde o Quadrilátero Ferrífero até a região de Pitangui-Pequi.

Abstract: The portion of Minas Gerais State, of the Quadrilátero Ferrífero, of the Espinhaço Meridional and the adjacent parts has a complex polycyclic and polymetamorphic evolution. The sequences of gneiss, migmatites and granulites of the Minas Gerais Migmatite-Granulite Complex. The typical granite-greenstone belt associations of the Rio Paraíba and Rio das Velhas Supergroups and the metasedimentary sequences of the Minas, Espinhaço and São Francisco Supergroups, with ages ranging from Archean to Late Proterozoic, show metamorphic grades varying from slightly metamorphic rocks in the West to high in the East. There is also basaltic magmatism, which is probably of the Mesozoic age.

The present regional photogeological study is based on the interpretation of low resolution images of the American Satellite of Natural Resources - LANDSAT, and SLAR images of the RADAMBRASIL project, besides geological (field works and literature) and geophysical (aeromagnetic and aerocintilométric) data. The principal aim is to contribute to the knowledge of the evolutionary history of the region of the Espinhaço Meridional, Quadrilátero Ferrífero and adjacent parts. In the analysis of the photointerpretation and existing literature and field works, six structural directions of efforts were determined, considering that the principal lineaments and strongly structured zones are reflex of deeper structures. All this six preferential directions of efforts are related to differential and rotational movements of the blocks with the move to the West, with higher intensity from North to the South. On the other hand, these differential and rotational movements of blocks are related to the differentiation of intensities of efforts, that is, the southeastern and eastern efforts were of higher values than those of the northeast, arousing the lifting of the infracrustal rocks, that through upthrust faults contacted lower metamorphic grade rocks. Besides, as a result of higher intensity efforts in the East and mainly in the Southeast together with a continuous lifting of the basement, occurred the move by the gravitational slipping, of the Minas sediments, from their original places to their recent areas in the Quadrilátero Ferrífero and Rio Piracicaba region. For this region the fractural pattern of the rocks of the Minas Supergroup is distinct in relation to its autochthonous basement, which does not occur in the Itabira-Morro do Pilar region, East to Serra do Espinhaço, where the Minas Supergroup presents a congruent pattern with its basement, showing autochthonous to para-autochthonous position of its rocks.

The photogeological analysis and existing literature and field works better characterized the lithostratigraphic-structural units. The more important result was the continuous traced of limits of the Rio das Velhas Supergroup from the Quadrilátero Ferrífero to the Pitangui-Pequi region, in the west part of the studied area.

D-31

GONÇALVES, Neide Maria Malusá

Transformações mineralógicas e estruturais relacionadas à alteração hidrotermal e intempérica de rochas vulcânicas básicas da Bacia do Paraná Setentrional (região de Ribeirão Preto, SP, Brasil). 25 de março. 212p. 1 vol. Orientador: Armand Chauvel.

Resumo: Estudos de detalhe sobre rochas vulcânicas básicas da Bacia do Paraná Setentrional (Região de Ribeirão Preto, SP) revelaram que essas rochas sofreram ação de atividades pré-meteoríticas (alteração hidrotermal), antes de serem expostas ao sistema supérgeno de alteração, ligado ao interfaces litosfera-atmosfera.

Transformações mineralógicas e estruturais são estudadas nas diversas fases concomitantes e nas que se seguiram à extrusão magmática continental. Análises cristalóquímicas finas, utilizando-se

moderna metodologia, demonstram que as paragêneses mineralógicas de alteração hidrotermal evoluíram segundo zonas sucessivas, relacionadas com a difusão de soluções percolantes, no sentido rocha-sistema de vazios (fissuras, veios etc.) e vice-versa.

As paragêneses cristaloquímicas sequenciais, zonadas, sugerem que o sistema de ação hidrotermal operou durante dois processos sucessivos de alteração:

- expulsão da água da rocha, durante o último estágio de resfriamento do magma; e,
- processo contínuo de dissolução da parede da rocha e difusão iônica, envolvendo rocha-sistema de vazios estruturais.

A expulsão da água induziu a corrosão, hidratação e cristalizações pseudomórficas de fases primárias (mais susceptíveis à alteração), no interior da rocha-mãe - vidro intersticial e olivinas - enquanto as demais fases mineralógicas primárias (plagioclásios, piroxênio etc.) permaneceram inalteradas.

O processo de dissolução da rocha, no contato rocha-vazio, junto com a difusão iônica, induziram o desenvolvimento de halos de alteração distintos, zonados, em torno dos vazios estruturais da rocha. Esses halos demarcam uma atividade hidrotermal mais intensa, que se encerra pelas microsequência e precipitações cristaloquímicas de colmatagem final dos vazios residuais primários da rocha.

A ação hidrotermal segue-se a ação intempérica, sobre rochas aparentemente inalteradas, desenvolvendo inicialmente um *front* pouco espesso de alteração superficial. O sistema de alteração supérgena, associado a processos de pedogênese, estabelece três grandes níveis ou conjuntos de horizontes de alteração e acumulações superficiais: alteritas, glebular e móveis superiores.

As principais características estruturais, mineralógicas e geoquímicas desses níveis permitiram precisar a natureza, organização e relação dos seus componentes (Fundo Matricial e Estruturas Micromorfológicas) e a evolução de suas transformações até o estabelecimento de um perfil laterítico completo. Um pequeno ensaio de reconstituição da história evolutiva desses elementos mostra a complexidade da gênese desse perfil.

Abstract: Detailed studies of the basic volcanic rocks of the Northern Paraná Basin (Region of Ribeirão Preto, SP) revealed that these rocks were affected by premeteoric activity (hydrothermal alteration) before being exposed to the supergene system of alteration linked to the lithosphere/atmosphere interface.

Mineralogical and structural transformations are studied in the various concomitant phases and in those that followed the continental magma extrusion. Fine crystalline-chemical analyses, using modern methods, demonstrated that the mineralogical paragenesis of the hydrothermal alteration evolved forming successive zones due to the diffusion of percolant solution to the spaces in the rock matrix (fissures, veins, etc.) and vice versa.

The appearance of sequential crystalline-chemical paragenesis in zones suggest that the hydrothermal activity occurred during two successive processes of alteration:

- the expulsion of the water from the rock during the later stages of magma cooling; and,
- the continuous process of dissolution of the rock wall and the ionic diffusion involving the rock system of structural voids.

The expulsion of the water induces corrosion, hydration, and pseudomorphic crystallizations of primary phases (which are more susceptible to alterations), in the interior of the basic rock - the interstitial glass and the olivines -, while the other primary mineralogic phases (plagioclases, pyroxenes etc.) may remain unaltered.

The dissolution process of the rock, in the rock/voids system, together with ionic diffusion, induces the development of distinct alteration haloes, zoned around the structural fissures within the rock. These haloes mark a more intensive hydrothermal activity, which is finalized by the microsequences and crystalline chemical precipitations of the final sealing of the residual fissures and other spaces in the rock.

The hydrothermal action was followed by weathering action on apparently unaltered rocks initially developing a thin *front* of superficial alteration. This alteration system, associated with pedological processes, can lead to the formation of three major levels or groupings of alteration horizons and superficial accumulations: alterites, glebular and soil surface materials.

The principal structural, mineral and geochemical characteristics of these levels provide information about the nature, organization, and relation of the components (fabric and micromorphological soil structures) and the evolution of their transformations to the establishment of a complete lateritic profile. A small investigation of the evolutionary history shows the complexity of the generation of these profiles in the landscape.

D-32

MOREIRA, Ana Helena Pacheco

Síntese de leucita, sanidina e vidro sanidínico, a 930-1030°C e 2 kb: coeficientes de partição de Rb, Ca, Sr e Ba entre essas fases e solução hidrotermal de KCl. Aplicações geológicas. 09 de maio. 148p. 1 vol. Orientador: José Vicente Valarelli.

Resumo: Realizaram-se quatro séries de sínteses (2 kbar de pressão total): sanidina a 930°C, leucita a 930° e 1.030°C e de vidro sanidínico a 1.030°C, em contato com solução hidrotermal contendo KCl e traços de cloretos de metais alcalinos e alcalino-terrosos marcados com seus isótopos radiativos (⁸⁶Rb, ⁴⁵Ca, ⁸⁵Sr, ¹³³Ba). Em cada série de experimentos, a titulação total da solução foi mantida constante e as concentrações elemento traço/potássio variaram de 10⁻¹ a 10⁻⁶.

Foram estabelecidos os vários coeficientes de distribuição dos oligoelementos entre cristais e solução e entre vidro (magma) e solução, dentro dos critérios de idealidade (Leis de Henry e Berthelot-Nernst).

Coeficientes de distribuição determinados experimentalmente

$$Kd = (M/K)_{min}/(M/K)_{SH}$$

M = elemento traço/K = elemento maior

M	Leuc _c ^{1030°C} /SH	Leuc _c ^{930°C} /SH	San _c ^{930°C} /SH	San _c ^{1030°C} /SH
Rb	1,30	1,80	0,47	0,55
Ca	0,59	0,95	0,79	6,70
Sr	1,05	1,90	55,00	8,50
Ba	17,00	33,00	95,00	9,00

Esses coeficientes experimentais foram relacionados para obtenção indireta de coeficientes de partição dos elementos traços entre sanidina e "magma sanidínico" e entre leucita e esse mesmo "magma".

Coeficientes de distribuição calculados

$$Kd = (M/K)_{\min_c} / (M/K)_{\text{san}_f}$$

M = elemento traço/K = elemento maior

M	Leuc _c ^{1030° C} /San _f ^{1030° C}	Leuc _c ^{930° C} /San _f ^{1030° C}	San _c ^{930° C} /San _f ^{1030° C}
Rb	2,36	3,27	0,85
Ca	0,088	0,14	0,12
Sr	0,12	0,22	6,47
Ba	1,89	3,67	10,56

Com essas aproximações conclui-se:

a) durante a cristalização da leucita, quantidades importantes de Ba e pouco menos importantes de Rb são fixadas na leucita, empobrecendo o líquido residual nesses elementos. O Sr e o Ca apresentam comportamento oposto;

b) durante a cristalização da sanidina, o Ba é ainda mais fixado nessa fase, seguido de perto pelo Sr. O Rb concentra-se ligeiramente mais no líquido (vidro) e o Ca, segue o mesmo comportamento, porém, de forma marcante.

Os dados experimentais acham-se em perfeito acordo com a história magmática dos complexos alcalinos de Tanguá e de Itaúna do Estado do Rio de Janeiro.

Abstract: This work shows the results of hydrothermal experiments to determine the distribution coefficients of alkali and alkaline earth elements in trace concentrations between sanidine and liquids of same composition and between leucite and liquid. At 2 kb pressure and 930° C for sanidine, 930° and 1030° C for leucite and 1030° C for a melt of sanidine composition the concentration of trace elements (TE) in the coexisting potassium bearing aqueous fluid phase was varied between 10⁻¹ to 10⁻⁶ mole to one mol of K⁺.

By use radioactive tracers (Rb⁸⁶, Ca⁴⁵, Sr⁸⁵, Ba¹³³) the concentrations in TE of the aqueous phase, the solids and melts has been determined. Under the assumption of Henry and Bertholet-Nernst law behaviour for the trace elements the following distribution coefficients between solids and aqueous fluid phase (HS) and melt and aqueous fluid phase (HS) have been determined (KD^{solid-HS} = TE/K⁺; KD^{melt-HS} = TE/K⁺).

Distribution coefficients for Rb, Ca, Sr and Ba between solids, aqueous fluid phase (HS) and melt (m)

$$K_d = (M/K)_{\min} / (M/K)_{SH}$$

M = trace element / K = major element

M	Leuc _S ^{1030° C} /HS	Leuc _S ^{930° C} /HS	San _S ^{930° C} /HS	San _m ^{1030° C} /HS
Rb	1,30	1,80	0,47	0,55
Ca	0,59	0,95	0,79	6,70
Sr	1,05	1,90	55,00	8,50
Ba	17,00	33,00	95,00	9,00

Under the assumption of equal behaviour of trace elements in the aqueous fluid phase of the experiments with solids and with melts coexisting, the division of the distribution coefficients of $KD^{\text{solid-SH}}$ and $KD^{\text{melt-SH}}$ gives directly the distribution coefficient $KD^{\text{solid-melt}}$. This indirect method will give a good approximation of the behaviour of TE between a melt and crystallizing solids.

Calculated distribution coefficients $KD^{\text{solid-melt}}$ derived from values of table (1)

$$K_d = (M/K)_{\min_S} / (M/K)_{\text{san}_{HS}}$$

M = trace element / K = major element

M	Leuc _S ^{1030° C} /San _m ^{1030° C}	Leuc _S ^{930° C} /San _m ^{1030° C}	San _S ^{930° C} /San _m ^{1030° C}
Rb	2,36	3,27	0,85
Ca	0,088	0,14	0,12
Sr	0,12	0,22	6,47
Ba	1,89	3,67	10,56

These approximations lead to following conclusions:

- during the crystallization of leucite, this phase incorporates large quantities of Ba and Rb, depleting the residual melt in those elements. Sr and Ca, on the other hand enriched in the residual melt;
- the crystallization of sanidine depletes even more the residual melt in Ba, Sr shows similar behaviour, Rb and Ca, however, are enriched in the residual melt phase.

The application of these data to the igneous history of the alkaline rocks de Tanguá and Itaúna, Rio de Janeiro State showed good correspondence between natural observation and experimental work.

SANTOS, Paulo Roberto dos

Fácies e evolução paleogeográfica do Subgrupo Itararé/Grupo Aquidauana (Neopaleozóico) na Bacia do Paraná, Brasil. 02 de fevereiro. 277p. 1 vol. Orientador: Setembrino Petri.

Resumo: A presente tese constitui um ensaio de abordagem ao problema da reconstituição da evolução paleoambiental e paleogeográfica do Subgrupo Itararé/Grupo Aquidauana, através da análise das fácies sedimentares e sua distribuição espacial, em subsuperfície, na Bacia do Paraná.

A pesquisa leva em conta a possibilidade de correlação regional mais pormenorizada do pacote sedimentar representado pelas duas unidades acima, com base no esquema palinobioestratigráfico do Neopaleozóico da Bacia do Paraná proposto por DAEMON & QUADROS (1970).

Pesquisas posteriores realizadas pela PETROBRÁS e pelo PAULIPETRO vieram a demonstrar a aplicabilidade prática do zoneamento palinológico acima, que constitui o único arcabouço de correlação ainda disponível para o Neopaleozóico da Bacia do Paraná.

Segundo o esquema de DAEMON & QUADROS (1970), os sedimentos do Subgrupo Itararé/Grupo Aquidauana correspondem aos intervalos bioestratigráficos G, H e I, este último subdividido adicionalmente nos subintervalos I_1 e $I_2 + I_3 + I_4$.

A cronologia das subdivisões acima em termos da escala de tempo internacional para o Neopaleozóico é ainda controversa. Palinologicamente os autores acima citados correlacionaram-nos com o intervalo de tempo do Carbonífero Superior (ESTEFANIANO) ao Permiano Inferior (KUNGURIANO). A interpretação da idade com base em outros fósseis associados (megaplantas e invertebrados), contudo sugere um intervalo menor para a sedimentação do Subgrupo Itararé/Grupo Aquidauana, até, provavelmente, o SAKMARIANO (Permiano Inferior).

A premissa fundamental da presente tese é que, pelos menos no âmbito da Bacia do Paraná, os limites entre os intervalos bioestratigráficos são, *grosso modo*, isocrônicos, delimitando, desse modo, pacotes depositados penecontemporaneamente. O mapeamento sucessivo de cada intervalo, através das técnicas de análise de litofácies, deveria portanto, fornecer uma visão mais detalhada da evolução paleoambiental e paleogeográfica da bacia, particularmente do importante episódio glacial documentado pelos sedimentos do Subgrupo Itararé/Grupo Aquidauana.

Os dados de subsuperfície utilizados na presente pesquisa foram obtidos através do exame de 101 perfis de poços perfurados pela PETROBRÁS S/A (71), e posteriormente pelo CONSÓRCIO PAULIPETRO (30), na Bacia do Paraná.

O trabalho de coleta de dados envolveu: a) a seleção dos intervalos a serem mapeados, tendo em conta a sua distribuição mais ampla na bacia e a consistência dos seus limites; b) compilação de informações sobre espessura total e das diversas litofácies selecionadas dentro de cada intervalo; c) construção de mapas de litofácies diversas; d) interpretação com base nos modelos disponíveis na literatura sobre sedimentação glacial.

A reconstituição ambiental e paleogeográfica apresentada incorpora ainda, informações derivadas de estudos das faixas aflorantes do Subgrupo Itararé/Grupo Aquidauana, e dizem respeito a: a) distribuição de fácies reconhecidas nas seções expostas nas faixas leste e oeste de afloramento na Bacia do Paraná; b) informações paleontológicas; c) feições direcionais resultantes da abrasão glacial sobre o embasamento mais antigo, ou intraformacionalmente; d) direções de transporte sedimentar através de medição de paleocorrentes; e, e) caracterização e distribuição de algumas fácies específicas, como é o caso dos varvitos, carvões e diamictitos.

Outro aspecto julgado de extrema pertinência para essa análise, refere-se à reconstituição do cenário fisiográfico da glaciação neopaleozóica da Bacia do Paraná, que condicionou a sedimentação do Subgrupo Itararé/Grupo Aquidauana. Incluem-se aqui aspectos relacionados com as características do relevo, conformação da linha de costa, assim como a configuração e posicionamento das geleiras que atingiram a Bacia do Paraná durante o NEOPALEOZÓICO.

A reconstituição dos ambientes sedimentares e da paleogeografia, dentro do contexto glacial julgado predominante durante a sedimentação das unidades em estudo, levou em conta uma análise comparativa da maneira de disposição tridimensional das litofácies ocorrentes em regiões glaciadas atualmente, tanto no ambiente terrestre da glaciação como no gláciomarinho.

Nos moldes acima referidos, a análise da evolução paleoambiental e paleogeográfica do Subgrupo Itararé/Grupo Aquidauana, apoia-se na interpretação de uma série de mapas de isópacas, de litofácies, de porcentagens e de razões clásticas, para cada um dos intervalos bioestratigráficos em que aquelas seqüências sedimentares podem ser subdivididas. O total de mapas construídos é de 53.

Essas informações servem de base para uma tentativa de síntese da evolução paleoambiental e paleogeográfica do Subgrupo Itararé/Grupo Aquidauana, na Bacia do Paraná, que incorpora não só os resultados do estudo de litofácies, como também os dados de afloramentos disponíveis, além dos paleontológicos acima aludidos.

Abstract: The present thesis constitutes an approach to attack the problem of reconstruction of paleoenvironmental and paleogeographic evolution of the Itararé Subgroup/Aquidauana Group through the analysis of sedimentary facies and special distribution in the subsurface of the Paraná Basin.

The research takes into account the possibility of detailed correlation of this sedimentary portion of these two units mentioned above on the basis of palynostratigraphic scheme of the Upper Paleozoic proposed by DAEMON & QUADROS (1970).

The later research investigations carried out by PETROBRÁS and PAULIPETRO demonstrate the practical applicability of the above mentioned palynological zonation which constitutes the only framework of correlation available for the Upper Paleozoic sequence of the Paraná Basin.

According to the scheme of DAEMON & QUADROS (1970) the sediments of the Itararé Subgroup/Aquidauana Group correspond the biostratigraphic intervals G, H and I, the last being subdivided additionally into 4 subdivisions namely I₁, I₂, I₃ and I₄.

The chronologic subdivisions of the Upper Paleozoic in terms of International Geologic Time Scale is still problematic. Palynologically the authors cited correlate within the Upper Carboniferous (Stefanian) and Lower Permian (Kungurian). But on the basis of other lines of fossil evidences like megaplants and invertebrates the deposition of the sedimentary sequences under study is given a small interval of time i.e. Lower Permian (Sakmarian).

The fundamental premise of the present thesis is that for the Paraná Basin the limits between the biostratigraphic intervals, in a general way, are isochronous, thus delimiting, in this way, that the portions are deposited penecontemporaneously.

The successive mapping of each interval through the techniques of lithofacies analysis must provide a better and detailed vision of the paleoenvironmental and paleogeographic evolution of this basin, particularly the important glacial episode documented by these sediments in question.

The subsurface data utilized in the present work are obtained through the examination of 101 sections of the wells punctured by PETROBRÁS (71) later on by PAULIPETRO (30) in the Paraná Basin.

The collection of data includes: a) the selection of intervals which are to be mapped taking

into view its greater distribution in the basin and consistency of their limits; b) compilation of information on the total thickness of the diverse lithofacies selected within each interval; c) construction of different lithofacies maps; d) interpretation on the basis of available models in the literature on the glacial sedimentation.

In addition, the paleoenvironmental and paleogeographic reconstruction incorporates informations derived from the outcrop zones of Itararé Subgroup/Aquidauana Group and concern: a) distribution of know facies in the outcrop sections in the east and west portions in the Paraná Basin; b) paleontological informations; c) directional features resulting from the glacial abrasion on the older basement and country rocks or intraformationally; d) sedimentary transport direction through paleocurrents; and e) characterization and distribution of some specific facies like the varvites, coals and diamictites.

Other aspect considered to be important and relevant for the physiographic analysis refers to the reconstruction of the physiographic scenery of Upper Paleozoic glaciation of the Paraná Basin which conditioned the sedimentation of Itararé Subgroup/Aquidauana Group. Included here are related aspects such as characteristics of relief, coastal outlines fitting and the configuration and position of glaciers which reached the basin during the Upper Paleozoic.

The paleoenvironmental and paleogeographic reconstruction within the glacial context during the deposition of the units under study took into account a comparative analysis of manner of deposition of occurring lithofacies in glaciated region in the terrestrial environmental as well as the marine environmental.

In the above mentioned models the paleogeographic and paleoenvironmental evolution of Itararé Subgroup/Aquidauana Group is based on the interpretation of series of maps like that of isopachs, lithofacies maps, percentage and ratios of clastics in each biostratigraphic intervals in which sedimentary sequences can be subdivided. The total number of maps constructed is 53.

These information serve as the basis for a tentative synthese of the paleoenvironmental and paleogeographic evolution of Itararé Subgroup/Aquidauana Group in the Paraná Basin. These incorporate not only the results of facies study but also data on the available outcrops in addition to the paleontological data mentioned.

D-34

SÍGOLO, Joel Barbujianni

As formações bauxíticas lateríticas do Maciço Alcalino de Passa Quatro-MG, sua evolução micromorfológica, geoquímica e as implicações do relevo. 24 de junho. 186p. 1 vol. Orientador: Bruno Boulange.

Resumo: Esta tese discute a evolução geoquímica, mineralógica, micromorfológica e geomorfológica da rocha sã e dos perfis de alteração laterítica associados com o Maciço Alcalino de Passa Quatro, que ocupa uma área de 148 km² nos limites dos Estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro.

Foram distinguidos dois tipos principais de depósitos bauxíticos: a) os de *topo*, que predominam na porção norte do maciço e b) os de *talude* que ocupam principalmente a porção sul e subsidiariamente a porção noroeste.

O primeiro tipo de depósito apresenta um horizonte de bauxita isalterítica com estrutura e textura conservados e em continuidade com a rocha-mãe. Nas porções mais baixas, ocorre um horizonte caolinítico na interface bauxita com a rocha-mãe.

O segundo tipo de depósito, encontrado também sobre rochas do embasamento, apresenta três horizontes principais: a) horizonte inferior; b) horizonte caolinítico com bauxita e c) horizonte argiloso amarelo claro.

Nos perfis de alteração bauxítica *in situ* foram reconhecidas da base para o topo as seguintes fácies: "córteix de alteração", "caolinita com fragmentos de bauxita isalterítica", "bauxita isalterítica maciça", "bauxita isalterítica fraturada" e "couraça alumino-ferruginosa fragmentada".

O estudo da seqüência de alteração dos minerais primários mostrou a seguinte ordem em grau crescente de resistência: nefelina e apatita, ortoclásio micropertítico e albita, sanidina, piroxênio; biotita, esfeno e opacos. A alteração destes minerais normalmente formam pseudomorfos, a partir da neoformação de oxi-hidróxidos de ferro e de alumínio, liberados durante a hidrólise daqueles minerais, com exceção de apatita e albita, cujos produtos de dissolução são totalmente lixiviados.

As remobilizações ocorrem em diferentes escalas (macro e micro), com formação de feições típicas de deposição após transporte. Na escala dos perfis, foi reconhecida a lixiviação de Ca, Na, K, Mg e Si, e acumulação relativa e absoluta de Fe, Al, Ti, Mn e ETR. Estes últimos (ETR) apresentam comportamento diferenciado ao longo do perfil de alteração.

A bauxita isalterítica apresenta indícios de degradação posterior à sua formação através de três mecanismos principais: a) remobilização de alumínio e ferro superficialmente, com deposição logo abaixo, formando um nível de acumulação absoluta (couraça alumino-ferruginosa fragmentada); b) ressilificação da gibbsita gerada diretamente na base de perfis que recebem sílica por migração lateral, proveniente de perfis topograficamente acima; este mecanismo gera a fácies caolinita a fragmentos de bauxita isalterítica; c) degradação mecânica das jazidas de bauxita com formação de depósitos de talude, gerando três grandes unidades geomorfológicas na região: Superfície Superior (S1), Superfície Mediana (S2) e Superfície Inferior (S3).

Foi possível ainda, correlacionar os depósitos aqui estudados com outras feições sedimentares e geomorfológicas, resultando na proposição de duas épocas de bauxitização: uma do Eoceno Inferior a Oligoceno Inferior e outra do Mio-Plioceno ao período atual.

A superfície S1 teria sido gerada concomitante ou após a atividade tectono-vulcânica do início da formação do rift do Paraíba do Sul, do Eoceno Superior a Oligoceno Médio, a superfície S2 é relacionada ao Mioceno Médio ao Mioceno Superior, e a superfície S3, entre o Plioceno e Quaternário.

Abstract: The objective was to study the lateritic bauxite deposits related to the weathering of the nepheline syenite of the Passa Quatro Alkaline Massif. This massif occupies 148 km² and is situated in the limits of the São Paulo, Minas Gerais and Rio de Janeiro States.

Two types of bauxite deposits were distinguished: a) summital deposits, predominating in the northern portion of the massif has a isalteritic bauxite horizon with preserved structure and texture, and overlies directly the parent rock. In the lower part a kaolinitic horizon is found between the bauxite and its parent rock; and b) the piedmonts deposit, predominating in the south of the massif, with the same facies as the summital bauxites, but occurring as colluvial deposits upon the metamorphic rocks of the basement surrounding the massif.

In the autochthonous bauxitic alteration profiles, the following facies were recognized from bottom to top: fresh rock (nepheline syenite), alteration cortex, kaolinite with isalteritic bauxite fragments; massive isalteritic bauxite; fragmentary isalteritic bauxite and fragmentary aluminium-iron crust, in the lower part with a facies of isalteritic bauxite fragments embedded in kaolinite matrix is found.

The alteration sequence of primary minerals follows the increase order of the stability:

nepheline, apatite, micropertthitic orthoclase and albite, sanidine, pyroxene, biotite, sphene and opaque minerals. These minerals are normally replaced by the pseudomorphous of iron and aluminium hydroxides, liberated during the hydrolysis, except for apatite and albite whose dissolution products are totally leached.

Remobilizations and leaching occurs at different scales, showing features characteristic of allochthonous deposits. At profile scale, the leaching of Ca, Na, K, Mg and Si, as well as relative and absolute accumulations of Fe, Al, Ti, Mn and REE has been recognized. The latter (REE) presents a differentiated behaviour along the alteration profile.

Signs of postformation degradation by three of main mechanisms of the isalteritic bauxite are found: a) remobilization of Al and Fe, accumulating immediately below, forming an absolute concentration level (fragmentary aluminium-iron crust); b) resilication of gibbsite, occurring directly at the base of the profiles, by lateral migration of SiO_2 , from topographically higher profiles. This mechanism originates the kaolinite facies with isalteritic bauxite fragments; c) mechanical degradation of the bauxite deposits forming piedmonts deposits and three large geomorphological units in the region: Upper Surface (S1), Middle Surface (S2) and Lower Surface (S3).

It was possible to correlate the studied deposits with other sedimentary and geomorphological features and two bauxitization periods could be proposed: a first one during the Lower Eocene to Lower Oligocene and the other one during the Mio-Pliocene to the present time.

The S1 surface would be formed during or after the tectono-volcanic activity at the beginning of the Paraíba do Sul rift's formation between the Upper Eocene and Middle Oligocene. The S2 surface is related to the Middle to Upper Miocene and the S3 surface to the Pliocene to Quaternary period.

D-35

SUNDARAM, Dharani

Palinologia do Subgrupo Itararé (Neopaleozóico), Bacia do Paraná, no Estado de São Paulo, Brasil. 04 de fevereiro. 311p. 1 vol. Orientador: Antonio Carlos Rocha-Campos.

Resumo: A presente tese trata do estudo palinológico efetuado nos sedimentos do Subgrupo Itararé (Neopaleozóico), no Estado de São Paulo, Brasil. Neste sentido, cerca de 167 amostras coletadas ao longo de 8 perfis estratigráficos transversais à faixa de afloramentos representativos dessa seqüência sedimentar são analisadas sob o ponto de vista palinológico.

A estratigrafia abrangendo os aspectos lito- e bioestratigráficos, é discutida sucintamente para avaliar os problemas concernentes aos sedimentos deste subgrupo.

Uma rica e variada assembléia microflorística englobando 131 espécies pertencentes a 64 gêneros é identificada. Uma revisão completa destes palinóforos é efetuada cuidadosamente. Três novas espécies denominadas *Granulatisporites microverrucosus*, *G.sinuosus* e *Cannanoropollis romboides* e uma nova combinação de *Cannanoropollis rimosus* são propostas.

Estudos qualitativos e quantitativos permitem reconhecer três palinozonas informais distintas denominadas Palinozona A, B e C correspondentes, grosso modo, a zonas de associação.

A zona de associação A caracteriza-se por 90% de triletes e 7% de monoletes; a zona B inclui 76% de triletes e 20% de monoletes; e a zona C representa 42% de triletes e bissacados, ocupando segundo lugar perfazendo 32% enquanto os monossacados contribuem 12%.

Estas palinozonas são comparadas com as outras já reconhecidas em diferentes bacias gondvânicas da América do Sul e outros continentes.

A provável idade Carbonífera Superior a Permiana Inferior é sugerida para estes sedimentos. O limite inferior pode alcançar até o Carbonífero Médio.

Com base na distribuição geográfica e estratigráfica destas espécies nas regiões gondvânicas e extragondvânicas, seu significado paleoecológico, paleogeográfico e paleoclimático é discutido.

Abstract: The present thesis deals with the palynological studies carried out on the sediments of Itararé Subgroup (Late Paleozoic) in São Paulo State, Brazil. In this connection nearly 167 outcrop samples obtained from 8 measured sections representing this sedimentary sequence are analysed from the palynological point of view.

The stratigraphy including the litho and biostratigraphic aspects is succinctly discussed to evaluate the problems concerning this Subgroup.

A rich and varied miofloral assemblage comprising 131 species belonging to 64 genera is identified. A careful taxonomic revision of these palynomorphs is executed. Three new species namely *Granulatisporites microverrucosus*, *G.sinuosus* and *Cannanoropollis romboides* and a new combination *Cannanoropollis rimosus* are proposed.

Qualitative and quantitative studies enable to recognize three distinct palynozones in these sediments and are informally designated three Assemblage zones A, B and C. The Palynozone A is made up of 90% triletes and 7% monosaccates; Palynozone B consists of 76% and 20% monoletes while the Palynozone C comprises 42% triletes, the disaccates occupying second position makes up 32% and monosaccates too are represented by 12%.

These palynozones are compared with other known palynozones in the different Gondwana basins of South America and other continents.

A probable Upper Carboniferous-Lower Permian age is suggested for these sediments. The Lower age limit may extend to Middle Carboniferous.

Analysing the geographic and stratigraphic distribution of these species in the Gondwanic and extragondwanic regions, paleogeographic paleoclimatic and paleoecologic significance is discussed.

D-36

TASSINARI, Colombo Celso Gaeta

As idades das rochas e dos eventos metamórficos da porção sudeste do Estado de São Paulo e sua evolução crustal. 27 de julho. 236p. 1 vol. Orientador: Koji Kawashita.

Resumo: Este trabalho foi realizado com o objetivo de se posicionar no tempo geológico, as rochas e os eventos metamórficos das principais unidades pré-cambrianas da porção leste-sudeste do Estado de São Paulo, bem como, com base em estudos isotópicos de Sr e Pb caracterizar a evolução pré-cambriana da crosta continental nessa região. Para tanto, foram utilizadas análises radiométricas pelos métodos Rb-Sr e Pb-Pb em rocha total, U-Pb em zircões e K-Ar em concentrados separados de minerais.

A região de estudo é dividida em cinco terrenos alóctones separados por falhamentos transcorrentes e de empurrões, que são os seguintes:

- Domínio Itapira-Amparo: composto por núcleos de rochas migmatíticas e ortognáissicas e seqüências metavulcano-sedimentares e metassedimentares.

- Domínio Piracaia-Jundiá: constituído por rochas migmatíticas e granulíticas relacionadas à formação de nappes.

- Domínio São Roque: trata-se de uma seqüência vulcano-sedimentar de composição toleítica e de fundo oceânico com deposição predominantemente em ambiente de águas não profundas.
- Domínio Embú: composto de rochas migmatíticas associadas a seqüências supracrustais.
- Domínio Costeiro: constitui-se de terrenos metamórficos de médio e alto grau (gnaisse e migmatitos) e granitos com charnoquitos associados.

O Domínio Itapira-Amparo teve seu primeiro fragmento crustal formado próximo a 3,4 Ba., um evento vinculado ao Arqueano Tardio formador de ortognaisses em 2,6-2,5 Ba. e um processo geodinâmico formador de rochas importante, durante a orogenia transamazônica (2,2-1,9 Ba.) envolvendo componentes magmáticos originados tanto da crosta continental como do manto superior. Além disso, caracterizou-se também o desenvolvimento de seqüências supracrustais principalmente em torno de 1.400 Ma., e durante o Proterozóico Superior ocorreram processos de fusões parciais localizados da crosta continental.

No Domínio Piracaia-Jundiá, a idade mais antiga caracterizada em rochas do embasamento foi a idade Pb-Pb em rocha total nos granulitos de Socorro, de 1.400 Ma., interpretado como a época de formação de tais rochas. Também neste domínio foi detectado um evento formador de rochas no Proterozóico Superior, entre 800 e 600 Ma., vinculado a migmatizações e formação de granitos.

No Domínio São Roque, o pacote inferior da seqüência vulcano-sedimentar homônima começou a sua deposição em torno de 1.800 Ma., sofrendo metamorfismo próximo a 1.400 Ma. Após esta fase ocorreu, provavelmente nova sedimentação e posterior metamorfismo entre 800 e 700 Ma. e atividade granítica pós-tectônica dentro do intervalo de tempo 700-550 Ma.

No âmbito do Domínio Embú foram caracterizados eventos geodinâmicos formadores de rocha em 2.500, 1.500 e 750 Ma.; sendo que o último registra a época sintectônica do tectonismo vinculado ao Proterozóico Superior. Os granitóides pós-tectônicos registraram idades entre 700 e 600 Ma. principalmente.

No Domínio Costeiro, as rochas características da crosta inferior indicaram idades de formação de rochas entre 650 e 600 Ma., a partir de retrabalhamento de rochas pré-existentes, e as manifestações graníticas posteriores ocorreram próximo a 550 Ma.

De forma geral os granitóides intrusivos nos cinco domínios decresceram em idades no sentido do Domínio Piracaia-Jundiá para o Costeiro, conforme o rumo de NW para SE.

As evidências isotópicas de Sr e Pb sugerem que os granitóides intrusivos estudados da área em estudo são formados por processos de fusão parcial da crosta continental inferior ou superior, não envolvendo em seus respectivos magmas parentais componentes significativos do manto superior.

Os estudos geocronológicos realizados, aliados às informações geológicas existentes nos permite estimar que os períodos de tempo principais formadores de rochas na área em estudo foram entre 1,5-1,3 Ga. e 0,75-0,55 Ga. Entretanto, este intervalos de tempo não correspondem aos principais períodos de formação de crosta continental, porque as orogenias do Proterozóico Médio e Superior envolveram predominantemente materiais reciclados da crosta continental.

Abstract: Pb-Pb and Rb-Sr whole rock isotope systematics and U-Pb on zircons method analyses are reported for rocks from the southeastern part of São Paulo State. The isotopic studies on granitic intrusions, orthogneissic rocks and migmatitic terranes, in this area, provides an important indication of the age and nature of the continental crust.

This region include five major different allochthonous tectonic terranes separated by thrust and strike slip faults. These suspect terranes are:

- Amparo-Itapira Domain: metasedimentary and metavolcano-sedimentary sequences, which outcrop in the nucleus of the nappes, of the archaic orthogneissic and migmatitic rocks.
 - Piracaiá-Jundiá terrain: granulitic and migmatitic rocks related to the mass overthrusts.
 - São Roque Domain: Mid-Proterozoic volcano-sedimentary sequences, with tholeiitic composition of shallow-oceanic environment.
 - Embú Terrain: Late Proterozoic supracrustal rocks associated with Archean and Mid-Proterozoic migmatitic terranes.
 - Costeiro Domain: Late Proterozoic granites and migmatites with charnockitic rocks.
- Approximately 300 Ar, Sr and Pb isotopic age determinations have been considered in this paper, categorized as to reliability and significance. The history revealed is episodic with distribution patterns within episodes very well defined.

The observed geological history for each terrain are: the Amparo-Itapira domain has a history dating back to 3.4 Ga and since 2.6 to 2.5 Ga and 2.2 to 1.9 Ga geodynamic episodes of crust-formation occurred involving both mantle-derived magmas and reworking of older material. Supracrustal sequences developed during the Mid-Proterozoic time (1.4 Ga), and, in the Late Proterozoic (-650 Ma) minor crustal partial melting process occurred.

In the Piracaiá-Jundiá terrain, the granulitic rocks yielded Pb-Pb whole-rock age around 1.4 Ga suggesting derivation from reworking of crustal material. Late Proterozoic ages were obtained for the migmatites and posttectonic granites.

The metavolcano-sedimentary sequences within the São Roque Geologic Domain developed during the time period 1.8 to 0.7 Ga and comprise two metamorphic superimposed episodes (1.4 and 0.8 Ga). The posttectonic granitic activities occurred between 700-550 Ma. Within the Embu terrain, ancient protolith fragment was identified with an age at least 2.5 Ga and two migmatization and granitization episodes were superimposed at 1.5 Ga and 750 Ma. All the metamorphic rocks of the Costeiro Domain developed in the Late Proterozoic time, with syntectonic phase around 650 Ma. This geological process implies recycling of crustal material.

The 1,000 to 550 Ma range has been obtained for the intrusives granitoids. Generally these rocks are progressive younging from the Amparo-Itapira Domain (1,000-850 Ma) in the NW, towards to the Costeiro Terranes (550 Ma) in the SW. The studied granitoids of this area have Pb and Sr isotopic compositions which indicate crustal sources: lower and upper crust or a mixture of upper plus lower crust.

The Sr and Pb isotopic evidences, which has been used as a petrogenetic indicator, together with the available geological information provide to estimated that the main periods of rock-formation episodes in this area occurred during the time-period 1.5-1.3 Ga and 0.75-0.55 Ga.

Although the Mid and Late Proterozoic were a period of a large amount of rocks were formed in this area, they were not a major crust-forming period, because these rocks are mainly constituted by recycled continental crust.

D-37

TEIXEIRA, José Antonio

Modelo conceitual para uso e proteção dos recursos hídricos da Faixa Costeira Recife-João Pessoa. 29 de setembro. 273p. 1 vol. Orientador: Aldo da Cunha Rebouças.

Resumo: No presente trabalho, os recursos hídricos da faixa costeira Recife-João Pessoa, na área

estudada, são enfocados como pertencentes a um sistema hidrológico natural, constituído por dois subsistemas fortemente inter-relacionados, representados por água superficial e água subterrânea. Cada subsistema coexiste com seus atributos - quantidade e qualidade de água. Esses atributos, embora não constituam subsistemas, se interligam por relações de causa e efeito. Desta maneira, existe uma relação direta entre a quantidade e a qualidade de um corpo de água (aquífero, riacho, reservatório de acumulação, rio ou estuário), de modo que a um aumento na quantidade de água escoada corresponderá um aumento (melhoria) em sua qualidade.

De maneira análoga, qualquer modificação hidrológica provocada no sistema, por uma intervenção antrópica que afete a quantidade de água, também, afetará a qualidade desta. E, pelo fato dos dois subsistemas interagirem, ocorrerá uma reação de impactos secundários, em cadeia, dentro do sistema. Tais impactos poderão prejudicar os usuários do recurso água. Por isso, uma falha técnica na gestão de um dos subsistemas resultará em um uso ineficiente do sistema como um todo.

Uso e gestão do recurso água ineficientes poderão ser evitados se as entidades gestoras tiverem a visão de todo sistema para, então, geri-lo de maneira que produza os máximos benefícios (ou mínimos problemas) e não para minimizar problemas de um único subsistema ou grupo de usuários desse recurso.

Tirando proveito dessa fenomenologia, propôs-se, como solução para proteger o recurso água contra a ineficiência de seu uso, um modelo conceitual baseado em dois princípios fundamentais: (1) as entidades gestoras desse recurso deverão estar conscientes tanto das interações físicas que ocorrerão entre os subsistemas quanto dos impactos decorrentes de suas ações de gestão; (2) as referidas entidades deverão dispor de métodos para identificar, selecionar e implementar suas ações de gestão, considerando as necessidades e o bem-estar de todos os usuários.

Esta concepção avançada de proteção dos recursos hídricos da faixa costeira Recife-João Pessoa, na área estudada, requer que as entidades gestoras dos referidos recursos estejam providas de todas as condições técnicas, institucionais e legais necessárias à manutenção de um ponto de vista como este e, ainda, que estejam dotadas de auto-suficiência financeira para gerir todos os subsistemas dentro de um modelo tal como o ora proposto, ou seja, dentro de um modelo harmônico e hidrológicamente equilibrado.

Abstract: In the present work, the water resources of the coastal strip Recife-João Pessoa, in the studied area, are focalized as belonging to a natural hydrological system composed of two strongly interrelated subsystems represented by surface water and ground water. Each subsystem coexists with two attributes - quantity and quality water. Those attributes, although they do not constitute subsystems, they are interlinked by cause and effect relation. Thus, there is a direct relation between quantity and quality of water body (aquifer, stream, accumulation reservoir, river or estuary), so that an increase in flowing water quantity corresponds to an increase (improvement) in its quality.

Similarly, any hydrological modification caused in the system by human intervention, which would affect the water quantity, will also affect its quality and, by virtue of the interaction of the two subsystems, there will occur in the system a chain reaction impacts. Such impacts could harm the users of the water resource. Because of this, a mismanagement of one these subsystems will result in an inefficient use of the system as a whole.

Inefficient use and management of the water resource can be avoided if the managing agencies have a vision of the whole system, managing it then in a fashion to produce maximum benefits (or minimum problems) and not to minimize problems of a sole subsystem or user's group of this resource.

Taking advantage of this phenomenology, as a solution to protect the water resource against

the inefficiency of its use, a conceptual model is proposed based on two fundamental principles: (1) the managing agencies of this resource ought to bear in mind not only the physical interactions which will occur between the subsystems but also the impacts stemming from their management; (2) the referred agencies ought to have at their disposal methods to identify, select and implement their management actions, taking into account the well-being of all the users.

This advanced conception of protection of the water resources of the coastal strip Recife-João Pessoa, in the studied area, requires that managing agencies of the mentioned resources be provided with all technical, institutional and legal facilities which are necessary from a point of view similar to this and, furthermore, that they be endowed with financial self-sufficiency to manage all subsystems within a model like the one proposed here, that is, within a harmonious and hydrologically equilibrated model.

D-38

TESSLER, Moysés Gonzalez

Dinâmica sedimentar quaternária no litoral sul paulista. 19 de setembro. 277p. 1 vol.
Orientador: Kenitiro Suguio.

Resumo: A origem e evolução das feições arenosas holocênicas, presentes no litoral sul paulista, estão vinculadas à ação da dinâmica litorânea atual, bem como ao papel representado pelos processos dinâmicos pretéritos.

Esta dinâmica atual, fortemente condicionada pelos mecanismos de circulação atmosférica do continente sul-americano tem, nas correntes de deriva litorânea geradas a partir da interação dos trens de ondas incidentes com a linha de costa, o principal mecanismo de movimentação de sedimentos arenosos, junto ao fundo, no litoral sul paulista.

A interação entre os mecanismos de circulação atmosférica do continente sul-americano e os trens de onda incidentes constitui a base para a compreensão da origem e do sentido de deslocamento das correntes litorâneas de fundo. A partir dos trens de onda provenientes de S e SE são geradas correntes de deriva litorânea que se propagam no litoral sul rumo ao litoral centro-sul paulista, NE. Por outro lado, as correntes litorâneas de sentido inverso (SW), são geradas a partir dos trens de onda incidentes dos quadrantes NE-E.

Esses sistemas de correntes litorâneas, de sentidos opostos, são responsáveis pela redistribuição dos sedimentos provenientes da cobertura sedimentar atual da plataforma continental próxima, bem como dos sedimentos de origem continental, carregados principalmente pela drenagem do rio Ribeira de Iguape.

Os dois sistemas de correntes litorâneas, para SW e para NE, podem até mesmo ocorrer simultaneamente no litoral sul paulista. Porém, é durante as fases de passagem de sistemas de frentes, quando predominam os trens de onda incidentes do quadrante S - SE e portanto, correntes de deriva litorânea orientadas para NE, que resultam no mais efetivo processo de transporte arenoso, de fundo, no litoral sul.

As características sedimentológicas apresentadas pelos sedimentos arenosos, dispostos em cristas praias orientadas longitudinalmente à costa e depositados nos eventos regressivos que se seguiram aos máximos transgressivos de 120.000 anos A.P., Formação Cananéia, e de 5.100 anos A.P., Formação Santos, demonstram que, também durante a deposição desses conjunto de sedimentos, o sentido predominante das paleocorrentes de deriva tinha rumo NE.

As atuais desembocaduras lagunares de Ararapira, Cananéia e Icapara representam as feições geomórficas mais instáveis do litoral sul, e são resultantes das interações entre o sistema hidrodinâmico litorâneo com os sistemas de circulação lagunares existentes à retaguarda da linha de costa atual.

Nas áreas litorâneas, onde ocorrem atualmente estes processos de interação, entre sistemas litorâneos e lagunares, a evolução de feições geomórficas litorâneas não pode ser utilizada, diretamente, como indicativo do sentido predominante da corrente de deriva litorânea.

Desta forma, o estudo da desembocadura lagunar de Icapara mostra uma tendência evolutiva coincidente com o rumo predominante, para NE, da corrente de deriva litorânea, enquanto que na região de Ararapira, a evolução desta feição geomórfica ocorre em sentido oposto, SW.

A desembocadura lagunar de Cananéia, apresenta um mecanismo evolutivo mais complexo, fortemente condicionado pelos ciclos alternados de marés enchente e vazante. Sua configuração atual, bem como os conjuntos de bancos arenosos submersos que obstruem o canal principal de acesso à região lagunar, refletem a interação das correntes litorâneas, geradas pelos sistemas de ondas incidentes, com as correntes de marés que fluem através da desembocadura lagunar.

Abstract: The systematic study of sedimentary trends, as well as of geomorphic features, provide an useful method for evaluation of present and past shore-drift directions during the Quaternary.

The origin and the evolution of the Holocene sandy features, along the southern coast of the São Paulo State, are related to the present and past dynamic processes. These processes are today strongly controlled by mechanisms of atmospheric circulation occurring in South America, which originate waves acting in two different directions. The first one, coming from S and SE, generates longshore currents towards NE. By other side, the second one, coming from NE and E, generates longshore currents directed toward SW. In southern coast of the São Paulo State, despite these two longshore currents can occur simultaneously, the most effective longshore transport of sediments is related to the cold meteorological fronts, with dominance of wave trains coming from S and SE.

The analysis of sandy beach ridges related to regressive periods of Cananéia (120,000 years B.P.-18,000 years B.P.) and Santos (5,100 years B.P. until today) transgressions showed that the prevailed longshore-drift direction, during the Upper Quaternary, was approximately the same as the presently observed in the area, that is from SW to NE. The evolution of geomorphic features in the studied area, like tidal inlets, is also suggestive of northeastward net transportation of sediments. However, these inlets are strongly modified in areas close to lagoonal mouths, and their configuration cannot be used directly as evidence of longshore drift of sediments.

1989

D-39

ANGELI, Nelson

Pesquisa dos jazimentos de níquel e geologia da Folha Ipanema, Minas Gerais. 08 de maio. 290p.

Resumo: A porção oriental do Estado de Minas Gerais apresenta uma série de pequenos corpos metamáfico-ultramáficos serpentinizados, que se encontram mineralizados, notadamente em níquel, amianto (antofilita) e talco. Neste contexto, a área mais importante, em termos de potencialidade localiza-se na região de Ipanema, onde dois destes Maciços (Santa Cruz e Santa Maria) foram estudados com detalhe e encontram-se mineralizados em níquel, com minério do tipo silicatado.

A unidade litológica predominante na área mapeada que abrange praticamente toda a Folha Ipanema, corresponde a gnaisses que apresentam intensa variação na sua composição mineralógica e na granulação. Ocorrem ortognaisses de composição tonalítica e granodiorítica e paragnaisses com composição aluminosa (гнаisses kinzigíticos), sendo que a estes últimos se associam lentes e intercalações de quartzitos. Principalmente relacionados à esta unidade metassedimentar é que se encontram alojados os principais complexos metamáfico-ultramáficos existentes na área mapeada. Em discordância com a unidade gnáissica ocorre uma associação de rochas plutônicas granitóides com composição variando desde tonalito até granito, que foi denominada de Suíte Intrusiva Santa Rita do Mutum. Estas rochas representam granitos híbridos, calco-alcálinos de baixa a média profundidade. Datações geocronológicas conferem a esta unidade idade brasileira (Proterozóico Superior), e desta forma suas encaixantes foram afetadas também por eventos tectono-metamórficos mais antigos (Proterozóico Inferior - Arqueano?).

O Maciço de Santa Cruz apresenta composição variando desde dunito até anortosito, e nestas rochas são encontradas feições reliquias ígneas, o que indica serem produto de cristalização fracionada de processo de diferenciação magmática. Os estudos realizados sugerem que este complexo corresponde a uma pequena intrusão do tipo estratiforme. Além do minério de níquel, que ocorre sob forma de garnierita, tem-se ainda concentrações elevadas de cobalto na porção média do perfil laterítico (fácies Saprolito Alaranjado), ambas associadas à alteração de metadunitos e metaperidotitos serpentinizados. Ainda ocorrem níveis de cromita, que se localizam no topo da unidade peridotítica, já próximo dos metapiroxenitos. Associadas aos metanortositos ocorrem concentrações de titanomagnetita.

O Maciço de Santa Maria apresenta-se menos diferenciado, com composição peridotitopiroxenítica, onde os metapiroxenitos ocorrem em maior quantidade que em Santa Cruz. Este corpo apresenta apenas concentrações em níquel também do tipo silicatado. Embora esteja localizado próximo de Santa Cruz, o Maciço de Santa Maria parece corresponder a uma intrusão distinta, apresentando características petrográficas e químicas particulares.

Tanto as encaixantes quanto as rochas que compõem os complexos máfico-ultramáficos apresentam-se afetadas pelo mesmo número de fases e/ou etapas de deformação e metamorfismo. Foi dado maior destaque ao metamorfismo, onde se distinguiram três etapas, sendo a primeira de grau médio a forte e as duas outras subseqüentes de baixo grau. A estas últimas etapas de metamorfismo tem-se associada a serpentização dos maciços estudados.

A gênese dos depósitos de níquel é discutida com detalhe por meio do estudo de perfis de alteração, onde são apresentadas e analisadas as evoluções mineralógica e geoquímica dos diversos fácies de alteração. Os principais depósitos de níquel desenvolveram-se em platôs, sendo que o metal se encontra acumulado no fácies Saprolito Verde. O processo de concentração do níquel, ou seja a laterização, que envolve principalmente a alteração das olivinas e a conseqüente lixiviação do metal mostra enriquecimento absoluto de mais de 400% em Ni. Os principais minerais de minério encontrados foram predominantemente serpentina, além de clorita e talco níquelíferos. Secundariamente ocorrem esmectitas níquelíferas, que normalmente se localizam na base do Saprolito Verde.

Vários corpos mineralizados foram pesquisados, entretanto Santa Cruz e Santa Maria mereceram maior destaque e detalhamento em função do potencial que apresentavam. Estes dois depósitos foram pesquisados principalmente por meio de sondagens rotativas a pequena profundidade e por poços e trincheiras. Foram calculadas as reservas por vários métodos convencionais e pelo método estatístico, e as mesmas totalizam mais de 8 milhões de toneladas a um teor médio de 1,2% em níquel. Com uma pesquisa mais acurada no depósito de Santa Cruz, e com a avaliação das reservas de outros corpos menores, este valor deve ser ampliado para cerca de 13 milhões de toneladas de minério.

Abstract: The eastern portion of Minas Gerais State presents several small serpentized metamafic-ultramafic bodies chiefly mineralized in nickel, asbestos (anthophyllite) and talc. In this context, the more important area in terms of potentiality is located in the Ipanema region where two massifs (Santa Cruz and Santa Maria) with nickel mineralization (silicate ore) were studied.

The principal lithological unit in the mapped area, comprising almost the complete Ipanema Map Sheet, are gneisses with considerable variation in its mineralogical composition and grain size. Orthogneisses present tonalitic and granodioritic composition and paragneisses have aluminous composition (Kinzigitic gneisses), and show lenses and intercalations of quartzites. Principally related to this metasedimentary unit are the major metamafic-ultramafic complexes. Associations of granitoid plutonic rocks with composition varying from tonalite to granite representing the Santa Rita do Mutum Intrusive Suite occur as discordant bodies in the gneiss unit. These rocks are hybrid granites, calc-alkalines of low to medium depth. Geochronological data confirm a Brazilian age for this lithological unit, and it is therefore suggested that its country rocks must have been affected by older tectonic-metamorphic events, possibly of Lower Proterozoic or Archean age.

The Santa Cruz massif presents composition varying from dunite to anorthosite, showing original igneous features, indicating that they are products of fractional crystallization of a magmatic differentiation process. The studies suggest that this complex corresponds to a small intrusion of stratiform type. Besides nickel ore, that occurs as garnierite, high concentrations of cobalt are also common in the middle of lateritic profile (Orange Saprolite facies), both associated with weathering of serpentized metadunites and metaperidotites. Chromite layers located on top of peridotitic unit immediately near metapyroxenites are also present. Associated to meta-anorthosites occur titaniferous magnetite concentrations.

The Santa Maria massif presents minor differentiation with peridotite-pyroxenitic composition. The metapyroxenites occur in greater amount than in Santa Cruz. This body contains nickel concentrations only similar to the silicate type found in other bodies. Although located near Santa Cruz, the Santa Maria massif seems to correspond to a distinct intrusion with typical petrographic and chemical characteristics.

The same number of phases and or stages of deformation and metamorphism affect the mafic-ultramafic complexes and the country rocks. With the study of metamorphism it was possible to distinguish three stages: the first was medium to high grade and the subsequents of low grade. The last metamorphic stage was associated with serpentization of the studied massifs.

The genesis of nickel deposits is discussed in detail by studying the weathering profiles, and with analysis of the mineralogical and geochemical evolutions of the various alteration facies. The principal nickel deposits were developed on plateaus and the metal was accumulated in Green Saprolite facies. The process of nickel concentration, that is the lateritization that involves principally the weathering of olivines and the consequent metal leaching shows absolute enrichment of over 400% in Ni. The principal ore

minerals encountered were chlorite, talc and predominantly nickeliferous serpentine. Secondary nickeliferous smectites also occur and are normally located in the bottom of Green Saprolite.

The Santa Cruz and Santa Maria deposits were investigated with greater detail principally by means of rotary drills in low depth and by shafts and trenches. The reserves calculated by many conventional and statistical methods totalize more than 8 million tonnes at an average nickel content of 1.2%. With a more accurate research in Santa Cruz deposit and with reserve evaluations of the others small bodies, these values should be increased to nearly 13 millions tonnes of ore.

D-40

FURTADO, Sandra Maria de Arruda

Petrologia do Maciço Alcalino de Anitápolis, SC. 14 de dezembro. 245p. 1 vol. Orientador: Celso de Barros Gomes.

Resumo: O Maciço Alcalino de Anitápolis, cuja idade situa-se no limite Jurássico-Cretáceo, é intrusivo nas rochas granitóides do leste catarinense, originando uma depressão circular de 6 km². Devido à grande quantidade de material intemperizado, o estudo do maciço foi realizado essencialmente através de amostras provenientes de testemunhos de sondagem.

As rochas que formam o maciço são magnetita-biotita piroxenitos e apatita-piroxênio biotititos na porção central, envolvidas por ijolitos e nefelina sienitos. Nas bordas do maciço aparecem variedades leucocráticas, mesocráticas e melanocráticas representando, respectivamente, grau baixo, médio e alto de fenitização. Quantidades menores de apatita piroxenitos formam faixas em meio a ijolitos, nefelina sienitos e rochas de borda. Foscoritos e carbonatitos estão presentes como veios e diques cortando as litologias silicáticas; os carbonatitos, posteriores aos foscoritos, acham-se representados por tipos sovíticos, magnesianos e calcíticos tardios. Diques de fonolitos ocorrem penetrando as rochas granitóides encaixantes.

Estudo de microsonda revela que os piroxênios compreendem diopsídios, salitas e sodalitas, presentes nos magnetita-biotita piroxenitos e fonolitos, e egrina-augitas, com teores variáveis do sódio, para os demais tipos petrográficos; o conjunto dos dados aponta para pequena participação de Fe²⁺, no processo evolutivo desses minerais. À exceção dos termos mais ultrabásicos, feldspatos aparecem em todos os tipos petrográficos e possuem teores extremamente baixos de An. Grãos mais límpidos fornecem composições no intervalo Or₇₇-Or₉₀, enquanto que os de aspecto turvo, com Or > 90, contêm exsolução de albita na forma de filmes ou gotículas. A composição das nefelinas indica valores de 700 a 775°C para os fonolitos e nefelina sienitos; temperaturas em torno de 500°C foram obtidas para os ijolitos e para um nefelina sienito rico em biotita. A grande diversidade de cores exibida pelas micas - predominantemente biotitas nas rochas silicáticas e flogopitas nos carbonatitos e foscoritos - acha-se relacionada à composição química, especialmente aos teores de TiO₂, MgO e FeO; atenção especial é dada às variedades laranja e vermelha de flogopitas com grande participação de Fe³⁺. A apatita, mineral de ampla ocorrência, mostra composição distinta em função do tipo petrográfico em que se acha presente, particularmente quanto ao teor de Si e, de modo subordinado, ao de Sr. Os anfibólios ocorrem como minerais tardios, sendo representados por Mg-arfvedsonita, arfvedsonita e Fe-richterita nas rochas silicáticas e por richterita nos carbonatitos e foscoritos.

Análises químicas mostram para as rochas silicáticas razões elevadas de Fe₂O₃/FeO; diminuição de TiO₂, Fe₂O₃/FeO e aumento de Al₂O₃ para quantidades crescentes de SiO₂; grande

dispersão para os valores de Na_2O e K_2O . Concentrações mais elevadas em P_2O_5 são encontradas nos foscoritos e no apatita-piroxênio biotítico.

As terras raras mostram pequena variação para a grande maioria das rochas de Anitápolis: as silicáticas possuem em geral concentrações de 10 a 100 vezes superiores aos condritos a baixas razões La/Yb; os sovitos e foscoritos mostram valores levemente mais elevados, enquanto que nos carbonatitos mais tardios o aumento é mais evidente.

A colocação do maciço está associada a grandes falhamentos de direção aproximada NS, resultando provavelmente do soerguimento do bloco crustal hospedeiro.

A cristalização do magma ocorreu sob condições de alta $f\text{O}_2$, como deduzido pela composição química dos minerais.

O modelo petrogenético, desenvolvido com base nos diagramas de subtração propõe um magma parental formado no manto subjacente, submetido a processos metassomáticos com formação de anfíbios, mica e apatita. Deste líquido de composição nefelinítica, a separação de frações imiscíveis daria origem aos carbonatitos, enquanto que os líquidos residuais evoluiriam por cristalização fracionada, originando as rochas mais leucocráticas. Soluções posteriores metassomatizantes ricas em sódio e potássio ocasionariam fenômenos de cristalização e recristalização responsáveis pela grande heterogeneidade constatada em alguns tipos petrográficos.

Abstract: The Anitápolis alkaline massif is Jurassic-Cretacic in age and intrudes granitoid rocks in the eastern part of Santa Catarina State, Southern Brazil. The investigated area comprises a circular depression of 6 km^2 , covered by weathered materials. Therefore, this study was made possible by means of drill hole samples.

The rocks of the massif include magnetite-biotite pyroxenites and apatite-pyroxene biotites in the central portion, surrounded by ijolites and nepheline syenites, which are in turn enveloped by melanocratic, mesocratic and leucocratic rocks, corresponding to high, medium and low degrees of fenitization. Apatite pyroxenites occur inside ijolites, nepheline syenites and fenites. Phoscorites and carbonatites cut the silicate rocks as veins and dykes. Carbonatites, younger than phoscorites, comprise sövitic, magnesian and late-stage calcite-bearing types. Phonolitic dykes cut the granitoid country rocks.

Clinopyroxenes from the magnetite-biotite pyroxenites and phonolites determined by electron microprobe analysis included diopsides, salites and soda salites, and aegirine-augites with variable sodium contents in the other lithologies. The bulk of the mineralogical data reveals little contribution of Fe^{2+} in the evolution of these minerals. Feldspars occur in most rock types, with very low An contents. Clear grains are $\text{Or}_{77}\text{-Or}_{90}$ and turbid ones, with $\text{Or} > 90$, contain albite exsolution as drops or films. Nepheline compositions give values of 700 to 775°C for phonolites and nepheline syenites, whereas temperatures of 500°C were obtained for ijolites and one biotite-rich nepheline syenite. Relationships were established between the great diversity of colors exhibit by micas - mostly biotites in silicate rocks and phlogopites in carbonatites and phoscorites - and TiO_2 , MgO and FeO contents. Special attention has been given to orange and red Fe^{3+} - rich varieties. Apatite is widespread and shows distinct compositions according to rock type, especially regarding Si and, subordinately, Sr contents. Amphiboles are late forming minerals and comprise Mg-arfvedsonite, arfvedsonite, Fe-richterite in silicate rocks, and richterite in carbonatites and phoscorites.

Chemical analyses of the silicate rocks show: high $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{FeO}$ ratios; decrease of TiO_2 , Fe_2O_3 and FeO and increase of Al_2O_3 with increasing SiO_2 contents; great dispersion for Na_2O and K_2O data. Phoscorites and apatite-pyroxene-biotite rock present the highest P_2O_5 contents.

REE are 10 to 100 times higher than chondritic values, with low La/Yb ratios in silicate rocks; sövites and phoscorite show higher levels, with contents in the latest formed carbonatites.

The emplacement of the massif is related to great NS fault lineaments, and probably results from the uplift of the host crustal block.

High fO_2 conditions influenced the magma crystallization, as deduced from the chemical composition of the minerals.

A petrogenetic model based on subtraction diagrams suggests that a possible parental magma of nephelinite composition formed in a metasomatic, subjacent mantle with formation of amphiboles, micas and apatite. Immiscible fractions of this nephelinitic material would generate carbonatites, whereas residual liquids would evolve by fractional crystallization to phonolitic residues. Late metasomatizing sodium and/or potassium rich solutions would be responsible for crystallization and recrystallization phenomena which caused the great heterogeneity observed in some rock types.

D-41

GODOY, Antonio Misson

Caracterização facirológica, petrográfica e geoquímica dos Maciços Sorocaba e São Francisco, SP. 05 de dezembro. 220p. 1 vol. Orientador: Mario Cesar Heredia de Figueiredo.

Resumo: Os Maciços Sorocaba e São Francisco constituem dois corpos granitóides, intrusivos em rochas metamórficas de baixo grau do Grupo São Roque, e localizados no sudoeste do Estado de São Paulo. Perfazem uma área de 180 km² e 150 km², respectivamente, distando entre si aproximadamente 10 km. Foram mapeados na escala 1:50.000, com estudos abrangendo mapeamento facirológico, petrografia, geoquímica e tipologia do zircão.

Os contatos a norte de ambos os maciços são marcados por rochas de metamorfismo termal, enquanto que a sul estão associados a zonas de falhas.

O Maciço Sorocaba apresenta forma alongada, com direção geral NE-SW, associado ao Falhamento de Jundiuvira. É caracterizado por dezoito fácies granitóides, agrupadas em onze associações mapeáveis. É composto por monzogranitos leucocráticos e melagranitóides cinza e róseo predominantes, sienogranitos e quartzo monzonitos inequigranulares porfiróides, e granodioritos cinza equigranulares a porfiríticos. A composição é calci-alcalina de médio a alto potássio, caracterizada petrograficamente, geoquimicamente e através da tipologia do zircão. Apresenta litótipos menos diferenciados, com valores mais elevados dos elementos maiores e traços, e maior variação composicional entre as rochas. Foi classificado como um granitóide "Tipo I", formado em ambiente pós-colisional, a partir de fusão de material da crosta inferior e magmas básicos.

O Maciço São Francisco tem uma forma ovalada, com direção geral ENE-WSW, paralelo ao Falhamento de Pirapora. Apresenta sete fácies mapeáveis, compostas por sienogranitos e monzogranitos hololeucocráticos e leucocráticos róseos porfiróides e equigranulares, com ou sem textura rapakivi. A composição é alcalina potássica a subalcalina, com litótipos mais diferenciados e menor variação composicional entre as rochas. Os processos de albitização e greisenização são intensos às vezes associados a hidrotermalismo. Foi classificado como um granitóide de transição entre os Tipos "I" e "A", ligados a um ambiente de decompressão pós-orogênico a anorogênico, formado a partir de fusão de rochas granulíticas da base da crosta, em condições de geração de granitos "subsolvus".

Abstract: The Sorocaba and São Francisco granitoid massifs are intruded into low-grade metamorphic rocks of the São Roque Group. These two massifs are located at the southwest portion of São Paulo State, about 10 km apart from each other and have outcropping areas of 180 and 150 km², respectively. This study includes 1:50.000 scale geological mapping, faciologic mapping, petrographical and geochemical analyses and zircon typology.

Both massifs present two distinct types of contacts: northward contacts with thermal metamorphism; and southward contacts associated to fault zones.

The Sorocaba Massif shows an elongated shape with a NE-SW general trend associated to the "Jundiuvira Fault System". It comprises 18 granitoid facies grouped into 11 discernible associations. It is characterized by leucocratic monzogranites and grey and pink melagranitic rocks, predominantly. Sienogranites, inequigranular porphyritic quartz monzonites and equigranular to porphyritic grey granodiorites occur subordinately. It corresponds to a middle to high-potassium calc-alkaline trend, characterized by petrographical, geochemical and zircon typology data. Its lithotypes show less differentiated types and large compositional variation. The massif corresponds to a "Type I" granitoid, generated in a postcollisional environment from melting of deep crustal material and basic rocks.

The São Francisco Massif have an oval shape with an ENE-WSW general trend parallel to the "Pirapora Fault System". It includes 7 discernible facies, composed by pink leucocratic, porphyritic and equigranular sienogranites and monzogranites, occasionally with rapakivi textures. Its chemical trend is potassic-alkaline to subalkaline with more differentiated types and showing little compositional variation. Greisenization and albitization are widespread and are occasionally associated to hydrothermal activities. The massif can be classified as a transitional granitoid between types "I" and "A", attributed to a distensible, postorogenic to anorogenic tectonic environment, and probably originated from the melting of granulitic rocks in the deeper crust, coexisting with subsolvus granitic conditions.

D-42

TAI, Wu Fu

Proveniência das rochas arenosas do Subgrupo Itararé no sul do Estado de São Paulo. 05 de junho. 165p. 1 vol. Orientador: Paulo Milton Barbosa Landim.

Resumo: O presente trabalho estuda a proveniência de arenitos do Subgrupo Itararé no sul Estado de São Paulo. Estas rochas, na área de estudo, podem ser classificadas como subarcóseos, quartzo-arenitos e sublitarenitos.

As maturidades textural e mineralógica nesses arenitos nem sempre se correlacionam, indicando que são controladas por fatores diferentes. A maturidade textural é controlada principalmente pelo tipo e pela intensidade de energia dos meios de transporte e deposição, enquanto a maturidade mineralógica é controlada preferencialmente pelos tipos de rochas-matriz e pelo grau de intemperismo da área-fonte.

A composição dos arenitos é controlada por intemperismo, transporte, deposição e diagênese, fatores estes que, atuando individualmente ou em conjunto, tendem a tornar os arenitos mais quartzosos.

Os arenitos da parte inferior do Subgrupo Itararé foram derivados predominantemente de rochas cristalinas constituídas principalmente por granitóides, rochas metamórficas de alto grau e quantidades menores de rochas metassedimentares, parcialmente intemperizadas e parcialmente frescas,

situadas na borda oriental da bacia, bem como de pequena contribuição de sedimentos pré-existentes. Estes materiais foram transportados por geleiras, águas correntes e ondas, sendo por vezes redepositados por correntes de turbidez e fluxos de detritos em ambientes marinho raso e glaciomarinho.

Os arenitos da parte superior de Subgrupo Itararé foram originados predominantemente das mesmas rochas-matriz da parte inferior, mas com pouca contribuição de rochas metassedimentares. No entanto, graças à denudação progressiva da área-fonte, rochas menos intemperizadas foram atingidas. Estes materiais foram transportados e retrabalhados por correntes de turbidez, águas correntes e ondas, sendo depositados em ambientes deltaico e marinho raso.

A composição dos arenitos do Subgrupo Itararé, foi analisada segundo o método Gazzi-Dickinson (GAZZI, 1966; DICKINSON, 1970), para discriminar suas proveniências em termos de ambiente tectônico. Outras evidências geológicas, baseadas principalmente no estudo da evolução tectônica da Bacia do Paraná do pré-Cambriano ao Permiano, complementaram esse estudo. Os resultados obtidos mostram que os arenitos do Subgrupo Itararé são derivados de proveniência composta, consistindo tanto de materiais derivados de reciclagem orogênica quanto de cráton estável.

Abstract: The present work deals with the provenance of sandstones of the Itararé Subgroup in the southern part of São Paulo State. These rocks can be classified as subarkoses, quartzarenites and sublitharenites.

The textural maturity of these sandstones cannot always be correlated with the mineralogical maturity, indicating different controlling factors. The textural maturity is mainly controlled by the type and the energy of the transporting and depositional media, whereas the mineralogical maturity is principally controlled by the lithology and weathering degree in the source area.

The sandstone composition is controlled by weathering, transportation, deposition and diagenesis. The act individually or in combination, toward the formation of more quartzose sandstones.

Sandstones of the lower part of the Itararé Subgroup were chiefly derived from both partially fresh and weathered crystalline rocks, located on the eastern portion of the Paraná Basin, such as granitoids, high-grade metamorphic rocks, minor amounts of metasedimentary rocks and minor preexisting sediments. These source materials were transported by glaciers, running waters and waves. In some cases they were reworked by turbidity currents and debris flows, being redeposited in shallow marine and glaciomarine environments.

Sandstones of the upper part of the Itararé Subgroup were derived from the same source area that supplied the lower part differing in the very minor contribution of metasedimentary rocks. However, due to progressive denudation of the source area, less weathered rocks were reached. These source materials were transported and reworked by turbidity currents, running waters and waves, being deposited in deltaic and shallow marine environments.

Sandstone compositions of the Itararé Subgroup were analyzed according to the method of Gazzi-Dickinson (GAZZI, 1966; DICKINSON, 1970), in order to discriminate its provenance in terms of tectonic setting. However, other geologic evidences such as the tectonic evolution of the Paraná Basin, from the Precambrian to Permian, was necessary to complete this study.

In conclusion, sandstones of Itararé Subgroup is interpreted to have being derived from a composite provenance with contribution of recycled orogen and stable craton provenances.