

# RESUMOS DE TESES

Teses e dissertações, salvo raras exceções (v.g. INPE), são considerados documentos inéditos de "edição do autor". Em vista disto, os interessados em obter cópias devem solicitá-las no endereço assinalado em cada resumo ou obter autorização expressa do autor, para fornecimento por meio do SECOB – Serviço de Comunicação Bibliográfica da SBG.

## EVOLUÇÃO GEOLÓGICA, ANÁLISE ESTRUTURAL E METAMÓRFICA DA REGIÃO DE VASSOURAS E PARACAMBI, PORÇÃO OCIDENTAL DA REGIÃO DO RIO DE JANEIRO\*

RÔMULO MACHADO

Instituto de Geociências, USP – Cx. Postal 20899, CEP 05508, Cidade Universitária, São Paulo, SP, Brasil

**ABSTRACT** This thesis discusses the geologic (metamorphic and structural) evolution and lithostructural correlation in a section of the Parafba do Sul zone in the Vassouras and Paracambi regions, western part of the State of Rio de Janeiro, based on petrographic and structural studies and geologic mapping in a scale of 1: 100.000.

Six informal lithostructural sequences are distinguished: 1) The Valença Sequence – granulitic and charnockitic rocks; 2) The Quirino Sequence – migmatized biotite (hornblende) plagioclase gneisses with associated banded migmatites and amphibolites; 3) The Barão de Vassouras Sequence – migmatized biotite gneiss with association of marbles, 4) The Vassouras Sequence – granitoids, migmatites and associated cataclastic rocks; 5) The Paracambi Sequence – migmatized porphyroblastic granitoid gneiss with kinzigitic gneiss and calc-silicate intercalations; and 6) The Japeri Sequence – homogeneous to heterogeneous migmatites with associated gneiss, granitoid and granitic rocks. These sequences may be correlated with the Juiz de Fora and Parafba "Series" (Groups) of Ebert (1956) and the Serra dos Órgãos "Series" (Group) of Rosier (1965). Petrographic analysis revealed tonalitic and quartz-dioritic compositions for the second sequence; granitic and granodioritic compositions for the third, fourth and fifth sequences; granitic to tonalitic and quartz-dioritic compositions for the sixth sequence.

The textural relations of these rocks indicate the interaction of the deformation and recrystallization processes, for at least two different phases, as recorded on the porphyroclasts and matrix.

Metamorphism took place under conditions of medium pressure and reached the granulite and high amphibolite facies.

Four folding phases are recognized: the first and second phases, D<sub>n</sub> and D<sub>n+1</sub>, exhibit tight to isoclinal folds that affected the first phase of migmatization (M<sub>n</sub>), whereas the others, D<sub>n+2</sub> and D<sub>n+3</sub>, exhibit closed to gentle folds and affected M<sub>n+1</sub>. The first three phases of folding show axial trends approximately NE-SW, and the fourth, NW-SE.

Five groups of igneous rocks are distinguished: basic and ultramafic orthoamphibolites; syntectonic granitoids with associated migmatites; late and post-tectonic granites; basic dikes and sills; and intrusive alkaline rocks.

**RESUMO** Esta tese discute a evolução geológica – metamórfica e estrutural – e a correlação lito-estrutural de um setor da Faixa

Parafba do Sul, porção ocidental do Estado do Rio de Janeiro, nas regiões de Vassouras e Paracambi, baseando-se em dados petrográficos e estruturais e em um mapa geológico na escala de 1:100.000.

São reconhecidas seis seqüências lito-estruturais, a saber: 1) Seqüência de Valença – rochas granulíticas e charnoquíticas; 2) Seqüência de Quirino – biotita (hornblenda), plagioclásio-gnaiss migmatizado com migmatitos bandados e anfíbolitos associados; 3) Seqüência de Barão de Vassouras – biotita gnaiss migmatizado com gnaisses granitóides, rochas graníticas e cataclásticas, com níveis de calcossilicáticas e mármore associados; 4) Seqüência de Vassouras – rochas granitóides, migmatíticas e cataclásticas associadas; 5) Seqüência de Paracambi – gnaiss granitóide porfiroblástico migmatizado com níveis de gnaiss kinzigítico, anfíbolitos e calcossilicáticas; 6) Seqüência de Japeri – migmatitos homogêneos e heterogêneos com gnaisses, granitóides e granitos associados. Estas seqüências lito-estruturais são relacionadas às Séries (Grupos) Juiz de Fora e Parafba, de Ebert (1956) e à Série (Grupo) da Serra dos Órgãos, de Rosier (1965). As análises petrográficas revelaram composição tonalítica e quartzo diorítica para a primeira seqüência; granítica a tonalítica e monzodiorítica a quartzo diorítica para a segunda; granítica e granodiorítica para a terceira, quarta e quinta seqüências; e granítica a tonalítica e quartzo diorítica para a sexta seqüência.

As relações texturais destas rochas (seqüências) indicam a atuação conjunta de processos de deformação e recristalização em pelo menos duas fases, cujos registros são observados nos porfiróclastos e nos cristais da matriz.

O metamorfismo atingiu os fácies granulito e anfíbolito alto, ambos de pressão média.

São caracterizadas quatro fases de dobramentos superpostos. A primeira e a segunda, identificadas respectivamente por D<sub>n</sub> e D<sub>n+1</sub>, apresentam dobras cerradas e isoclinais que afetam o mobilizado M<sub>n</sub>; as demais, D<sub>n+2</sub> e D<sub>n+3</sub>, são fechadas a suaves e afetam o mobilizado M<sub>n+1</sub>. As três primeiras fases mostram orientações axiais aproximadamente NE-SW, e a quarta, NW-SE.

O magmatismo é expresso por cinco grupos de rochas ígneas: ortoanfíbolitos de composição básica e ultramáfica, granitóides sintectônicos com migmatitos associados, granitos tardi e pós-tectônicos, rochas básicas e rochas alcalinas.

\* Tese de doutoramento – dezembro de 1984 – Instituto de Geociências – USP

## SEDIMENTAÇÃO NO PLATÔ DO RIO GRANDE DO NORTE DURANTE O QUATERNÁRIO SUPERIOR\*

MARCO AURÉLIO VICALVI

Departamento Nacional da Produção Mineral, Divisão de Geologia e Mineralogia – Av. Pasteur, 404, 2º andar, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

**ABSTRACT** The Rio Grande do Norte Plateau lies on the Continental Slope of Northeast Brazil, between the isobaths of 600 and 1 000 m. Its surface shows regular relief, only interrupted on

the extreme north and southeast portions by marked erosional valleys.

Sediments from 5 piston cores and 12 dredgings recovered from

\* Dissertação de mestrado – setembro de 1983 – Instituto de Geociências – UFRJ



the Plateau and adjacent deeps were examined both macro and microscopically and their lithostratigraphic relationships were established.

The distribution of pelagic, hemipelagic and redeposited sediments was mapped. The coarse terrigenous and heavy mineral fractions of the redeposited sediments of the central and northern Plateau surface were sourced by the Barreiras Group and were transported downslope by gravity induced currents. Clay minerals, identified by X-ray diffraction, seem to reflect climatic oscillations.

The foraminiferal fauna indicates that 9 dredge samples are Holocene in age, 1 is Lower Miocene and 1 is Middle Eocene.

The biostratigraphic zoning of Quaternary sediments of 5 cores was based on the varying abundance of *Globorotalia menardii* s.l. Holocene sedimentation rates are highly variable with values of 2.7 cm/1,000 years, 10.5 cm/1,000 years and 36.3 cm/1,000 years. These rates seem to be controlled by primary productivity, water depth and current action. A single value obtained for the Glacial Wisconsin indicated a rate of 7 cm/1,000 years.

Vertical variations in calcium carbonate and coarse fraction content in cores correlated well with glacial-interglacial climatic fluctuations.

$^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$  isotopic analysis of planktonic foraminifer shells *Globigerinoides sacculiferus* (Brady), from a piston core sampled on the Rio Grande do Norte Marginal Plateau (05°02'S; 34°45'W) permitted the identification of 3 interglacial and 2 glacial stages during the last 120,000 years.

Observed values of  $\delta^{18}\text{O}$  (PDB) oscillated between -0,70 and +0,09‰. These values, if converted to temperatures, result in a maximum variation of 3°C. This temperature range agrees well with that obtained for the South Atlantic between the glacial maximum (23°C) and the interglacial (26°C). The  $\delta^{18}\text{O}$  curve correlates very well with climatic biozones, calcium carbonate and coarse sediment content down the same core.

From the available data it is concluded that during the Quaternary the deposition of sediments in the Rio Grande do Norte Plateau area was cyclic and climatically controlled by the glacio-eustatic fluctuations of sea-level.

**RESUMO** O Platô do Rio Grande do Norte situa-se no talude continental do Nordeste brasileiro, entre as isóbatas de 600 e 1 000 m. Apresenta um relevo regular, interrompido nos extremos norte e

sudeste por sulcos erosivos proeminentes.

Os sedimentos de 5 testemunhos a pistão e 12 dragagens recuperados no Platô e áreas profundas adjacentes foram examinados macro e microscopicamente e tiveram suas relações litoestratigráficas estabelecidas.

Mapeou-se a distribuição de sedimentos pelágicos, hemipelágicos e redepositados. Os terrígenos grosseiros e o conteúdo de minerais pesados componentes dos sedimentos redepositados nas áreas central e norte da superfície do Platô apontam como fonte o Grupo Barreiras e foram transportados para o Platô por correntes de gravidade. As argilas, cuja mineralogia foi identificada através de raios-X, parecem refletir diferenças climáticas.

O exame da fauna de foraminíferos de 11 amostras de draga revelou que 9 delas são de idade holocênica e 2 respectivamente do Mioceno Inferior e Eoceno Médio. O zoneamento bioestratigráfico dos sedimentos quaternários de 5 testemunhos baseou-se nas flutuações da abundância de *Globorotalia menardii* s.l.

Taxas de sedimentação no Holoceno são bastante variáveis acusando valores de 2,7 cm/1 000, 10,5 cm/1 000 e 36,3 cm/1 000 anos. Estas parecem refletir a produtividade primária, a profundidade de água e a ação de correntes. Um único valor para o Wisconsin Glacial revelou uma taxa de 7 cm/1 000 anos.

Variações verticais nos teores de carbonato de cálcio e de grosseiros nos sedimentos dos testemunhos correlacionam-se com as flutuações climáticas glaciais-interglaciais.

Análises da relação isotópica  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$  em carapaças de *Globigerinoides sacculiferus* (Brady) ao longo de um testemunho do Platô permitiram o reconhecimento de 3 estágios "interglaciais" e 2 estágios "glaciais" nos últimos 120 mil anos.

Os valores observados de  $\delta^{18}\text{O}$  (PDB) oscilaram entre -0,70 e +0,09‰. Estes valores, se traduzidos em temperaturas, resultam em estreitas oscilações com valor máximo de 3°C, coincidentes portanto com aquelas diferenças encontradas para o Atlântico Sul entre o máximo glacial (23°C) e o interglacial (26°C). A curva de  $\delta^{18}\text{O}$  obtida correlaciona-se muito bem com as biozonas climáticas e com os registros de teores de carbonato de cálcio e de grosseiros para o mesmo testemunho.

A somatória de dados levantados leva à conclusão que a deposição de sedimentos na área do Platô do Rio Grande do Norte, durante o Quaternário, foi cíclica e controlada climaticamente pela flutuação glacio-eustática do nível do mar.

## INTERPRETAÇÃO GEOPEDOLÓGICA APLICADA A ESTUDOS DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA\*

FERNANDO XIMENES DE TAVARES SALOMÃO

Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, IPT - Cx. Postal 7141, CEP 01000, São Paulo, SP, Brasil

**ABSTRACT** Recent Engineering Geology development in Brazil shows the need of a retaking of the geological reasoning joined with other physical environment components in order to better accomplish its important role in Civil Engineering works. In this way the collaboration of all sciences that act on physical environment should be searched towards Engineering Geology objectives. Synthesis methods and data integration should be developed in order to achieve those goals.

Pedology, a soil science, can significantly contribute to Engineering Geology studies. Although recent technical advances in this science, it has been noticed a lake of integrated studies between soil genesis and geotechnical phenomena.

This thesis looks for a methodological proposal applied mainly to the preliminary steps of Civil Engineering works.

Physical environment was studied in terms of genetically homogeneous soil occurrences related to geotechnical needs.

The first part of the thesis presents some fundamental concepts for the geopedological interpretation. The second part of it presents the results of studies developed in the Distrito Agroindustrial de Jafba, the synthesis of the geopedological data interpretation and the Engineering Geology applications.

**RESUMO** O estágio atual de desenvolvimento da Geologia de Engenharia no Brasil evidencia a necessidade de uma retomada do raciocínio geológico, integrado aos demais componentes do meio físico, de maneira a melhor cumprir o seu importante papel na implantação de obras de engenharia civil. Neste sentido, deve-se buscar a colaboração de todas as ciências responsáveis pelo estudo do meio físico e desenvolver métodos de síntese e de integração de dados, direcionados aos objetivos da Geologia de Engenharia.

\* Dissertação de mestrado - outubro de 1984 - Instituto de Geociências - USP



A Pedologia, ciência responsável pelo estudo do solo, tem muito a contribuir para a Geologia de Engenharia. Nota-se, entretanto, apesar dos avanços recentes, uma lacuna muito grande em trabalhos de pedologia aplicada à Engenharia Civil, especialmente em se tratando das relações entre a gênese de solos e os fenômenos geotécnicos.

É dentro destas preocupações que se insere esta dissertação de mestrado, procurando, em termos metodológicos, contribuir com uma proposta a ser adotada principalmente numa fase de estudos preliminares de obras de Engenharia Civil. Procurou-se, neste traba-

lho, interpretar o meio físico de maneira a entender a distribuição de ocorrências geneticamente homogêneas de solos, orientando essa interpretação aos interesses geotécnicos.

Nas partes iniciais desta dissertação foram apresentados alguns conceitos considerados fundamentais para a interpretação geopedológica, e, a seguir, uma experiência de trabalho na região compreendida pelo Distrito Agroindustrial do Jaíba, onde foram sintetizados os resultados da interpretação geopedológica, e sua aplicação para a Geologia de Engenharia.

## TRATAMENTO DE DADOS QUÍMICOS E PETROGRÁFICOS DE ROCHAS ALCALINAS DO BRASIL MERIDIONAL \*

ROSA MARIA COTRIM SOARES

Empresa de Recursos Naturais do Estado de Alagoas – Rua Silvério Jorge, 588, CEP 57000, Maceió, AL, Brasil

**ABSTRACT** Data from samples of alkaline rocks of S and SE Brasil were re-evaluated in terms of chemical and modal analysis. By means of variation diagrams, petrological indexes and parameters were determined and plotted, selecting the types that are most adequate to represent world provinces.

In order to classify and describe compositional types and their fields, several multivariate statistical procedures were used: cluster, discriminant and factor analysis. Univariate statistics analysis of chemical elements in the form of oxides and occasionally trace elements data were also computed. Histograms and cumulative frequency curves were drawn for each massif and petrographic unit belonging to the SE and S Brasil "Province".

An integrative approach combines the chemical and petrological data into diagrams, in accordance with current geotectonic and petrological models. The results indicate limits of compositional fields by comparing norms, modes and data on oxide and cations proportions.

Chemical graphs from petrology are clearly related to those of statistical methods, mainly factor analysis. Other multivariate techniques displayed mostly descriptive effects. Histograms showed good results, discriminating populations mainly in terms of the "differentiation index" (*ID*) and the Niggli number *qz*.

The most important variation diagrams are the Streckeisen double triangles (QAPF) and the Niggli normative (QLM) since they compare modal and normative mineralogical data and evaluate sample and analytical errors eventually present.

**RESUMO** Análises químicas e modais de rochas alcalinas compiladas da literatura foram utilizadas para uma reavaliação de dados amostrais referentes às Províncias Petrográficas do Brasil Meridional. Foram determinados os parâmetros e índices da petrologia e traça-

dos diagramas de variação, selecionados em função da literatura geológica, com prioridade para aqueles escolhidos para representar províncias mundiais.

Técnicas estatísticas multivariantes, tais como análise de agrupamento, análise discriminante e análise fatorial, foram utilizadas com o objetivo de descrever e classificar os vários tipos petrográficos das províncias. Foram computadas também estatísticas amostrais e descritivas dos elementos maiores em forma de óxidos e eventualmente dos elementos traços (em ppm), tanto para as unidades petrográficas, como para os maciços e para as rochas das províncias, e traçados histogramas e curvas de distribuição de frequência cumulativa.

Com base nos resultados obtidos pela combinação dos vários critérios foram delimitados vários campos composicionais e comparados dados modais e mineralógicos normativos, além de dados sobre proporções em óxidos e catiônicas. Os gráficos resultantes do tratamento dos dados químicos e petrográficos foram então integrados nos vários esquemas geotectônicos e petrológicos descritos na literatura.

Foi demonstrado que existe uma inter-relação entre os gráficos petrológicos clássicos e aqueles deduzidos da análise estatística multivariante, principalmente a análise fatorial. As outras técnicas multivariantes tiveram apenas efeito descritivo. Quanto aos histogramas, foram utilizados com bons resultados, principalmente na delimitação de populações em função dos índices petrológicos *ID* e *qz*.

Com relação aos diagramas de variação, verificou-se que os mais adequados na representação de associações petrográficas e/ou províncias são aqueles que relacionam as composições modais e normativas (QLM e QAPF), porque, além de definirem claramente os campos composicionais, permitem avaliar os prováveis erros analíticos e amostrais pelo confronto dos dados.

\* Tese de doutoramento – novembro de 1984 – Instituto de Geociências - USP

## DISPERSÃO DE ONDAS SUPERFICIAIS NA PLATAFORMA SUL-AMERICANA \*

REMY DAVID ANTEZANA PANIAGUA

Instituto Astronômico e Geofísico, USP – Av. Miguel Stéfano, 4200, Cx. Postal 30627, CEP 01000, São Paulo, SP, Brasil

**ABSTRACT** Surface wave dispersion analysis for periods between 10 and 50 sec have been accomplished to study the crust and upper mantle structure.

Thirteen South-American events with paths crossing the South American platform were selected. Long period seismograms from Brasília, Rio de Janeiro, Natal and La Paz (Bolivia) seismographic stations have been used.

Multiple Filter Technique were used to analyze surface wave dispersion; this method gives amplitudes as a function of group velocity and period. Theoretical dispersion curves were obtained by using the Thomson-Haskell Matrix Method.

A crustal model for the Central Brazil and Atlantic shields were obtained by comparing theoretical and observational dispersion curves. This model indicates a crust thickness of 40 km.

\* Tese de doutoramento – novembro de 1984 – Instituto de Geociências – USP

Group velocity variations of Rayleigh waves, for periods under 20 sec, were observed in almost all cases; these variations seem to be associated to the presence of Andean Chain or sedimentary basin along the path of surface waves.

The comparison of the mean dispersion curve for Central Brazil and Atlantic shields with dispersion curves for other cratonic regions showed a similarity with Afro-Asiatic crustal structure.

**RESUMO** Com o propósito de determinar a estrutura e características da crosta e manto superior na Plataforma Sul-Americana foi estudada a dispersão das ondas superficiais com períodos entre 10 e 50 s.

Selecionaram-se 13 sismos, com epicentros distribuídos no continente de tal forma que permita uma boa cobertura da Plataforma Sul-Americana. Os sismogramas de período longo utilizados são das estações sismográficas de Brasília, Rio de Janeiro, Natal e La Paz (Bolívia).

As ondas superficiais dos sismos selecionados foram analisadas mediante a técnica de Filtragem Múltipla; o resultado é uma matriz de amplitudes em função da velocidade de grupo e do período. As curvas de dispersão teóricas foram determinadas usando-se o método matricial de Thomson-Haskell.

A comparação entre os valores de dispersão teóricas e observados permitiu obter um modelo crustal representativo da região dos escudos do Brasil Central e Atlântico. A espessura da crosta, segundo esse modelo, é de 40 km.

As variações das velocidades de grupo das ondas Rayleigh para períodos inferiores a 20 s, observadas na maioria dos sismos estudados, parecem estar associadas à presença da cadeia andina ou de bacias sedimentares, na trajetória das ondas superficiais.

Comparando-se a curva média de dispersão das ondas Rayleigh representativa da região dos escudos do Brasil Central e Atlântico, com suas similares de outras regiões de escudo, encontrou-se uma boa semelhança com a estrutura crustal da região afroasiática.

## MONOGRAFIA DO AQUÍFERO JANDAÍRA DA BACIA POTIGUAR\*

GILDO MISTRETTA

Instituto de Pesquisas Tecnológicas, IPT – Cx. Postal 7141, CEP 01000, São Paulo, SP, Brasil

**ABSTRACT** Data obtained from reports and publications on Geology, Hydrogeology, Hydrochemistry, Geophysics and Climatology of the Potiguar Basin complemented by new data from tube wells, dug wells and springs have been utilized in making a detailed study of the physical environment of the Jandaíra aquifer.

On the basis of this study it has been possible to make an analysis and synthesis of lithological, dimensional and hydrodynamical characteristics of the aquifer, its mechanisms of recharge and discharge, circulation pattern, reserves, hydrochemistry and quality of stored waters, water exploitation techniques and different uses of waters.

The Jandaíra aquifer is located in the upper portion of the Jandaíra Formation, covers an area of 16 278 km<sup>2</sup>, has mean saturated thickness of 150 m and is characteristically an unconfined aquifer. It is hydraulically connected with the underlying Açu aquifer and along a narrow strip near the Atlantic border with the overlying Dunas-Barreiras aquifer.

Considering the space variation of the lithological composition, joints and faults, evidences of karstification and also the broad range of the transmissivity and specific capacity values, it is possible to say that the Jandaíra is an heterogenous and anisotropic aquifer, with characteristic karstic flow.

The most significant underground flow has its origin in the southern parts, near the contact of the Jandaíra and Açu formations, with flow toward the ocean under a mean hydraulic gradient of 10<sup>-3</sup>. There are also secondary flows toward the Jaguaribe, Mossoró, Açu and Mulungu valleys, behaving drains like, conducting groundwater through their alluvial plains toward the ocean, with no manifestations of surface flow.

Rainfall is the main source of aquifer recharge and environmental isotopes studies show that waters are subjected to intensive evaporation before reaching the aquifer. Stored waters can be divided in chloride (52%), carbonate (21%), sulfate (68%) and a mixed one (21%).

Most of the aquifer is included in the Rio Grande do Norte State where 853 wells were inventoried in 1979, with an exploitation rate of 3.6 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/year. Waters were used for various purposes, being domestic and livestock the main uses.

Concentration of some water constituents, when compared with the requirements specified for human consumption, showed higher values than the maximum allowable limits: 69% of the samples had higher values of TDS (Total Dissolved Solids), 95% had higher hardness values, 77% showed higher Mg concentrations and 96% were outside the recommended fluoride concentration interval.

Concerning agricultural uses these waters can be applied on crops with high tolerance for salt content and in soils with high permeability and good drainage. However some excess water must be used to induce salt lixiviation in soils.

In their natural state, waters of Jandaíra aquifer are not suitable for industrial uses mainly due to their incrustation characteristics.

**RESUMO** Utilizando dados levantados a partir de relatórios e publicações diversas sobre Climatologia, Geologia, Geofísica, Hidrogeologia e Hidrogeoquímica envolvendo a Bacia Potiguar e inventariando complementar de poços tubulares, cacimbas e fontes, foram feitos estudos específicos que permitiram o conhecimento do meio físico, analisado como um sistema amplo no qual está inserido o aquífero Jandaíra. Sobre essa base de conhecimentos foi possível então o aprofundamento, análise e síntese dos conhecimentos sobre o aquífero no que concerne às suas características litológicas, dimensionais e hidrodinâmicas, aos mecanismos de recarga e circulação das águas, às suas reservas, à caracterização hidroquímica e qualidade das águas armazenadas, à engenharia de captação dos recursos e aos usos a que se destinam as águas exploradas.

O aquífero Jandaíra está localizado na porção superior da Formação Jandaíra da Bacia Potiguar, com um domínio de 16 278 km<sup>2</sup> e uma espessura média saturada da ordem de 150 m, apresentando-se caracteristicamente livre na maior parte do domínio. Existem conexões hidráulicas entre ele e a unidade sotoposta, o aquífero Açu, da mesma forma que numa estreita faixa junto à orla atlântica ocorre conexão com o sistema aquífero Dunas-Barreiras, a ele sobreposto.

Consideradas a grande variação espacial da constituição litológica dos calcários da Formação Jandaíra, as descontinuidades, as evidências de carstificação e ainda a amplitude dos valores de vazão específica e de transmissividade, o aquífero Jandaíra se apresenta heterogêneo e hidráulicamente anisotrópico, promovendo circulação tipicamente cárstica no seu interior.

O fluxo subterrâneo mais expressivo parte das áreas de recarga geralmente situadas a sul, nas proximidades do contato entre as formações Jandaíra e Açu, e interioriza as águas no domínio do aquífero, levando-as, com gradientes médios da ordem de 10<sup>-3</sup>, até os seus exutórios junto ao oceano. Secundariamente o fluxo se faz em direção aos vales dos rios Jaguaribe, Mossoró, Açu e Mulungu, que funcionam então como verdadeiros drenos, sem contudo constituir fluxo superficial, conduzindo-as ao oceano, provavelmente através dos seus aluviões.

A recarga do aquífero se processa essencialmente por águas pluviais e estudos de isótopos ambientais revelaram que essas águas

\* Dissertação de mestrado – novembro de 1984 – Instituto de Geociências – USP

são submetidas a intenso processo de evaporação antes de participarem das reservas aquíferas. Das suas reservas participam 52% de águas cloretadas, 21% de águas bicarbonatadas, 6% de águas sulfatadas e 21% de águas mistas.

O acesso às reservas aquíferas geralmente é feito por captação através de poços tubulares que atingiram profundidade máxima de 300 m. No Estado do Rio Grande do Norte, que cobre a maior parte da superfície de domínio do aquífero Jandaíra, foram cadastrados 853 poços tubulares em 1979, que exploram cerca de  $3,6 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{a}$  de águas do aquífero, destinando-as aos mais diversos usos, sobressaindo-se no entanto o abastecimento doméstico e pecuário.

Quando se comparam os teores de alguns dos constituintes das águas do aquífero Jandaíra com padrões estabelecidos em legisla-

ção específica, essas águas são insatisfatórias para consumo humano. Dentre as amostras consideradas, grandes percentuais ultrapassam os valores ou intervalos recomendados, tais como 69% para valores de TSD (Total de Sólidos Dissolvidos), 95% para Dureza total, 77% para teores de magnésio e 96% para teores de flúor.

No que concerne à adequação para usos na agricultura, pôde-se constatar que somente devem ser aplicadas em culturas com alta tolerância a sais e em solos de alta permeabilidade e boa drenagem, devendo-se empregar água em excesso para promover a lixiviação de sais.

Em seu estado natural as águas do aquífero Jandaíra não são adequadas para consumo industrial devido principalmente ao seu caráter essencialmente incrustante.

## SISTEMAS DEPOSICIONAIS E EVOLUÇÃO TECTONO-SEDIMENTAR DA BACIA DE TAUBATÉ, SP\*

JURACY BENTO DE OLIVEIRA VESPUCCI

Instituto de Geociências, USP - Cx. Postal 20899, CEP 05508, São Paulo, SP, Brasil

**ABSTRACT** This dissertation integrates knowledge on the tertiary sedimentary filling and tectonic framework of the Taubaté Basin, eastern São Paulo, Brazil. To this end, the concept of depositional system have been used, and five interrelated depositional systems have been identified. These are designated here informally as the Jacaré Alluvial Fan System, Jacaré Braided Fluvial System, Caçapava Meandering Fluvial System, Quiririm Alluvial Fan System, and Tremembé Lacustrine System. These strictly continental systems, together with available structural data, serve as the basis for a model of tectono-sedimentary evolution of the Taubaté Basin.

During field work, ancient alluvial deposits of the Rio Paraíba do Sul and turbiditic facies within the Tremembé Lacustrine System were identified for the first time in the basin. The latter were very important in interpreting the sandy intercalations within the predominantly pelitic Tremembé Formation.

**RESUMO** Este trabalho foi desenvolvido com o intuito de integrar os conhecimentos acerca do preenchimento sedimentar ter-

ciário da Bacia de Taubaté com aqueles sobre o seu arcabouço tectônico, já bem conhecidos e dispersos em volumosa bibliografia.

Utilizou-se o conceito de sistema deposicional como método de análise para esta bacia. Foram identificados cinco sistemas deposicionais inter-relacionados, designados informalmente com termos geográficos da região mais representativa: Sistema Leque Aluvial Jacaré, Sistema Fluvial Entrelaçado (*braided*) Jacaré, Sistema Fluvial Meandrante Caçapava, Sistema Leque Aluvial Quiririm e Sistema Lacustre Tremembé.

Com base nestes sistemas deposicionais e nos conhecimentos estruturais prévios, elaborou-se um modelo de evolução tectono-sedimentar para a Bacia de Taubaté.

Durante a realização dos trabalhos de campo pela primeira vez, foram identificados e descritos aluviões antigos do Rio Paraíba do Sul, além de fácies turbidíticas lacustres, que permitiram esclarecer o significado real das intercalações arenosas no espesso pacote pelítico da Formação Tremembé.

\* Dissertação de mestrado - novembro de 1984 - Instituto de Geociências - USP

## MECANISMOS DE SALINIZAÇÃO EM REGIÕES SEMI-ÁRIDAS. ESTUDO DOS AÇUDES PEREIRA DE MIRANDA E CAXITORÉ NO CEARÁ\*

MARIA MARLUCIA FREITAS SANTIAGO

Universidade Federal do Ceará

**ABSTRACT** During a period of three years the basins of the dams Pereira de Miranda and Caxitoré, located in the crystalline rock area of Ceara/Brazil, were studied in order to determine the mechanisms of salinization of their waters. In this study isotope methods ( $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ ) and hydrochemistry (determination of the major ions) were applied to surface, underground and rain water.

An isotope model was designed and applied to the determination of evaporation and percolation of dams in semiarid zones during the dry season. The results are compared to those from a conventional chemical model.

The causes of salinization of the water in the dams, the contributions of the rain itself and the lixiviation of the soil are quantified. An interaction between the dams and the underground water is imperceptible.

The salinization of the underground water is attributed to recharge of the aquifer with rain water from the surface runoff followed by evaporation of the water rising, due to capillarity, in a one-directional flow to the surface.

**RESUMO** Estudou-se durante três anos as bacias contribuintes dos açudes Pereira de Miranda e Caxitoré, em área de rochas cristalinas no Ceará, para determinar os mecanismos de salinização de suas águas, através de medidas isotópicas (razão  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ ) e hidroquímicas (determinações dos íons maiores) em águas superficiais, subterrâneas e de chuvas.

Desenvolveu-se um modelo isotópico para, durante os períodos de estiagens, determinar as taxas de evaporação e percolação em açudes e comparou-se os resultados com os obtidos com o modelo químico convencional.

Como mecanismos de salinização dos açudes, foram quantificadas as contribuições das chuvas e da lixiviação do solo. Não foi notada uma interação açude/água subterrânea.

A salinização das águas subterrâneas é atribuída a recargas com águas pluviais, durante o escoamento superficial, seguida por evaporação superficial da água na zona capilar.

\* Tese de doutoramento - dezembro de 1984 - Universidade Federal do Ceará

# CARACTERIZAÇÃO DOS PROCESSOS GEOLÓGICO-EVOLUTIVOS PRÉ-CAMBRIANOS NA REGIÃO DE SÃO FIDÉLIS, NORTE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO\*

JOB JESUS BATISTA

Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP – Campus de Rio Claro, Cx. Postal 178, CEP 13500, Rio Claro, SP, Brasil

**ABSTRACT** This work deals with a study of geological processes in the evolution of a part of the North Fluminense region, which belongs to a polycyclic mobile belt.

Besides the systematic 1:50.000 scale geological mapping, additional field work was carried out followed by detailed petrography, geochronological studies and geochemistry.

In accord with the description of the processes that occurred in the Archean, Lower and Upper Proterozoic and Phanerozoic, a non-uniformitarian view is adopted for the tectonic regimes that affected this part of the Mantiqueira Province. The overall picture can be envisaged as one of rapid growth by plutonic phenomena ascribed to the Archean, intense shearing during Lower Proterozoic, predominance of thermal events and reactivated deformation in the Upper Proterozoic, and tractional processes in the Phanerozoic. In this way, distinct and significant discontinuities can be established between each geological era.

**RESUMO** Após vários anos de levantamento geológico básico na região norte do Estado do Rio de Janeiro, propôs-se o desenvolvimento de pesquisa mais detalhada, de cunho científico mais profundo, tendo em vista a variedade de interrogações petrogenéticas que se levantavam dentro do panorama geológico-evolutivo, configurado como de extrema complexidade.

Além dos trabalhos iniciais de mapeamento geológico sistemático, na escala 1:50.000, foram implementados trabalhos adicionais de campo em áreas selecionadas, petrografia de detalhe, estudos geocronológicos e abordagens geoquímicas.

As feições tectônicas, estruturais e texturais, bem como as evidências petrológicas e os padrões geocronológicos e geoquímicos apresentados pelas rochas estudadas permitem a caracterização dessa faixa como de típico cinturão móvel (*mobile belt*) ensialico. O relacionamento complexo entre os vários tipos litológicos é condicionado pelo caráter policíclico da faixa estudada, onde ocorreram diversos processos (plutonismo, migmatização, metamorfismo, deformação, anatexis ou palingênese, etc.) em diferentes fases pré-cambrianas, muito provavelmente sendo atribuída ao Arqueano a fase primordial geradora de rochas.

Acredita-se que boa parte da crosta continental dessa região já estava formada desde o Arqueano, sendo de constituição siálica, havendo retrabalhamento por deformação cisalhante no Ciclo Transamazônico e por anatexis/palingênese no Brasileiro.

Relacionado ao Arqueano ter-se-ia o embasamento plutônico (Agrupamento I do Complexo Juiz de Fora), de afinidade tonali-

tica (enderbitos e gnaisses porfiroblásticos), representando crescimento crustal através de processos plutônicos, com *trend* de diferenciação predominantemente de natureza calco-alcalina. Algumas indicações toleíticas poderiam significar um certo caráter bimodal. A esse embasamento sobrepor-se-ia a pilha supracrustal (Agrupamento III – Complexo Paraíba), cujos produtos originais, depositados em tempos pré-transamazônicos, seriam pelitos, psamo-pelitos, psamitos, margas, calcários, dolomitos, além da contribuição vulcânica.

Durante o Ciclo Transamazônico (Proterozóico Inferior) todo o conjunto arqueano (embasamento + supracrustais) seria intensamente afetado por movimentos cisalhantes, promovendo forte blastomilonitização e cataclase, com aparecimento da primeira fase de migmatização, de caráter sin-tectônico, onde duas entidades apresentam expressão cartografável (unidades São José de Ubá e Monte Verde – Agrupamento II do Complexo Juiz de Fora).

No Ciclo Brasileiro (Proterozóico Superior) ocorre generalizada anatexis formando importantes massas granitoides e migmatitos a partir de produtos rochosos com vivência crustal anterior, caracterizando as entidades do Complexo Serra dos Órgãos. Também, neste ciclo, ocorreram falhamentos transcorrentes em faixas reativadas.

Não negligenciável é a possibilidade de atuação de evento intermediário entre os ciclos Transamazônico e Brasileiro (Ciclo Uruguiano), relacionado ao Proterozóico Médio ( $\pm 1\ 000$  Ma). Suportando esta hipótese existem algumas insinuações em resultados geocronológicos publicados.

No Meso-cenozóico atuaram processos tracionais, responsáveis pela quebra, fragmentação e separação do Gondwana, aos quais se ligariam magmatismo básico (diques de diabásio), magmatismo alcalino e formação de bacias costeiras.

A evolução cinemática do cinturão é largamente dominada por movimentos verticais, porém análise de zonas de cisalhamento indicam movimentos transcorrentes.

Pelas descrições dos processos atuantes no Arqueano, Proterozóico Inferior, Proterozóico Superior e Fanerozóico chega-se a uma postura não-uniformitarista em relação aos regimes tectônicos que afetaram esta porção da Província Mantiqueira, no norte fluminense, atribuindo-se-lhe rápido crescimento no Arqueano por fenômenos plutônicos; cisalhamento intenso no Proterozóico Inferior; predominância de eventos termais e reativações deformacionais no Proterozóico superior e processos tracionais no Fanerozóico. Desta maneira estabelecem-se grandes discontinuidades entre cada uma das eras geológicas.

\* Tese de doutoramento – dezembro de 1984 – Instituto de Geociências e Ciências Exatas – UNESP – Campus de Rio Claro

“Não há exemplo de país desenvolvido que possua uma Universidade subdesenvolvida”.

Laurent Schwartz