

## **Creation of a Geologic Information Plan to Paraibuna River Watershed in the Southeast Region – An environmental necessity**

João Paulo de Carvalho Araújo - DEGEO/UFJF - (jpaulomail@gmail.com); Ricardo T. Zaidan - DEGEO/UFJF; Sebastião de Oliveira Menezes - DEGEO/UFJF; Tatiana Gomes Sant'Ana de Castro - DEGEO/UFJF

This paper is part of the project component “Environmental Diagnosis of Paraibuna River Watershed” which is in process. This is a project that intends to identify each segment of the physical environments, biotic and social-economical, creating a database, sometimes presented as information plans. Regarding the geological studies, we seek through bibliographic research and study of maps, to demonstrate how the evolution of the geologic knowledge happened in the area covered by the Paraibuna River watershed, affluent of the left margin of Paraíba do Sul river, southeast region of Brazil. Geologic maps published since 1970 and terminology changes that came according to the scale and the publication dates of these cartographic documents are being analyzed. At this stage, we present the first data based on surveys of the project RADAM BRASIL, which provided the basis for vectorization and analyses that led to the first cartograms.

Key words: geology, watershed, geoprocessing

## **Criação de um Plano de Informação Geológica para a Bacia Hidrográfica do Rio Paraibuna na Região Sudeste – Uma necessidade ambiental**

João Paulo de Carvalho Araújo - DEGEO/UFJF - (jpaulomail@gmail.com); Ricardo T. Zaidan - DEGEO/UFJF; Sebastião de Oliveira Menezes - DEGEO/UFJF; Tatiana Gomes Sant'Ana de Castro - DEGEO/UFJF

Este trabalho é parte componente do projeto “Diagnóstico Ambiental da Bacia do Rio Paraibuna” que se encontra em execução. Trata-se de um projeto que pretende inventariar cada segmento dos ambientes físico, biótico e sócio-ecômico, gerando uma base de dados, apresentada por vezes como planos de informação. No que tange aos estudos geológicos, busca-se, por meio de pesquisa bibliográfica e estudo dos mapas, demonstrar como se deu a evolução do conhecimento geológico na área abrangida pela bacia do rio Paraibuna, afluyente da margem esquerda do rio Paraíba do Sul, região sudeste do Brasil. Estão sendo analisados mapas geológicos publicados a partir de 1970 e as mudanças de terminologias oriundas em função da escala e das datas de publicações destes documentos cartográficos. Nesta etapa, apresentamos os primeiros dados baseados nos levantamentos do projeto RADAM BRASIL, o qual forneceu bases para as vetorizações e análises que deram origem aos primeiros cartogramas.

Palavras chaves: Geologia, Bacia Hidrográfica, Geoprocessamento

## INTRODUÇÃO

Este trabalho é uma das partes do projeto “Diagnóstico Ambiental da Bacia do Rio Paraibuna” e se encontra em andamento. Trata-se de um projeto que pretende, a partir dos estudos dos compartimentos ambientais e da organização de um banco de dados geocodificados associados a um conjunto de dados alfanuméricos (Banco de Dados Convencional sem direta expressão territorial), inventariar cada segmento dos ambientes físico, biótico e sócio-ecômico, gerando uma base de dados, apresentada por vezes como planos de informações (cartogramas digitais componentes de uma base de dados georreferenciada), que proporcionará o avanço das pesquisas na região da bacia do Rio Paraibuna.

Por meio de pesquisa bibliográfica e estudo dos mapas busca-se, nesta etapa, demonstrar como se deu a evolução do conhecimento geológico, daquelas classes encontradas na bacia do rio Paraibuna, afluyente da margem esquerda do rio Paraíba do Sul, região sudeste do Brasil. Estão sendo analisados mapas geológicos publicados a partir de 1970, tendo como objetivo descrever as mudanças de terminologia em função da escala e das datas de publicação destes documentos cartográficos. Ao se concluir a etapa de organização do inventário geológico espera-se ter adquirido um conhecimento geológico consolidado que permita proceder análises comparativas da evolução dos mapeamentos que cobrem a região da bacia. Espera-se, também, que este conhecimento subsidie a organização de um mapa geológico abrangendo toda a região da bacia na melhor escala disponível.

Desta forma, neste trabalho serão apresentados resultados parciais, referente a análise e digitalização do primeiro material cartográfico, o mapa geológico da Folha SF 23/24 do projeto RADAM BRASIL (BRASIL, 1983).

## MATERIAIS E MÉTODOS

A bacia hidrográfica foi escolhida como unidade de estudo em função de ser, naturalmente, uma entidade física capaz de delinear o espaço e por possuir um importante papel na evolução do terreno. As bacias hidrográficas são modeladas pelas condições geológicas e climáticas locais, sendo os cursos de água agentes dinâmicos e constantes na conformação das mesmas. Os cursos de água transportam material por solução, suspensão, arrasto ou por rolamento e salto. Essas ações erosivas ajudam a dar forma a toda uma rede de

drenagem, porém dependem da velocidade e do volume do caudal dos cursos de água. Declividades abruptas podem surgir quando um trecho de rocha dura se segue a outro de rocha mais mole e são interseccionados por um curso de rio, o desgaste do segundo forma feições declivosas. Feições assim também podem conter cursos de água de uma bacia em áreas de falhas. Na bacia em estudo, numa observação mais detalhada, percebe-se uma frequência de encaixes de cursos em falhas na direção SW-NE e outra na direção perpendicular. Ao longo do curso do rio Preto tais feições são facilmente identificáveis (Fig. 01).

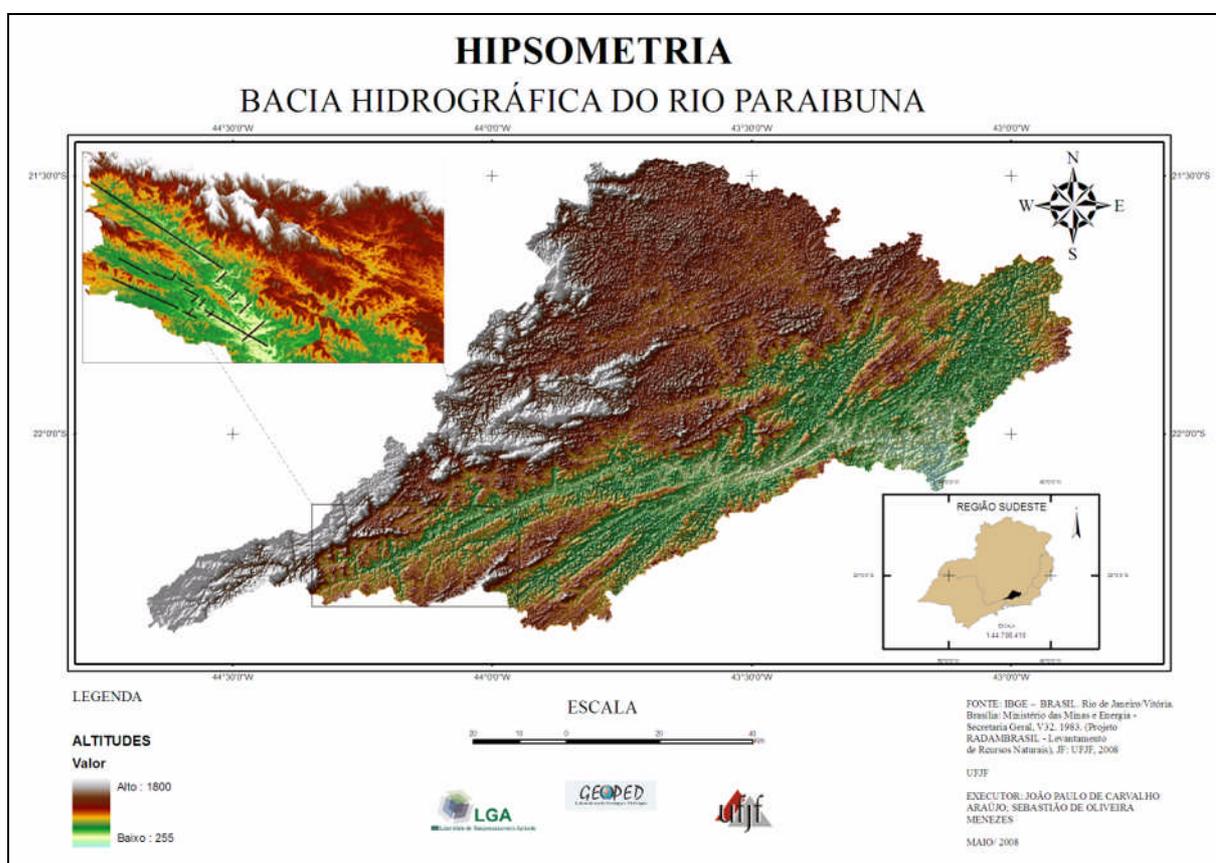


Fig. 01 - Encaixes de cursos em falhas na direção SW-NE e na direção perpendicular

A hidrografia de uma bacia reflete sua estrutura geológica (litológica e tectônica), a evolução morfogenética regional, morfoescultural regional e as intervenções antrópicas.

Para se conhecer as interações e processos como os descritos acima, o projeto “Diagnóstico Ambiental da Bacia do Rio Paraibuna” se propõe à criação de um modelo ambiental que remeta a uma realidade concreta a ser pesquisada. Modelos ambientais são estruturas representativas de um ou mais sistemas, construídos intelectualmente e no caso,

também, computacionalmente, e que poderão assumir diversas formas. Eles permitem uma visão holística e integradora da realidade e, a partir deles, é possível se criar uma estrutura heurística, capaz de produzir conhecimento.

Para a realização da modelagem ambiental adotou-se como ferramenta os Sistemas de Informação Geográficos (SIGs), ferramentas eficazes na modelagem do terreno e discretização do espaço geográfico, que permitem representar o ambiente através de uma visão integradora da realidade com grande potencial para a análise dos fenômenos que tenham expressão territorial conforme tem sido proposto por XAVIER-DA-SILVA (2001).

Segundo Burrough & McDonnell (1998), in Rocha, C.H.B. (2002), *Geographical Information Systems – GIS* é um conjunto poderoso de ferramentas para coletar, armazenar, recuperar, transformar e visualizar dados sobre o mundo real para um objetivo específico.

Também Rocha, C.H.B. (2002) cita Câmara & Medeiros (1998) que indicam como principais características do SIG a capacidade de inserir e integrar, numa única base de dados, informações espaciais provenientes de dados cartográficos, dados censitários e cadastro urbano e rural, imagens de satélite, redes e modelos numéricos de terreno; oferecer mecanismos para combinar as várias funções, através de algoritmos de manipulação e análise, bem como consultar, recuperar, visualizar e plotar o conteúdo da base de dados georreferenciados.

No que tange às etapas práticas, procedeu-se inicialmente a fase de vetorização interativa da rede de drenagem do Rio Paraibuna, Cágado, Peixe e Preto, a qual se deu seguindo o fluxo da rede de drenagem, dando forma à bacia do Rio Paraibuna. Nesta etapa usou-se como base os cartogramas digitais do IBGE na escala de 1:50.000

Após o procedimento de delimitação da bacia, deu-se a etapa de ordenação da base de dados e georreferenciamento dos primeiros mapas geológicos. Os mapas geológicos foram organizados em três escalas: 1:5.000.000; 1:1.000.000; 1:100.000. De acordo com a escala e com a data, as classificações geológicas estão sendo anotadas, digitalizadas e comparadas. Deste ponto proceder-se-á as análises cabíveis para se responder as seguintes perguntas: Como se deram as mudanças terminológicas para as diferentes classes geológicas no decorrer dos anos? Quais as áreas da bacia do Rio Paraibuna foram contempladas pelas diferentes produções cartográficas geológicas levantadas a partir do ano 1970? Se houver, quais as áreas da bacia não possuem mapeamento geológicos na escala de 1:100.000? Será possível

organizar um mapa consensual que seja capaz de abarcar a bacia do Rio Paraíba na escala de 1:100.000, caso as publicações nessa escala cubram por inteiro a região?

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A vetorização da rede de drenagem, etapa essencial para definir e mensurar a área assim como visualizar a conformação do perímetro da bacia do Rio Paraíba, permitiu-nos chegar ao valor equivalente a 8.593 km<sup>2</sup> (Fig. 02). Atualmente, discussões giram em torno da importância social do Rio Paraíba e sua classificação em relação aos demais rios que compõem a bacia que leva o seu nome, polêmica possível de se observar através da análise dos perímetros (Tab. 01), onde a sub\_bacia do rio Preto ocupa, por esta medida, 40,88% da soma dos perímetros dos quatro principais cursos de água de toda a bacia.

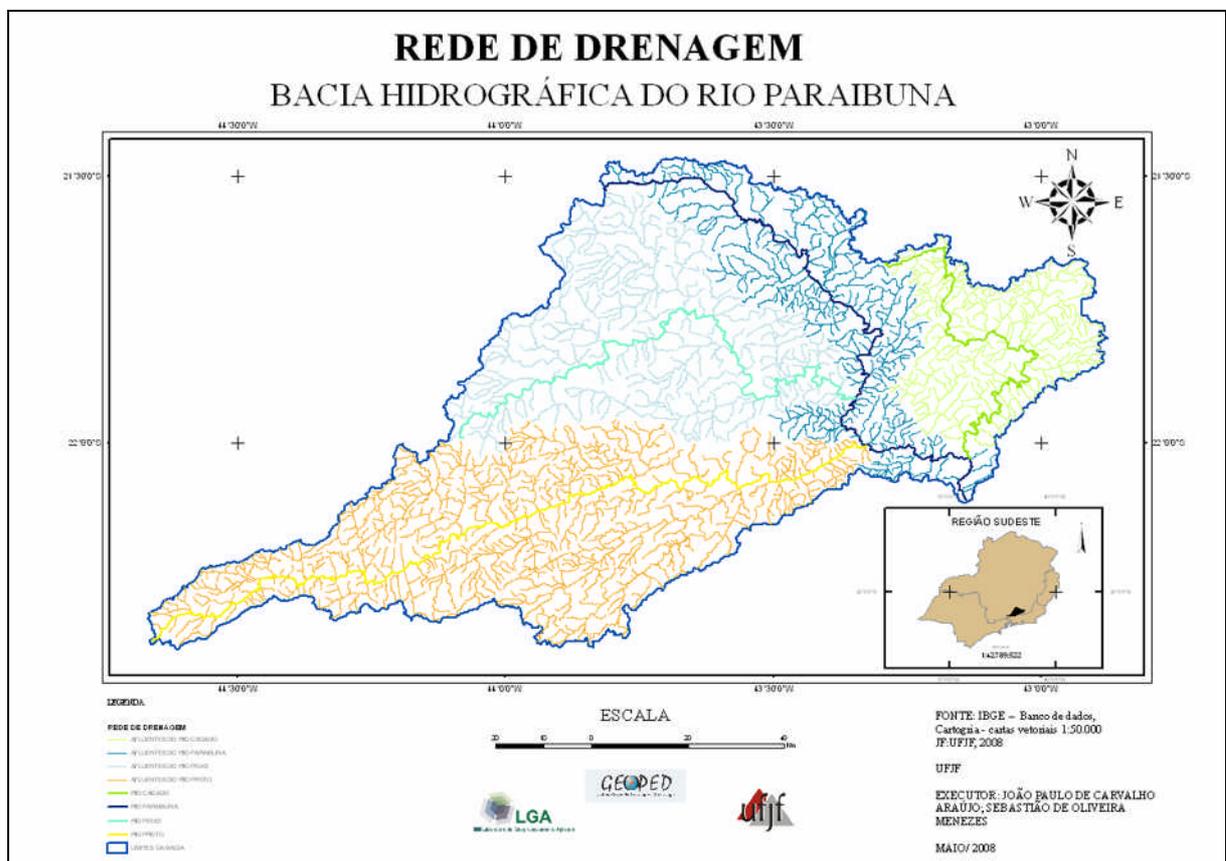


Fig. 02 – Cartograma hidrográfico da Bacia do Rio Paraíba.

BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAIBUNA				
RIO PRINCIPAL	PERÍMETRO (km)	PERÍMETRO TOTAL DEFINIDO PELOS AFLUENTES (km)	TOTAL (km)	%
RIO PARAIBUNA	173	1.096	1.269	19,93
RIO PEIXE	168	1.384	1.552	24,37
RIO CÁGADO	128	816	944	14,82
RIO PRETO	209	2.394	2.603	40,88

Tab. 01 – Perímetro dos cursos de água

Tomando como base o perímetro da bacia gerada a partir das cartas do 1:50.000 do IBGE, está sendo analisado o mapeamento produzido na escala de 1:1.000.000 da folha SF 23/24 (Projeto RADAM BRASIL), o qual foi vetorizado, a partir de uma estrutura matricial Raster, para a individualização, reconhecimento e mensuração das feições geométricas no referido mapeamento (Fig. 03).

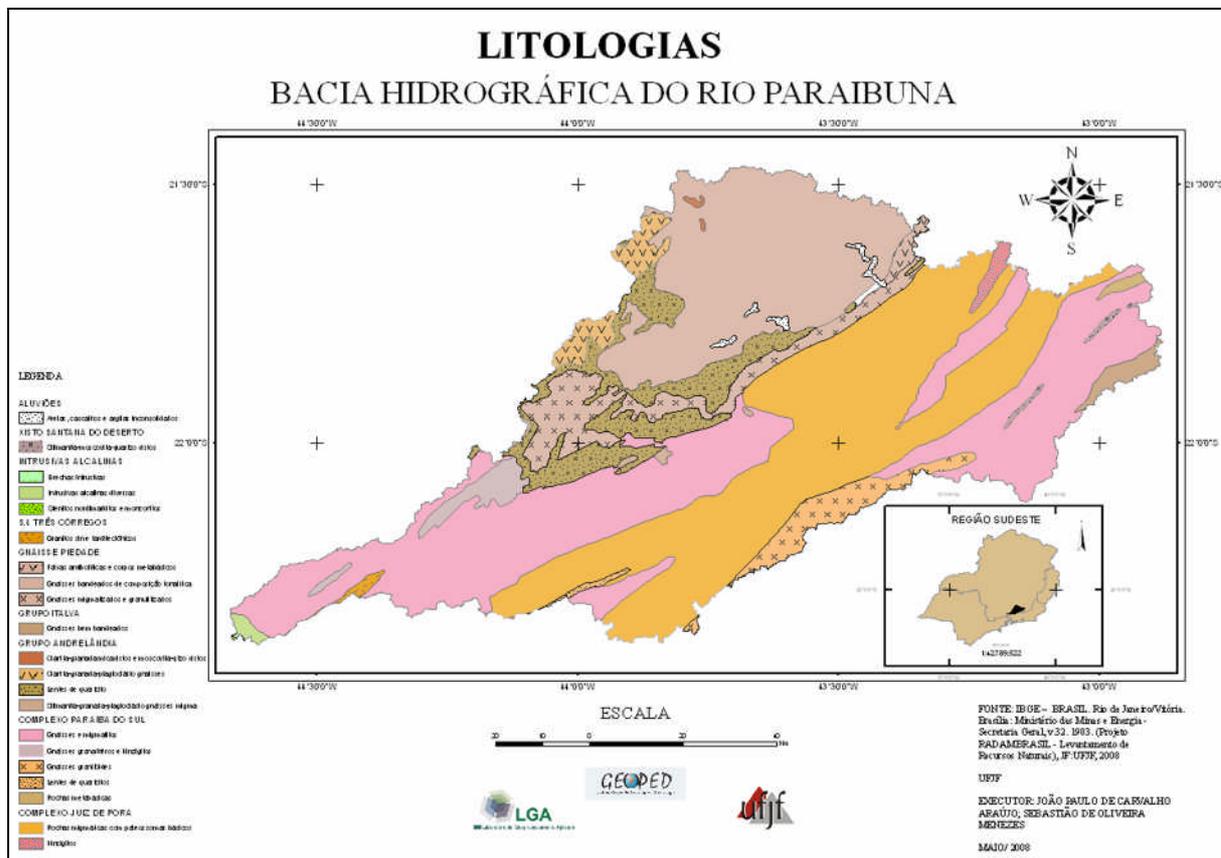


Fig. 03 – Cartograma litológico da Bacia do Rio Paraibuna modificado.

A bacia do Rio Paraíba intersecciona nove unidades litológicas do mapeamento do RADAM BRASIL, sendo que, conjuntamente, o Complexo Juiz de Fora, Complexo Paraíba do Sul e Gnaisse Piedade representam 88,97% (7.644 km<sup>2</sup>) (Tab. 02).

Conforme se observa na tabela abaixo, os gnaisses e migmatitos do complexo Paraíba do Sul configuram a litologia mais bem representada espacialmente dentro dos limites da bacia, cerca de 30,73% (2.640 km<sup>2</sup>). Merece destaque, também, as rochas migmáticas com paleossomas básicos do Complexo Juiz de Fora, as quais correspondem a 29,22% (2.511 km<sup>2</sup>).

Nas áreas supra, a recarga do lençol freático deverá ser maior em locais onde o manto de intemperismo seja espesso e protegido por vegetação, ou então, em regiões onde a tectônica tenha produzido intenso cisalhamento e fraturamento dessas rochas.

UNIDADE LITOLÓGICA	Km <sup>2</sup>	(%)	LITOLOGIA	Km <sup>2</sup>	(%)
ALUVIÕES	29	0,34	Areias, cascalhos e argilas inconsolidados	29	0,34
INTRUSIVAS ALCALIAS	23	0,27	Sienitos nordimarkitos e monzonitos	0	0,00
			Brechas intrusivas	1	0,01
			Intrusivas alcalinas diversas	22	0,26
S.I. TRÊS CÓRREGOS	20	0,23	Granitos sin e tarditectônicos	20	0,23
XISTO SANTANA DO DESERTO	21	0,24	Silimanita-moscovita-quartzo xistos	21	0,24
GRUPO ITALVA	63	0,73	Gnaisses bem bandeados	63	0,73
GRUPO ANDRELÂNDIA	792	9,22	Lentes de quartzito	618	7,19
			Silimanita-granada-plagioclásio gnaisses migma	18	0,21
			Cianita-granada micaxistos e moscovita-qtzo xistos	156	1,82
COMPLEXO PARAÍBA DO SUL	3.022	35,17	Gnaisses granatíferos e kinzigitos	119	1,39
			Gnaisses e migmatitos	2.640	30,73
			Gnaisses granitóides	227	2,64
			Rochas metabásicas	20	0,23
GNÁISSE PIEDADE	2.073	24,13	Lentes de quartzitos	16	0,19
			Faixas anfibolíticas e corpos metabásicos	45	0,52
			Gnaisses migmatizados e granulizados	430	5,00
COMPLEXO JUIZ DE FOR A	2.549	29,67	Gnaisses bandeados de composição tonalítica	1.598	18,60
			Rochas migmáticas com paleossomas básicos	2.511	29,22
			Kinzigitos	38	0,44

Tab. 02 - Unidades litológicas, das mais recentes para as mais antigas.

Foi produzido, também, um cartograma de acordo com as idades geológicas das litologias identificadas. No geral, se observa que mais de 99% delas são de rochas do Pré-Cambriano, a maioria datadas do Arqueano (88,97%) (Fig. 04/ Tab. 03).

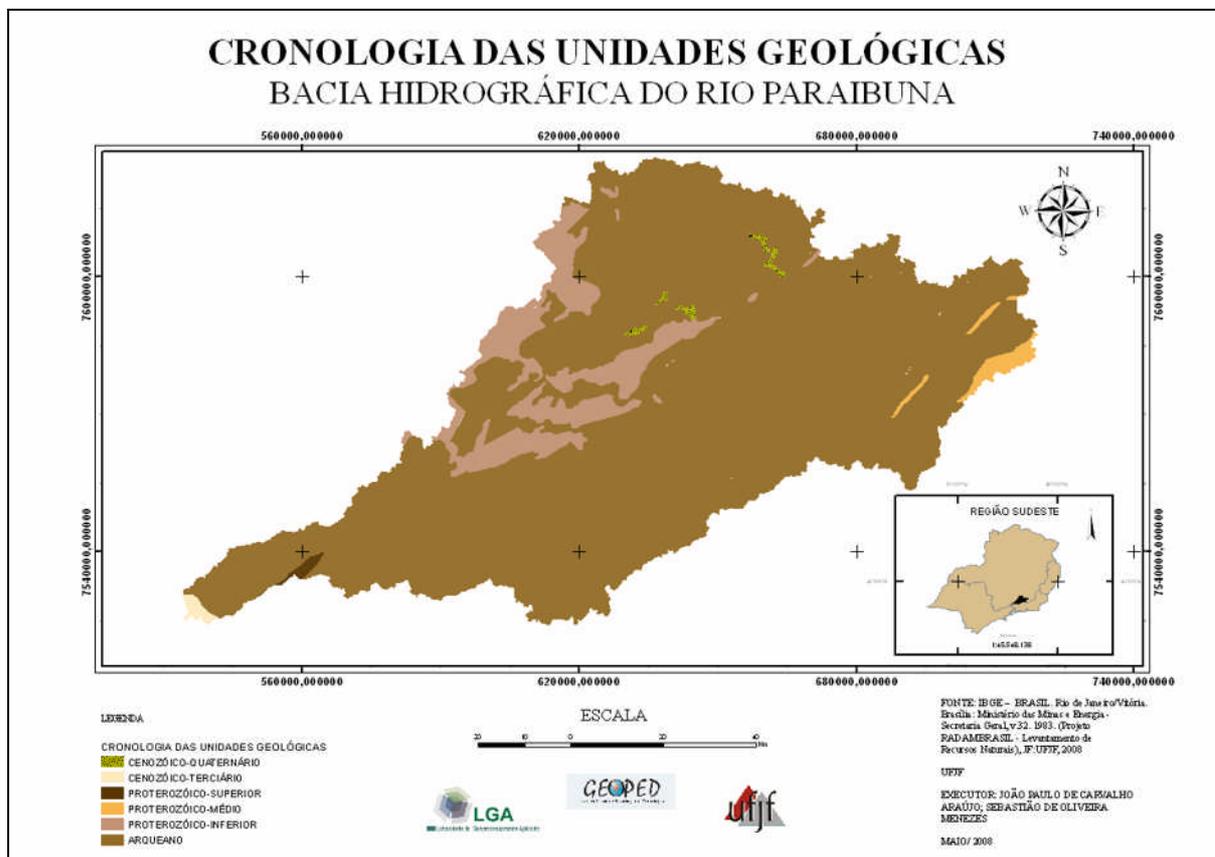


Fig. 04 – Cartograma cronológico das unidades geológicas da Bacia do Rio Paraibuna

ERA	PERÍODO	km <sup>2</sup>	%
CENOZÓICA	QUATERNÁRIO	29	0,34
	TERCIÁRIO	23	0,27
PROTEROZÓICA	SUPERIOR	20	0,23
	MÉDIO	84	0,98
	INFERIOR	792	9,22
ARQUEANA	INDIVISO	7.644	88,97

Tab. 03 - Distribuição cronológica

As principais unidades geológicas representadas na bacia serão a seguir sucintamente caracterizadas:

O Complexo Juiz de Fora se estende na direção NE-SE, alongando-se na direção NE e estreitando-se para SE, sendo este limitado pelas rochas do Complexo Paraíba do Sul.

Litologicamente constitui-se de rochas migmatíticas com paleossomas básicos que incluem as rochas da “suíte charnockítica”, predominantemente enderbíticas, com faixas

kinzigíticas intercaladas, de idade fundamentalmente arqueana. São rochas de origem magmática, tendo sido granitizadas e tectonizadas posteriormente em ambiente de alta temperatura, como atestaria a presença de ortoclásio nas rochas da Zona da Mata.

O Complexo Paraíba do Sul apresenta-se com a mesma orientação das rochas do Complexo Juiz de Fora, sendo interrompido por este. Compõe-se de gnaisses e migmatitos; gnaisses granatíferos e kinzigitos; gnaisses granitódes; rochas metabásicas e lentes de quartzitos.

Além de constituir uma unidade litoestratigráfica, este complexo representa também uma unidade tectônica, já que a grande parte das rochas que o compõem nada mais são que litologias de unidades adjacentes, dispostas lado a lado por esforços tectônicos.

O Gnaiss Piedade ocupa a parte N e NO da área da bacia apresentando-se extremamente homogêneo em escala de afloramento em toda a sua área de ocorrência. Caracteriza-se por possuir um bandamento centimétrico, muito contínuo, com alternância de bandas claras quartzo-feldspáticas, de composição variável entre granodiorítica a tonalítica e escuras, ricas em biotita ou hornblenda e por exibir foliação de plano axial subhorizontal. Sua textura à lupa é granoblástica fina, podendo-se por vezes apresentar-se algo porfiroblástica. As seguintes litologias foram individualizadas: gnaisses bandeados com composição tonalítica; gnaisses migmatizados e granulitizados; faixas anfíbolíticas e corpos metabásicos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Espera-se que um conhecimento geológico consolidado, construído por meio de uma pesquisa bibliográfica que retrate a evolução do conhecimento ao longo dos anos, permita vislumbrar com mais clareza a atual situação da geologia na bacia do Rio Paraíba e, através de uma pesquisa descritiva, espera-se, também, que este conhecimento subsidie a organização de um cartograma geológico abrangendo a região da bacia do Rio Paraíba ou, no caso da não possibilidade de se proceder a esta etapa, apontar as lacunas que correspondem às áreas não mapeadas na escala de 1:100.000. Campanhas de campo estão entre as atividades previstas no reconhecimento das unidades mapeadas.

## BIBLIOGRAFIA

BRASIL. (1983) **Rio de Janeiro/Vitória**. Brasília: Ministério das Minas e Energia - Secretaria Geral, v.32. (Projeto RADAMBRASIL - Levantamento de Recursos Naturais)

Bizerril C.R.S.F., Araújo L.M.N.A., Tosin P.C. (2000) **Contribuição ao Conhecimento da Bacia do Rio Paraíba do Sul - coletânea de estudos** (organizadores), Brasília-DF Ag. Nacional Energia Elétrica., ANEEL.

CEEIVAP - Comitê Executivo de Estudos Integrados da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul - (1982) **Macrozoneamento da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul PG CEEIVAP 003/80** – A. Proposta de Institucionalização. Vol. 1.

FEAM – Fundação Estadual do Meio Ambiente. (2000) **Qualidade das Águas Superficiais do Estado de Minas Gerais – Projeto Águas de Minas**. Monitoramento das Águas Superficiais de Minas Gerais. Belo Horizonte – FEAM / IGAM.(Inclui 1 mapa temático).

HEILBRON, M. et al. (2003) Síntese geológica regional do bloco oriental (Zona da Mata) **In: Projeto Sul de Minas**. Etapa I, Capítulo 2. UFMG/CODEMIG. Edição Especial. CDROM – Belo Horizonte.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2000) Anuário Estatístico do Brasil. v. 60

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2000) Sinopse preliminar do censo demográfico – Rio de Janeiro, IBGE, v.7.

IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas. Disponível em <http://www.igam.mg.br>. GOVERNOS ESTADUAIS DE MINAS GERAIS, RIO DE JANEIRO E SÃO PAULO. 1987. Proposta de Programa Interestadual para recuperação e manutenção da Qualidade Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul – Dezembro / 87.

Nimer E. (1979) Climatologia do Brasil. Rio de Janeiro, IBGE, 422 p. (Série Recursos Naturais e Meio Ambiente, 4).

Pinto C.P. & Martins-Neto M.A (2001). **Bacia do São Francisco, Geologia e Recursos Naturais**. Belo Horizonte, Sociedade Brasileira de Geologia, Núcleo Minas Gerais. 349p.

Rocha, C.H.B. (2002) **Geoprocessamento – tecnologia transdisciplinar**. Juiz de Fora: Ed. do Autor. 220p.