

ASPECTOS GEOGRÁFICOS E ARCABOUÇO GEOLÓGICO DO AQUÍFERO SERRA GERAL, NO ESTADO DO PARANÁ

Geographical aspects and geological outline of Serra Geral's aquifer, in Paraná's state

Diego da Luz Rocha¹

Resumo

A presente pesquisa tem como objetivo geral, analisar a Geografia e a Geologia do Grupo São Bento, onde se insere os aquíferos Serra Geral e Guarani, através da avaliação de cartografia geológica, entre outras, na região centro norte do Estado do Paraná. Esta avaliação é imprescindível para o melhor conhecimento onde se aloja o Aquífero Serra Geral, bem como sua inserção da aptidão natural da região no que diz respeito aos diferentes tipos de exploração propostos, como agropecuários, expansão de áreas urbanas, localização de rodovias e ferrovias, construção de barragens, entre outros tipos de exploração. Também é imprescindível a tentativa de delimitar via imagens de satélites, as futuras avaliações de impactos causados ao meio ambiente. Um dos objetivos principais desse projeto é a ampliação do conhecimento acerca dos aspectos geográficos e geológicos do Aquífero Serra Geral e sua importância está no fato de constituir um banco de dados relativos à área em questão que, possibilitará a realização de outros estudos.

Palavra-chave: Aquífero Serra Geral; Aspectos Geográficos; Aspectos Geológicos.

Abstract

The presente research aims to, in general, analyse the Geographical and Geological aspects in Grupo São Bento, where it belongs to the Serra Geral and Guarani's aquifer, through the geological cartography evaluation, and others, in the central-north region of Paraná's state. This evaluation is indispensable to the best knowledge of the place that the Serra Geral's aquifer is located, as well its insertion in the natural frame of the region that correspond to the different types of exploration proposed, such as agropecuary, urban area expansion, location of roads and railways, construction of dams, and other types of explorations. Also, is indispensable the attempt to delimit via satellite images, the future evaluations of impacts caused to the environment. One of the main goals of this project is the ampliation of the knowledge about the geographical and geological aspects of Serra Geral's aquifer and its importance lays in the fact of constitute a data base related to the area of study, possibilitating the realization of other studies.

Keywords: Serra Geral's Aquifer; Geographical Aspects; Geological Aspects.

¹ Licenciado em Geografia. Bacharelado em Geografia pela Universidade Estadual de Londrina.
diego_ajuda@hotmail.com

INTRODUÇÃO

A presente pesquisa tem como objetivo geral, analisar a Geografia e a Geologia do Grupo São Bento, onde se insere o aquífero Serra Geral, através da avaliação cartográfica, entre outras, na região centro norte do Estado do Paraná. Esta avaliação é imprescindível para o melhor conhecimento onde se aloja o Aquífero Serra Geral, bem como sua inserção da aptidão natural da região no que diz respeito aos diferentes tipos de exploração propostos, como agropecuários, expansão de áreas urbanas, localização de rodovias e ferrovias, construção de barragens, entre outros tipos de exploração.

A área de estudo encontra-se na região centro norte do Estado do Paraná à sudeste da Bacia Sedimentar do Paraná (SCHOBENHAUS et al., 1984) na qual afloram as rochas do grupo São Bento abrangendo todo o Terceiro Planalto Paranaense, que desenvolve-se como um conjunto de relevos planálticos, com inclinação geral para oeste-noroeste e subdivididos pelos principais afluentes do rio Paraná, atingindo altitudes médias de cimeira de 1100 a 1250m, na Serra da Esperança, declinando para altitudes entre 220 e 300 metros na calha do rio Paraná, apresentando solos profundos, desenvolvidos a expensas de rochas vulcânicas básicas e com alta fertilidade constituindo, conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (MINEROPAR, 2005).

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização do presente trabalho houve a participação de vários fatores que proporcionou os resultados aqui apresentados, sendo eles: levantamento bibliográfico, uso do Software Global Mapper para a construção da base cartografia do mapa. Utiliza-se esse software no processamento de imagens (PDI), SIG (Sistema de Informações Geográficas) e utilitário de conversão e manuseio de dados. Outro Software que foi utilizado para a arte da finalização do mapa foi o Adobe Illustrator versão 10.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

GEOLOGIA REGIONAL

A Bacia do Paraná é uma ampla região sedimentar do continente sul-americano que inclui porções territoriais do Brasil meridional, Paraguai oriental, nordeste da Argentina e norte do Uruguai, totalizando uma área aproximadamente de 1,5 milhão de km².

Milani (1997) observou no registro estratigráfico da Bacia do Paraná seis unidades de ampla escala ou Supersequências (VAIL et al. 1997), na forma de pacotes

rochosos materializado cada um deles intervalos temporais com algumas dezenas de milhões de anos de duração e envelopados por superfícies de discordância de caráter interregional: Rio Ivaí (Ordoviciano-Siluriano), Paraná (Devoniano), Gondwana I (Carbonífero-Eotriássico), Gondwana II (Meso a Neotriássico), Gondwana III (Neojurássico-Eocretáceo) e Bauru (Neocretáceo).

Dentre as seis superseqüências, destacar-se-á a Gondwana III, denominada “Seqüência Jurássica-Eocretácica” na concepção de Milani *et al.* (1994), onde compreende o intervalo do registro estratigráfico da Bacia do Paraná em que se posicionam os sedimentos eólicos da Formação Botucatu e os magmatitos da Formação Serra Geral. Essa seqüência, se acrescida do pacote sedimentar suprabasáltico, encontrará correspondência no Grupo São Bento, Schneider *et al.* (1974). A superseqüência é distribuída amplamente pela Bacia do Paraná e seus sedimentos continentais são representados por fácies eólica.

Dentro da Bacia do Paraná há três grandes unidades litológicas (Grupo Passa Dois, Grupo São Bento e Grupo Bauru), que são corpos de tipos distintos de rochas, onde este local é um produto de um ambiente deposicional, sendo que essas unidades litológicas fundamentais são chamadas de formações. Destacar-se-á o Grupo São Bento onde está inserido a Formação Serra Geral.

O Grupo São Bento constituiu-se de um ambiente de deposição desértica na qual encontra-se as Formações Pirambóia, Botucatu e derrames basálticos da Formação e Serra Geral.

A seguir, descrever-se-á essas três formações que constitui o Grupo São Bento, colocando em evidência como área de estudo da geologia local, sendo ela a Formação Serra Geral.

A Formação Pirambóia, de idade triássico-jurássico, é constituída predominantemente por arenitos, arenitos conglomeráticos, por vezes silicificados, correspondendo conforme sua estrutura litológica, uma deposição em ambiente continental, majoritariamente fluvial em canais meandantes e planícies de inundação (PETRI; FÚLFARO, 1983).

A Formação Botucatu de idade jurássica documenta um ciclo endorréico estabelecido na Bacia do Paraná na transição do jurássico para o cretáceo. Seu arenito mostra-se normalmente estrutura de dunas no qual predomina arenitos finos, essencialmente quartzoso com cores primárias laranja ou rósea atingindo cerca de 100m de espessura (MENDES; PETRI, 1971), aflorando nos Estados de São Paulo e Paraná especificamente na Região de Tamarana, Mauá da Serra e São Jerônimo da Serra. Apresenta estratificação

cruzada, planar e acanalada de grande porte. A Formação Botucatu apresenta ocorrência generalizada em toda a Bacia Sedimentar do Paraná. A passagem da Formação Pirambóia para os arenitos eólicos Botucatu é considerada por muitos autores concordante (e.g., PETRI & FÚLFARO, 1983), outros admitem também que o contato Pirambóia e arenitos eólicos Botucatu sejam gradativos.

As características litológicas e sedimentares indicam deposição eólica em ambiente desértico, com desenvolvimento de rios meandantes e pequenas lagoas, sob condições climáticas oxidantes (PETRI & FÚLFARO, 1983). Inserido nesse contexto, encontra-se o Aquífero Guarani. Os arenitos desta formação foram recobertos pelo derramamento de lavas decorrente do rompimento do continente Gondwana, resultando na grande cobertura basáltica, correspondendo a Formação Serra Geral no Estado do Paraná.

GEOLOGIA LOCAL

Dentro do grupo São Bento, foram citados acima apenas duas Formações e apresentado suas características geológica, neste subitem apresentar-se-á a Formação Serra Geral e uma descrição do Aquífero Serra Geral.

Sobrepondo-se discordante e interdigitadamente ao pacote da Formação Botucatu e Pirambóia localmente, encontra-se a Formação Serra Geral de idade jurássico-cretácea que corresponde à área dos intensos derramamentos basálticos na Bacia do Paraná. Esta unidade é representada por uma seqüência de rochas vulcânicas constituída predominantemente por derrames de basalto de natureza toleítica, e subordinadamente por riolitos, dacitos e riodacitos (MELFI et al, 1988). Estes últimos, associados às ocorrências de basaltos pórfiros, constituem uma subunidade designada de membro Nova Prata (MINEROPAR, 1989). A figura 1 está representando onde se localiza a Formação Serra Geral no Estado do Paraná.

Figura 1 - Formação Serra Geral no estado do Paraná

Fonte: Adaptado e modificado do Mapa Geológico do Brasil - CPRM. Org.: Diego da Luz Rocha, 2013

Geoquimicamente ocorre uma diferenciação das rochas basálticas toleíticas e basálticos andesitos ao longo da bacia em termos de conteúdo de TiO_2 (BELLIENI et al. 1984) e de elementos, especialmente Y e Yb.

As rochas vulcânicas recobrem uma área aproximadamente de 1.200.000 km², apresentando pacotes com espessuras que variam desde 350m até 1500m e o volume de lavas estimado é de 780.000 km³ (Almeida et al, 1981). Os arenitos apresentam-se intercalados entre os sucessivos derrames e estão relacionados às Formações Botucatu e Pirambóia (PETRI; FÚLFARO, 1983). Também encontra-se a ocorrência de corpos intrusivos, como diques de composição basáltica e riodacítica (PINESE, 1989 ; PICCIRILLO et al, 1990) predominantemente N45°W, os quais encontram-se alojados tanto nos basaltos como nos sed

imentos da Bacia do Paraná. Uma das características do derramamento basáltico e as marcantes das efusivas basálticas é o seu modo de ocorrência, constituindo empilhamentos sucessivos de lavas em regra unidades tabulares individualmente bem definidas. A circulação e acúmulo de água subterrânea nesta unidade são determinados pelas zonas de fraturamento e falhamentos, bem como pelas discontinuidades entre os derrames

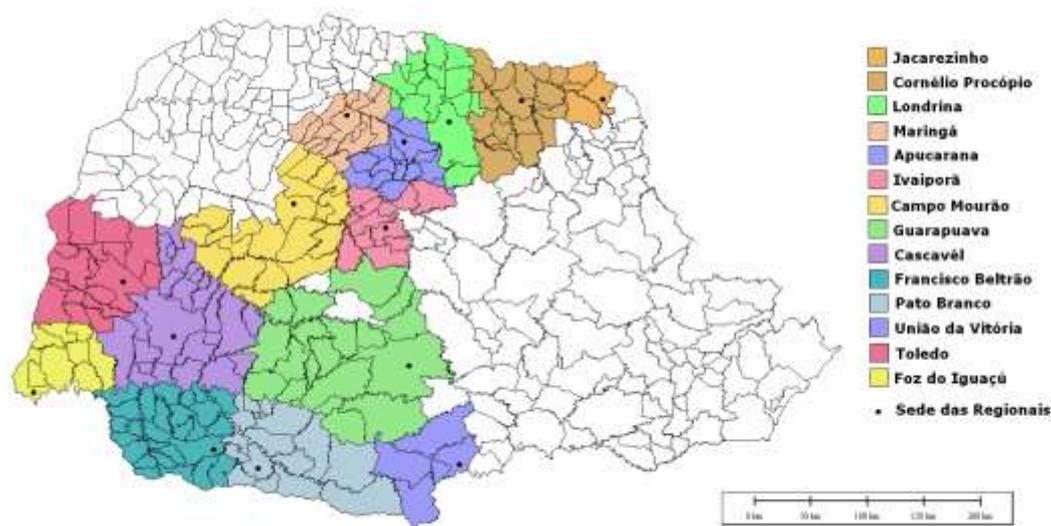
– zona vesículo-amigdaloidal, em meio a esses fraturamento e descontinuidades ocorrem o aquífero Serra Geral.

Dentro da Formação Serra Geral descrito acima, nota-se que é constituído por fraturas e falhas onde propicia o acúmulo de águas subterrâneas nesta unidade, designada como Aquífero Serra Geral.

Antes de começar a descrever sobre aquífero, vale ressaltar seu significado. Aquífero é uma unidade de rocha que suprirá água a um poço ou fonte em quantidades úteis (Heath, 1983, p. 06). O Aquífero Serra Geral é formado por rochas bastante impermeáveis que foram originadas por grandes derrames basálticos da Formação Serra Geral e intrusões diabásicas, dessa maneira, a produção de águas subterrâneas ocorre apenas ao longo de falhas, fraturas e diques de dolerito das rochas e estas intercalam com rochas mais permeáveis. Esse conjunto de fatores ajuda a aumentar a capacidade de armazenamento de água. A principal forma de recarga do Aquífero Serra Geral ocorre por pluviometria, principalmente nas áreas com desenvolvido manto de alteração, topografia pouco acidentada e considerável cobertura de mata nativa.

Em locais onde há condições potenciométricas e estruturais favoráveis, pode ocorrer recarga ascendente a partir do Sistema Aquífero Serra Geral. Outro fator crucial para melhor entendimento do Aquífero Serra Geral é a tipologia das águas deste Aquífero que é bicarbonatada cálcica, decorrente da ação intempérica dos basaltos típicos. Para obter uma quantidade boa de água, é preciso interceptar as fraturas capazes de conduzir água. Neste aquífero fissurado ou fraturados a água somente poder poderá fluir onde houver fraturas, e que, quase sempre, tendem a ter orientações preferenciais, e justamente por isso, são meio caracterizados como anisotrópicos. Na figura 2, observar-se a área onde localiza-se o Aquífero Serra Geral no Estado do Paraná.

Figura 3 - Mapa representando as sedes regionais localizadas sob o Aquífero Serra Geral



Fonte: Adaptado e modificado de <http://www.saude.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=1546>.

Jacarezinho está localizada na porção norte do estado do Paraná, tendo como atividades econômicas um fator importante para a obtenção de renda, sendo elas: aquicultura, horticultura, floricultura, lavouras permanentes e temporárias, pecuária, indústria extrativa, silvicultura, agricultura, construção civil, transporte e comunicações, comércio varejista e atacadista, indústria metalúrgica, indústria mecânica, indústria química, indústria de produtos alimentícios, indústria de madeira e do mobiliário, serviços médicos, administração pública direta e indireta, instituições de créditos e serviços de alojamentos outras atividades que gera uma renda ao município, tendo uma população economicamente ativa aproximadamente de 18.618 pessoas (IPARDES, 2010).

Em Cornélio Procópio tem uma população de 48.544 e suas atividades econômicas são semelhantes à de Jacarezinho, com diferencial nos números de pessoas economicamente ativas e na indústria de vestiário. Em Londrina com uma população de 510.707 pessoas, há uma concentração maior das atividades econômicas, ocasionadas pelo número elevado de indústria no município, essas mesmas características são notadas nas regionais de Maringá com população de 335.511, Apucarana com 121.290 pessoas e Cornélio Procópio. Essas cinco sedes regionais configuram as características geográficas da porção norte do Paraná, onde estão localizadas na Formação Serra Geral.

Na porção centro-oeste do estado do Paraná onde estão localizado as sedes

regionais de Ivaiporã com uma população estimada de 32.157 e Campo Mourão com 85.896 pessoas, constituem suas bases de atividades econômicas os seguintes serviços: construção civil, comércio varejista e atacadista, instituições de créditos, transporte e comunicações, serviços de alojamento, serviços médicos, ensino, administrações pública direta e indireta, agricultura, silvicultura, criações de animais, extração vegetal e pesca (IBGE, 2000). Em Campo Mourão insere-se nesta lista as atividades que não consta em Ivaiporã, sendo elas: indústria têxtil, indústria de calçados, indústria de produtos alimentícios e serviço industrial de utilidade pública.

Na área central do estado do Paraná, estão localizada as sedes regionais de Guarapuava com uma estimativa populacional de 172.728, Cascavel com 296.254, Toledo com 116.774 e Foz do Iguaçu com 325.137. As atividades econômicas são semelhantes em relação à porção centro-oeste do Paraná, sendo que, apenas Foz do Iguaçu apresenta a instalação de indústrias químicas.

Nas sedes regionais de União da Vitória com estimativa populacional de 53.466, Pato Branco com 70.160 e Francisco Beltrão 76.311 que estão localizadas na porção sul do estado do Paraná, observam-se atividades econômicas semelhantes em duas dessas sede regionais (União da Vitória e Francisco Beltrão), sendo elas: indústria de vestiário, indústria de produtos alimentícios, serviços industriais de utilidade pública, construção civil, comercio varejista e atacadista, instituições de créditos, administradoras de imóveis, transporte e comunicações, serviços de alojamentos, serviços médicos, ensino, administração pública direta e indireta, agricultura, silvicultura, criação de animais, extração vegetal e pesca. Já a sede regional de Pato Branco se difere por haver indústrias calçadistas, tendo semelhanças com as outras atividades econômicas citadas nas duas regionais que acabamos de nos referir acima.

No quadro 1 observar-se-á alguns dados socioeconômico de cada sede regional que permitiram compreender os aspectos geográficos das regionais com suas respectivas sedes.

Quadro 1 - Dados socioeconômicos das sedes regionais localizadas sobre o Aquífero Serra Geral

Sede das Regionais	População - 2009	População economicamente ativa - 2000 (PEA)	Densidade demográfica 2009 (hab/km ²)	Grau de Urbanização - 2000 (%)	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal - IDH-M
Jacarezinho	40.582	18.618	67,29	84,58	0,782
Cornélio Procopio	48.544	24.102	76,09	91,08	0,791
Londrina	510.707	231.145	308,29	96,94	0,824
Apucarana	121.290	55.153	218,39	92,97	0,799
Maringá	335.511	151.652	689,74	98,38	0,841
Ivaiporã	32.157	14.350	73,98	80,23	0,764
Campo Mourão	85.896	38.566	112,48	92,89	0,774
Guarapuava	172.728	71.307	54,36	91,32	0,773
Cascavél	296.254	122.737	141,65	93,20	0,810
Toledo	116.774	49.323	97,42	87,49	0,827
Foz do Iguaçu	325.137	128.150	532,83	99,22	0,788
Francisco Beltrão	76.311	34.326	104,29	81,68	0,791
Pato Branco	70.160	30.640	130,16	91,28	0,849
União da Vitória	53.466	21.918	74,93	93,96	0,793

Fonte: IPARDES, 2010

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Portanto, evidenciamos os aspectos geológicos da Formação Serra geral onde se localiza o Aquífero Serra Geral no estado do Paraná, procurando trabalhar os aspectos

geográficos das regiões que a sob a Formação Serra Geral, identificando as atividades socioeconômicas que ocorre sobre a área do Aquífero.

Em cada região, destacam-se suas funcionalidades que configuram os aspectos geográficos de cada localidade e um desses aspectos seria a densidade demográfica. Na região Norte do estado do Paraná há uma grande concentração populacional devido a intensidade da industrialização que ocorreu a partir da década de 70. Na região centro-oeste do Paraná a forte presença da modernização da base técnica de produção e expansão agropecuária. Essa mudança tecnológica propiciou a ocupação de novas áreas e reestruturação das tradicionais, ocasionando uma forte migração rural para os grandes centros urbanos (PIFFER, 1999). Na região central e Sul do estado do Paraná, nota-se uma população que tem grande influencia do setor agroindustrial (insumos) e agropecuário que corresponde na produção de milho, trigo e soja.

Observa-se assim, um número grande da população do campo vindo a se ocupar de atividades industriais nas cidades devido a vários fatores, um deles, a mecanização do campo, que propiciou para cada região suas funcionalidades e seus aspectos geográficos que atuam na economia de cada município.

Neste contexto, o uso do solo, devido a fortes atividades agroindustriais, acarretou uma maior utilização das águas do Aquífero Serra Geral nas últimas décadas, onde o uso dessas águas tem muita importância no que se refere às irrigações de lavouras, ao uso industrial, ao lazer, abastecimento público e entre outras funcionalidades que a água proveniente do Aquífero Serra Geral atende as necessidades das populações dessas regiões que se localizam na Formação Serra Geral no estado do Paraná.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA F. F. M. de; HASUI Y.; PONÇANO W. L.; DANTAS A. S. L.; CARNEIRO C. D. R.; MELO M. S. de; BISTRICHI C. A. **Mapa geológico do Estado de São Paulo**. São Paulo, Pró Minério, 1981 v. 1.

BELLIENI, G.; COMIN-CHIARAMONTI, P., MARQUES, L, S.; MELFI, A. J.; PICCIRILLO, A. J. R. ROISEMBERG, A. **High-and-low-TiO₂ flood basalts from the Paraná Plateau (Brasil)**: petrology and geochemical aspects bearing on their mantle origin. *Neues Jahrbuch fur Mineralogie*, Stuttgart, v. 150, n. 3, p. 273-306, 1984.

HEATH, R. C. **Hidrologia Básica de Águas Subterrâneas**. Rio Grande do Sul: UFRGS, 1983.

- IPARDES. Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Caderno Estatístico dos Municípios**. 2010. Disponível em: <<http://www.ipardes.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=5>>. Acessado em: 12 maio 2010.
- MELFI, A. J.; PICCIRILLO, E. M.; NARDY, A. J. R. Geological and magmatic aspects of the Paraná Basin - an introduction. In: PICCIRILLO, E. M.; MELFI, A. J. (Eds). **The Mesozoic flood volcanism of the Paraná Basin: Petrogenetic and geophysical aspects**. São Paulo, IAG-USP, 1988, p.1-13.
- MENDES, J. C.; SETEMBRIANO, P. **Geologia do Brasil**. Rio de Janeiro: Instituto Nacional do Livro, 1971.
- MILANI, E. J. **Evolução tectono-estratigráfica da Bacia do Paraná e seu relacionamento com a geodinâmica fanerozóica do Gondwana sul - ocidental**. 1997. 2 v. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.
- MILANI, E. J. ; FRANÇA, A. B. ; SCHNEIDER, R. L. Bacia do Paraná. **Boletim de Geociência da PETROBRÁS**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, p. 69-82, jan./mar. 1994.
- MINEROPAR. Minerais do Paraná S.A. **Geoquímica de solo – Horizonte B: Relatório final de projeto**. Curitiba: Mineropar, 2005 v. 1.
- MINERAIS DO PARANÁ S/A (MINEROPAR). **Mapa Geológico do Estado do Paraná**. Escala 1:650.000. SEIC do Paraná. Curitiba. 1989.
- PETRI S.; FÚLFARO V. J. **Geologia do Brasil**. São Paulo, Ed. da USP, 1983.
- PICCIRILLO, E. M.; BELLINI, G.; CAVAZZINI, G.; COMIN CHIARAMONTI, P.; PETRINI, R.; MELFI, A. J.; PINESE, J. P. P.; ZANTEDESCHI; DE MIN, A. **Lower Cretaceous tholeiitic Dyke Swarms from Ponta Grossa Arch (SE-Brazil): Petrology, Sr-Nd isotopes and genetic relationships with the Paraná flood volcanics**. Chemical Geology, 1990.
- PIFFER, M. Apontamentos sobre a base econômica da região Oeste do Paraná. In: CASSIMIRO FILHO, F. & SHIKIDA, P. F. A. (Orgs.) **Agronegócio e Desenvolvimento regional**. p. 57-84. EDUNIOESTE: Cascavel, 1999.
- PINESE, J. P. P. **Caracterização petrológica e geoquímica dos diques do arco de Ponta Grossa**. São Paulo: Usp, 1989. p. 196.
- SCHNEIDER, R. L.; MÜHLMANN, H.; TOMMASI, E.; MEDEIROS, R. A.; DAEMON, R. F.; NOGUEIRA, A. A. Revisão estratigráfica da Bacia do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28. , 1974, Porto Alegre. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 1974. v. 1, p. 41-65.
- SCHOBENHAUS C.; CAMPOS D. A.; DERSE G. R.; ASMUS H. E. **Geologia do Brasil**. Brasília, DNPM, 1984.
- SUDERHSA. Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. Disponível em:

<<http://www.suderhsa.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=59>>.
Acessado em: 19 maio 2010.

SUDERHSA. Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. **Mapa das Unidades Aqüíferas do Paraná**. 1998.

VAIL, P. R.; THOMPSON, S. Seismic stratigraphy and global changes of sea level, part 3: relative changes of sea level from coastal onlap. In: PAYTON, C. E. (Ed.). **Seismic stratigraphy: applications to hydrocarbon exploration**. Tulsa: American Association of Petroleum Geologists, 1997. p. 63-81.