

SÍNTESE DA HIDROGEOLOGIA DA BACIA DOS PARECIS

Pereira, L.A. C¹., Cajazeiras, C.C.A¹., Paula, T.L.F¹., Freitas, M.A¹., Melo Junior, H.R., Souza, R.R., Diniz, J.A.O¹., Mourão, M.A¹., Monteiro, A.B., Rodrigues, D., Aguiar, C.J.B., Galvão, M.J.T.G., Bomfim, L.F.C².

¹CPRM - Serviço Geológico do Brasil; ²Autônomo

RESUMO

O presente trabalho pretende mostrar uma síntese do sistema aquífero Parecis que ocorre nos estados de Rondônia e Mato Grosso.

O sistema aquífero Parecis é o mais importante da região mencionada onde ocorrem captações por meio de poços tubulares com vazões máximas próximas de 300 m³/h e capacidades específicas também máximas da ordem de 15 m³/h/m, sendo parte integrante da bacia sedimentar dos Parecis. Apesar de sua importância para a região tem sido pesquisado até o momento de forma muito incipiente.

Os municípios situados sobre a bacia sedimentar dos Parecis são em número de 97 e apresentam vários graus de exploração das águas subterrâneas conforme suas necessidades socioeconômicas.

Com a execução do presente trabalho se pode estimar as reservas das águas subterrâneas e as atividades socioeconômicas, particularmente a agropecuária, na região de Vilhena que têm sido incrementadas fortemente nos últimos anos, constatação esta que traz preocupação quanto à proteção do sistema aquífero Parecis no que diz respeito ao seu uso sustentável.

Palavras-Chave: Hidrogeologia, Proteção Ambiental, Rondônia, Sistema Aquífero Parecis, Uso da Terra, Vilhena.

ABSTRACT

This paper aims to show an overview of the aquifer system Parecis that occurs in the states of Rondônia and Mato Grosso .

The aquifer system Parecis is the most important in the region where mentioned exploitation occur through tube wells with close to 300 m³/h specific capacities also peak around 15 m³/h/m peak flows, being part of the sedimentary basin Parecis. Despite its importance for the region has been researched yet very incipient way.

The municipalities located on the sedimentary basin Parecis are 97 in number and have varying degrees of exploitation of groundwater as their socioeconomic needs.

With the implementation of this work can be estimated reserves of groundwater and socioeconomic activities, particularly agriculture and beef-cattle, in the region of Vilhena who have been improved greatly in recent years, this realization that brings concern to the protection of the aquifer system in Parecis respect to its sustainable use .

Keywords : Hydrogeology , Environmental Protection , Rondônia , Parecis Aquifer System , Land Use, Vilhena.

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho de pesquisa tem forte ligação com a metodologia utilizada para a elaboração do mapa hidrogeológico do Brasil, mais especificamente com as Folhas ao milionésimo que interseccionam com a Bacia sedimentar dos Parecis. Originalmente o trabalho está motivado e é embasado no mapa de domínios e subdomínios hidrogeológicos do Brasil publicado pela CPRM em 2006 e pelo mapa hidrogeológico da Amazônia Legal publicado em 2012. O conceito de Domínio Hidrogeológico como utilizado nesse mapa se relaciona à: entidade resultante do agrupamento de unidades geológicas com afinidades hidrogeológicas, tendo como base principalmente as características litológicas das rochas, CPRM (2008).

Com a conclusão das cartas hidrogeológicas das Folhas ao milionésimo acima referidas sentiu-se a motivação para uma pesquisa de mais detalhe e profundidade acerca da hidrogeologia da Bacia dos Parecis com o intuito de indicar os subsistemas mais produtivos e estimar as reservas das águas subterrâneas e indicar áreas de proteção ambiental a esses recursos hídricos. Este trabalho foi motivado e vem como resultado das discussões realizadas durante aqueles mapeamentos hidrogeológicos.

O objeto de estudo deste trabalho está inserido na bacia sedimentar dos Parecis que se estende de Rondônia até o Mato Grosso. Na região ocorrem as formações Coberturas Sedimentares Indiferenciadas (cenozóica) e Utiariti (cretáceo). Numa maior extensão e se distanciando na direção geral noroeste da área objeto dessa pesquisa ocorrem de forma envolvente a ele, as formações Rio Ávila, Basalto Anarí e Corumbiara (todas do jurássico), Fazenda Casa Branca e Pedra Redonda (carbonífero) e finalmente a Pimenta Bueno (siluriano - devoniano). No Mato Grosso adicionalmente tem-se as formações Ronuro, Salto das Nuvens e Ponta Grossa.

Com realização dos trabalhos de campo foram definidas primeiramente as unidades hidrogeológicas a partir das cartas hidrogeológicas ao milionésimo. A partir daí fez-se avaliação hidrogeológica detalhada, se utilizando dos dados coletados, através de interpretação.

As reservas hídricas foram estimadas conforme métodos tradicionais em renováveis, permanentes e exploráveis. As áreas de atividades socioeconômicas foram identificadas por meio de avaliação do uso da terra usando sensoriamento remoto e trabalho de campo.

O sistema aquífero Parecis é o mais importante dos estados de Rondônia e Mato Grosso com captações por meio de poços tubulares com média de vazões próxima de $20 \text{ m}^3/\text{h}$ e média de capacidades específicas da ordem de três $\text{m}^3/\text{h}/\text{m}$, sendo parte integrante da bacia sedimentar dos Parecis. Na região extremo - sudeste de Rondônia, em Vilhena, ocorre parte da bacia sedimentar dos Parecis, com parâmetros hidrogeológicos bastante interessantes sendo importante reserva de exploração de águas subterrâneas. Na região de Sinop, Lucas do Rio Verde e Nova Mutum foram encontradas as melhores vazões do estado de Mato Grosso, medidas em poços tubulares profundos.

As condições climáticas na região no período chuvoso, precipitação anual entre 2000 e 2300 mm, favorecem a infiltração e acumulação, no período repressivo a descarga se dá pela evapotranspiração, drenagens efluentes e fontes, além das captações por poços, (Pereira *et al.*, 2010).

Na bacia sedimentar dos Parecis o banco de dados SIAGAS (Sistema de Informações de Águas Subterrâneas) da CPRM - Serviço Geológico do Brasil disponibiliza informações de 715 poços nesse sistema aquífero. A exploração é feita, na sua maioria (36,7%), por meio de poços tubulares profundos (profundidades maiores do que 80 m); a variação da profundidade dos poços está entre 8,44 m a 306 m, com média de 68,1 m.

A variação do nível estático calculada a partir de 707 dados mostra valores máximos de 91 m e mínimos de 0,85 m, com uma média de 19 m e uma predominância entre 10 m a 25 m. O nível dinâmico calculado a partir de 695 medidas varia de 5 m a 120 m, com média de 32 m, predominando (59%) os valores entre 15 m a 35 m.

O valor médio de vazão dos poços é de $20,5 \text{ m}^3/\text{h}$, variando de $0,4 \text{ m}^3/\text{h}$ a $264 \text{ m}^3/\text{h}$, com predominância de vazões superiores a $10 \text{ m}^3/\text{h}$ (45%); a vazão específica média é de $3,04 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$, com mínima de $0,004 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$ e máxima de $400 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$. No Sistema Aquífero Parecis (SAP) a exploração das águas subterrâneas é feita por meio de poços profundos, sendo aproveitadas principalmente para uso no sistema público de abastecimento e na agropecuária. A cidade de Vilhena é totalmente suprida por este manancial. Esse sistema aquífero é o mais importante da região, alcançando vazões de até $198 \text{ m}^3/\text{h}$ e poços com profundidades de até 144 m, (Pereira *et al.*, *op. cit.*). A análise dos dados de dez poços em Vilhena e entorno para uma caracterização preliminar desse aquífero, mostrou que os poços têm profundidade máxima de 132 m, com capacidade específica de 4,6 a $15,4 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$, e média de $10 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$, a produção passa de $250 \text{ m}^3/\text{h}$; os valores de transmissividade de dois poços selecionados estão entre $1,9 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ a $2,7 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ e com permeabilidade variando entre $2,7 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ e $3,2 \times 10^{-5} \text{ m/s}$; esses dados indicam o alto potencial do aquífero Parecis, (Campos e Quadros, 2000).

2. UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS

2.1 Aquífero Parecis

As bacias sedimentares podem ser um dos melhores ambientes geológicos para a ocorrência de águas subterrâneas, com a sua potencialidade produtiva dependendo das características dos variados parâmetros hidrogeológicos e climáticos ocorrentes nessas bacias, Pereira *et. al.* (2012). O grupo Parecis contém o principal aquífero de Rondônia, com sedimentos areníticos e conglomeráticos do cretáceo com cerca de 300 m de espessura, apresenta arenitos bimodais com estratificação cruzada de grande porte e de ambiente desértico; as formações Botucatu do jurássico e Fazenda da Casa Branca do permiano estão sob a formação Parecis; esse aquífero pode abranger as formações sotopostas à formação Parecis, (Campos e Quadros (2000)). O sistema aquífero Parecis é o mais importante dos estados de Rondônia e Mato Grosso onde ocorrem captações por meio de poços tubulares com média de vazões próxima de 20 m³/h e média de capacidades específicas da ordem de 3 m³/h/m, sendo parte integrante da bacia sedimentar dos Parecis. Na região extremo - sudeste de Rondônia, em Vilhena, ocorre parte da bacia sedimentar dos Parecis, com parâmetros hidrogeológicos bastante interessantes podendo vir a ser importante reserva de exploração de águas subterrâneas. Secundariamente ocorrem isolados pequenos testemunhos de sedimentos areníticos com espessura bastante reduzida (não ultrapassam 10 a 15 m), isolados sobre o Aquífero Cristalino Indiferenciado, apesar de originalmente pertencerem à bacia não tem sua mesma potencialidade. Na região de Sinop, Lucas do Rio Verde e Nova Mutum foram encontradas as melhores vazões do estado de Mato Grosso, medidas em poços tubulares profundos sobre o grupo Parecis e formação Ronuro.

2.1.1 Características litológicas

Essa bacia está individualizada do topo para base da seguinte forma: coberturas cenozóicas (Coberturas Sedimentares Indiferenciadas), com a ocorrência de depósitos de areia, silte, argila ou cascalho; restos de materiais lateríticos; sedimentos aluvionares, coluvionares e eluvionares indiferenciados, Quadros e Rizzotto (2007). Sedimentos mesozóicos do Grupo Parecis, com as seguintes formações: Utiariti, composta de arenito fino a médio, e pelito laminado a maciço; Rio Ávila, representada por arenito fino, arenitos com seixos de quartzo e conglomerados estratificados com seixos de quartzo arredondados, arenitos com grãos bem selecionados, arredondados e exibindo bimodalidade; Anarí, com basalto, diabásio e gabro subordinado; Corumbiara, onde ocorre conglomerado polimítico estratificado de matriz arenosa média com grânulos, interdigitado e/ou sobreposto por arenito feldspático fino a médio estratificado, Quadros e Rizzotto (*op. cit.*). Finalmente os sedimentos paleozóicos com as seguintes formações: Fazenda Casa Branca, que contém arenito micáceo médio a grosso, conglomerado, argilito e siltito; Pedra Redonda, com

paraconglomerado e arenito de granulometria grossa; Unidade "dropstone" representada por argilito laminado e conglomerado polimítico estratificado; Pimenta Bueno, onde ocorre arenito fino a médio micáceo, arenito conglomerático, conglomerado, arenito arcossiano micáceo, granulometria fina a média e estratificado, folhelho marrom-chocolate laminado e quebradiço, intercalado com arenito fino e siltito laminado, predominância de intercalações rítmicas de folhelho marrom-chocolate com arenito fino, siltito e no topo, intercalações de camadas de folhelho com camadas de calcário dolomítico e siltito carbonático laminado, Quadros e Rizzotto (*op. cit.*).

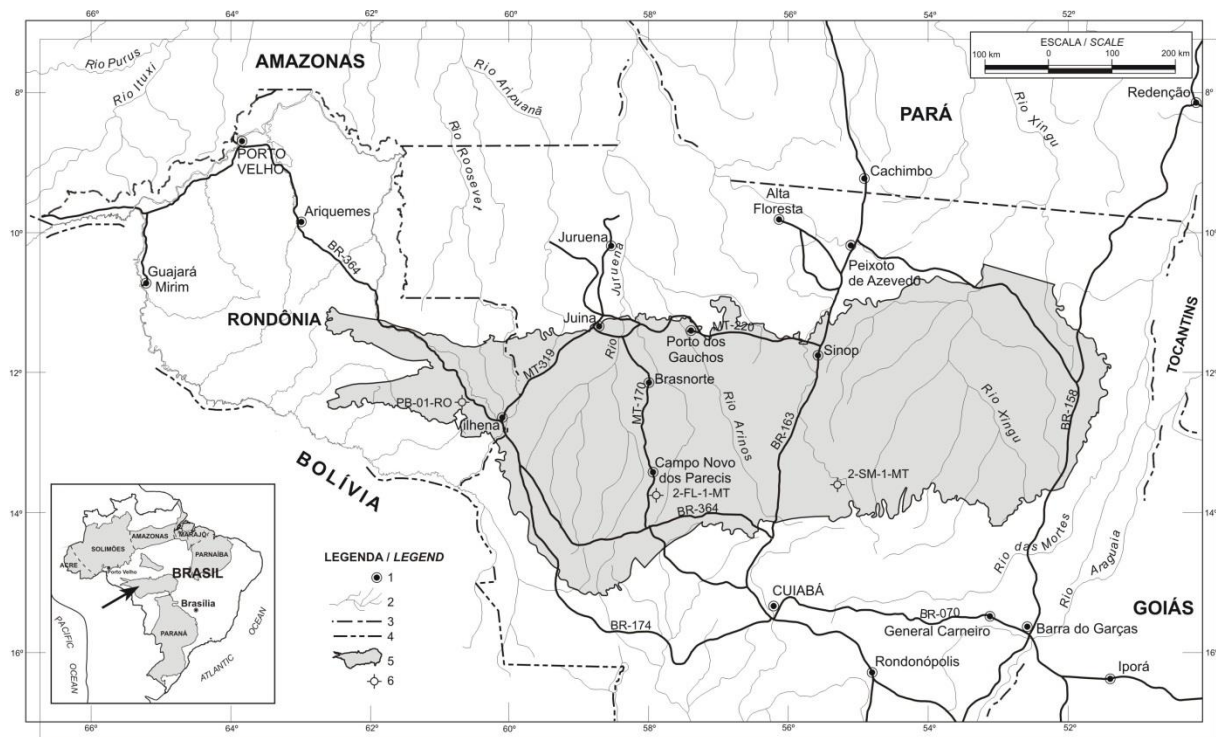


Figura 1 - Localização e extensão da Bacia Sedimentar dos Parecis

2.1.2 Características dimensionais

A bacia dos Parecis constitui-se em uma estrutura alongada na direção oeste - leste com dimensão maior do que 1.250 km e se estendendo por 500 mil km² nos estados de Rondônia e Mato Grosso, Siqueira (1989). A bacia está dividida de oeste para leste em três domínios tectono-sedimentares (sub-bacias): o extremo-oeste é uma depressão tectônica (sub-bacia de Rondônia), a região central é um baixo gravimétrico (sub-bacia do Juruena) e o extremo-leste é uma bacia interior tipo sinéclise (sub-bacia do Alto Xingu); contêm mais de 6.000 m de sedimentos siliciclásticos, desde o Paleozóico até o Cenozóico, Bahia (2007).

O SAP no entorno da sede do município de Vilhena, está representado pelos arenitos das Formações Utiariti e Rio Ávila, tendo como contato superior as Coberturas Sedimentares Indiferenciadas. A Formação Rio Ávila possui uma espessura mínima de 240 m. É composta de arenitos bimodais médios, esbranquiçados a amarelados, com estratificação cruzada; o ambiente deposicional é interpretado como desértico, sob clima árido, com formação de dunas eólicas, Quadros & Rizzotto (*op. cit.*).

A Formação Utiariti ocorre em contato brusco com a Formação Rio Ávila, e é composta por arenitos brancos, cor de rosa, amarelos e cinzas, finos a médios, contendo camadas silicificadas, com espessura entre 120 a 150 m depositados em ambiente fluvial-lacustrino, Quadros & Rizzotto (*op. cit.*).

No estado do Mato Grosso os valores médios de capacidade específica e vazão são superiores aos valores de mediana calculados. As unidades geológicas mais produtivas em termos de capacidade específica foram as Formações Pantanal, Furnas e Utiariti do Sistema Aquífero Granular, com capacidade específica média superior a 0,7m³/h/m e valores de mediana de 0,41 m³/h/m, 0,55m³/h/m e 0,72 m³/h/m, respectivamente. No Sistema Aquífero Fraturado, apenas o Grupo Cuiabá e o Complexo Xingu apresentaram dados suficientes para uma avaliação, mostrando valores de capacidade específica média próximos a 0,35 m³/h/m e valores de mediana de 0,18m³/h/m e 0,13 m³/h/m, respectivamente (MATO GROSSO, 2000).

2.1.3. Recarga

A recarga é predominantemente pluviométrica na área da chapada dos Parecis, que corresponde aos relevos mais planos e elevados, associados a espessos latossolos de textura média a arenosa. No período seco ocorre deficiência hídrica e no restante do ano ocorrem excedentes hídricos significativos, acima de 900 mm/ano, que possibilitam a recarga dos aquíferos, (Morais, 1998).

2.1.4. Circulação e descarga

A forma de circulação da água subterrânea, tem relação direta com porosidade primária ou secundária, sendo componente fundamental na definição de unidades hidro-litológicas, (MATO GROSSO, *op. cit.*) A porosidade granular, depende dos diferentes arranjos, tamanhos, formas e graus de compactação dos grãos dos sedimentos e de fatores diagenéticos originais da deposição, (MATO GROSSO, *op. cit.*) A porosidade secundária tem origem tectônica relacionada a fraturamento das rochas; e à dissolução de alguns tipos de rochas se relaciona a porosidade cárstica, (MATO GROSSO, *op. cit.*) As condições climáticas na região no período chuvoso, precipitação anual entre 2000 e 2300 mm, favorecem a infiltração e acumulação, no período recessivo a descarga se dá pela evapotranspiração, drenagens efluentes e fontes, além das captações por poços, (Pereira *et al.*, 2010).

2.1.5. Características hidrodinâmicas

Na bacia sedimentar dos Parecis o banco de dados SIAGAS (Sistema de Informações de Águas Subterrâneas) da CPRM - Serviço Geológico do Brasil, disponibiliza informações de 715 poços nesse sistema aquífero. A exploração é feita, na sua maioria (36,7%), por meio de poços tubulares profundos (profundidades maiores do que 80 m); a variação da profundidade dos poços está entre 8,44 m a 306 m, com média de 68,1 m.

A variação do nível estático calculada a partir de 101 dados mostra valores máximos de 72 m e mínimos de 2 m, com uma média de 13,8 m e uma predominância entre 21 m a 40 m (49%), Pereira *et al.* (*op. cit.*). O nível dinâmico varia de 5 m a 82 m, com média de 37 m, predominando (59%) os valores entre 21 m a 40 m, (Pereira *et al.*, *op. cit.*).

O valor médio de vazão dos poços é de 20,5 m³/h, variando de 0,4 m³/h a 264 m³/h, com predominância de vazões superiores a 10 m³/h (45%); a vazão específica média é de 3,04 m³/h/m, com mínima de 0,004 m³/h/m e máxima de 400 m³/h/m. No Sistema Aquífero Parecis (SAP) a exploração das águas subterrâneas é feita por meio de poços profundos, sendo aproveitadas principalmente para uso no sistema público de abastecimento e na agropecuária. A cidade de Vilhena é totalmente suprida por este manancial. Esse sistema aquífero é o mais importante da região, alcançando vazões de até 198 m³/h e poços com profundidades de até 144 m, (Pereira *et al.*, *op. cit.*). A análise dos dados de dez poços em Vilhena e entorno para uma caracterização preliminar desse aquífero, mostrou que os poços têm profundidade máxima de 132 m, com capacidade específica de 4,6 a 15,4 m³/h/m, e média de 10 m³/h/m, a produção passa de 250 m³/h; os valores de transmissividade de dois poços selecionados estão entre 1,9 x 10⁻³ m²/s a 2,7 x 10⁻³ m²/s e com permeabilidade variando entre 2,7 x 10⁻⁵ m/s e 3,2 x 10⁻⁵ m/s; esses dados indicam o alto potencial do Aquífero Parecis, (Campos e Quadros, 2000).

2.1.6. Produtividades aquíferas

Esse sistema aquífero é contínuo, com permeabilidade elevada, extensão regional, livre a confinado, tem transmissividade média de $2,38 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ elevada e capacidades específicas muitas vezes consideráveis, que variam de 1 a $20 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$. O aquífero engloba essencialmente os arenitos, siltitos, conglomerados e intercalações de argilitos das unidades geológicas Rio Ávila e Utiariti Na localidade de Vila Guaporé sua espessura alcança cerca de 280 metros. Este aquífero é o mais importante da região, atingindo, na região de Vilhena, vazões de até $270 \text{ m}^3/\text{h}$.

2.1.7. Características químicas das águas subterrâneas

As águas no geral são de boa qualidade química, classificadas como cloretadas sódicas, com condutividade elétrica e resíduo seco extremamente baixos, com valores médios de 15,4 micromhos/cm e 24 mg/l, respectivamente, (Morais, 1998).

O tratamento de dados de 384 resultados de análises físico-químicas e/ou bacteriológicas provenientes do zoneamento sócio-econômico-ecológico de Rondônia, atribuem boa qualidade físico-organoléptica às águas subterrâneas do estado, com maiores alterações no pH, cloreto e nitrato nas bacias dos rios Madeira e Machado; de maneira geral não tem boa potabilidade necessitando de tratamento para consumo humano, (Zuffo et al., 2009). A variação das médias do pH está entre 4,758 e 6,099, STD entre 101 e 250 mg/l e a alcalinidade entre 0 e 180 mg/l de CaCO_3 , (Zuffo, *op. cit.*).

Na cidade de Porto Velho ocorrem altos índices de contaminação bacteriológica, conforme resultados de amostragem em poços amazonas, com águas impróprias para o consumo humano e lazer, (Rodrigues, 2008).

Quanto às reservas das águas subterrâneas no Sistema Aquífero Parecis têm-se os seguintes valores: as reservas permanentes são da ordem de, $R_{pMin} = 2,88 \times 10^{12} \text{ m}^3$ e $R_{pMax} = 1,13 \times 10^{13} \text{ m}^3$. O volume armazenado do SAP totaliza um volume mínimo de $2,88 \times 10^{12} \text{ m}^3$ para o limite definido e um volume máximo de $1,125 \times 10^{13} \text{ m}^3$ para o limite definido+inferido. As reservas renováveis (R_r) são da ordem de: $R_{rMin} = 2,4 \times 10^{10} \text{ m}^3/\text{ano}$ $R_{rMax} = 9 \times 10^{10} \text{ m}^3/\text{ano}$. As reservas renováveis do SAP totalizam $2,4 \times 10^{10} \text{ m}^3/\text{ano}$ para o limite definido e $9 \times 10^{10} \text{ m}^3/\text{ano}$ para o limite definido+inferido. A reserva explotável (R_{exp}) do SAP seria de $2,544 \times 10^{11} \text{ m}^3$ para o limite definido e $1,7775 \times 10^{12} \text{ m}^3$ para o limite definido+inferido.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAHIA, R.B.C. **Evolução tectonossedimentar da bacia dos Parecis - Amazônia**. 2007. 121f. Tese (Doutorado em Ciências Naturais) - Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2007.

CAMPOS, J.C.V.; QUADROS, M.L. do E.S. The Parecis aquifer in the town of Vilhena, Rondônia State, Amazon, Brazil: preliminary evaluation. In: INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS, 31, 2000, Rio de Janeiro. **Abstracts Volume**. Rio de Janeiro: CPRM, 2000. 1 CD-Rom.

CPRM-SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Mapa hidrogeológico do Brasil em sistema de informações geográficas**: procedimentos no tratamento digital de dados. Escala 1:1.000.000. [s.l.], CPRM, 2008.

FEITOSA, F.A.C.; MANOEL FILHO, J.; FEITOSA, E.C.; DEMETRIO, J.G.A. (Coords.). **Hidrogeologia**: conceitos e aplicações. 3. ed. rev. e ampl. Rio de Janeiro; Recife: CPRM; LABHID, 2008. 812p.

GASPAR, M.T.P. **Sistema Aquífero Urucuia**: caracterização regional e propostas de gestão. 2006. 158p. Tese (Doutorado em Processamento de Dados em Geologia e Análise Ambiental) – Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

MORAIS, P.R.C. **Mapa hidrogeológico do Estado de Rondônia**: texto explicativo. Escala 1:1.000.000. Porto Velho: CPRM, 1998. 32p. (Programa Recursos Hídricos)

PEREIRA, L. A. da C. ; CAJAZEIRAS, C. C. de A. . caracterização dos principais aquíferos da região sudoeste da Amazônia ocidental. In: xvii congresso brasileiro de águas subterrâneas, 2012, bonito - MS. anais do xvii congresso brasileiro de águas subterrâneas.

PEREIRA, L.A. da C. **Mapa hidrogeológico do Brasil**. Folha Guaporé (SD. 20). Escala 1:1.000.000. Porto Velho: CPRM, 2010. mapa color. (Projeto Mapa Hidrogeológico do Brasil em Ambiente SIG)

PEREIRA, L.A. da C.; CAJAZEIRAS, C.C. de A.; OLIVEIRA, E.M.; CAVALCANTE, A.S.A.; SOUZA, R. do S.S. de; BAHIA, R.B.C. Aspectos hidrogeológicos do aquífero Parecis Vilhena-RO. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 45, 2010, Belém. **Anais**. Belém: SBG-Núcleo Norte, 2010. p. 441.

QUADROS, M.L. do E. S.; RIZZOTTO, G.J. (Orgs.). **Geologia e recursos minerais do Estado de Rondônia**: texto explicativo do mapa geológico e de recursos minerais do Estado de Rondônia. Escala 1:1.000.000. Porto Velho: CPRM, 2007. 1 CD-Rom. (Programa Geologia do Brasil).

SILVA, T. M. G. da. **Caracterização do sistema aquífero Parecis na região centro-oeste do Estado de Mato Grosso: subsídios para a gestão dos recursos hídricos subterrâneos**. 2013. 98 p. Dissertação (Mestrado em Hidrogeologia e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

SIQUEIRA, L.P. Bacia dos Parecis. **Boletim de Geociências da PETROBRÁS**, v. 3, n. 1-2, p. 3-16, jan./jun. 1989.