### NOTA TÉCNICA

## APRESENTAÇÃO DO PROJETO

O "PROJETO DE DISPONIBILIDADE HÍDRICA DO BRASIL" tem por objetivo desenvolver um sistema de informações geográficas na temática de recursos hídricos, a partir do conhecimento geológico e hidrológico existentes, em conformidade com a Missão Institucional da CPRM/SGB, de "gerar e difundir o conhecimento geológico e hidrológico básico para o desenvolvimento sustentável do Brasil". No tocante às águas subterrâneas, vem sendo desenvolvido um projeto de cartografia hidrogeológica sistemática, concebido para uniformizar e padronizar todos os produtos lançados pela instituição, que se iniciou com o Mapa de Domínios e Subdomínios Hidrogeológicos do Brasil, em 2006, sucedido, posteriormente pelo Mapa Hidrogeológico do Na fase atual, a partir deste Mapa Hidrogeológico, está sendo elaborado o Atlas Hidrogeológico do Brasil, em escala 1:1.000.000, totalmente estruturado, dentro de um Sistema de Informações Geográficas (SIG), composto pelo conjunto das 46 folhas que compõem a Carta Internacional do Mundo ao Milionésimo - CIM, que cobrem o Brasil. METODOLOGIA DE ELABORAÇÃO DAS FOLHAS

Visando a padronização e uniformização destas as folhas, os procedimentos metodológicos adotados foram aqueles internacionalmente aceitos, como as publicações 'Hydrogeological Maps, A Guide and a Standard Legend'', de Wilhelm Struckmeier e Jean Margat (1995) e o documento da UNESCO, intitulado "UNESCO, International Legend Considerando-se a premissa básica de uniformidade e padronização dos produtos e as dimensões continentais envolvidas, as folhas são constituídas por cinco bases temáticas principais: planimetria, geologia, poços, piezometria e hidrologia. Cada uma dessas bases passou por processos de ajustes e simplificações para se adaptarem à metodologia aplicada e a escala dos trabalhos. Na base geológica, por exemplo, algumas unidades inexpressivas do ponto de vista hidrogeológico, como coberturas recentes eminentemente pelíticas e/ou de pequenas expressões areais foram eliminadas, visando ressaltar aquíferos mais importantes que se encontravam ocultos sob essas unidades. Esta base, oriunda do GIS BRASIL (CPRM, 2003), contém originalmente 2.333 unidades litológicas mapeadas, impossíveis de serem representadas em um mapa que pretende ressaltar aspectos hidrogeológicos, ao invés de feições meramente estratigráficas ou litológicas. Desta forma, a mesma precisou ser simplificada, pela conversão das unidades geológicas em outros entes que ressaltassem suas características de transmissão e armazenamento de águas subterrâneas, partindo dos seguintes pressupostos (Struckmeir & Margat, op.cit):

 Individualizando corpos contínuos ou descontínuos, conforme suas características geométricas e formas de ocorrência das águas subterrâneas; Classificando os diferentes tipos litológicos de acordo com as características de fluxo dominantes;

Assim, foram definidas quatro classes taxonômicas, para agrupamento das unidades, classificadas hierarquicamente da mais ampla (a mais abrangente) à menor (a fundamental): Unidades Hidrolitológicas (porosas, cársticas, fraturadas e não aquíferas), onde se considera apenas a forma de acúmulo e condução de águas subterrâneas; Sistemas Aquíferos (união de dois ou mais aquíferos para criar um novo domínio); Aquíferos (correspondentes às unidades geológicas, sofrendo variações espaciais em suas características hidrogeológicas) e Unidades Hidroestratigráficas, agregando formações geológicas ou parte delas que armazenam e transmitem águas subterrâneas de forma semelhante e com produtividades da mesma ordem de grandeza. Estas Unidades Hidroestratigráficas constituem os elementos básicos de mapeamento.

Para a hierarquização dessas unidades em termos de produtividades hídricas, foi elaborada uma tabela (Diniz et al, 2012) de "Caracterização Hidráulica das Classes dos Aquíferos", baseada no trabalho de Struckmeir e Margat (1995, Op. cit.). Na sua definição, os tempos de bombeamento foram estipulados em 12 horas contínuas e os rebaixamentos fixados em 25 metros, para a comparação das produtividades de cada poço analisado.

#### UNIDADES HIDROESTRATIGRÁFICAS **Unidades Granulares**

Qualidade – As suas águas em geral são pouco mineralizadas e boas para o consumo humano.

Depósitos Aluvionares - Qa Localização - Embora ocorram em diversas partes da folha, as aluviões somente foram considerados na região na qual tem expressão hidrogeológica, em uma área restrita situada no extremo oeste do Estado do Rio Grande do Sul. Os depósitos aluvionares considerados possuem área de 853 km². Características Litológicas – Sedimentos inconsolidados, incluindo areia, silte e argila. Características Hidrogeológicas - Os sedimentos constituem um aquífero livre contínuo, com extensão e espessuras limitada Produtividade – De acordo com a classificação adotada apresenta produtividade Geralmente Baixa, Porém Localmente Moderada (Classe 4).

Santa Tecla - ENst Localização - A Formação Santa Tecla ocorre dispersa no sudeste da folha capeando o Embasamento Fraturado Indiferenciado, com pequeno significado hidrogeológico. Se distribui em pequenas áreas com um total 338 km<sup>2</sup>. Características Litológicas - Constitui-se predominantemente de arenitos quartzosos, de granulometria fina a média, caracterizados pela presença de silcretes e calcretes. Características Hidrogeológicas – É uma unidade pouco promissora para água subterrânea. Ocorre como aquífero descontínuo por ser composto de fragmentos geologicamente separados, sendo pouco explorada. Arenitos da Formação Santa Tecla apresentam eventualmente preenchimento por cimentação de sílica ou carbonato, ocasionando significativa redução da capacidade específica, pela baixa porosidade e permeabilidade. Produtividade – Apresenta produtividade Geralmente muito baixa, porém localmente baixa (Classe 5). Qualidade – As águas são de boa qualidade, com média de sólidos totais dissolvidos de 52,9 mg/L.

Localização - Ocorre subjacente à Formação Serra Geral, na parte nordeste da folha, se estendendo para o extremo oeste do Rio Grande do Sul. Ocorre de modo aflorante contornando a Formação Serra Geral e também em janelas dessa formação, na região de Quaraí. Possui uma área de 6217 km<sup>2</sup>. Características Litológicas - Constituída de arenitos eólicos finos a médios bem consolidados e bem selecionados, de composição quartzosa e coloração rósea a avermelhada. Possui mergulho na direção oeste com gradiente de 1 m/km. Características Hidrogeológicas - Trata-se de um aquífero homogêneo que apresenta comportamento variado e cuja profundidade pode ser superior a 800 m no nordeste da folha. Suas características variam muito de acordo com as condições geomorfológicas locais. São comuns poços com centenas de metros de basalto sobre o arenito. Na região entre Alegrete, Santana do Livramento, Uruguaiana e Itaqui apresenta as melhores características hidráulicas, com poços que captam mais de 500 m³/h, sendo comuns poços para irrigação com 150 a 300 m³/h, com capacidades específicas superiores a 10 m³/h/m. Produtividade - Sua produtividade é Muito Alta (Classe 1), em certas áreas aflorantes e em toda sua extensão confinada. Possui produtividade Geralmente muito baixa, porém localmente baixa (Classe 5) a norte de São Francisco de Assis e Pouco produtiva ou Não aquifera (Classe 6) próxima à borda leste da folha. Qualidade - Suas águas são adequadas para o consumo humano. Os sólidos dissolvidos totais raramente ultrapassam a 250 mg/L. Na área confinada, os sólidos totais dissolvidos variam entre 250 e 400 mg/L. No aquífero livre ocorrem águas fracamente mineralizadas e com pH ácido. Das áreas de recarga até as regiões de confinamento, passam de 100 a 200 mg/L de STD para mais de 1.000 mg/L. Teores excessivos de fluoretos podem ocorrer na porção confinada em profundidade

Localização - Situa-se na metade leste da folha na forma de uma faixa de orientação norte-sul. A Formação Guará possui uma área superficial de 247,9 km². Características Litológicas – Constituída por arenitos de granulometria fina a média.

Características Hidrogeológicas – Funciona eventualmente como aquífero livre e/ou semiconfinado, eventualmente confinado, quando sobreposta pelos arenitos da Formação Estimativa de Produtividade - A produtividade na área aflorante do aquífero é predominantemente Muito Alta (Classe 1), ocorrendo, no entanto, áreas de menor extensão onde a produtividade é Geralmente muito baixa, mas localmente baixa (Classe 5). Qualidade – Suas águas são de baixa mineralização, adequadas para o consumo humano.

Caturrita - T3c Localização – Possui uma porção aflorante de 247,9 km² próxima à borda leste da folha. Ocorre também subjacente à Formação Botucatu. Características Litológicas - Composto por depósitos fluviais nos quais se alternam arenitos finos e médios, siltitos e argilitos, com predominância dos arenitos e ocorrência de lentes argilosas nesses pacotes areníticos. Características Hidrogeológicas – Funciona eventualmente como aquífero livre e/ou semiconfinado, estendendo-se para norte e noroeste como aquífero confinado pelos arenitos Estimativa de Produtividade – A produtividade na área aflorante do aquífero é Geralmente muito baixa, mas localmente baixa (Classe 5).

Santa Maria - T23sm Localização - Ocorre na borda leste da folha em faixas de direção Leste-Oeste. A Formação Santa Maria ocupa uma superficie equivalente a 384,6 km². Características Litológicas - Apresenta redução da granulometria da base para o topo. Ocorrem arenitos basais de granulometria grossa intercalados com arenitos conglomeráticos, sucedidos por intercalações de arenitos finos, lamitos avermelhados e siltitos no topo da seção. Características Hidrogeológicas - Ocorre como um aquífero contínuo em quase toda sua área aflorante, estendendo-se para norte como um aquífero confinado. Nas áreas aflorantes apresenta capacidades específicas que variam entre 0,5 a 1 m³/h/m. Nas áreas onde ocorre confinado sob a Formação Caturrita a capacidade específica pode chegar aos 4 Estimativa de Produtividade – Apresenta produtividade Moderada (Classe 3).

Qualidade - Os teores de sólidos totais dissolvidos normalmente não ultrapassam 500 mg/L, entretanto nas áreas onde ocorre sob confinamento os valores podem eventualmente

ultrapassar 2000 mg/L e apresentar teores de flúor acima do limite de potabilidade. Sanga do Cabral - T1sc Localização - Ocorre como uma faixa ampla de orientação norte-sul que se estende a partir do município de São Vicente do Sul para o leste até a borda da folha. A Formação Sanga do Cabral ocupa uma área de 4738 km<sup>2</sup>. Características Litológicas - Compõe-se essencialmente de arenitos finos a muito finos, de coloração vermelha com cimentação calcítica, juntamente com camadas sílticoarenosas de coloração vermelha com matriz argilosa e finas lentes conglomeráticas descontínuas.

Características Hidrogeológicas — As capacidades específicas geralmente são muito baixas, nunca ultrapassando a 0,5 m³/h/m. Melhores vazões são obtidas quando captada junto

Qualidade – A mineralização das águas alcançam até 300 mg/L em áreas aflorantes. No entanto na área central da folha são encontradas teores de sólidos totais dissolvidos de

3000 mg/L a 5000 mg/L decorrente de sua captação conjunta com a Formação Piramboia. Piramboia - P3T1p

Estimativa de Produtividade – A produtividade deste aquífero é Geralmente muito baixa, mas localmente baixa (Classe 5).

Qualidade – Apresenta água normalmente com baixa mineralização, adequada para o consumo humano.

Localização - Ocorre como uma faixa aflorante de orientação aproximadamente norte-sul. Possui área superficial total de 5970 km<sup>2</sup>. Características Litológicas - Compõe-se de arenitos médios a muito finos de coloração rósea a avermelhada. Os arenitos muito finos tendem a conter argila na forma de matriz. Ocorre imediatamente abaixo de uma espessa camada da Formação Sanga do Cabral. Características Hidrogeológicas – Aquífero relativamente homogêneo, com uma grande área de afloramento. As capacidades específicas situam-se geralmente abaixo de 0,5 Estimativa de Produtividade – A produtividade encontrada na área de afloramento do aquífero é Geralmente muito baixa, mas localmente baixa (Classe 5). Qualidade - Nas áreas de afloramento o teor de sólidos totais dissolvidos encontra-se em torno de 100 mg/L a 200 mg/L. Na área confinada pela Formação Sanga do Cabral aumenta sua mineralização podendo ocorrer inclusive águas cloretadas.

Localização - Circunda as rochas do Embasamento Fraturado Indiferenciado e das formações Palermo e Rio Bonito na borda leste da folha. Possui uma área de 7140 km². Características Litológicas - Constitui-se de rochas sedimentares, incluindo siltitos, argilitos, arenitos finos argilosos avermelhados e folhelhos siltosos de cor cinza clara. Características Hidrogeológicas - Comporta-se como aquífero heterogêneo e multicamadas. Geralmente é um aquífero pobre em decorrência da baixa porosidade dos sedimentos finos e/ou de matriz argilosa nos arenitos. Estimativa de Produtividade - Predomina a produtividade Geralmente muito baixa, mas localmente baixa (Classe 5), ocorrendo porções isoladas com produtividade Muita Qualidade – Caracterizado por conter águas de boa qualidade em regiões aflorantes ou com coberturas cenozóicas, eventualmente duras e com altos teores de cálcio e magnésio. Em maiores profundidades podem ser encontradas águas mais mineralizadas, sulfatadas e até cloretadas em decorrência de maior tempo de residência.

Palermo - P1p

Localização - Ocorre circundando as rochas cristalinas do Embasamento Fraturado Indiferenciado e sobrepondo-se à Formação Rio Bonito. Ocupa uma área de 899,2 km². Características Litológicas - Constitui-se de rochas pelíticas e localmente de lentes areníticas finas ortoquartzíticas de cores acinzentadas. Características Hidrogeológicas – Trata-se de um aquífero muito pobre, comportando-se como um aquitardo quando confina os arenitos da Formação Rio Bonito. Estimativa de Produtividade - Apresenta produtividade Muita Baixa (Classe 6), sendo geralmente explotado o Aquífero Rio Bonito, confinado, que apresenta melhor Qualidade – Os poucos poços e fontes que captam águas deste aquífero indicam recargas recentes, com águas pouco mineralizadas.

Localização - Circunda as rochas cristalinas do Embasamento Fraturado Indiferenciado, ocupando uma área superficial de 2000,6 km². Características Litológicas - Sedimentos que se alternam verticalmente entre arenitos de granulometria fina a média, coloração cinza-claro a esbranquiçada, siltitos argilosos Características Hidrogeológicas – Aquífero descontínuo devido à intercalação entre os arenitos e as rochas pelíticas. As capacidades específicas ficam abaixo de 0,5 m³/h/m. Em alguns locais apresenta capacidades específicas pouco acima dos 0,5 m³/h/m devido a características litológicas mais adequadas pela maior presença de camadas arenosas, Estimativa de Produtividade – Nas áreas de afloramento apresenta produtividade Geralmente muito baixa, mas localmente baixa (Classe 5).

Qualidade – Os sólidos totais dissolvidos situam-se entre 300 mg/L e 1500 mg/L em áreas aflorantes. A mineralização aumenta com a profundidade, ocorrendo valores maiores de 10000 mg/L de sólidos totais dissolvidos em poços mais profundos. Podem ser encontradas águas sulfatadas em decorrência da dissolução de minerais sulfetados nos horizontes

Localização - Situa-se em meio ao Embasamento Fraturado Indiferenciado ao longo do Lineamento de Ibaré (ou Falha Suspiro-Linhares). Possui área superficial de 97,9 km². Características Litológicas – Formada por arenitos, folhelhos e ritmitos. Estimativa de Produtividade – Nas áreas aflorantes de melhor produtividade esta é Geralmente muito baixa, porém localmente baixa (Classe 5), enquanto em uma área restrita a

# produtividade é *Muito Baixa (Classe 6)*. **Qualidade** – Unidades Fraturadas

carbonosos dessa formação e teores elevados de ferro.

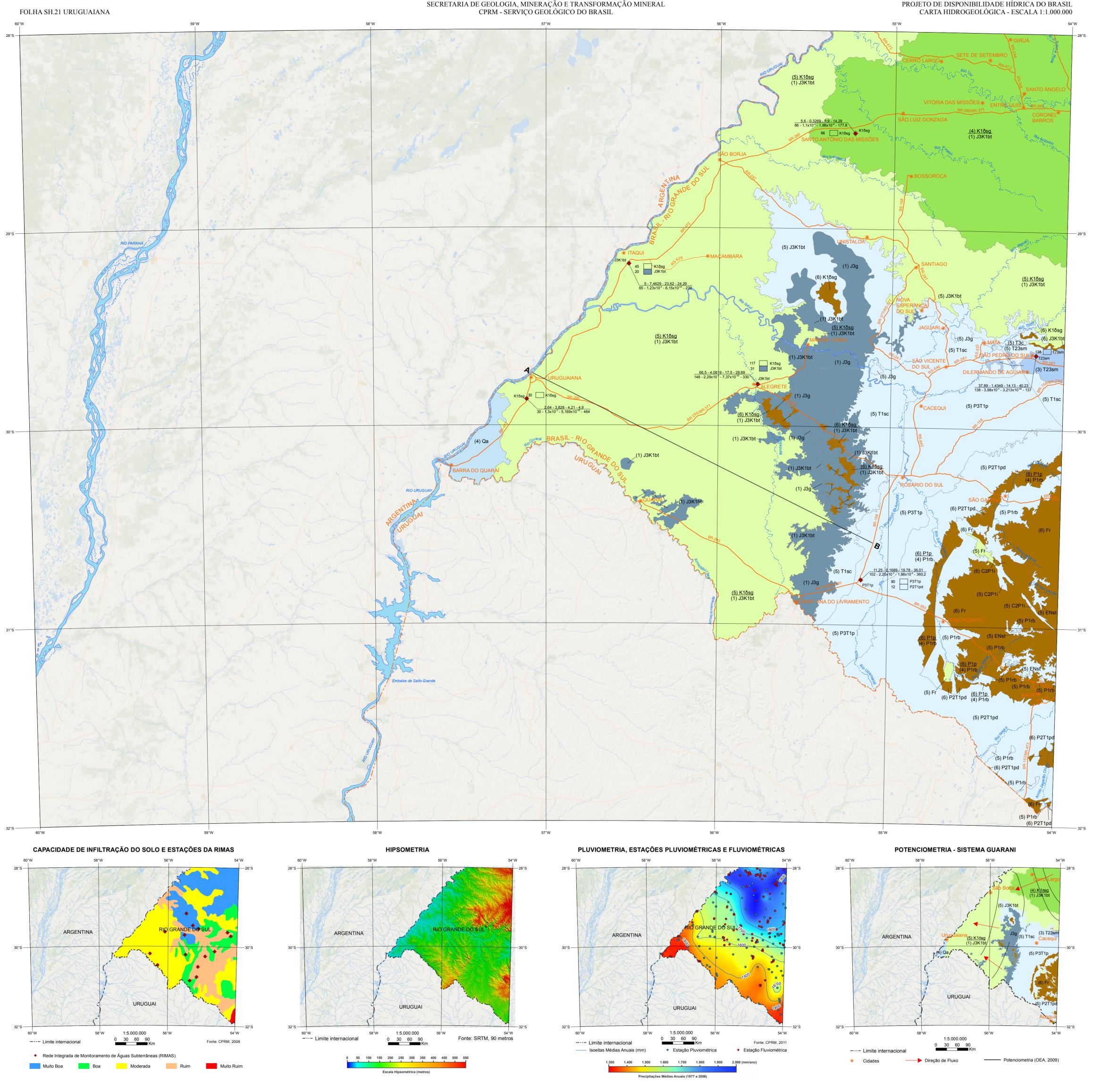
Localização - Ocupa uma grande parte da porção nordeste da folha se estendendo para o extremo oeste do Rio Grande do Sul. Possui uma área equivalente a 48203 km². Características Litológicas – Sucessão de rochas vulcânicas composta predominantemente de derrames basálticos, localmente com intenso fraturamento e zonas amigdaloides. Os derrames ácidos subordinados estão situados no topo da seção, composta por riolitos e riodacitos. Conta com ocorrências muito restritas de intertraps eólicos areníticos. Essa formação é recoberta por um manto de alteração representado por solos avermelhados argilosos. Características Hidrogeológicas - Aquifero fraturado, descontínuo e de grande extensão regional. Há grande variação ao longo de toda Formação Serra Geral em relação aos níveis estáticos e capacidades específicas. Existe correlação entre melhores valores de produtividade e sistemas de fraturas, além da possibilidade de influência do manto de intemperismo na recarga local. Existe grande variação na potencialidade do aquífero, ocorrem poços secos associados a poços de grande vazão. Em muitos locais ocorre a explotação da Formação catu confinada sob a Formação Serra Geral, pela maior capacidade dos poços ou pela topografía favorável que proporciona localmente artesianismo jorrante. Estimativa de Produtividade – É muito variável, sendo possível identificar uma área de produtividade média mais alta no quadrante nordeste da folha, onde é Geralmente baixa, porém localmente moderada (Classe 4). No restante da área a produtividade é predominantemente Muito Baixa, porém localmente Baixa (Classe 5), encontrando-se produtividade *fuito Baixa (Classe 6)* em certos locais, como morros-testemunhos e regiões de escarpa. Qualidade – As águas desta unidade se caracterizam pela predominância dos ânions bicarbonato e os cátions cálcio, sódio e magnésio. O pH é levemente ácido a alcalino e o teor de sólidos totais dissolvidos geralmente não passa de 200 mg/L. Águas mais mineralizadas e muito alcalinas com valores de pH atingindo até 10, baixa dureza e valores mais altos de STD, são possivelmente resultantes da influência das águas ascendentes do Aquífero Guarani.

Serra Geral - K18sg

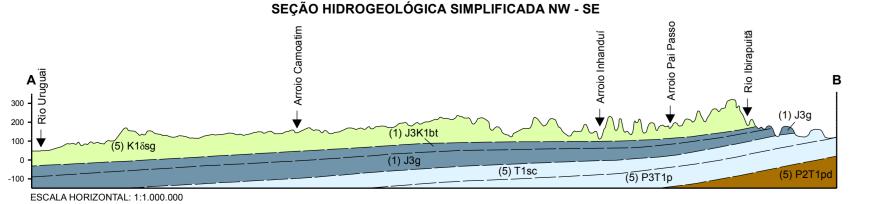
# Embasamento Fraturado Indiferenciado - Fr

Localização – Ocupa uma parte do sudeste da folha com área total equivalente a 4700 km². Características Litológicas - O Embasamento Fraturado Indiferenciado conforme aqui definido, engloba uma série de tipos litológicos, abrangendo ora metassedimentos, ora rochas do embasamento cristalino tais como granitos, rochas vulcânicas, metavulcanicas, gnaisses, migmatitos, granulitos, xistos e quartzitos. Características Hidrogeológicas - É um meio hidraulicamente descontínuo. Constituído por aquíferos de menor importância, aquitardos ou aquicludes, caracterizado pela ocorrência de reservatórios restritos, localmente associados à presença de água no manto de alteração e pacotes sedimentares associados. Forma uma unidade hidrogeológica de menor grau de faturamento que a Formação Serra Geral. Apresenta baixas vazões, geralmente inferiores a 5 m³/h. Estimativa de Produtividade - Nesta folha possui predominantemente produtividade Muita Baixa (Classe 6), com algumas áreas restritas tendo produtividade Muito Baixa, porém localmente Baixa (Classe 5).

Qualidade – É muito variável, mas geralmente apresentam baixa mineralização. Quando associadas com granitos podem apresentar altos teores de fluoretos.



MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA





Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial: Stênio Petrovich Pereira Diretor de Geologia e Recursos Minerais: Roberto Ventura Santos Diretor de Relações Institucionais e Desenvolvimento: Antônio Carlos Bacelar Nunes Diretor de Administração e Finanças: Eduardo Santa Helena Chefe do Departamento de Hidrologia: Frederico Cláudio Peixinho Chefe da Divisão de Hidrogeologia e Exploração: José Carlos da Silva

Chefe do Departamento de Relações Institucionais e Divulgação: Ernesto von Sperling Chefe da Divisão de Marketing e Divulgação: José Márcio Henriques Soares Chefe da Divisão de Cartografia: Paulo Roberto Macedo Bastos PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL - CARTOGRAFIA HIDROGEOLÓGICA Coordenação: João Alberto Oliveira Diniz CARTA HIDROGEOLÓGICA DO BRASIL AO MILIONÉSIMO Coordenação Geral: João Alberto Oliveira Diniz Coordenação de Geoprocessamento: Robson de Carlo da Silva Coordenação de Hidrogeologia e SIG: Adson Brito Monteiro Thiago Luiz Feijó de Paula Execução Técnica:

Eliel Martins Senhorinho - SUREG-PA

José Luiz Flores Machado - SUREG-PA

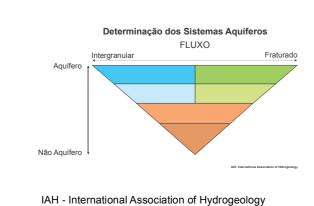
Matheus Marcilli (in memoriam) - SUREG-PA Diogo Rodrigues Andrade da Silva - SUREG-PA

Cartografia Digital Robson de Carlo da Silva - SUREG-RE **Estagiária** Déborah de Morais e Silva Fonte da Base Geológica Utilizada: CPRM, 2004. Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo. Projeto GIS BRASIL: FOLHA SH.21 - URUGUAIANA. Crédito da Base Cartográfica: IBGE/DGC. Base Cartográfica Contínua, ao milionésimo – BCIM: versão 3.0. Rio de Janeiro, 2010. Simplificada pela equipe de Geoprocessamento da SUREG-RE\GERIDE, para adequação à carta temática impressa

Crédito da Imagem de Satélite: Esri, DeLorme, GEBCO, NOAA NGDC,

e outros colaboradores.





BIBLIOTECA DE UNIDADES

areia, silte e argila

quartzo-arenito

arenito e siltito

basalto e dacito

arenito, argilito e siltito

arenito, folhelho e ritmito

folhelho, calcário, arenito e siltito

arenito, arenito conglomerático e pelito

arenito, siltito, siltito arenoso e folhelho

migmatito, granulito, xisto e quartzito

folhelho, arenito fino e arenito síltico-argiloso

granitóide, vulcânica, metavulcânica, metassedimento, gnaisse

arenito

arenito

Nome da Unidade

Depósito Aluvionar

Formação Santa Tecla

Formação Botucatu

Formação Guará

Formação Caturrita

Formação Pirambóia

Formação Rio Bonito

Formação Palermo

Formação Taciba

Formação Serra Geral

Grupo Passa Dois

Formação Santa Maria

Formação Sanga do Cabral

CONDUTIVIDADE ELÉTRICA (µS/cm)

78°W 72°W 66°W 60°W 54°W 48°W 42°W 36°W 30°W

60°W 54°W 48°W

CLASSES DE RELEVO

Limite estadual

500 - 1.000

3.000 - 4.000

> 4.000

28°S 2.000 - 3.000

32°S Fonte: CPRM, 2014

60°W

Fonte: CPRM, 2006

ARGENTINA

---- Limite internacional

0 ou sem informação

Domínio Sigla da Unidade

Estratigráfica

**ENst** 

J3K1bt

T23sm

T1sc

P3T1p

P2T1pd

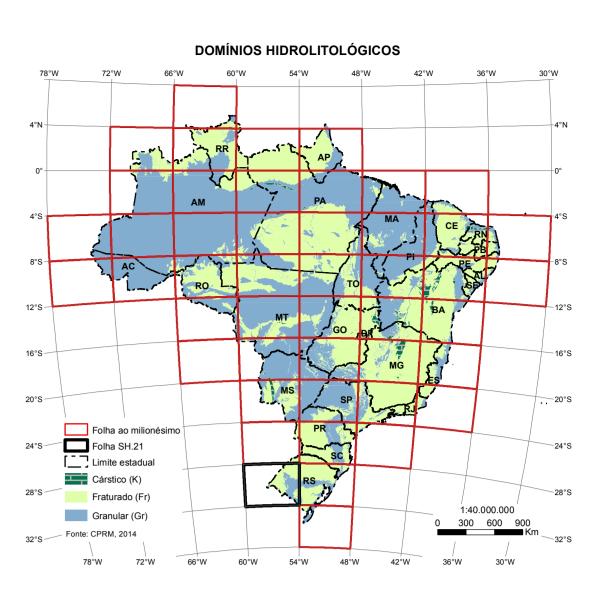
P1rb

P1p

K1δs

1.000 - 2.000

ARGENTINA





Rio Camaquã

Sistema Mirim-São Gonçalo

Perfil Esquemático do Poço

Sigla da Unidade (m)

Açude, lagoa e barragem

Traçado da seção hidrogeológica

Contato de unidade hidroestratigráfica aflorante

Limite inferido de unidade hidroestratigráfica subjacente

Rio de margem dupla

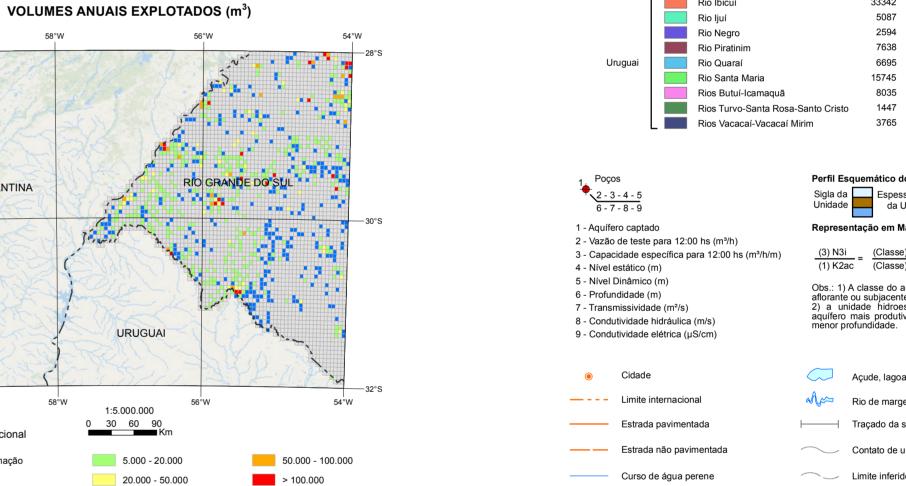
Representação em Mapa das Classes dos Aquíferos

(3) N3i (Classe) Unidade hidrogeológica aflorante (Classe) Principal aquífero subjacente

Obs.: 1) A classe do aquífero + a unidade estratigráfica, seja

aquífero mais produtivo, com boa qualidade de água e em menor profundidade.

aflorante ou subjacente, define a unidade hidroestratigráfica. 2) a unidade hidroestratigráfica subjacente, representa o



Litologia da Unidade



