MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL

PROJETO DE DISPONIBILIDADE HÍDRICA DO BRASIL
CARTA HIDROGEOLÓGICA - ESCALA 1:1.000.000

FOLHA SA.20 MANAUS

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 locante às águas subterrâneas, vem sendo implementado um projeto de cartografia hidrogeológica sistemática, concebido para uniformizar e padronizar todos os produtos lançados pela instituição, que se inicou com o Mapa de Domínios e Subdomínios Hidrogeológicos do Brasil, em 2006, sucedido, posteriormente pelo Mapa Hidrogeológico do Brasil, em 2014.

No free 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, cobrindo todo o Brasil.

METODOLOGIA DE ELABORAÇÃO DAS FOLHAS

Visando a padronização e uniformização de todas as folhas, conforme meta perseguida pelo SGB, adotam-se procedimentos metodológicos internacionalmente aceitos, sistematizando os trabalhos a partir das propostas apresentadas na publicação *"Hydrogeological Maps, A Guide and a Standard Legend"*, de Wilhelm Struckmeer e Jean Margat (1995) e o documento da UNESCO, intitulado *"UNESCO, International Legend for Hydrogeological Maps"*, versão revisada, em 1983.

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, pluviometria 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 geologica, por exemplo, agrupam-se unidades mais recentes do ponto de vista hidrogeológico, sob uma unidade mais ampla, enquanto que as unidades geológicas mais antigas são individualizadas, devido a maior ocorrência de aquíferos mais importantes que se encontram associados a essas unidades, sob essas condições. Esta base, oriunda do GIS BRASIL/GEO - CPRM, 2003, contém as geoformas e 313 unidades litológicas, originais, que foram reagrupadas em apenas 80 unidades geológicas, de maior significado hidrogeológico, ao nível de feições meramente estratigráficas ou litológicas. Desta forma, a mesma precisou ser simplificada, pela conversão das unidades geológicas em outros entes que resultassem suas características de transmissão e armazenamento de águas subterrâneas, da seguinte forma (Struckmer & 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 Hidrológicas** (porosas, cársticas, fraturadas e não aquíferas), onde se considera apenas a forma de acúmulo e condução de águas subterrâneas, os **Sistemas Aquíferos** (onde de dois ou mais aquíferos para cruz um novo domínio), **Aquíferos** (correspondentes a unidades geológicas, sofrendo variações especiais em suas características hidrogeológicas) e **Unidades Hidroestratigráficas**, agrupando 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 Struckmer e Margat (1995, Op. cit.). Na sua elaboração, 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

Depósito Aluvionar - Qa

Localização - Embora ocorram em toda folha, ou através somente foram considerados nos locais onde têm expressão hidrogeológica, que são nas proximidades do Rio Negro e Solimões e seus principais afluentes. Ocupa uma área de 71.421 Km² na folha em questão.
Características Litológicas - São sedimentos arenosos, inconsolidados, granulometria fina a média, mas, também grosseiros, com contribuição de silte e argila nas zonas de vazantes. São comuns, tanto na base como intercalados no pacote aluvionar, leitos de cascalhos, ricos em seixos e matacões de quartzo.
Características Hidrogeológicas - Constituem um aquífero com extensão e espessuras limitadas.
Produtividade - Apresentam produtividade *Geralmente Baixa, porém Localmente Moderada (Classe 4).*
Qualidade - Não há informação de qualidade de água para esta unidade.

Içá - N3i

Localização - Mirange grande parte da folha incluindo parte dos estados do Amazonas e Roraima. Ocupa uma área de aproximadamente 199.326 Km² na folha em questão.
Características Litológicas - É constituída por arenitos finos a médios, siltitos e argilitos, localmente com conglomerados argilosos de coloração amarelo avermelhado e turfas. Na porção basal ocorrem níveis enriquecidos em ferro e matéria orgânica. Sobrepõe-se discordantemente sobre as Formações Solimões e Alter do Chão. Sua deposição está ligada a processos de leques aluviais, coalescentes, de pequeno e médio gradientes.
Características Hidrogeológicas - A Formação Içá recobre os sedimentos da Formação Alter do Chão na Bacia Sedimentar do Amazonas onde se comporta como um aquífero livre. Existe pouca informação sobre esse Sistema Aquífero na referida Bacia. Já na Bacia Sedimentar do Solimões, a Fm. Içá recobre a Fm. Solimões formando o Sistema Aquífero Içá-Solimões, que possui espessura média de 330 m. De maneira geral, superficialmente possui uma camada argilosa que recobre arenitos que podem alcançar até 120 m de profundidade e apresentam boa porosidade e permeabilidade. É nessa camada arenosa que estão localizadas grande parte dos seções filtrantes dos poços tubulares utilizados para abastecimento. Devido à grande abrangência espacial do Sistema Aquífero, os parâmetros hidrodinâmicos possuem grandes variações. Como manteria de exemplificar as dimensões de tais parâmetros, podemos citar os testes de bombeamento realizados no município de Coari no estado do Amazonas, onde os valores encontrados foram: Transmissividade (T) - entre 1,5x10⁻⁴ m²/s e 9,1x10⁻³ m²/s, coeficiente de armazenamento (S) - entre 3,3x10⁻⁴ e 4,1x10⁻², Condutividade hidráulica (K)- entre 1,0x10⁻⁶ m/s e 7,0x10⁻⁵ m/s.
Produtividade - Apresenta uma produtividade *Média Alta (Classe 2).*
Qualidade - Em geral são águas com poucos sais dissolvidos e de boa qualidade para consumo humano. São classificadas, em sua maioria, como bicarbonatadas-sódicas com condutividades elétricas que variam de 12 µS/cm a 100 µS/cm e caráter ácido com pH entre 5 e 6. Embora o pH ideal para o consumo humano segundo a Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde seja entre 6 e 9,5, pHs ácidos são comuns nos aquíferos da região amazônica e que é característico das condições naturais da região, sendo que na maioria dos casos, não representa índice de contaminação antrópica. Teores mais elevados de ferro podem ser observados em poços de maior profundidade que atingem os níveis enriquecidos nesse elemento.

Alter do Chão - K2ac

Localização - Ocorre aflorante na porção leste da folha e subjacente a Formação Içá em direção ao oeste na porção centro-sul da mesma. No total ocupa uma área de 71.899 Km² na folha, sendo que 16.140 Km² a formação é aflorante e 55.759 Km² encontra-se sobre a Fm. Içá.
Características Litológicas - Arenitos médios a grosseiros, friáveis e de cores variadas intercalados com argilitos. Também podem ser encontradas bandas ferrosas e tentos de arenito silicificado (na região de Manaus essa litologia é conhecida como Arenito Manaus). Depositados em um ambiente fluvial de alta energia em clima úmido durante o Cretáceo.
Características Hidrogeológicas - O Sistema Aquífero Alter do Chão é o principal do estado de Amazonas. Ocorre tanto na Bacia Sedimentar do Solimões quanto na Bacia Sedimentar do Amazonas onde se comporta como um aquífero livre. Na Bacia Sedimentar do Solimões, a Fm. Alter do Chão recobre a Fm. Solimões formando o Sistema Aquífero Alter do Chão-Solimões. Já na segunda Bacia Sedimentar, o Sistema Aquífero ocorre aflorante (livre) ou sotoposto a Formação Içá (semi-confinado) e pode atingir até 1.250 m de espessura. Devido à grande abrangência espacial do Sistema Aquífero, os parâmetros hidrodinâmicos possuem grandes variações. Como manteria de exemplificar as dimensões de tais parâmetros, podemos citar os testes de bombeamento realizados no município de Santarém no estado do Pará, onde os valores encontrados foram: Transmissividade (T) - entre 1,5x10⁻⁴ m²/s e 9,1x10⁻³ m²/s, coeficiente de armazenamento (S) - entre 3,3x10⁻⁴ e 4,1x10⁻², Condutividade hidráulica (K)- entre 1,0x10⁻⁶ m/s e 7,0x10⁻⁵ m/s.
Produtividade - Apresenta uma produtividade *Média Alta (Classe 2).*
Qualidade - Em geral são águas com poucos sais dissolvidos e de boa qualidade para consumo humano. Em alguns casos podem apresentar teores elevados de ferro e que é natural da região devido as características das rochas. Os Sólidos Totais Dissolvidos são inferiores a 100 mg/L e caráter ácido com pH entre 4 e 6. Embora o pH ideal para o consumo humano segundo a Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde seja entre 6 e 9,5, pHs ácidos são comuns nos aquíferos da região amazônica e que é característico das condições naturais da região, sendo que na maioria dos casos, não representa índice de contaminação antrópica. Nas proximidades de grandes centros urbanos e comum encontrar contaminação antrópica tanto por esgoto doméstico (devido à falta de saneamento básico), quanto por rejeitos industrias. Os centros urbanos se localizam próximo a grandes rios na região, onde os níveis estáticos são raros e que facilita a contaminação das águas subterrâneas.

Trombetas - O3D1t

Localização - Ocorre na porção leste da folha próximo ao contato da Bacia Sedimentar do Amazonas com o Embasamento Cristalino. Ocupa uma área de cerca de 6.638 Km² na folha.
Características Litológicas - O Grupo Trombetas compreende, da base para o topo, as Formações Autás-Mirim (arenitos, siltitos e folhelhos neríticos), Nhamundá (arenitos finos a médios e depósitos glaciogênicos), Pitinga (folhelhos, arenitos finos, siltitos, siltestos e diamictites marinhos) e Manacapuru (arenitos finos a médios e pelitos neríticos litorâneos). Depositados em ambiente glacial e clástico marinho durante o Ordoviciano-Devoniano.
Características Hidrogeológicas - Constituem aquíferos com extensão e espessuras limitadas. Há pouca informação do ponto de vista hidrogeológico sobre esse aquífero.
Produtividade - Esse aquífero apresenta uma produtividade *Geralmente Baixa, porém Localmente Moderada (Classe 4).*
Qualidade - De modo geral, suas águas são boas para consumo humano com baixo teor de sais dissolvidos, sendo que o TDS varia de 10 a 25 mg/L. O pH varia de 4,5 a 5,5 tendo caráter ácido. Embora o pH ideal para o consumo humano segundo a Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde seja entre 6 e 9,5, pHs ácidos e lo comum nos aquíferos da região amazônica e que é característico das condições naturais da região, sendo que na maioria dos casos, não representa índice de contaminação antrópica.

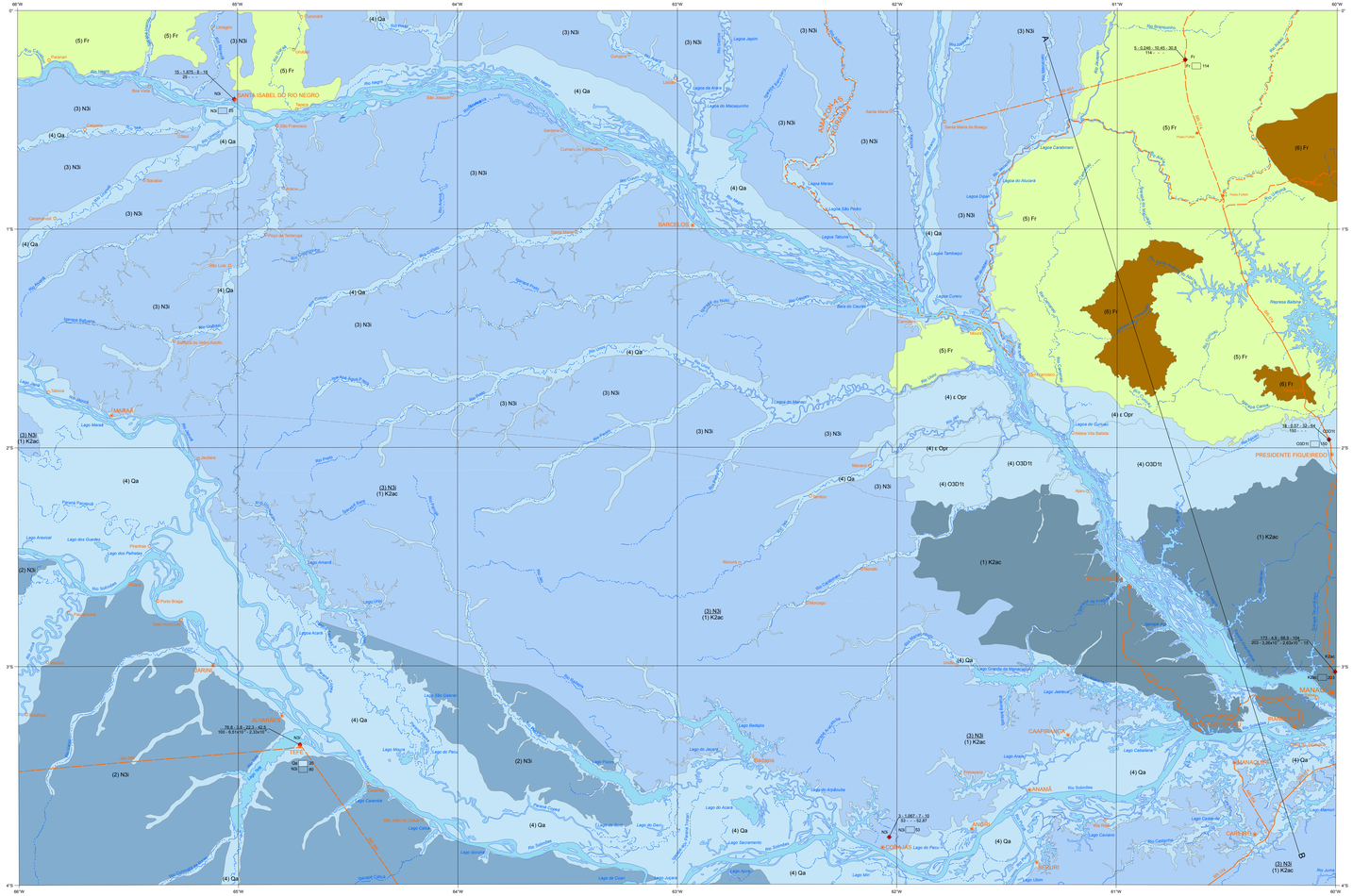
Prosperança - cOpr

Localização - Ocorre na porção leste da folha no contato da Bacia Sedimentar do Amazonas com o Embasamento Cristalino. Ocupa uma área de 3.224 Km² na folha.
Características Litológicas - A Formação Prosperança é constituída por arenitos e conglomerados, em sua porção basal, e arenitos e pelitos, em sua porção superior.
Características Hidrogeológicas - O aquífero da Formação Prosperança é pouco conhecido do ponto de vista hidrogeológico. É confinar e possui extensão regional.
Estimativa de Produtividade - Esse aquífero apresenta uma produtividade *Geralmente Baixa, porém Localmente Moderada (Classe 4).*
Qualidade - De modo geral, suas águas são de boa qualidade. Há pouca informação sobre a hidroquímica deste aquífero.

Unidades Fraturadas

Embasamento Fraturado Indiferenciado - Fr

Localização - Unidade presente os extremos nordeste e noroeste da folha. Ocupa uma área de 36.500 Km² na folha.
Características Litológicas - O Embasamento Fraturado Indiferenciado engloba rochas pertencentes ao Escudo das Guianas, porção norte do Cráton Amazônico. A principal unidade litológica presente é o Complexo Jauaperi que compreende rochas metamórficas tais como: gnaisses e migmatites.
Características Hidrogeológicas - Configura um meio descontínuo, caracterizado pela ocorrência de reservatórios aleatórios que no conjunto formam uma unidade hidrogeológica. As informações hidrogeológicas são escassas nesta região.
Estimativa de Produtividade - Apresenta predominantemente uma produtividade *Geralmente Muito Baixa, porém Localmente Baixa (Classe 5).* As áreas mais elevadas do relevo são predominantemente áreas de recarga sendo que a produtividade é *Pouco Produtiva ou Não Aquífera (Classe 6).*
Qualidade - Não há informação de qualidade de água para esta unidade.


SANTA ISABEL DO RIO NEGRO
BARCELOS
MANAUS
PRESIDENTE FIGUEIREDO
RIO PRETO DA EVA
CAMPINA GRANDE
CAMPINA
CAMPINA ALTA
MANAQUIRI
CAREIRO DA VÁRZEA
ANAMÃ
ANORI
BERURI
CODAJÁS
TEFÉ
Rio Negro
Rio Solimões
Rio Amazonas
Rio Preto da Eva
Rio Uatumã
Rio Urubu
Rio Jatapu
Rio Abacaxis
Rio Canumã
Rio Madeira
Rio Purus
Rio Tarumã-Açu
Rio Cuieiras
Rio Jauaperi
Rio Uaupés
Rio Apaporis
Rio Japurá
Rio Preto
Rio Branco
Rio Jufari
Rio Xeruini
Rio Jauaxi
Rio Paraná
Rio Mamori
Rio Aracá
Rio Demeni
Rio Tonantins
Rio Auati-Paraná
Rio Jutaí
Rio Coari
Rio Tapauá
Rio Purus
Rio Manacapuru
Rio Preto do Igarapé Açu
Rio Abacaxis
Rio Paraná do Ramos
Lago Amanã
Lago Coari
Lago Tefé
Lago Manacapuru
Lago Janauacá
Lago Manacapurú
Lago Catalão
Lago Cabelo do Rio
Lago Grande do Manacapuru
Lago Jarauacá
Lago Limão
Lago Uauiá
Lago Anauá
Lago Apiuá
Lago Piorini
Lago Caranã
Lago Preto da Eva
Lago Tupé
Lago Puraquequara
Lago Prosperidade
Lago do Rei
Lago Cururu
Lago Piranga
Lago Cacau Pirêra
Lago Aiapuá
Lago Novo
Lago Jacaré
Lago Sacuriuiní
Lago Saracá
Lago Cuniã
Lago Sampaio
Lago Serpa
Lago Caapiranga
Lago Manaquiri
Lago Badajós
Lago Aiuanã
Lago Coari
Lago Tefé
Lago Amanã
Lago Mamiá
Lago Crematon
Lago do Jaraqui
Lago do Cururu
Lago do Piorini
Lago do Limão
Lago do Uauiá
Lago do Anauá
Lago do Apiuá
Lago do Caranã
Lago do Rei
Lago do Puraquequara
Lago do Prosperidade
Lago do Aiapuá
Lago do Novo
Lago do Jacaré
Lago do Saracá
Lago do Cuniã
Lago do Sampaio
Lago do Serpa
Lago do Caapiranga
Lago do Manaquiri
Lago do Badajós
Lago do Aiuanã
Lago do Coari
Lago do Tefé
Lago do Amanã
Lago do Mamiá
Lago do Crematon
Lago do Jaraqui