

# METODOLOGIA PARA ELABORAÇÃO DE MAPAS HIDROGEOLÓGICOS

João Alberto O. Diniz <sup>(1)</sup>; Adson B. Monteiro <sup>(1)</sup>; Fernando A. C. Feitosa <sup>(1)</sup>;  
Marcos Alexandre de Freitas <sup>(2)</sup>; Frederico C. Peixinho <sup>(3)</sup>;

## RESUMO

A cartografia hidrogeológica no Brasil vem se desenvolvendo primordialmente no CPRM/SGB – Serviço Geológico do Brasil, responsável pela elaboração, isoladamente ou em parceria com outras instituições, do Mapa Hidrogeológico do Brasil (1983), do Mapa Hidrogeológico da América do Sul (1996), do Mapa de Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo (2005), do Mapa Hidrogeológico do Rio Grande do Sul (2005) e do Mapa de Domínios e Subdomínios Hidrogeológicos do Brasil (2007). Atualmente trabalha na elaboração dos Mapas Hidrogeológicos do Estado de Santa Catarina e da Amazonia Legal, integrantes do Mapa Hidrogeológico do Brasil em ambiente SIG, também em execução. Contudo, nem sempre fica claramente definido que tipo informação é importante para ser mostrada em mapa nem a melhor forma de representá-las, resultando mapas diferentes mesmo em regiões próximas. Este trabalho propõe a adoção de uma metodologia que permita a uniformização destes mapas, tendo em vista sua utilização como instrumentos de gestão dos recursos hídricos subterrâneos no país.

## ABSTRACT

The hydrogeological cartography in Brazil has been developing primarily in the SGB, responsible for developing, alone or in partnership with other institutions, the Hydrogeological Map of Brazil (1983), Hydrogeological Map of South America (1996), Map of Groundwater State of Sao Paulo (2005), Hydrogeological Map of Rio Grande do Sul (2005) and the Map of Hydrogeological Domains and Subdomains of Brazil (2007). Currently is working on Hydrogeological Maps of the State of Santa Catarina and the Legal Amazon, members of the Hydrogeological Map of Brazil in a GIS environment. However, it is not always clearly defined what kind it is important information to be displayed in map or how best to represent them, resulting in different maps even in nearby regions. This paper proposes the adoption of a methodology that allows the standardization of these maps in order to use as tools for management of groundwater resources in the country

## PALAVRAS CHAVE

Mapas hidrogeológicos; Gestão de águas subterrâneas; Metodologia

(1) Pesquisadores em Geociências do Serviço Geológico do Brasil – SUREG – RE – Av. Sul, 2291 – Afogados – Recife – PE – [joao.diniz@cprm.gov.br](mailto:joao.diniz@cprm.gov.br); [adson.monteiro@cprm.gov.br](mailto:adson.monteiro@cprm.gov.br); [fernando.feitosa@cprm.gov.br](mailto:fernando.feitosa@cprm.gov.br).

(2) Pesquisador em Geociências do Serviço Geológico do Brasil – SUREG – PA - Rua Banco da Província, 105 - Santa Teresa - Porto Alegre - RS – [marcos.freitas@cprm.gov.br](mailto:marcos.freitas@cprm.gov.br);

(3) Pesquisador em Geociências do Serviço Geológico do Brasil – Escritório Rio de Janeiro – Avenida Pasteur, 404 – Urca, Rio de Janeiro – RJ - [frederico.peixinho@cprm.gov.br](mailto:frederico.peixinho@cprm.gov.br);

# 1. TIPOS E CLASSIFICAÇÕES DE MAPAS HIDROGEOLÓGICOS

Mapas hidrogeológicos ou mapas de águas subterrâneas são representações gráficas que refletem o estado da arte no conhecimento hidrogeológico, evidenciando as exigências específicas do seu uso visando o atendimento a seu público alvo. Versam sobre a ocorrência e distribuição das águas subterrâneas em uma determinada área ou região, sendo direcionados a fornecer informações sobre sua ocorrência e distribuição.

De uma maneira geral, dois grupos distintos de mapas hidrogeológicos podem ser produzidos, correspondendo aos papéis e usos a que se destinam: mapas hidrogeológicos gerais e de sistemas de águas subterrâneas - destinados ao reconhecimento ou desenvolvimento da compreensão científica, constituindo-se em instrumentos adequados para a introdução da importância dos recursos hídricos subterrâneos dentro da esfera do desenvolvimento social e político. Já os mapas de parâmetros e de objetivos específicos, formam a base do desenvolvimento, planejamento, engenharia e gestão econômica. Podem diferir muito em conteúdo e na forma de representação, de acordo com seus objetivos (tabela 1).

Nível de Informações Uso possível	BAIXO (Informações escassas e heterogêneas, advindas de várias fontes).	AVANÇADO (Programas de investigações sistemáticas, mais dados confiáveis)	ALTO (Estudo de sistemas hidrogeológicos e modelos de águas subterrâneas)
Reconhecimento e Exploração	Mapa hidrogeológico geral (mapa de aquíferos)	Mapas hidrogeológicos de parâmetros (mapas, conjuntos de atlas)	Mapas de sistemas regionais de águas subterrâneas (representações de modelos conceituais)
Planejamento e Desenvolvimento	Mapa de recursos potenciais de águas subterrâneas	Mapas hidrogeológicos especializados (mapas de planejamento)	Representações gráficas derivadas de sistemas de informações geográficas (mapas, seções, diagramas de perspectivas, cenários)
Gerenciamento e Proteção	Mapa de vulnerabilidade de águas subterrâneas		
Uso possível	Estático	dependência do tempo	Dinâmico
Parâmetros de Representação	Baixa	confiança	Alta
	Baixa	custo por unidade de áreas	Alto
	Grande	área representada	Pequena
	Pequena	escala	Grande

Tabela 1. Tipos de mapas hidrogeológicos (Struckemeir & Margat, 1995).

# 2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia foi concebida para servir como documento básico para a planificação da utilização dos recursos hídricos subterrâneos em todo o Brasil. Por essa razão e considerando as dimensões continentais de nosso país, é necessário que o trabalho seja caracterizado pela uniformidade e elaborado de acordo com os padrões internacionais de cartografia hidrogeológica, adaptados às nossas condições e finalidades. Assim, os mapas deverão ser compostos por apenas quatro bases temáticas: planimetria, geologia, poços representativos, piezometria e hidrologia.

Quaisquer outras informações que se queira representar como, p.ex., profundidade das águas subterrâneas, do topo do embasamento cristalino, base de poços, isópacas, qualidade das águas, etc., deverão ser mostradas na forma de encarte, uma vez que o acúmulo de informações na face do mapa apenas o tornará muito denso e de difícil leitura.

A base planimétrica deverá conter a rede hidrográfica integral, a localização das cidades principais e vilas de interesse para o trabalho, as rodovias federais, estaduais ou locais, de importância, Estradas de ferro, se existentes e em operação, e limites estaduais e municipais.

A geologia precisa ser simplificada, pela conversão das unidades geológicas em unidades hidrolíticas, pela individualização das formações geológicas em contínuas ou descontínuas, conforme suas características geométricas e formas de ocorrência das águas subterrâneas, ou classificando os diferentes tipos litológicos de acordo com as características de fluxo dominantes (Struckmeir & Margat, *op.cit*). Enquadrando as diferentes formações geológicas nesses conceitos é possível classificá-las em quatro tipos básicos de unidades hidrolíticas, definidas como “grupos de unidades geológicas que armazenam e transmitem águas subterrâneas de forma semelhante”: porosas, fraturadas, cársticas e não aquíferas. Ressalte-se que se consideram apenas aspectos de continuidade das formações e formas de ocorrência das águas subterrâneas, não se analisando produtividades hídras.

As camadas aflorantes são representadas numa determinada cor, de acordo com a legenda internacional (figura 1a). As unidades porosas indicadas com a cor azul enquanto as unidades fraturadas e cársticas com a cor verde. Os tons fortes representam aquíferos mais produtivos, esmaecendo à medida que diminui a produtividade. Não aquíferos são representados na cor marrom. A base de poços representativos mostrará um conjunto de poços selecionados, representativos das condições médias dos aquíferos, mostrando as principais características hidráulicas e hidroquímicas dos mesmos (figura 1b).

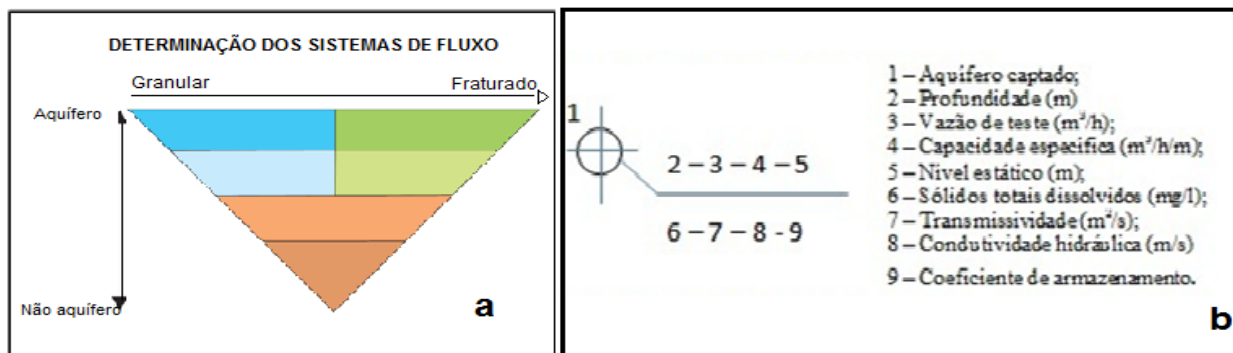


Figura 1. (a) Convenção internacional de cores para mapas hidrogeológicos (b) Poços representativos, conforme mostrados em mapa

Para avaliar a produtividade dos diferentes aquíferos, estima-se a permeabilidade a partir de analogias entre a geologia (tipo litológico) e a hidrogeologia (valores da condutividade hidráulica), ou se utilizam valores da vazão específica, reflexo da transmissividades hidráulica do meio, visto que quanto mais alta for a transmissividade maior será a capacidade específica e mais produtivo será o aquífero. Valores da recarga podem ser utilizados, representando uma aproximação do limite máximo desta produtividade. Finalmente, se pode admitir, na ausência de parâmetros hidráulicos dos aquíferos, valores de vazão, desde que avalizadas por peritos em hidrogeologia.

Baseado nestas considerações Diniz (2012), baseando-se em valores estabelecidos por Struckmeir & Margat (1995), propõe os seguintes intervalos de valores dos coeficientes hidráulicos para classificação de aquíferos (tabela 2).

Q/s (m <sup>3</sup> /h/m) <sup>*</sup>	T (m <sup>2</sup> /s)	K (m/s)	Vazão(m <sup>3</sup> /h)	Produtividade (**)	Classe
≥ 4,0	≥10 <sup>-02</sup>	>10 <sup>-04</sup>	≥100	Muito Alta: Fomcimentos de água de importância regional (abastecimento de cidades e grandes imgações). Aquíferos que se destaquem em âmbito nacional.	(1)
2,0 ≤ Q/s < 4,0	10 <sup>-03</sup> ≤ T < 10 <sup>-02</sup>	10 <sup>-05</sup> ≤ K < 10 <sup>-04</sup>	50 ≤ Q < 100	Alta: Características semelhantes à classe anterior, contudo situando-se dentro da média nacional de bons aquíferos.	(2)
1,0 ≤ Q/s < 2,0	10 <sup>-04</sup> ≤ T < 10 <sup>-03</sup>	10 <sup>-06</sup> ≤ K < 10 <sup>-05</sup>	25 ≤ Q < 50	Moderada: Fomcimento de água para abastecimentos locais em pequenas comunidades, imigação em áreas restritas.	(3)
0,4 ≤ Q/s < 1,0	10 <sup>-05</sup> ≤ T < 10 <sup>-04</sup>	10 <sup>-07</sup> ≤ K < 10 <sup>-06</sup>	10 ≤ Q < 25	Geralmente baixa, porém localmente moderada: Fomcimentos de água para suprir abastecimentos locais ou consumo privado.	(4)
0,04 ≤ Q/s < 0,4	10 <sup>-06</sup> ≤ T < 10 <sup>-05</sup>	10 <sup>-08</sup> ≤ K < 10 <sup>-07</sup>	1 ≤ Q < 10	Geralmente baixa, porém localmente muito baixa: Fomcimentos contínuos dificilmente são garantidos.	(5)
< 0,04	< 10 <sup>-06</sup>	< 10 <sup>-08</sup>	< 1,0	Pouco Produtiva ou Não Aquífera: Fomcimentos insignificantes de água. Abastecimentos restritos ao uso de bombas manuais	(6)

(\*) Valores válidos para testes de bombeamento de 12:00 horas de duração e rebaixamentos máximos de 25,00 metros.  
 (\*\*\*) Na definição de classes de produtividade para os aquíferos cárstico e fissural utilizaram-se apenas dados de vazão.

Tabela 2. Caracterização hidráulica de aquíferos (Diniz, 2012).

As siglas geológicas das diversas unidades litoestratigráficas foram precedidas por números de 1 a 6, grafados em vermelho e mostradas entre parênteses, indicando a classe de produtividade a que pertence cada uma delas. Foi considerado também o posicionamento estratigráfico das mesmas. Como exemplo hipotético, podemos citar a Formação Urucua, de muito alta produtividade, representada em mapa através da sigla (1)K2u (aquífero Urucua, do cretáceo, classe 1). No caso de aquíferos superpostos, com o mais produtivo subjacente àquele de menor produtividade, deverão ser representadas as duas unidades como, p.ex., (3)C2pi.  
 (1) D2c

### 3. CONCLUSÕES

A metodologia proposta visa à uniformização na elaboração dos mapas hidrogeológicos produzidos no SGB e no país, de forma a proporcionar, a partir da facilidade na leitura e interpretação dos mesmos, conhecimento estratégico aos tomadores de decisões, agentes públicos, técnicos e a população em geral envolvida com águas subterrâneas. Ressalta-se, ainda, a importância dos mapas hidrogeológicos como instrumentos de gestão e planejamento dos recursos hídricos subterrâneos, ação vital para assegurar este recurso estratégico para as gerações futuras.

### 4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DINIZ, J. A. O. **Proposta Metodológica para Elaboração de Mapas Hidrogeológicos**. CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2012 (Inédito).

STRUCKMEIR, W.F. & MARGAT, J. (1995) **Hydrogeological maps: a guide and a standard legend**. IAH International Contributions to Hydrogeology Vol 17/1995. International Association of Hydrogeologists.