



MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO,
ORÇAMENTO E GESTÃO
IBGE
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

MAPA HIDROGEOLÓGICO REGIÃO SUDESTE

A Região Sudeste do Brasil abrange quatro Estados da Federação: São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Espírito Santo. É composta por um arcabouço geológico que encerra uma grande diversidade de unidades hidrogeológicas com idades que variam desde o Arcaico ao Cenozoico, de modo que as águas subterrâneas estão espalhadas distribuídas segundo diferentes sistemas aquíferos e padrões de potencialidade e podem ser agrupadas segundo esses critérios. O Mapa Hidrogeológico da Região Sudeste do Brasil representa cartograficamente a produtividade dos aquíferos desta região a partir de um grande acervo de dados e informações hidrogeológicas, onde as potencialidades são baseadas com base nos valores de vazão e de vazão específica de 27.535 poços tubulares.

Para representar os quatro diferentes tipos de Domínios Hidrogeológicos dominantes na Região Sudeste foram adotadas as seguintes cores:
Aquíferos Porosos (tonalidades do azul)
Aquíferos Fissurais (tonalidades do verde)
Aquíferos Poroso-Fissurais (tonalidades do laranja)
Aquíferos Cársticos (tonalidades do lilás)

Para cada grupo de cores, as gradações de tons mais claros a tons mais escuros (degradação) traduzem as variações de produtividade (média) dos poços tubulares catalogados (quanto mais escuro, maior a produtividade), expressas em termos de intervalo de vazão, obedecendo à seguinte ordem:
Vazões > 100 m³/h - Poços com Produtividade Muito Alta
Vazões entre 40 m³ e 100 m³/h - Poços com Produtividade Alta
Vazões entre 10 m³ e 40 m³/h - Poços com Produtividade Média
Vazões entre 3 m³ e 10 m³/h - Poços com Produtividade Baixa
Vazões < 3 m³/h - Poços com Produtividade Muito Baixa

A produtividade dos aquíferos (representada no mapa através de hachuras) é expressa em termos da Vazão Específica, que estabelece a relação entre a Vazão (m³/h) e o Recabamento (m). As classes de produtividade foram agrupadas da seguinte forma:

- Vazões Específicas > 4,00 m³/h/m - Produtividade Muito Elevada
- Vazões Específicas entre 1,60 m³/h/m e 4,00 m³/h/m - Produtividade Elevada
- Vazões Específicas entre 0,40 m³/h/m e 1,60 m³/h/m - Produtividade Moderada
- Vazões Específicas entre 0,12 m³/h/m e 0,40 m³/h/m - Produtividade Fina
- Vazões Específicas < 0,12 m³/h/m - Produtividade Muito Fina

AQUÍFEROS POROSOS

POÇOS COM PRODUTIVIDADE ALTA (Vazões entre 40 m³ e 100 m³/h)
A Bacia Sedimentar do Paraná, que abrange boa parte do Estado de São Paulo e uma faixa da região sudeste de Minas Gerais, abriga o Sistema Aquífero Guarani (SAG), que consiste num espesso pacote de rochas arenosas (Formações Botucatu e Pirambóia) subjacentes aos basaltos da Formação Serra Geral e comporta-se como um aquífero livre, na borda da bacia sedimentar, e confinado, na maior parte de sua extensão. Na região sudeste do Estado de São Paulo, Botucatu é a unidade hidrogeológica que apresenta a maior distribuição na área confinada do SAG e representa o principal aquífero do Estado de São Paulo, juntamente com a Formação Bauru. Abastecem importantes cidades, como São José do Rio Preto, Presidente Prudente, Marília e Sorocaba, visando a economia da bacia com vazões superiores a 100 m³/h em Ribeirão Preto, Araraquara, São João dos Campos, Bauru, São Carlos, Matão e Sorocaba. Os Depósitos Cenozóicos em algumas regiões chegam a atingir profundidades entre 50 e 120 metros e, em certos trechos, produzem mais de 40 m³/h. As Bacias Sedimentares do São Paulo e Taubaté (Terçiana) apresentam poços que chegam a produzir até 80-100 m³/h (Luziânia-São José dos Campos-Capivari-Luziânia-Quatzenberg).

POÇOS COM PRODUTIVIDADE MÉDIA (Vazões entre 10 m³ e 40 m³/h)
São bastante frequentes na Bacia Sedimentar do Paraná poços com vazões entre 10 e 40 m³/h. Os melhores exemplos são observados nas áreas de ocorrência do aquífero Bauru-Caiçua, que ocupa a região noroeste do Estado de São Paulo (São José do Rio Preto-Bauru-Marília-Presidente Prudente-Andradina), onde ocorre em condições livres e localmente confinadas. Já o SAG apresenta, regionalmente, vazões variáveis, desde 20-30 m³/h (área aberta), passando por 100-500 m³/h (área de médio confinamento), chegando até mais de 300 m³/h (área confinada). Os Depósitos Cenozóicos representam aquíferos livres, de extensão local e regional, homogêneos e isotrópicos, com porosidade intergranular. Destacam-se os sedimentos da Bacia Sedimentar de São Paulo, que acumulam volumes consideráveis de água subterrânea, especialmente nas porções ocupadas pela Formação Resende.

POÇOS COM PRODUTIVIDADE BAIXA (Vazões entre 3 m³ e 10 m³/h)
Em algumas áreas da Bacia Sedimentar do Paraná ocorrem poços com vazões relativamente reduzidas, em função do posicionamento estratigráfico e da maior presença de litologias plúmbeas (um bom exemplo é o Aquífero Passa Dois). Os Depósitos Cenozóicos representam aquíferos porosos e permeáveis, porém com vazões inferiores a 10 m³/h. A grande diversidade litológica (arenitas, argilas e conglomerados) e de espessura resultam em vazões igualmente variáveis. Em áreas litológicas suscetíveis a salinização, especialmente nas porções ocupadas pela Formação Resende, o Aquífero Taubaté, na região de Taubaté e Pindamonhangaba, apresenta vazões inferiores a 10 m³/h.

POÇOS COM PRODUTIVIDADE MUITO BAIXA (Vazões < 3 m³/h)
Na área ocupada pelo Aquífero Bauru alguns poços apresentam vazões reduzidas, em função, sobretudo, de um certo enclausuramento dos estratos ou por questões de características litológicas (zonas litológicas elevadas e multilíticas isotrópicas). Também o SAG apresenta comportamento hidráulico bastante variável, decorrente não só da heterogeneidade dos sedimentos deste conjunto sedimentar (vazões litológicas e paleo-sedimentares), como das variações geradas a partir de seu posicionamento estratigráfico.

AQUÍFEROS FISSURAIS

POÇOS COM PRODUTIVIDADE ALTA (Vazões entre 40 m³ e 100 m³/h)
Na Região Sudeste, os aquíferos fissurais englobam basicamente duas grandes categorias: os basaltos (Formação Serra Geral) e as rochas precambrianas (cristalinas e metavulcano-sedimentares). O potencial de produção dos aquíferos precambrianos é, de modo geral, reduzido (exceto na região Itaipua-Coronel Fabriciano/MG). Poços tubulares com valores mais elevados de vazão e de vazão específica podem estar associados à exploração de reservatórios de camadas sedimentares de rochas cristalinas. Em São Paulo, o Aquífero Serra Geral (basaltos) é o mais explorado e de onde são retirados grandes volumes de água subterrânea a profundidades economicamente viáveis. Milhares de poços exploram diretamente os basaltos, embora boa parte tenha captação mista (basaltos/arenitos). Vazões superiores a 100 m³/h (como as observadas nos regiões de Ribeirão Preto, Araraquara, São Carlos e Sorocaba) estão quase sempre associadas à maior incidência de fraturas, à espessura dos denários e à ocorrência de estruturas características (zonas vesiculares, ampoladas e de desjuncção horizontal).

POÇOS COM PRODUTIVIDADE MÉDIA (Vazões entre 10 m³ e 40 m³/h)
A Província Cristalina (principalmente dia) reúne rochas de natureza granítica, associadas ao Complexo Goiás-Granitos, Orlamento, Orlamento, Orlamento. As águas armazenadas (geralmente provenientes das chuvas) circulam através das fraturas, abertas e interconectadas, o que confere a este sistema um caráter extremamente heterogêneo. Já a região dominada pelas detrititas vulcânicas, constitui zonas com características de produtividade bastante variáveis com vários poços apresentando vazões entre 10m³ e 40m³/h.

POÇOS COM PRODUTIVIDADE BAIXA (Vazões entre 3 m³ e 10 m³/h)
Esta faixa de vazões ocorre com grande incidência na região, possivelmente influenciada por fatores geológicos (litologia, fraturamento e mata de impermeabilização, litotipo-estruturas) e litológicos. Os aquíferos desta província apresentam, em geral, difíceis condições de jactamento e de circulação das águas subterrâneas.

POÇOS COM PRODUTIVIDADE MUITO BAIXA (Vazões < 3 m³/h)
Os vários tipos litológicos (granitos, granodioritos, ortogneiss, tonalitos, xistos etc) encerram unidades de porosidade intergranular praticamente nula. O meio aquífero está representado por fraturas e diaclases que, em alguns locais, conferem a determinados conjuntos litológicos potencial hidrogeológico fraco. Em certos trechos, a baixa densidade de fraturas interconectadas e as condições litológicas desfavoráveis (porções mais elevadas do escudo cristalino) reduzem as possibilidades hidrogeológicas.

AQUÍFEROS POROSOS-FISSURAIS

POÇOS COM PRODUTIVIDADE ALTA (Vazões entre 40 m³ e 100 m³/h)
Na Região Sudeste, esta província hidrogeológica reúne boa parte das bacias mesozóicas de idade proterozoica, englobando rochas de incidência grau metamórfica (principalmente as unidades do Borogóio Espirito Santo, Grupo Bambuí e Grupo Pirajuba). Caracteriza-se hidrogeologicamente por apresentar porosidade mista (de intersticiais e de fraturamento), embora o caráter fissural geralmente prevaleça. Nos trechos onde o fraturamento é mais intenso e a alimentação (através das chuvas) é mais efetiva, as vazões são, em geral, mais elevadas.

POÇOS COM PRODUTIVIDADE BAIXA (Vazões entre 3 m³ e 10 m³/h)
Estes aquíferos de natureza sedimentar submetidos à grau metamórfico baixo ou médio moderado. Os litótipos mais produtivos são metarenitos, metaargilas, metaargilos, quartzitos, basaltos, dioritos, rholitos. O Domínio Poroso-Fissural corresponde às rochas de natureza mesozóica e do fraturamento intenso conferem a esta província comportamento tanto de aquífero fissural quanto de aquífero poroso.

POÇOS COM PRODUTIVIDADE MUITO BAIXA (Vazões < 3 m³/h)
Unidades mesozóicas cujo principal característica hidrogeológica é a manutenção conjunta de dois tipos de permeabilidade: a primária (decorrente da litologia) e a secundária (relacionada à partir do intenso fraturamento). Diversos poços perfurados nesses terrenos apresentam vazões reduzidas, possivelmente em decorrência do grau de fraturamento, bem como do eficiente enclausuramento dos estratos sedimentares por cimentos ferruginosos, cálcicos e sílicos, o que proporcionam uma porosidade muito baixa.

AQUÍFEROS CÁRSTICOS

POÇOS COM PRODUTIVIDADE MÉDIA (Vazões entre 10 m³ e 40 m³/h)
As rochas carbonáticas apresentam grande diversidade litológica. As variações na composição mineralógica (purza dos carbonatos), o grau de desenvolvimento das zonas cársticas e a menor ou maior incidência dos fenômenos cársticos, especialmente a quantidade de chuvas, são determinantes no panorama hidrogeológico, a nível local e regional. As rochas carbonáticas (sobretudo os calcários) possuem porosidade primária (micro-poros) relativamente reduzida e, como consequência, apresentam capacidade de armazenamento de água subterrânea muito ou variável. Entretanto, as desconexões de estruturas (falhas e fraturas) e as cavidades de modificação de modo decisivo este cenário, gerando uma pronunciada permeabilidade secundária (devida à partir da calcificação). Na Região Sudeste, esta província hidrogeológica engloba, principalmente, as rochas pelíticas e calcárias do Grupo Bambuí. Nas regiões de Montes Claros-Juiz de Nações-Juiz de Nações (MG), constitui um importante sistema aquífero, que é explorado por centenas de poços tubulares.

POÇOS COM PRODUTIVIDADE BAIXA (Vazões entre 3 m³ e 10 m³/h)
Os sistemas estratificadas e os fenômenos de dissolução determinam condições especiais de alimentação e circulação. De modo geral, assume características de um aquífero cárstico-fissural, onde as zonas mais calcificadas coincidem geralmente com as áreas de maior produtividade. A desconexão lateral e vertical de permeabilidades pode ocasionar a formação de aquíferos isolados. A permeabilidade das chuvas influencia o grau de calcificação e é um fator determinante nas pronunciadas variações do nível estático regional. Devido à alteração (drenas) através das chuvas e ao modo de circulação (fraturas e cavidades abertas na rocha), são aquíferos bastante vulneráveis à poluição. As águas captadas apresentam geralmente elevadas durezas e sabor salobro.

NOTA EXPLICATIVA
A exemplo de outras regiões, as condições de ocorrência, acumulação e circulação das águas subterrâneas estão diretamente associadas às características litológicas e estruturas do arcabouço geológico. Desta feita, o Mapa Hidrogeológico da Região Sudeste do Brasil tem como objetivo principal a caracterização deste território em unidades hidrogeológicas, estruturas de acordo com fatores geológicos (especialmente a constituição litológica), bem como traçar um esboço das diferentes potencialidades hidrogeológicas dos sistemas aquíferos desta região a partir das vazões dos poços catalogados para este estudo.

Pode-se distinguir na Região Sudeste quatro grandes domínios hidrogeológicos: fissural, poroso, poroso-fissural e cárstico, os quais possuem vocação hidrogeológica bastante distintas. O Domínio Poroso revela rochas de origem sedimentar, referentes às Bacias Sedimentares do Paraná, de São Paulo, de Campos e de Taubaté, além de coberturas sedimentares diversas e depósitos holocenos. O Domínio Fissural ocupa uma parte considerável desta região e, em termos gerais, encontra-se representado por rochas ígneas, metavulcano-sedimentares e vulcânicas (granitos, granodioritos, migmatitos, xistos, quartzitos, basaltos, dioritos, rholitos). O Domínio Poroso-Fissural corresponde às rochas de natureza mesozóica, que têm comportamento hidrogeológico misto. O Domínio Cárstico engloba as rochas carbonáticas, onde os fenômenos de calcificação determinam condições especiais de alimentação e circulação das águas subterrâneas.

As dificuldades na interpretação e definição das unidades hidrogeológicas (tanto pela ausência de dados, quanto pelo acesso e variação de valores) foram superadas com o emprego de procedimentos técnicos disponíveis no GeoMapa, que possibilitam a geração automática de mapas e resumos, com base na caracterização hidrogeológica realizada para as unidades, e partir do tratamento estatístico dos dados de vazão e capacidade específica, classificados através de expressões que definem as diferentes classes de produtividade dos poços e dos aquíferos. As produtividades das unidades hidrogeológicas especializadas neste mapa traduzem a média estatística das vazões dos poços catalogados em um determinado domínio hidrogeológico, que tem como limite os polígonos geológicos que o compõem. Desta feita, a classe de vazão representada no mapa muitas vezes não coincide com a classe de vazão da unidade geológica afim. Este fato é bastante comum nas unidades geológicas que compõem a Bacia Sedimentar do Paraná, onde o empilhamento de várias formações geológicas, com as mais diversas litologias e espessuras, pode ter como resultado um potencial hidrogeológico diferente daquele da unidade geológica mapeada em superfície.

Estão identificadas e agrupadas em banco de dados (disponíveis para consulta) os Domínios Hidrogeológicos e Províncias Hidrogeológicas: Domínio Hidrogeológico Poroso (Província Hidrogeológica Bacia Sedimentar); Domínio Hidrogeológico Fissural (Província Hidrogeológica Depósitos Cenozóicos); Domínio Hidrogeológico Fissural (Província Hidrogeológica Metavulcano-sedimentar); Domínio Hidrogeológico Fissural (Província Hidrogeológica Cristalina); Domínio Hidrogeológico Fissural (Província Hidrogeológica Vulcânica); Domínio Hidrogeológico Poroso-Fissural (Província Hidrogeológica Mesozóica); Domínio Hidrogeológico Cárstico (Província Hidrogeológica Carbonatos e Mesocarbonatos).

Estão também disponíveis para consulta as entidades (nomes, idades, letras-símbolo etc) de cada uma das unidades geológicas que compõem estes domínios e províncias hidrogeológicas.

As informações apresentadas objetivam fornecer um maior conhecimento das características hidrogeológicas desta região, oferecendo subsídios para o planejamento de ações e, sobretudo, para o uso racional dos recursos hídricos.

NOTA DE CRÉDITO
A base cartográfica da Região Sudeste foi elaborada pela Coordenação de Cartografia do IBGE-CECAR, a partir da Base Cartográfica Continuada Digital do Brasil, ao MitoMito, ICBMA/2000. Alguns elementos cartográficos foram ajustados, suprimidos ou adequados à escala de 1:1.800.000 pelo Setor de Tratamento Gráfico do Gerência de Recursos Naturais da Bahia - GRN/BA, bem como a conversão de toda a base cartográfica para o sistema Geotitles. O Sistema de Referência utilizado é a Projeção Polinomial e o Datum Horizontal é o SIRGAS2000.

O mapa geológico que serve de base a este trabalho foi concebido a partir da compilação e integração das Cartas Geológicas do Brasil ao MitoMito (CPM) - Serviço Geológico do Brasil - Referências: Folha SD-23 (Barral), SD-24 (Barral), SE-23 (Goiânia), SE-23 (Goiânia), SE-24 (Rio de Janeiro), SE-24 (Rio de Janeiro), SE-25 (Rio de Janeiro), SE-25 (Rio de Janeiro), SE-25 (Rio de Janeiro). Em busca de melhor estética e maior clareza, foram feitas algumas simplificações, visando uma melhor compatibilidade com a escala de 1:1.800.000 (a partir da seleção e eliminação de polígonos geológicos com áreas muito reduzidas), porém de maneira uniforme, levando-se sempre em conta a importância hidrogeológica dos mesmos.

O IBGE agradece as contribuições do CPM - Serviço Geológico do Brasil (SAGAS) do Instituto Estadual do Ambiente do Rio de Janeiro - INEA, do Instituto Estadual de Meio Ambiente do Espírito Santo - IEMA e da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - SANEPS, pelos dados de poços tubulares e de informações utilizados neste trabalho.

CONVENÇÕES

- Capital de País
- Capital de Estado
- Cidade
- Limite internacional
- Limite estadual
- Aeroporto
- Porto
- Rodovia pavimentada
- Rodovia sem pavimentação
- Rio permanente/intermitente
- Rio de margem seca
- Limite de mltiplas câmbios
- Lago, açude com barragem
- Problema estendido a partir da Base Cartográfica Continuada Digital do Brasil, ao MitoMito, ICBMA/2000. Os limites estaduais e internacionais do Brasil são idênticos, ou foram tão ajustados quanto possível.

LOCALIZAÇÃO DA REGIÃO

ESCALA 1:1.800.000

PROJEÇÃO POLINOMIAL
Datum Vertical: IBERUTBA
Medição de Referência: 45° W, Cl.
Paralelo de Referência: 0°
2015

O IBGE agradece a gentileza da comunicação de eventuais falhas verificadas neste mapa, através do telefone 0800-7218181 ou por e-mail: ibge@ibge.gov.br.
Direitos de Reservação © IBGE