

**Transferência de Conhecimento visando a Gestão de Águas
Subterrâneas na Bacia Hidrográfica do Rio Sorocaba e Médio Tietê**

GLOSSÁRIO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS



Curso
Sorocaba
Médio Tietê
2021-2023

EXECUÇÃO

**Amélia João Fernandes (IPA-SIMA,
coordenação)**

Andrea Segura Franzini (CPRM)

Fernanda Souto Barreto (IGc-USP)

José Luiz Albuquerque (IPT)

Marta Deucher (IPA-SIMA)

Mateus Delatim Simonato (CEPAS-USP)

Roberto Kirchheim (CPRM)

Veridiana Martins (IGc-USP)

Bolsistas Fapesp: Beatriz Helena Martins, Gabriel Lima Barbosa

EQUIPE PARCEIRA

**Ana Carolina Dias de Moraes (Prefeitura
de Porto Feliz)**

André Cordeiro (UFSCAR)

Jodhi Jefferson Allonso (DAEE)

Natália Zanetti (FABH-SMT)

Rosângela Aparecida César (CETESB)

FINANCIAMENTO



PROCESSO #2018/16708-6, PROJETO DE POLÍTICAS PÚBLICAS

As definições e explicações associadas aos termos apresentados aqui têm como objetivo fornecer ao leitor conhecimento a respeito de termos que se aplicam às águas subterrâneas e à gestão de recursos hídricos no Estado de São Paulo.

A

Água Subterrânea – Água existente abaixo da superfície do terreno, circulando nos espaços (poros) entre os grãos que formam os solos e as rochas sedimentares (Figura 1, 3). A água também pode circular através de fraturas em rochas muito compactas. As fraturas são o resultado de ruptura das rochas, devido à movimentação da crosta terrestre. Assim como a água superficial dos rios, a água subterrânea também flui continuamente, mas com velocidades muito mais baixas que a água de rio. Velocidades comuns da água subterrânea são da ordem de mm a cm por dia.

Aquiclude – Camadas geológicas saturadas (ou seja, seus poros estão totalmente preenchidos por água), de muito baixa permeabilidade e, por isso são incapazes de transmitir volumes de água com velocidade suficiente para serem extraídas através de poços ou nascentes praticamente impermeáveis. Os aquitardes também são camadas geológicas saturadas de baixa permeabilidade, mas não tão baixa quanto a dos aquicludes. Por exemplo, um aquiclude seria formado por argila e um aquitarde, por argila arenosa (Figura 12). Ambos funcionam como camadas confinantes (Figura 21), devido à baixa ou muito baixa capacidade de transmitir água às rochas adjacentes. *(Ver também permeabilidade)*

Aquífero – Formações geológicas capazes de armazenar e transmitir água através de seus poros intergranulares, fraturas, ou espaços resultantes de dissolução (ex.: cavernas em calcários), em quantidades que possam ser aproveitadas como fonte de abastecimento para diferentes usos (Figuras 3,4).

Aquífero confinado – Refere-se à formação geológica permeável (aquífero) delimitada acima e abaixo por formações pouco permeáveis (aquitarde) ou impermeáveis. Estas são chamadas de camadas confinantes, pois impedem o fluxo vertical da água do aquífero (Figura 21). Portanto, o aquífero confinado não possui zona não-saturada e o aquífero está submetido a uma pressão maior que a atmosférica.

Aquífero cristalino – *(Ver Aquífero fraturado)*

Aquífero fraturado – Reservatório de água subterrânea, onde a água está armazenada em fraturas ou fissuras de rochas ígneas, metamórficas e algumas sedimentares. Quanto maior for a quantidade de fraturas na rocha, interligadas e preenchidas com água, maior será a permeabilidade e potencialidade do aquífero em fornecer água. Rochas ígneas e metamórficas não fraturadas não armazenam e não transmitem água, sendo denominadas de aquífugos. Na BH-SMT, o Serra Geral (basaltos) e o Cristalino (rochas ígneas e metamórficas) são aquíferos fraturados (Figura 11,16)

Aquífero granular - Aquíferos em que a água está armazenada nos vazios entre os grãos entre os grãos que constituem as rochas. São constituídos por rochas sedimentares, e como a porosidade está intimamente ligada ao tipo de rocha, muitas vezes é denominado de

aquífero sedimentar. Na BH-SMT, o Guarani e o Tubarão são aquíferos granulares (Figura 10,16).

Aquífero heterogêneo – O termo heterogêneo em geral se refere à variação de porosidade e permeabilidade (propriedades hidráulicas) dos materiais que constituem o aquífero. Quando um único aquífero é constituído por camadas ou porções de diferentes propriedades hidráulicas, diz-se que ele é heterogêneo. Aquíferos fraturados são intrinsecamente heterogêneos, porque o grau de fraturamento de uma rocha, e conseqüentemente o potencial de produção, varia muito em curtas distâncias. Dessa forma é muito difícil prever qual será a vazão de um poço nesses aquíferos. Na BH-SMT, o Cristalino é um exemplo de aquífero heterogêneo, assim como o Tubarão (Figura 16).

Aquífero homogêneo – Diz-se do aquífero cuja porosidade e permeabilidade são relativamente homogêneas, ou uniformes, em toda sua extensão. Uma conseqüência disso é que é possível prever, com boa chance de acerto, a vazão que será obtida com um poço. Na BH-SMT, o Guarani é um exemplo de aquífero homogêneo (Figura 16).

Aquífero livre – Reservatório de água subterrânea no qual o limite superior é o lençol freático (Figuras 20,21), também chamado de superfície freática. Esse aquífero encontra-se submetido à pressão atmosférica. Geralmente, também é designado como *aquífero freático*.

Aquífero semi-confinado – Quando ao menos uma das camadas limítrofes do aquífero é semipermeável (aquitarde), permitindo a entrada ou a saída de água, apesar desse fluxo ser muito lento.

Aquífero suspenso – Caso especial de aquífero livre de ocorrência local, formado sobre uma camada impermeável ou semipermeável, de formato lenticular e pequena extensão lateral e que está contida na zona não-saturada regional (Figuras 22, 23). Após a água da chuva se infiltrar no solo, ela percola a zona-não saturada. Ao encontrar uma barreira, de dimensão restrita, como uma lente argilosa, a água pode se acumular e ficar armazenada temporariamente, formando o que chamamos de *aquífero suspenso*.

Aquífugo – (Ver *aquífero fraturado*).

Aquitarde – (Ver *Aquiclude*).

C

Capacidade específica – Relação entre a vazão (m^3/h), praticada em um teste de bombeamento, e o rebaixamento (m) do nível d'água no poço durante o teste (Figura 18). É expressa em $m^3/h/m$ e também é chamada de *Vazão Específica*. (Ver também *cone de rebaixamento*)

Ciclo Hidrológico – Movimento contínuo da água entre a hidrosfera, biosfera e a atmosfera de maneira cíclica (Figura 2). O movimento da água ocorre de um reservatório para outro por meio de processos físicos como evaporação, condensação, precipitação, infiltração e escoamento superficial.

Cone de rebaixamento – Ao bombeamos a água de um poço tubular, o nível da água subterrânea ajusta-se a este bombeamento formando um *cone de rebaixamento* ao redor do poço (Figura 18). Esta é a resposta natural a qualquer bombeamento de um poço.

Cuestas – As *cuestas* são definidas como uma forma de relevo assimétrico, composta por uma vertente em declive íngreme de um lado e uma rampa em declive suave do outro lado; esta rampa é chamada de reverso da *cuesta*. Elas são decorrentes de processos específicos de erosão diferencial das rochas. Um exemplo clássico deste tipo de relevo são as *cuestas* de basalto da porção central do Estado de São Paulo; na BH-SMT a *cuesta* de basalto está na região de Botucatu (Figura 16).

E

Escoamento subsuperficial – Escoamento ou fluxo lateral de água subterrânea, que ocorre em pequena profundidade (menor que 1 m até poucos metros) e dentro da zona não-saturada (Figura 2b), devido à saturação temporária de um dado horizonte do solo. Essa saturação acontece durante ou logo após um evento chuvoso, devido a contrastes de permeabilidade entre as camadas do solo.

Escoamento superficial – Processo pelo qual a água de chuva, ao se precipitar na superfície terrestre, flui, por ação da gravidade, sobre a superfície do solo na forma de filetes de água ou sob a forma de cursos d'água (Figura 2).

Evapotranspiração – A evapotranspiração refere-se à transferência de vapor à atmosfera por meio da transpiração das plantas combinada com a evaporação (Figura 2b). O processo envolve a evaporação da água de superfícies de água livre (rios, lagos, represas, oceano etc.), dos solos e da vegetação úmida (que interceptou água da chuva), além da transpiração das plantas.

F

Fissura – (*Ver Fratura*)

Fluxo de base– Porção da vazão ou fluxo de um curso d'água proveniente da água subterrânea, ou seja, corresponde à descarga de água subterrânea para o sistema de água superficial.

Fratura – Quebra planar ou subplanar da rocha (Figuras 11,15). Esses planos são muito grandes (desde metros até dezenas de metros, podendo chegar a centenas de metros, nas duas dimensões), mas o espaço entre as superfícies das fraturas é muito estreito, em geral é uma pequena fração de mm. No entanto, uma abertura de 1 mm já faz com que a fratura seja muito permeável. As fraturas são resultado de uma tensão, devido geralmente ao movimento das placas tectônicas, mas também a outros fatores, como o esfriamento da rocha.

Formação geológica - Unidade mapeável constituída por rochas que apresentam características geológicas comuns, que a distingue de outras ao seu redor, incluindo composição, ambiente de formação etc.

H

Hidrograma – O *hidrograma* de um rio é um gráfico que relaciona a vazão (na ordenada) e o tempo (na abscissa), representando a variação da vazão ao longo de um determinado período.

I

Infiltração – Entrada de água no subsolo; após essa entrada o fluxo de água na zona não saturada é vertical e quando chega no lençol freático, recarrega o aquífero (Figura 5, 20). Constitui um processo importante para recarga de água no subsolo e depende de fatores como tipo de materiais, seja solo, sedimento ou rocha, expostos na superfície, cobertura vegetal, topografia, quantidade de precipitação e ocupação do solo.

L

Lençol freático – Limite entre a zona não saturada e a zona saturada, tecnicamente definido como a superfície sobre a qual a pressão da água é igual à pressão atmosférica (Figura 3,5). O termo *superfície freática* é sinônimo de *lençol freático*.

Litologia – Termo utilizado com frequência como sinônimo de tipo de rocha, por exemplo "as litologias presentes no Aquífero Tubarão são lamitos, arenitos, siltitos e ritmitos". Existem três tipos básicos de litologias, ou rochas: sedimentares, ígneas e metamórficas. (*Ver também Rocha*)

M

Mapa de vulnerabilidade de aquíferos – A vulnerabilidade de um aquífero é a sua suscetibilidade à contaminação. Os mapas de uma determinada região fornecem uma avaliação da vulnerabilidade das águas subterrâneas a um poluente com base nas propriedades hidrogeológicas (principalmente permeabilidade) dos materiais que constituem o aquífero e das suas camadas confinantes, caso estas existam. O *mapa de vulnerabilidade de aquíferos*, junto com ferramentas de planejamento de uso e ocupação do solo, auxilia na identificação de estratégias visando a preservação dos recursos hídricos.

Mapa geológico – Encontram-se representados em *mapas geológicos* a distribuição, na superfície do terreno, das rochas existentes em uma dada região. Essas rochas resultam da evolução geológica, que se desenrolou em um longo período (milhões a bilhões de anos), e que permitiu a formação das rochas e das estruturas geológicas (ex.: fraturas) nelas presentes.

Monitoramento – Conjunto de práticas que acompanham determinadas características de um sistema com um objetivo específico. No monitoramento de qualidade da água, por exemplo, são acompanhadas alterações em parâmetros físicos, químicos e biológicos. De acordo com o objetivo a ser atendido, tem-se a definição da localização de pontos de monitoramento, periodicidade e tipo de parâmetros monitorados.

N

Nascente – Local onde se inicia um curso de água, caracterizado pelo lugar de maior altitude desse curso onde seu trecho de drenagem mais a montante (primeiro trecho) surge no terreno com ou sem escoamento superficial de água. Pode ser definida também como o afloramento da água subterrânea ou onde o nível freático intercepta a superfície do terreno (Figura 23).

Nível dinâmico (ND) – É a maior profundidade do nível da água, dentro de um poço, atingido durante um teste de bombeamento de duração adequada (em geral maior que 20 hs) (Figura 18). O nível d'água no poço, antes do teste ser iniciado, é chamado de nível estático. Assim que o bombeamento começa, o nível d'água no poço é rebaixado progressivamente até chegar numa profundidade que se estabiliza, ou seja, o bombeamento continua, mas não há mais rebaixamento. É medido em metros a partir do solo e está sempre associado a uma determinada vazão, de modo que vazões maiores produzem níveis dinâmicos mais profundos. Rochas permeáveis produzem NDs mais rasos, e as menos permeáveis, NDs mais profundos.

Nível estático – É a profundidade da água dentro do poço medida logo após sua perfuração e em repouso (sem bombeamento), sendo medida em metros, a partir do solo (Figura 18). (*Ver também nível dinâmico*).

P

Perfil construtivo de um poço – É a representação gráfica dos aspectos construtivos do poço, envolvendo os diâmetros e profundidades perfuradas, o revestimento, filtros, espaço anular cimentado e encascalhado, acompanhado da respectiva descrição.

Perfil litológico de um poço – É a representação gráfica das litologias atravessadas durante a perfuração de um poço, acompanhado das descrições litológicas e estratigráficas (nome das formações geológicas), usualmente apresentado junto com o perfil construtivo.

Perímetro de proteção de poços – O *perímetro de proteção do poço* é a área ao redor do poço definida com a finalidade de impedir que o manancial de abastecimento de água subterrânea seja contaminado por atividades antrópicas. A sua dimensão e forma irá variar de acordo com as características hidrogeológicas locais.

Permeabilidade – Capacidade de um meio poroso de permitir a passagem de fluidos. Trata-se de uma medida indicativa da velocidade do fluxo dos fluidos contidos nos poros de um material geológico. Quando os poros são abundantes, grandes e conectados a permeabilidade é grande (Figuras 12,13). A condutividade hidráulica é a permeabilidade do material com relação ao fluxo de água. (*Ver porosidade efetiva*)

Planície aluvial – Porção plana do vale do rio que é coberta pela água durante os períodos de inundação, correspondendo, ao chamado leito maior. Muitas planícies são lugares de deposição atual de sedimentos e o seu subsolo é constituído de sedimentos aluviais (Figura 27). Planícies aluviais em geral são zonas de descarga local a regional.

Poço artesiano – O *poço artesiano* ou *jorrante* refere-se à condição em que o nível potenciométrico da água encontra-se acima do terreno, e o poço ou perfuração de sondagem atinge um aquífero onde a água tem pressão suficiente para jorrar na superfície.

Poço cacimba – Poço raso, com profundidades geralmente inferiores a 30 m, e de grande diâmetro, entre 1 e 1,5 m. É utilizado para extrair água de aquíferos livres cujo lençol freático é raso. Normalmente são revestidos com tijolos ou anéis de concreto. É utilizado frequentemente em pequenas propriedades rurais, sendo conhecido como *poço escavado*, *caipira* ou *amazonas*.

Poço tubular – O poço tubular profundo é uma obra de engenharia e é perfurado com equipamento motorizado. Possui revestimento pelo menos até atingir a rocha, para proteção sanitária, e, dependendo da rocha, também é necessário instalar filtros.

Apresentam pequenos diâmetros, entre 10 e 50 cm, enquanto as profundidades variam de dezenas a centenas de metros, com capacidade de produção de água muito superior a um poço cacimba. Quanto maior a profundidade e a produtividade do aquífero, maior deve ser o diâmetro do poço tubular.

Porosidade – Propriedade física definida pela relação entre o volume de poros e o volume total de um certo material (Tabela 1).

Porosidade efetiva – Relação entre o volume total de espaços vazios interconectados e o volume total do meio (rocha ou sedimento). Também é conhecida como *porosidade conectada*.

Porosidade intergranular – Refere-se aos poros entre os grãos que formam um sedimento ou rocha sedimentar. É na porosidade que se dá o armazenamento de água (Figuras 3,5,6,10). Também é conhecida como *porosidade primária*.

Porosidade de fraturas – É a porosidade dada pela presença de fraturas nas rochas. Nesta condição, a água ocupa os espaços/aberturas de fraturas interconectadas (Figuras 11,15). Também é conhecida como *porosidade secundária*.

Potabilidade – A potabilidade relaciona-se à adequação da água a condições apropriadas para o consumo humano. Portanto, para a água ser considerada potável deve atender um conjunto de parâmetros e respectivos limites definidos em legislação para que esteja adequada ao consumo humano.

R

Recarga – Processo por meio do qual um aquífero recebe água. A recarga pode ocorrer naturalmente por meio de infiltração da precipitação ou da água de superfície (figura 7), ou ainda artificialmente. (*Ver infiltração*)

Rio efêmero – Possui água somente durante e após as chuvas, permanecendo secos a maior parte do ano (Figura 26).

Rio intermitente – Curso d'água que fica seco durante parte do ano, em geral durante e um período após a estação seca do ano. Isto acontece devido à oscilação da profundidade do lençol freático durante o ano (Figura 26).

Rio perene - Drenam água ao longo de todo o ano e a vazão aumenta para jusante. A vazão se mantém durante e depois da estação seca porque os rios perenes são alimentados pela água subterrânea durante o ano inteiro (Figura 26).

Rocha – Agregado coeso e natural de substância minerais, resultantes de um processo geológico determinado. As rochas são de três tipos principais: ígneas (ex.: granito,

basalto), sedimentares (ex.: arenito, siltito) e metamórficas (ex.: gnaisse, xisto) (Figuras 12, 13, 15).

S

Seção geológica – Representação gráfica de um corte vertical no terreno que mostra a distribuição das camadas geológicas que constituem o subsolo (Figuras 16,19). A seção é elaborada a partir de dados coletados em exposições de rochas, com eventual integração com dados de sondagens, poços, galerias, geofísica e outros. Também é conhecido como *perfil geológico*.

Sedimento – Material sem coesão constituído por partículas (Figura 14) originadas por intemperismo e erosão de rochas e solos. As partículas podem ser transportadas e por vários agentes geológicos (água, vento, gelo, gravidade etc.) e se acumulam em depressões geográficas. Por processos químicos e de compactação, que ocorrem em profundidade, os sedimentos tornam-se coesos, ou seja, tornam-se rochas sedimentares (figuras 12 e 13).

Segurança hídrica – Capacidade de uma população de assegurar o acesso sustentável a quantidades adequadas de água com qualidade aceitável para a subsistência, o bem-estar humano e o desenvolvimento socioeconômico, garantindo a proteção contra a poluição e desastres relacionados com a água, visando a preservação dos ecossistemas.

SIAGAS – Sistema de Informações de Águas Subterrâneas, desenvolvido pelo Serviço Geológico do Brasileiro (CPRM).

SIDAS – Sistema de Informação de Águas Subterrânea, do Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE).

SIPOL – Sistema de Informações de Fontes de Poluição, da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB).

Solo – Camada mais superficial do subsolo, que suporta e mantém as plantas. É considerado um sistema trifásico pois divide-se na fração sólida (material parental local ou transportado, e matéria orgânica), fração líquida (água) e fração gasosa (ar).

Super-exploração – Situação em que as extrações de água subterrâneas são superiores ou próximas aos volumes da recarga. Um aquífero é considerado superexplorado quando um efeito negativo persistente é percebido, como o rebaixamento contínuo dos níveis de água, deterioração progressiva da qualidade da água, aumento no custo da extração ou danos ecológicos.

Superfície potenciométrica – A altura do nível da água no poço corresponde ao nível potenciométrico da água. Em três dimensões, o conjunto de vários níveis potenciométricos define a superfície potenciométrica da água.

T

Teste de vazão – Consiste em bombear o poço durante um determinado tempo para determinação de uma vazão de extração adequada para o poço e do nível dinâmico correspondente (Figura 18). Também é conhecido como *teste de bombeamento* e *teste de produção*.

V

Vazão do poço – Volume de água extraída em uma unidade de tempo, geralmente em m³/hora, 1 m³ = 1000 litros. A vazão de extração adequada varia em função da permeabilidade do material. Por exemplo, poços que exploram materiais permeáveis, como arenitos (rochas que constituem o Guarani), serão mais produtivos e vazões de 10 a 80 m³/h são comuns. Já poços explorando rochas menos permeáveis (arenitos silto-argilosos, lamitos, siltitos, argilitos) terão vazões menores (< 10m³/h) ou podem mesmo ser secos.

Z

Zona saturada – A *zona saturada* encontra-se abaixo do lençol freático (superfície freática) (Figura 5). Os poros dos materiais geológicos que constituem essa zona, encontram-se totalmente preenchidos por água.

Zona não-saturada – A *zona não-saturada* é aquela situada acima do lençol freático (superfície freática) (Figura 5), e os poros dos materiais dessa zona estão preenchidos por ar e por água. Também é conhecida como *zona vadosa*, *zona de aeração* ou *zona insaturada*.

Zona de recarga – Área em que ocorre infiltração de água capaz de alimentar o aquífero (Figuras 20,21).

Zona de descarga – Área em que as águas subterrâneas emergem naturalmente do aquífero, formando nascentes ou alimentando rios (Figuras 6,20). Os poços são pontos de descarga artificial.

REFERÊNCIAS

Fairchild, T.; Teixeira, W.; Taioli, F.; Toledo, M. **Decifrado a Terra**. 2ª ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2009.

Fitts, C. **Águas subterrâneas**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

Giampá, C.; Gonçalves, V. **Águas subterrâneas e poços tubulares profundos**. 2ª ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

Hirata, R.; Suhogusoff, A. V.; Marcellini, S. S.; Villar, P. C.; Marcellini, L. **A revolução silenciosa das águas subterrâneas no Brasil: uma análise da importância do recurso e os riscos pela falta de saneamento**. São Paulo: Instituto Trata Brasil. 2019

Iritani, M. A.; Ezaki, S. **Cadernos de Educação Ambiental: As Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo**. 3ª. Edição. São Paulo: Secretaria de Meio Ambiente. Governo do Estado de São Paulo. 2014.

Winge, M. et. al. **Glossário Geológico Ilustrado**. Serviço Geológico Brasileiro (CPRM). Disponível no site <sigep.cprm.gov.br/glossario/> Acesso em 01 dez 2021