

**PALESTRA SOBRE POTABILIZAÇÃO**

**DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS**

**Mário Therezo Lopes**

## CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Sem água não haveria vida, como a conhecemos, na face da terra. Qualquer que seja o tipo de ser vivo considerado, ele depende da água para continuar existindo.

Entretanto, não é qualquer tipo de água que satisfaz a todos os seres. Os seres humanos, por exemplo, racionais e inteligentes que são, demandam água que atenda a padrões de referência adequados à sua utilização, tanto do ponto de vista estético, como sanitário.

Diferentemente do que se imagina, o suprimento de água doce na natureza, apesar de renovável através do ciclo hidrológico, é finito. Não se deve raciocinar em aumentar simplesmente a produção para atender à demanda crescente e os desperdícios: ***o preço a pagar pode ser a própria vida do sistema.***

O desmatamento irresponsável, a exploração descontrolada das fontes de suprimento e as alterações climáticas decorrentes do “efeito estufa”, afetam diretamente o suprimento de água doce.

Como se isso não bastasse, há ainda a poluição e a contaminação, tanto do solo como do subsolo, decorrentes do lançamento de produtos químicos como adubos e pesticidas, por exemplo e, de restos da atividade humana, inclusive, diretamente em cursos de água, ***ainda que estas constituam importantes fontes de suprimento.*** Isto agrava o problema da sua potabilização.

A menos que cada país e a comunidade de nações como um todo, se conscientizem que o problema é da responsabilidade de todos e de cada um individualmente, ***a guerra da água, hoje ainda limitada a uns poucos países***, se alastrará inexoravelmente e, não tenhamos dúvida, prevalecerá a ***"lei do mais forte", este último procurando dominar as reservas, a produção e o comércio da água em nosso planeta, a qualquer preço.***

## QUALIDADE DA ÁGUA QUANTO À SUA DESTINAÇÃO

Dependendo do fim a que se destina, a água deverá apresentar determinados padrões característicos, sem o que, em vez de auxiliar, prejudicará o usuário.

Assim é que, enquanto para algumas atividades industriais, por exemplo, a água deve ser isenta de sais minerais, para o consumo humano, esses sais tornam-se imprescindíveis para auxiliar no equilíbrio do metabolismo orgânico.

Por outro lado, independente do tipo de uso final, a água “in natura”, seja de superfície, seja subterrânea, pode apresentar características tais que danificam os equipamentos nela utilizados, diminuindo sua vida útil. Daí a necessidade de um estudo criterioso para especificar os tipos de equipamentos mais indicados para utilização em tais águas, ou, até mesmo para o pré-condicionamento dessas águas, visando minimizar os malefícios que provocariam se distribuídas em seu estado natural.

A conclusão lógica de tais colocações é a necessidade de, na grande maioria dos casos, a água demandar um certo tipo de acondicionamento ou de tratamento para atender adequadamente ao fim a que se destina.

No caso específico das águas subterrâneas, nas quais, via de regra, são mais freqüentes a presença de significativos teores de sais minerais e gases indesejáveis, faz-se necessária a sua adequação para poderem ser utilizadas com segurança.

Mesmo considerando que os mananciais subterrâneos são razoavelmente bem protegidos contra a poluição e a contaminação, isto não significa segurança absoluta. Um poço mal locado ou mal construído, por exemplo, pode propiciar a contaminação do aquífero.

Portanto, independentemente do manancial considerado, podemos genericamente afirmar que a água a ser utilizada carece de dois tipos básicos de tratamento:

- *Tratamento preventivo*, caracterizado pela seleção, locação e proteção adequadas do manancial; e,
- *Tratamento corretivo*, através do qual são alterados os padrões da água “in natura” para torná-la potável, ou, para atender as outras finalidades a que se destine.

Ressalte-se que não basta que a qualidade da água seja adequada apenas na fase imediatamente após o tratamento. Sua condição deve ser tal que o padrão se mantenha ao longo da distribuição, até atingir seu objetivo final.

Embora tal recomendação pareça por demais óbvia, é comum a sua inobservância, especialmente nos sistemas coletivos de abastecimento de água potável, por exemplo, nos quais, via de regra, as redes de distribuição, por mal construídas ou mal operadas, apresentam freqüentes pontos de poluição e de contaminação.

## **CARACTERÍSTICAS DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS**

Em uma avaliação sucinta quanto à qualidade natural das águas subterrâneas, podemos dizer que, o maior ou menor teor de sais minerais, metais dissolvidos, gases e substâncias voláteis (estas na maioria das vezes, responsáveis por sabor e odor em muitas águas), depende fundamentalmente, dentre outros, dos seguintes fatores:

- Qualidade mineralógica da rocha ou rochas da formação aquífera e, até mesmo, das camadas percoladas pela água antes de atingir a zona do aquífero;
- Localização do aquífero em sedimentos depositados no fundo de antigas áreas inundadas, ricas em matéria orgânica por exemplo; e,
- Poços locados em zonas de influência de línguas salinas.

É evidente que o enfoque acima refere-se às condições naturais ambientais. Infelizmente, nem sempre os problemas com as águas subterrâneas, da mesma forma como acontece com as águas de superfície, são de origem natural.

A poluição e a contaminação das águas por resíduos das atividades humanas – esgotos sanitários, defensivos agrícolas, pesticidas, herbicidas e outros rejeitos tóxicos ou radioativos – constituem problemas mais graves e muito mais onerosos quando se necessita colocar tais águas dentro dos padrões de potabilidade.

São inúmeras as constatações de agressões aos mananciais subterrâneos, especialmente próximo a núcleos populacionais e, especialmente, nas cercanias de áreas industriais, onde exista o manejo de produtos químicos, tóxicos ou radioativos.

A prevenção contra as agressões ao meio ambiente constitui o método mais sensato e correto para garantir nossos mananciais e a própria vida.

## POTABILIZAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

A adequação da qualidade das águas subterrâneas para atender aos padrões de potabilidade, visando adequá-las ao consumo humano, inclusive em seu aspecto estético, constitui o que denominamos de potabilização da água.

Dependendo das características naturais das águas subterrâneas, há aquelas que prescindem de qualquer tratamento prévio para seu uso, pois, atendem aos padrões de potabilidade.

Neste primeiro caso, tudo o que se necessita são os seguintes cuidados:

- Locação, projeto e construção tecnicamente corretos de poços, tanto do ponto de vista hidrogeológico, como sanitário; e,
- Para manter a potabilidade da água, o sistema através do qual ela será acumulada ou distribuída, deve ser sanitariamente bem protegido, inclusive através da desinfecção preventiva do sistema.

Todavia, é bastante comum as águas subterrâneas apresentarem odor e sabor indesejáveis e elevados teores de dureza, de alcalinidade, de ferro, de manganês, de cloretos, etc..

Nesses casos, para torná-las potáveis, essas águas devem ser submetidas a processos adequados de tratamento.

Exceto pela redução do teor de cloretos, que requer processo específico e bastante dispendioso, a redução da maioria dos demais elementos naturais presentes na água pode ser efetuada através de processos convencionais bastante difundidos e de operação simples e econômica.

O processo da **aeração** permite, ao introduzir o oxigênio do ar na água a tratar, fazer com que escapem para a atmosfera os gases dissolvidos, como o bióxido de carbono e o gás sulfídrico e outras substâncias voláteis responsáveis pelo odor e sabor presentes nessa água; além disso, a aeração propicia a oxidação dos elementos suscetíveis ao processo, tais como o ferro e o manganês, por exemplo, facilitando sua remoção.

A aeração pode ser efetuada de diversas maneiras, como por exemplo, pelo emprego de aspersores, cascatas, bandejas superpostas e injeção de ar comprimido.

Como efeito da aeração, alguns elementos passam a formar flocos, os quais são removidos, em boa parte, através do processo de **decantação**; os demais flocos, são removidos pela **filtração**.

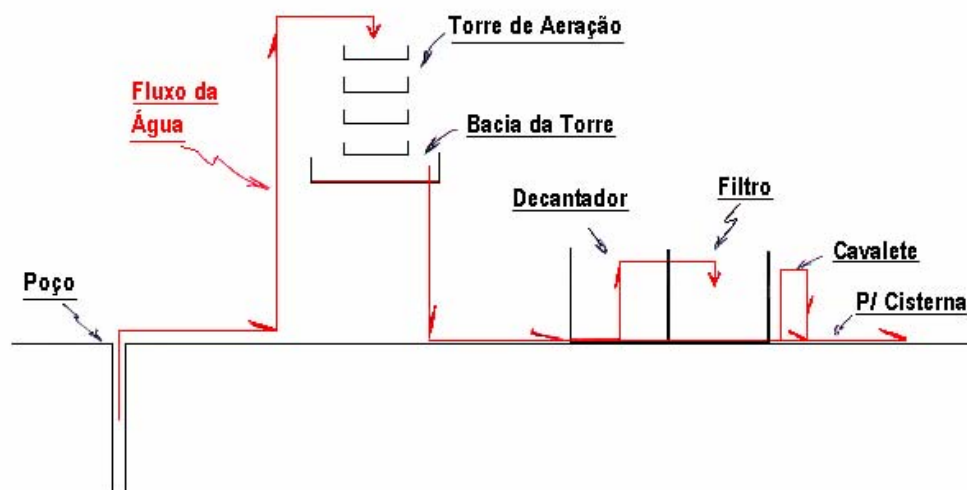
A grande inconveniência de se passar diretamente da **aeração** para a **filtração**, consiste no fato de que, em assim procedendo – e isto é mais freqüente do que se poderia esperar na prática – o grande volume de partículas retidas no filtro determina retrolavagens mais freqüentes, portanto, um desperdício evitável de água, de energia e de mão de obra.

A **decantação**, via de regra, ou é feita pelo fluxo gravitacional normal da água, ou, contracorrente. A escolha do método depende das características da estação de tratamento.

Em um sistema bem dimensionado, somente os flocos com densidade bastante pequena passam para o **filtro**, onde ficam retidos até serem removidos através do processo de **retrolavagem**.

As **estações comuns de tratamento** de água que envolvem esses três processos combinados, têm seu porte definido pela vazão da água a tratar e, via de regra, apresentam dimensões bastante significativas, fato que pode inviabilizá-las, especialmente em situações onde os espaços disponíveis sejam reduzidos. Por outro lado, **a presença permanente de operadores pode inviabilizar financeiramente seu emprego**.

**Estudos e ensaios desenvolvidos pelo Eng<sup>o</sup> Mario Therezo Lopes ao longo de cerca de uma década, permitiram a concepção de uma ETA compacta, que tanto pode ser construída no local, como pode ser produzida industrialmente e que, a par de resolver adequadamente o problema de espaço, opera de maneira extremamente simples e econômica; além disso, dispensa a presença constante de operadores junto à ETA.**



**Fig 01. – Corte esquemático de uma ETA compacta, com fluxograma da água.**

Tal simplificação foi possível através da interferência em determinadas fases do processo, para as quais já foi expedida a respectiva carta *patentes de invenção*, inclusive para o arranjo do conjunto.

Cabe alertar para o fato de que não se deve considerar tais métodos como panacéia. Exemplificando: águas contendo ferro coloidal, ou ainda, manganês dissolvido, demandam um pré-condicionamento, o qual também pode ser bastante simples do ponto de vista de instalação e de operação, dependendo da capacidade e experiência técnica do seu projetista.

Daí a necessidade de se procurar sempre profissionais efetivamente capacitados e credenciados para gerir as diversas etapas do processo, inclusive quanto à especificação e à execução das análises da água a tratar.



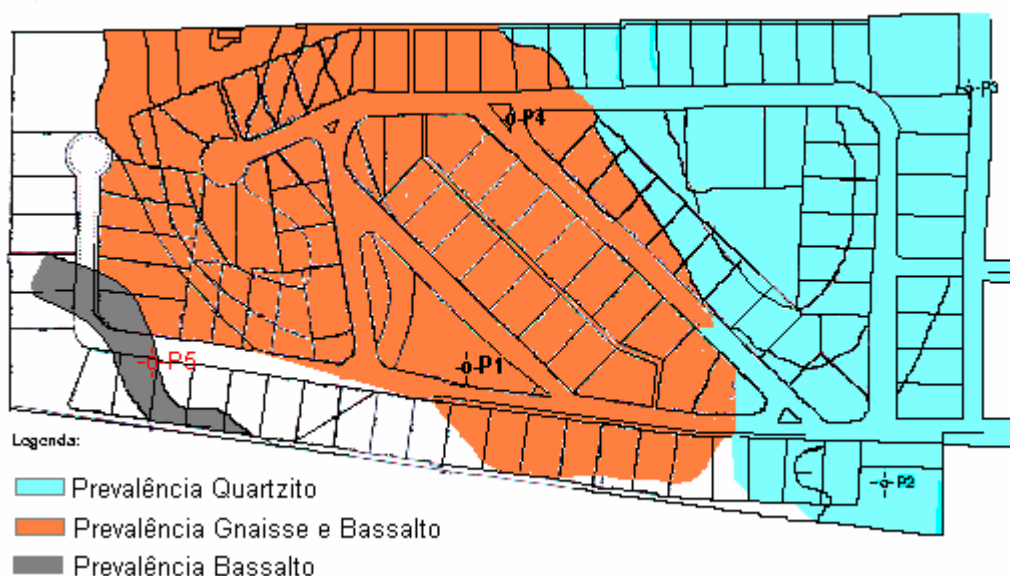
## EXEMPLOS DE CASOS REAIS

Para que se tenha uma idéia do que efetivamente se pode esperar em termos de qualidade das águas subterrâneas em função da litologia local e das condições de sua acumulação, visando a sua potabilização, apresentaremos a seguir alguns casos por nós constatados.

### 1. Condomínios em Niterói.

#### 1.1. Condomínio “A” ( Região Oceânica de Niterói).

A denominação simbólica do condomínio deve-se ao fato de não termos solicitado autorização para nominá-lo diretamente.



**Fig. 02. Planta plani-altimétrica do condomínio “A” (Região Oceânica) indicando a localização dos poços e litologia.**

Os 5 (cinco) poços tubulares profundos ali construídos apresentam, basicamente, águas com duas características distintas:

- Os 3(três) poços onde a litologia indica a presença de metabasitos subjacentes ao gnaiss, produzem águas com significativos teores de bicarbonatos (de cálcio, de magnésio e de ferro) e de ferro; em um dos poços, onde prevalece o metabasito, isto é, onde a cobertura de gnaiss

é insignificante (localmente), o teor de ferro é maior; o pH dessas águas está em torno de 6,0; e,

- Os 2(dois) poços restantes, construídos no quartzito, o pH situa-se em torno de 7,0 e a água não apresenta a presença de ferro e, dependendo da amostra (em função da época da coleta), também não apresenta bicarbonatos; as águas destes poços não produzem incrustações e nem sofrem variações em seus aspectos estéticos quando utilizadas em piscinas, por exemplo.

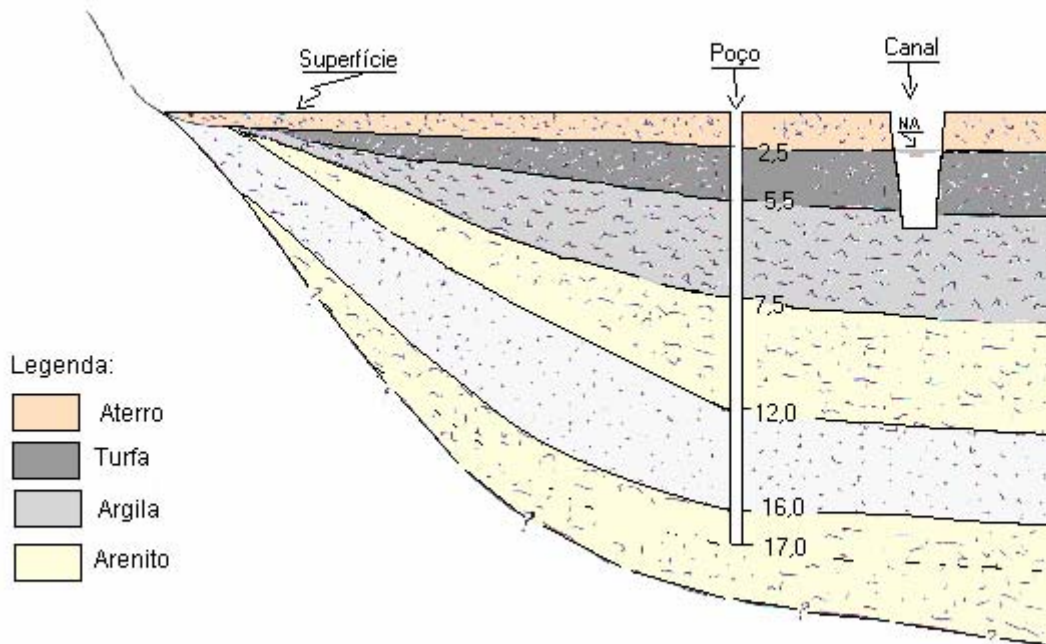
NOTA: as águas dos três primeiros poços são bastante agressivas.

### **1.2. Condomínio “B” (Região Oceânica de Niterói).**

Dos poços ali implantados, cabe destaque àquele construído junto à área de lazer do condomínio, o qual já foi seu principal produtor de água.

A representação esquemática a seguir, serve para ilustrar o histórico de tal poço, em relação à qualidade da água por ele produzida.

## CORTE ESQUEMÁTICO S/ ESCALA



**Fig.03. Seção geológica esquemática do condomínio "B" (Região Oceânica)**

Este exemplo serve para demonstrar como a potabilização da água de um determinado aquífero pode se comprometer em decorrência de fatores físicos externos, os quais provocaram a intercomunicação da camada de turfa (mangue) com a zona do aquífero, este, constituído por arenito argiloso em seu topo e em sua base e, arenito limpo, bem selecionado, na principal zona produtiva.

A água produzida por tal poço, inicialmente carecia apenas de tratamento para remover sabor, odor e ferro. Este último, apenas com a incipiente aeração gerada na queda da água da adutora em uma caixa de passagem provisória, era oxidado, formando flocos, densos o suficiente para decantarem.

Dado o grande número de perfurações efetuadas na área de influência do poço para implantação de benfeitorias, certamente a camada selante de argila foi penetrada e, provavelmente, por este motivo, houve a intercomunicação direta entre a turfa e o arenito.

Após cerca de 15 dias de bombeamento sistemático do poço, o que certamente provocou a queda da pressão hidrostática no aquífero, a água produzida mudou seu aspecto estético, passando a apresentar intensa turbidez acinzentada.

Com esses novos elementos em suspensão, a ETA não operou corretamente, uma vez que os sólidos em suspensão, além de não decantarem o suficiente, grande parte não era retida sequer pelo leito filtrante. Foram então efetuadas novas análises física e química da água bruta e constatada a presença de **ferro coloidal**, certamente proveniente da turfa.

Após novo teste de jarro, foi projetado, sem alterar a ETA existente, um sistema de pré-condicionamento da água para permitir a coagulação do ferro coloidal, sistema esse que sequer chegou a ser implantado.

Um novo fator físico externo agravou a situação quanto à qualidade da água. Ao ser refeita a dragagem do canal existente nos limites do condomínio, é muito provável que o argilito selante tenha sido irremediavelmente rompido no fundo do canal por onde circula água salgada, provocando, com isso, a salinização do aquífero, daí haver sido interrompido o aproveitamento de tal poço.

## **2. Icoaraci (Belém-PA).**

Este exemplo, do mesmo modo que veremos a seguir para o caso de Correnteza ( Campos-RJ), serve para ressaltar a importância do **“tratamento preventivo”** mencionado anteriormente, no item QUALIDADE DA ÁGUA QUANTO À SUA DESTINAÇÃO e indicar, nas circunstância, o grau de tratamento mais apropriado para torná-la potável.

Em Icoaraci, certamente por não haver sido efetuado um estudo hidrogeológico mais abrangente antes das construções dos primeiros poços e, dada a preocupação com o volume a produzir, decidiu-se pela captação dos horizontes situados até 100 metros de profundidade, mesmo apresentando odor e sabor indesejáveis e elevados teores de ferro (até 8ppm) e de manganês (até 5,5ppm) uma vez que as análises físicas e químicas e os ensaios então efetuados, indicavam a viabilidade da adequação desses teores através da implantação de uma estação de desferrização.

Estudos posteriores, seguidos de pesquisa hidrogeológica mais completa, permitiram identificar o seguinte:

- os poços anteriormente construídos, com profundidades da ordem de até 100 metros, captavam água de sedimentos quaternários, com elevados teores de ferro e de manganês e pH em torno de 6;

- abaixo da camada selante subjacente ao quaternário, constituída por argila plástica, esverdeada (leitura efetuada no instante da coleta da amostra), característica do topo do terciário, os aquíferos penetrados apresentavam água dentro dos padrões de potabilidade “in natura” e com um pH em torno de 8; e,
- ao entrarem em produção os novos poços, cada um com vazão superior à soma dos anteriores, estes foram desativados e, com eles, a ETA existente.

Como se vê, o “tratamento” dado através de poços corretamente projetados e construídos, dispensaram o tratamento corretivo existente (ETA) e, com isso, os custos permanentes de sua operação e manutenção, compensando e muito, quer pela vazão, quer pela qualidade das águas, o investimento maior nos novos poços.

### **3. Correnteza (Campos – RJ).**

Neste caso, a má condução do processo construtivo do poço, determinou a necessidade da implantação de uma estação de tratamento para tornar potável a água produzida.

Em Correnteza, a perfuração, de cerca de 100 metros, ultrapassou a camada selante (idêntica à de Icoaraci), situada a cerca de 50m de profundidade.

Os horizontes aquíferos sobrejacentes a essa camada selante contêm água que demanda tratamento, inclusive em uma situação que requer cuidado especial, devido à presença de teores elevados de **manganês dissolvido**.

Por deficiência da construtora do poço, ocorreu desabamento em profundidade, inclusive da camada selante, daí a necessidade da implantação de uma ETA, a qual ainda deverá sofrer alterações para atender, especificamente, à remoção do manganês dissolvido existente na água.

O tratamento inicialmente implantado, constando de coagulação com auxílio do sulfato de alumínio, decantação e filtração, não vem dando a resposta adequada quanto ao teor de manganês na água tratada, daí a necessidade da alteração da ETA para tornar eficiente a remoção desse manganês e, desta forma, colocar a água efetivamente dentro dos padrões de potabilidade.