

MÉTODOS DE AMOSTRAGEM DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS E APLICABILIDADE DA PORTARIA 518 DO MINISTÉRIO DA SAÚDE

Luiz Fernando Miliorini ¹

Vinicius Ishimine ¹

Atualmente, a Portaria 518/2.004 do Ministério da Saúde do Brasil não é utilizada apenas para controle da qualidade da água destinada ao consumo humano e de sua potabilidade, mas também como um importante instrumento de avaliação do nível de contaminação das águas subterrâneas em trabalhos de avaliação hidrogeológica e ambiental. Paralelamente à crescente utilização desta Portaria para esta finalidade, os trabalhos de amostragens das águas subterrâneas, responsáveis pelo fornecimento de resultados para aplicação desta referência, vêm sendo realizados por meio da aplicação de diferentes métodos, entre os quais destaca-se o de Micro Purga ou Baixa Vazão, que apresenta o maior potencial de fornecimento de resultados com maior confiabilidade.

Currently, the Portaria 518/2,004 of the Health department of Brazil is not used only for control of the quality of the water destined to the human consumption and of its potability, but also as an important instrument of evaluation of the level of contamination of underground waters in works of hydrogeologic and ambient evaluation. Parallel to the increasing use of this It would carry for this purpose, the works of sampling of underground waters, responsible for the supply of results for application of this reference, they come being carried through by means of the application of different methods, among which it is distinguished of Low Flow, that it presents the potential greater of supply of results with bigger trustworthiness.

Palavras chave: amostragem, Portaria 518

1 - Diretores da KW Ambiental Ltda., Situada à Rua Raul Pompéia, 66 - Osasco - SP / (11) 3694 6729 / Kwambiental@Kwambiental.Com.Br

1. INTRODUÇÃO

A Portaria 518/2.004 do Ministério da Saúde do Brasil, que se trata de uma revisão das anteriores Portarias 36/1.990 e 1.469/2.001, foi criada como um instrumento de controle da qualidade da água utilizada para o consumo humano e de sua potabilidade.

Contudo, nos últimos 10 a 15 anos ela e suas antecessoras vêm sendo amplamente utilizadas como instrumentos auxiliares para as interpretações realizadas como parte de trabalhos de investigação ambiental que incluem avaliações da qualidade das águas subterrâneas, principalmente quando esta pode ter sido prejudicada por atividades envolvendo o manuseio de potenciais contaminantes.

Paralelamente à crescente utilização da Portaria 518/2.004 como instrumento de avaliação de áreas contaminadas, os trabalhos de amostragem que permitem a geração de dados para comparação das concentrações dos compostos de interesse ambiental com os padrões estabelecidos por meio desta Portaria, vêm sendo realizados através da aplicação de metodologias cada vez mais rígidas, de forma que sejam obtidos resultados com maior nível de confiabilidade e que reproduzam as condições reais das águas amostradas.

O presente trabalho apresenta alguns aspectos referentes à aplicabilidade da Portaria 518, mas principalmente um breve descritivo dos diferentes métodos de amostragem das águas subterrâneas que possibilitam a obtenção de resultados para aplicação desta referência.

2. APLICABILIDADE DA PORTARIA 518/2.004

A Portaria 518/2.004 é utilizada no Brasil como o principal instrumento de controle da qualidade da água destinada ao consumo humano e de sua potabilidade, quer seja esta água subterrânea ou captada a partir de corpos superficiais (rios, lagos, represas etc.). Contrariamente a sua antecessora mais antiga, a Portaria 36/1.990, ela possui enfoque epidemiológico, definições e parâmetros adequados e atualizados, adequação à realidade técnica/laboratorial existente no país e alguns aspectos de avaliação e gerenciamento de riscos à saúde humana.

Estas mudanças permitiram a inclusão de alguns parâmetros, bem como a alteração de algumas referências (limites) com base nas diferentes características químicas e principalmente toxicológicas deles, valorizando alguns em detrimento de outros. Mas o que estas mudanças ocasionaram de mais significativo foi a ampliação da possibilidade de aplicação da Portaria, uma vez que conferiram maior representatividade aos padrões estabelecidos para os diferentes parâmetros quando se trata de efeitos à saúde humana.

Desta forma, ela se tornou um instrumento de muita utilidade quando se trata da avaliação de áreas contaminadas. Sua utilização para esta finalidade tem ocorrido de forma tão acentuada, que alguns Órgãos de Controle Ambiental, como a CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo e a FEEMA - Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente do Estado do Rio de Janeiro, por exemplo, a adotaram como referência para elaboração de listas de valores orientadores para avaliação do nível de contaminação das águas subterrâneas.

3. MÉTODOS DE AMOSTRAGEM DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

3.1 - Preparação Para a Amostragem

Anteriormente ao início de qualquer campanha de amostragem das águas subterrâneas, algumas informações devem preferencialmente ser obtidas com antecedência, uma vez que o conhecimento prévio destas contribui para diminuição do risco da ocorrência de erros durante a execução dos trabalhos. Algumas delas podem não ser obtidas em razão de sua inexistência. Neste caso, deve procurar-se obtê-las em campo, durante a execução dos trabalhos.

As informações que devem ser preferencialmente obtidas previamente são as seguintes:

- Existência de plantas, protocolos e objetivos do programa de amostragem;
- Em quais poços serão realizadas as amostragens e qual a seqüência executiva preferencial;
- Quais parâmetros serão analisados nas amostras coletadas;
- Existência de ordem preferencial para coleta das amostras conforme a análise a ser executada e a suspeita da existência de contaminação;
- Como é a acessibilidade aos poços, uma vez que este aspecto pode contribuir para definição do tipo de transporte a ser utilizado, da quantidade de pessoas necessárias, da necessidade de autorizações especiais (permissões de trabalho, por ex.), das ferramentas a serem utilizadas etc.;
- Quais os parâmetros físico-químicos a serem obtidos no campo e eventualmente exigidos pela natureza das análises a serem executadas. O técnico deverá saber antecipadamente quais dados devem ser coletados (nível d'água, temperatura, potencial redox, potencial hidrogeniônico, concentração de oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, turbidez etc.). Todas as informações devem ser anotadas em formulários com o máximo de clareza;
- Em qual profundidade (dentro do poço) as amostras devem ser coletadas;

- Necessidade ou não de manipulação especializada da água removida dos poços. As águas podem ser despejadas em superfície, em coleta sanitária ou industrial, ou armazenadas como resíduo tóxico potencial? O rejeito perigoso irá requerer identificação (etiquetas, armazenamento e transporte para local adequado)?;
- Caso os trabalhos sejam executados no interior de uma empresa, deve verificar-se qual o procedimento para acesso às áreas de interesse, horário de expediente, contato com o responsável pela(s) área(s) de trabalho, políticas de segurança da empresa etc.;
- Dados construtivos dos poços (material utilizado, diâmetro, comprimento do filtro etc.) a serem amostrados, uma vez que estes serão utilizados para definição do(s) método(s) de amostragem;
- Avaliações sobre o comportamento físico (oscilações dos níveis d'água) e químico dos poços durante eventos de monitoramento passados. A turbidez da água pode influenciar métodos de amostragem e a necessidade de filtração das amostras. Dependendo das concentrações de determinados compostos presentes na água, o uso do equipamento de proteção individual pode ser necessário;
- Qual será o laboratório para onde serão encaminhadas as amostras coletadas;
- Tipo e número de frascos necessários, volume exigido por amostra e parâmetro a ser analisado, preservativos necessários, prazo de validade de cada amostra até o início das análises, cuidados adicionais para acondicionamento (temperatura de conservação, forma de transporte, etc.);
- Aspectos relativos ao preenchimento da cadeia de custódia;
- Metodologia a ser empregada na coleta (*bailers*, bombas centrífugas ou peristálticas, amostragem por baixa vazão, etc.). A metodologia deve considerar, sempre que possível, os tipos de análises a serem efetuadas;
- *Checklist* dos equipamentos e materiais necessários: EPIs, veículos, frascos, *coolers*, bombas, *bailers*, ferramentas manuais, medidores portáteis, planilhas para anotações, permissões de trabalho, materiais para esterilização, gelo reutilizável etc.

É importante salientar que após a verificação de todas estas informações e antes do início de uma amostragem, todos os poços a serem amostrados devem ser monitorados. Em cada poço este monitoramento deve incluir:

- Medição do nível d'água estático, visando verificar a existência de fluxos horizontais e verticais e a presença e dimensão da coluna d'água no poço;
- Verificação da presença de lâmina de fase livre de contaminante no interior do poço ou outros indícios de contaminação. Caso seja identificada, sua espessura deve ser medida.

Salienta-se que alguns dos métodos de amostragem apresentados a seguir exigem, como parte de sua aplicação, a realização de purga prévia dos poços a serem amostrados, uma vez que o conjunto de procedimentos adotados quando eles são empregados não elimina o problema relativo à água estagnada no interior dos poços, que por sua vez não pode ser considerada representativa da qualidade da água do aquífero local.

Por isso, quando realizado, o procedimento de esgotamento deve permitir assegurar que a água estagnada seja substituída pela da formação. Caso a taxa de recarga seja alta o poço não deve ser totalmente esgotado. Desse modo, o técnico responsável evita que se formem “quedas d'água” para o interior do mesmo, o que pode acelerar a perda de compostos voláteis. Para evitar tal situação recomenda-se a retirada de um volume três vezes superior ao que é encontrado no poço antes do esgotamento, a uma velocidade que não cause recarga excessiva.

Para casos onde a taxa de recarga é baixa, o esgotamento também deve ser executado a uma velocidade adequada, de forma a promover o esvaziamento completo do poço sem que se formem as já mencionadas “quedas d'água”.

Na fase de esgotamento deve ser utilizado equipamento individual para cada poço, de modo a evitar possíveis contaminações cruzadas entre os pontos de coleta. No caso da utilização de *bailer*, deve ser trocada inclusive a linha que sustenta o mesmo. Caso sejam utilizadas bombas (de qualquer tipo), devem ser trocadas as mangueiras utilizadas.

No caso de reutilização de equipamentos, estes devem ser previamente esterilizados. Esta esterilização compreende algumas etapas descritas a seguir, devendo ser rigorosamente seguidas para que a limpeza apresente maior eficácia:

- Lavar o equipamento com água corrente e detergente alcalino não fosfatado;
- Deixar a água corrente retirar todo o detergente e repetir o processo;
- Circular água deionizada pelo equipamento de maneira a substituir a água corrente;
- Em seguida, circular metanol por todo o equipamento e finalmente circular hexano;
- Deixar o equipamento esterilizado secar e guardá-lo (em saco plástico ou saco bolha) para sua reutilização.

Os itens a seguir apresentam alguns dos métodos de amostragem das águas subterrâneas mais utilizados:

3.2 - Amostragem Através de *Bailers*

Os *bailers* são amostradores constituídos por PVC, polietileno, polipropileno, *teflon*, alumínio ou aço inox. No caso dos dois últimos materiais, estes podem ser reutilizados desde que sejam realizadas as etapas de esterilização já descritas no item 3.1.

A amostragem através de *bailers* não possui limitação de profundidade e tipo de poço.

É recomendável a utilização de um amostrador para cada poço caso este método seja adotado. O técnico que realiza a coleta deve, tanto na purga (este procedimento exige a realização desta etapa) quanto na amostragem, inserir lentamente o amostrador no interior do poço, evitando assim a geração de turbulência.

A passagem da água para os frascos deve ser executada lentamente, com o auxílio de controladores de fluxo que permitam a redução da velocidade da água que sai do amostrador.

A principal vantagem com relação à adoção deste método é seu baixo custo de aplicação, por isso ainda trata-se do mais utilizado. Como principais desvantagens têm-se:

- A necessidade de esgotamento dos poços, o que implica na geração de efluentes que devem receber destino adequado;
- A geração, ainda que minimizada pelos cuidados tomados durante a amostragem, de turbulência na água que está sendo amostrada, o que pode ocasionar perda de compostos voláteis e aumento da turbidez das amostras.

3.3 - Amostragem Através de Bombas de Sucção (Vácuo, Centrífuga e Peristáltica)

Dentre as bombas mencionadas, a mais comum é a peristáltica, pois trata-se da que causa o menor distúrbio (turbulência) na água que está sendo amostrada, ainda que este problema não seja totalmente eliminado quando ela é empregada.

Por meio da utilização da bomba peristáltica, a água que está sendo purgada ou retirada para a amostragem não entra em contato com o equipamento, mas somente com as mangueiras. Estas, por sua vez, devem ser descartáveis (uma para cada poço).

Como este tipo de bomba geralmente possui dispositivo capaz de possibilitar o controle da velocidade de fluxo da água que está sendo amostrada, o operador deve procurar, principalmente quando está sendo retirado material para análise de compostos voláteis, executar a amostragem a uma baixa velocidade.

O principal limitante deste equipamento é a profundidade de amostragem, que não pode exceder 7,0 metros. Ao nível do mar esta profundidade limite pode alcançar valores próximos de 9,0 m.

3.4 - Bombas de Ar/Gás (Bexiga)

Bombas deste tipo são compostas por um compartimento (externo) metálico ou de *teflon*, onde é inserida uma membrana de material flexível (bexiga) conectada a uma mangueira para transferência de água, e a uma abertura para comunicação com o meio externo por onde deve entrar a água a ser amostrada. O compartimento externo também é conectado a uma mangueira, que por sua vez deve estar acoplada a um compressor ou cilindro de ar.

O conjunto deve ser inserido no ponto a ser amostrado de forma que com o próprio peso da coluna d'água a bexiga seja preenchida. Após isto é acionado o fluxo de ar (normalmente por meio de controladores interligados ao cilindro ou ao compressor) e este entra no compartimento externo comprimindo a bexiga e fazendo com que esta expulse a água pela mangueira de transferência, possibilitando sua amostragem.

3.5 - Micro Purga ou Amostragem por Baixa Vazão (*Low Flow*)

Para aplicação deste método podem ser utilizadas tanto bombas peristálticas quanto de bexiga, desde que estas estejam possuam ou estejam conectadas a dispositivos controladores da velocidade de purga.

O referido método baseia-se na amostragem por meio da adoção de uma baixa velocidade de entrada de água no ponto de captação da bomba inserido no poço durante o bombeamento do mesmo, e não necessariamente à vazão da água despejada na superfície. Desta forma, a melhor forma de controlar a vazão é monitorar o rebaixamento do nível d'água durante o bombeamento realizado por ocasião da amostragem. Este monitoramento pode ser realizado através da utilização de uma sonda elétrica para medição contínua deste parâmetro em cada poço.

Paralelamente ao acompanhamento do rebaixamento do nível d'água visando garantir a adoção da baixa vazão, deve ser realizado o monitoramento dos parâmetros indicadores de sua qualidade (pH, condutividade elétrica, potencial de *redox*, oxigênio dissolvido e turbidez). Este monitoramento visa determinar o momento em que a água da formação está sendo acessada durante a purga de cada poço e estabelecer assim o instante ideal para que a amostragem seja efetuada. Para sua execução a água purgada deve passar por uma célula de fluxo onde devem ser acoplados eletrodos sensíveis aos parâmetros indicadores para medição contínua dos mesmos. Quando obtidas três leituras sucessivas entre $\pm 0,1$ para pH, $\pm 3\%$ para condutividade, $\pm 10\text{mV}$ para potencial *redox* e $\pm 10\%$ para oxigênio dissolvido e turbidez, tem-se a indicação de que foram alcançadas as condições ideais para retirada das amostras.

Após a estabilização dos parâmetros em cada poço, a mangueira de polietileno acoplada à bomba deve ser desconectada da célula de fluxo e a água bombeada despejada diretamente nos frascos destinados ao armazenamento das amostras.

O tempo para amostragem de cada poço depende diretamente do necessário para controle do rebaixamento do nível d'água e da estabilização dos parâmetros indicadores, que por sua vez é condicionado pelas características hidrogeológicas locais e pelas características construtivas dos poços.

As principais vantagens de sua aplicação são:

- Eliminação dos efeitos da turbulência durante as amostragens, minimizando consideravelmente a perda de compostos voláteis e a geração de turbidez;
- Eliminação da necessidade de esgotamento dos poços a serem amostrados, minimizando consideravelmente o volume de efluentes gerados durante a amostragem;
- Monitoramento contínuo de parâmetros físico-químicos durante a amostragem, o que é uma garantia de que está sendo amostrada efetivamente a água da formação.

O principal empecilho para sua aplicação ainda é o seu custo elevado, cujo impacto é minimizado somente em casos onde são realizadas várias campanhas de amostragem numa mesma área ao longo do tempo (monitoramentos periódicos).

3.6 - Aspectos de Conservação das Amostras

Dependendo dos compostos a serem analisados, as amostras devem ser preservadas com o auxílio de alguns conservantes, desde a amostragem até o momento da análise. No caso de metais, por exemplo, os frascos utilizados para armazenamento das amostras devem conter ácido nítrico, além de serem mantidos sob refrigeração.

As Tabelas 1 e 2 apresentam os frascos recomendados, o método de preservação a ser utilizado e o tempo máximo até as amostras serem encaminhadas ao laboratório de acordo com a norma 6410, da CETESB (1988).

Tabela 1 - Preservação das amostras de água

Parâmetro	Frasco recomendado	Método de preservação	Tempo máximo de armazenagem	Volume mínimo necessário para análise
pH	<i>Teflon</i> , polietileno, vidro	Determinado no campo	Nenhum	200 ml
Condutividade	<i>Teflon</i> , polietileno, vidro	Determinado no campo	Nenhum	100 ml
Carbono Orgânico Total (TOC)	Vidro âmbar com tampa em <i>teflon</i>	Refrigerar a 4°C e HCl c/ pH <2	28 dias	100 ml
Halogêneos Orgânicos Totais (TOX)	Vidro âmbar com septos ou tampa em <i>teflon</i>	Refrigerar a 4°C e adicionar 1 ml de sulfito de sódio 1,1 M	7 dias	100 ml
Cloreto	<i>Teflon</i> , polietileno, vidro	Refrigerar a 4°C	28 dias	200 ml
Ferro, Manganês, Sódio	<i>Teflon</i> , polietileno	Acidificado no campo com HNO ₃ até pH < 2	6 meses	300 ml
Fenóis	Vidro	Refrigerar a 4°C e acidificar com H ₂ SO ₄ c/ pH<2	28 dias	1000 ml
Sulfato	<i>Teflon</i> , polietileno, vidro	Refrigerar a 4°C	28 dias	200 ml
Cromo hexavalente	<i>Teflon</i> , Polietileno	Refrigerar a 4°C	24 horas	250 ml
Arsênio, Bário, Cádmio, Cromo, Chumbo, Selênio, Prata	<i>Teflon</i> , Polietileno	Metais totais (Acidificado no campo com HNO ₃ até pH<2) Metais dissolvidos (Filtragem no campo através de membrana de 0,45 µm e acidificação com HNO ₃ até pH<2)	6 meses	1000 ml

Tabela 2 - Preservação das amostras de água

Parâmetro	Frasco recomendado	Método de preservação	Tempo máximo de armazenagem	Volume mínimo necessário para análise
Mercúrio	Frasco escuro	Filtragem no campo através de membrana de 0,45 µm e adicionar 15 ml de solução preservante (1)	10 dias	250 ml
Fluoreto	<i>Teflon</i> , polietileno	Refrigerar a 4°C	28 dias	100 ml
Nitrato/Nitrito	<i>Teflon</i> , polietileno, vidro	Refrigerar a 4°C e acidificar com H ₂ SO ₄ c/ pH<2	14 dias	200 ml
Endrin, lindano, Metoxicloro, Tixafeno, 2, 4 O 2, 4, 5 TP Silvex	<i>Teflon</i> , vidro	Refrigerar a 4°C	7 dias	2000 ml
Rádio, Alfa total, Beta total	Polietileno, vidro	Acidificação com HNO ₃ até pH<2	6 meses	3785 ml
Bactérias coliformes	Polipropileno Vidro esterilizado	Refrigerar a 4°C	6 horas	200 ml
Cianeto	Polietileno, vidro	Refrigerar a 4°C e adicionar NaOH até pH<12 e 0,6 g de ácido ascórbico	14 dias	500 ml
Óleos e graxas	Vidro	Refrigerar a 4°C e acidificar com H ₂ SO ₄ c/ pH<2	28 dias	1000 ml
Orgânicos semivoláteis	<i>Teflon</i> , vidro	Refrigerar a 4°C	14 dias	1000 ml
Orgânicos Voláteis	Vidro revestido com <i>teflon</i>	Refrigerar a 4°C	7 dias	5 ml

(1) - Solução preservante: 10 g de K₂Cr₂O₇ + 200 ml de água destilada + 1000 ml de HNO₃ concentrado p.a., destilado). Todos os reagentes com baixo teor de Hg.

Amostras destinadas à determinação das concentrações de compostos orgânicos não devem ser filtradas em campo. Durante a transferência da água do poço para o frasco o técnico deverá evitar a formação de espaços vazios no interior do mesmo, de maneira a reduzir ao mínimo a possibilidade de volatilização de orgânicos.

Quando a amostragem destina-se à análise química de metais dissolvidos, a água retirada do poço deve ser filtrada através de membrana de 0,4 µm de maneira a reter os colóides presentes nela (retenção de hidróxido de ferro que adsorve outros metais). Após esta etapa, a amostra deve ser acidificada com ácido nítrico (pH<2,0).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A última revisão da Portaria do Ministério da Saúde que regula a qualidade da água utilizada para o consumo humano e de sua potabilidade, que deu origem à Portaria 518/2.004, possibilitou que esta referência se tornasse mais apropriada à sua utilização como um instrumento de avaliação do nível de contaminação das águas subterrâneas.

Com relação aos métodos de amostragem destas águas, que propiciam a avaliação de sua qualidade, ainda verifica-se que o mais amplamente aplicado, justamente por seu baixo custo, é o que utiliza amostradores descartáveis do tipo *bailer*. Contudo, as crescentes exigências por parte dos Órgãos de Controle Ambiental pela obtenção de resultados com maior qualidade, têm conduzido à aplicação cada vez mais freqüente do método de Micro Purga ou Baixa Vazão, uma vez que este apresenta vantagens sobre os outros quando se trata da obtenção de resultados que reflitam de forma mais confiável a situação de contaminação de um determinado aquífero.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (2001) Estabelecimento de Valores Orientadores para Solos e Água Subterrânea no Estado de São Paulo. Relatório Final. São Paulo, 246 p.;
- CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (1988) Norma CETESB 6410 - Amostragem e monitoramento das águas subterrâneas. São Paulo, 21 p.;
- MINISTÉRIO DA SAÚDE (2004). Portaria nº518, Controle e Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano e seu Padrão de Potabilidade.