

Ulcio



AGUAS DE BALNEABILIDADE

— Estabelece normas à sua qualificação.

MINISTÉRIO DO INTERIOR

GABINETE DO MINISTRO

PORTARIA N. 536 — DE 7 DE DEZEMBRO DE 1976

O Ministro de Estado do Interior no uso de suas atribuições acolhendo proposta do Secretário Especial do Meio-Ambiente, fundamentada no que dispõem o Decreto n. 73.030 (*), de 30 de outubro de 1973, o Decreto-Lei n. 1.413 (*), de 14 de agosto de 1975 e o Decreto n. 76.389 (*), de 3 de outubro de 1975, e tendo em vista a necessidade de complementar a Portaria GM n. 13, de 15 de janeiro de 1976, no tocante à qualidade das águas de balneabilidade, resolve:

I — As águas interiores ou marinhas destinadas à balneabilidade (recreação de contato primário) são consideradas como «excelentes» (3 estrelas), para esse fim, quando em 80% (oitenta por cento) ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das 5 (cinco) semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver no máximo 250 (duzentos e cinquenta) coliformes fecais em 100 (cem) mililitros d'água ou 1.250 (mil, duzentos e cinquenta) coliformes totais em 100 (cem) mililitros d'água.

II — As águas interiores ou marinhas destinadas à balneabilidade (recreação de contato primário) são consideradas como «muito boas» (2 estrelas), para esse fim, quando em 80% (oitenta por cento) ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das 5 (cinco) semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver no máximo, 500 (quinhentos) coliformes fecais em 100 (cem) mililitros d'água ou 2.500 (dois mil e quinhentos) coliformes totais em 100 (cem) mililitros d'água.

III — As águas interiores ou marinhas destinadas à balneabilidade (recreação de contato primário) são consideradas como «satisfatórias» (1 estrela), para esse fim, quando não puderem ser classificadas como excelentes ou muito boas, mas em 80% (oitenta por cento) ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das 5 (cinco) semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver no máximo 1.000 (mil) coliformes fecais em 100 (cem) mililitros d'água, ou 5.000 (cinco mil) coliformes totais em 100 (cem) mililitros d'água.

IV — As águas interiores ou marinhas, destinadas à balneabilidade (recreação de contato primário) são consideradas como «suspeitas», para esse fim, quando não puderem ser classificadas como excelentes, muito boas ou satisfatórias, mas em 80% (oitenta por cento) ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das 5 (cinco) semanas anteriores e colhidas no mesmo local, houver no máximo 4.000 (quatro mil) coliformes fecais em 100 (cem) mililitros d'água ou 20.000 (vinte mil) coliformes totais em 100 (cem) mililitros d'água, bem como se nelas houver organismos capazes de hospedar parasitas do homem.

V — As águas interiores ou marinhas destinadas à balneabilidade (recreação de contato primário) são consideradas como «más», para esse fim, quando ocorrer qualquer uma das seguintes circunstâncias:

a) não-classificação em nenhuma das categorias anteriores, por terem ultrapassado os índices bacteriológicos nelas admitidos;

b) ocorrência, na região, de incidência relativamente elevada ou anormal de enfermidade transmissíveis por via hídrica, a critério das autoridades sanitárias;

c) sinais de poluição por esgotos, perceptíveis pelo olfato ou visão;

d) recebimento regular, intermitente ou esporádico de esgotos, por intermédio de valas, cursos d'água ou canalizações, inclusive galerias de águas pluviais, mesmo que seja de forma diluída;

e) presença de resíduos ou despejos, sólidos ou líquidos, inclusive óleos, graxas e outras substâncias, capazes de oferecer riscos à saúde ou tornar desagradável a recreação;

f) visibilidade menor que 1.00 (um) m e PH menor que 6.5 ou maior que 8.3;

g) presença, na água, de parasitas que afetam o homem, ou a constatação da existência de seus hospedeiros intermediários infectados;

h) presença, nas águas interiores de veículos de esquistossomose, caso em que os avisos de interdição ou alerta deverão mencionar especificamente esse risco sanitário;

i) outros fatores que contra-indiquem, temporária ou permanentemente, o exercício da recreação de contato primário (natação).

VI — As categorias «suspeita» e «má» poderão ser reunidas numa só categoria «imprópria» pela entidade ou órgão classificador, a seu critério. Do mesmo modo, as categorias «excelente», «muito boa» e «satisfatória» poderão ser reunidas numa categoria denominada «própria».

VII — Se a deteriorização da qualidade das praias ou balneários ficar caracterizada como decorrência da lavagem de vias públicas pelas águas da chuva, ou como consequência de outra causa qualquer, essa circunstância deverá ser mencionada no Boletim de Classificação.

VIII — A colheita de amostras será feita, preferencialmente, nos dias de maior afluência do público às praias ou balneários.

IX — Para efeito de classificação, o resultados dos exames poderão também se referir a períodos menores que 5 (cinco) semanas, desde que cada um dos referidos períodos seja especificado, e tenham sido colhidas e examinadas, pelo menos, 5 (cinco) amostras durante o tempo mencionado.

X — Os exames de colimetria, previstos, nesta Portaria, sempre que possível, serão feitos para a identificação e contagem de coliformes fecais, sendo permitida a utilização de índices expressos em coliformes totais, se a identificação e contagem forem difíceis ou impossíveis.

XI — Os métodos de análise colimétrica devem ser os especificados no «Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water»; última edição.

XII — A beira-mar, a colheita de amostras para a determinação do número de coliformes fecais ou totais deve ser, de preferência, realizada nas condições de maré que apresentem, costumeiramente, no local, contagens bacteriológicas mais elevadas.

XIII — As praias e outros balneários poderão ser interditados se o Poder Público, em qualquer dos seus níveis (Municipal, Estadual ou Federal), considerar que a má qualidade das águas de recreação primária justifica a medida e tiver meios, ao seu dispor, para levar a efeito essa providência.

XIV — Sem prejuízo do disposto no item anterior, sempre que houver uma afluência ou extravasamento de esgotos capazes de oferecer sério perigo em praias ou outros balneários, o local deverá ser sinalizado, pela entidade responsável, com bandeiras vermelhas com uma letra «P» ou a palavra «poluição» escrita em cor negra, no centro das referidas bandeiras.

XV — A classificação das águas, destinadas à balneabilidade, deverá ser feita e amplamente divulgada pelo Poder Público, em qualquer de seus níveis (Municipal, Estadual ou Federal), inclusive pelas Fundações e Companhias de Tecnologia e Saneamento Básico vinculadas às entidades estatais.

XVI — Esta Portaria entrará em vigor na data de sua publicação, revogadas as disposições em contrário. — Mauricio Rangel Reis, Ministro do Interior.

OS MÉTODOS DA HIDROGEOLOGIA

1. MEDIDAS DE CARGA HIDRÁULICA

1. Considerações iniciais

A carga hidráulica ~~h~~ em um ponto de um escoamento em meio poroso é:

$$\phi = z + \frac{p}{\gamma}$$

Se a pressão é a pressão atmosférica, então é suficiente a determinação da cota do plano da água para definir sua carga, pois $\phi = z$.

Superfície piezométrica é a superfície definida pelos pontos de aplicação das alturas piezométricas. A superfície piezométrica é materializada por uma equipotencia onde $\phi = \text{cte}$, traçada segundo uma equidistância adaptada às condições do escoamento. As curvas equipotenciais são medidas em metros; a reunião de curvas equipotenciais traçadas sobre um mapa topográfico.

Piezômetro é um dispositivo usado em sondagens e que é acessível à superfície do aquífero. Um poço pode ser considerado um piezômetro.

Nível piezométrico de uma obra de captação é a cota atingida pela água dentro dessa obra.

As expressões 'nível estático' e 'nível dinâmico' são usadas para designar, respectivamente, o nível piezométrico de uma obra de captação quando a bomba está em repouso e quando ela está em funcionamento.

2. Métodos de medição

A medida da carga hidráulica corresponde à determinação da altura piezométrica. A medida é feita em piezômetros, / sendo realizada em relação à parte superior do tubo. Mede-se a distância vertical entre o plano da água e a cota de referência. Pode-se utilizar os seguintes métodos:

a) fita de aço com um peso na extremidade. O choque do peso com a água permite a determinação das profundidades. Certos aparelhos possuem um dispositivo que emite um som estridente quando se dá o choque com a água. Outros possuem uma fita graduada, que é recoberta por giz, mostrando o contato com a água.

b) aparelhos elétricos: o circuito é fechado quando a extremidade do cabo entra em contato com a água, ao mesmo tempo acendendo-se uma luz colocada na roldana que desenrola o cabo.

c) quando o nível da água se encontra a pequena profundidade, pode-se utilizar uma régua rígida graduada, que pode estar recoberta com giz.

d) para medição das variações do nível piezométrico, usam-se aparelhos chamados linígrafos, que podem funcionar registrando as variações de um flutuador, ou funcionar por variações de pressão.

e) métodos geofísicos: as variações no comportamento físico das rochas tornam possível a utilização de métodos geofísicos para localização do nível piezométrico. Variando a compactação pela saturação da rocha porosa (caso de um sedimento não consolidado), pode-se usar a refração sísmica. Mudando a resistividade de uma rocha pela sua saturação, utiliza-se o método da prospecção elétrica. Nenhum desses métodos prescinde da utilização de piezômetros de referência.

3. Mapas Piezométricos

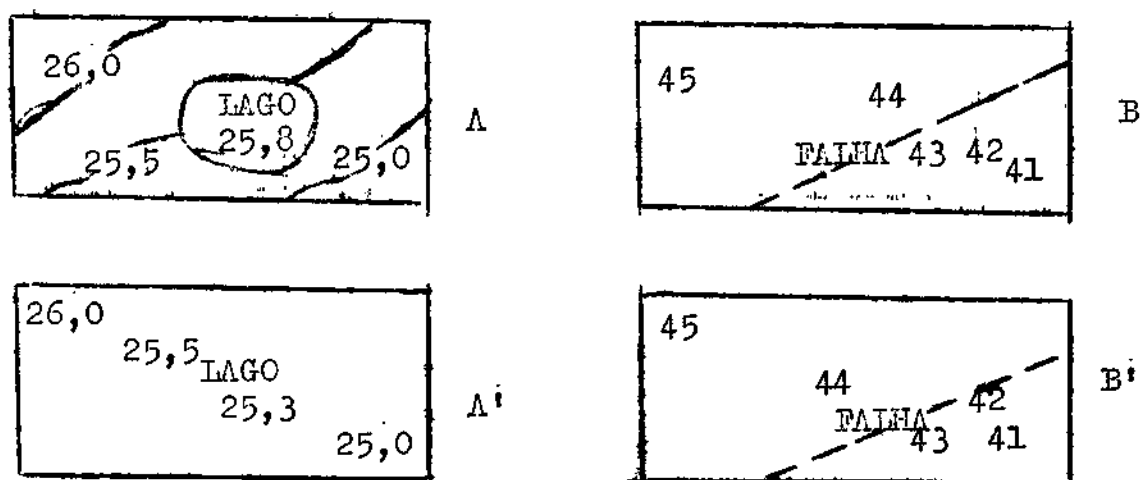
O mapa piezométrico representa o comportamento espacial da superfície piezométrica através de curvas equipotenciais e linhas de fluxo, sendo conhecidos também os detalhes de construção dos poços e da geometria do aquífero. O termo 'superfície piezométrica' é usado tanto para aquíferos confinados como para aquíferos não confinados.

Em um mapa piezométrico devem obrigatoriamente ser locados os pontos de observação tais como piezômetros e fontes, a cota de referência (onde $Z=0$), a escala e a locação geográfica do mapa, a data da coleta de dados, tudo isso em uma simbologia apropriada.

O número de piezômetros em um trabalho vai depender do detalhamento. Quanto maior o número, melhor pode-se inferir a superfície piezométrica. A litologia da área a ser estudada vai influenciar no número de piezômetro colocados; a homogeneidade ou não do aquífero também terá influência.

Não há necessidade de colocação dos piezômetros a grande profundidades; na verdade a profundidades grandes haverá maior perda de carga, o que vai provocar resultados não verdadeiros. (Há necessidade de proteger o piezômetro contra ação de animais e inclusive / ação humana).

Na confecção de um mapa piezométrico é preciso ter cuidado para não provocar erros pela extrapolação pura e simples das equipotências, ocorrendo caso de que a superfície piezométrica está acima da superfície do terreno (fig. a) ou então casos em que a estrutura geológica foi completamente ignorada (fig. b). As figuras a e b mostram o que ocorre na realidade.



O traçado das curvas equipotenciais permite determinar o perfil de depressão e as variações nas diversas zonas de lençol, e obter indicações sobre as características do escoamento, especialmente.

- cálculo da superfície piezométrica
- traçado das curvas de corrente e determinação da direção do escoamento
- determinação do gradiente hidráulico
- construção do perfil de π depressão

A permeabilidade relativa 'K' é inversamente proporcional ao gradiente hidráulico 'J'. Se todos os outros fatores permanecerem constantes, quando em um mapa piezométrico as equipotenciais estiverem muito próximas entre si, isto é, a declividade (ou gradiente hidráulico) for alta, a permeabilidade relativa será baixa; inversamente, quando a declividade for baixa, 'K' será elevada.

QUADRO COMPARATIVO

Característica	Variação	Declividade do perfil	Espaçamento das equipotenciais
Permeabilidade com $C=cte$, $S=cte$	Cresce e decresce	diminui e aumenta	Aumenta e diminui
Vazão, com $K=cte$, $S=cte$	cresce e decresce	diminui e aumenta	aumenta e diminui
Secção, com $Q=cte$, $K=cte$	cresce e decresce	diminui e aumenta	aumenta e diminui

1. TECNOLOGIA DE POÇOS

I. Considerações Iniciais

Os poços d'água são usados primordialmente para trazer a água subterrânea até a superfície. Ocasionalmente podem servir a outras finalidades como observação e exploração do subsolo, depósito de resíduos, etc... O tipo de poço que deve ser feito vai depender da finalidade do abastecimento, da quantidade de água requerida, fatores econômicos e das condições hidrogeológicas. Os poços rasos são principalmente escavados, perfurados e escavados. Os poços profundos são do tipo à percussão e do tipo rotativo hidráulico. Poços horizontais (coletores e galerias de infiltração) são às vezes construídos quando existem condições hidrogeológicas especiais. No caso de formações não consolidadas o poço deve ser revestido para evitar o desmoronamento. O poço deve ser desenvolvido para a vazão ótima e testado antes da instalação da bomba.

A perfuração e construção de poços se beneficia com a assistência profissional de hidrogeólogos. Informações geológicas e hidrogeológicas são um guia positivo no que diz respeito à locação e complementação de poços.

Muitos problemas de locação de poços podem ser resolvidos pela aplicação de métodos de exploração geofísica. Técnicas geofísicas podem eliminar a necessidade de um extenso programa de perfurações-teste.

É de interesse realizar, em uma área nova a ser explorada primeiramente um furo de ensaio, para a determinação da profundidade e da qualidade da água subterrânea, das características físicas e espessuras dos aquíferos, sem os gastos de um poço normal que se po

deria revelar não satisfatório. O diâmetro do furo de ensaio geralmente varia em torno de 20 a 25 cm. Um cuidadoso perfil de sondagem deve ser feito durante a perfuração testemunho.

2. Poços rasos

a) Poços escavados : são utilizados quando a superfície piezométrica está mais ou menos próxima da superfície do terreno. São comuns profundidades entre 3 a 12 m, sendo a vantagem principal desses poços a sua construção por intermédio de ferramentas manuais. Seu grande diâmetro (até 6 m) dá condições a se formarem reservatórios de dimensões razoáveis. Esses poços estão sujeitos à contaminação por materiais carregados pelo vento e por resíduos que caem para o interior. Os poços escavados são em geral construídos de forma circular, para apresentarem menor tendência ao desmoronamento. Um revestimento é necessário também para evitar desmoronamento, podendo o mesmo ser de tijolos, madeira, etc. Este revestimento deverá ser perfurado para permitir a entrada d'água, e também deverá estar firmemente assentado no fundo. Ao redor do revestimento é necessário colocar um preenchimento de pedregulhos para prevenir a penetração de areia fina e possíveis solapamentos.

b) Poços perfurados : nesse caso são utilizados especialmente trados manuais, porém usam-se também trados mecanizados. Esse tipo de perfuração é praticável quando a água puder ser extraída de pequena profundidade e não houver necessidade de grandes vazões. Existem as mais diversas formas de trados manuais, todos eles operando com lâminas cortantes no fundo, e com várias hastes de conexão (os poços perfurados à mão geralmente possuem diâmetro de 15 a 20 cm e profundidade de até 15m). Já os trados mecânicos podem fornecer poços com até 70 cm de diâmetro e profundidade excedendo 30 m. Os trados atuam melhor em formações que não desmoronem. Quando a perfuração atinge o lençol freático é necessário introduzir um tubo de revestimento até o fundo da perfuração, para evitar solapamentos.

c) Poços cravados : são construídos mediante o processo de cravar ao solo uma ponteira ligada à extremidade inferior de um conjunto de segmentos de tubos fortemente conectados entre si. A ponteira consiste de um tubo perfurado com uma ponta de aço na extremidade inferior. Os

poços cravados tem geralmente diâmetros de 32 mm e 50 mm. Suas profundidades máximas estão em torno de 7,5 m. Em geral os poços cravados tem início em um buraco aberto com um trado manual. Esse tipo de poço é usado quando as formações a serem atravessadas não forem duras nem compactas. A cravação pode ser feita manualmente empregando-se um molho ou marreta, devendo ser colocada uma luva especial na extremidade superior de segnetes para proteção contra os choques. Poder-se-á também, para cravar a ponteira, um sistema de polia e peso.

d) Poços a jato d'água : nesse método o furo é feito na terra pela força de uma corrente de água de alta velocidade. Os melhores resultados são proporcionados em solos arenosos. A pressão de saída d'água varia com o tipo de solo a ser perfurado. A aplicação do jato pode ser feita através da ferramenta de perfuração e ponteira do jato próprio.

3. Poços Profundos

Esses tipos de poços são utilizados dois métodos básicos de perfuração : percussão e rotativo-hidráulico. A decisão na escolha de um determinado método de perfuração requer a consideração de vários fatores, sendo os principais o diâmetro e a profundidade do poço e a natureza das formações geológicas que serão penetradas. Nas formações sedimentares usa-se de preferência o método rotativo, embora esse método dificulte a obtenção de amostras representativas dos materiais penetrados. A obtenção de boas amostras pelo método de percussão é relativamente fácil:

a) Método rotativo-hidráulico : é o mais rápido dos dois métodos. Existe uma torre com um guincho, uma mesa giratória que faz girar o tubo de perfuração e permite que o mesmo se movimente para baixo à medida que é girado; uma série de tubos de perfuração, uma broca na extremidade inferior da última haste, uma bomba para forçar a lama de perfuração a passar pelo orifício da haste, e um motor para o fornecimento de energia. A broca vai desintegrando o material enquanto penetra na formação. A lama de perfuração se encarrega de levar esse material para fora até um tanque de lama, antes passado por um sistema de peneiras que retém os fragmentos de rocha. Essa mesma lama é depois novamente bombeada para o poço. A lama de perfuração é também utilizada para o resfriamento da broca. Durante a perfuração, em geral não é necessário revestir o poço, porque a'

própria lama forma um ferro sobre as paredes do poço, impedindo o desmoronamento. As brocas de perfuração, que efetivamente realizam o corte nas formações a serem penetradas, são dos mais variados tipos, dependendo da natureza da formação a ser perfurada e, em certa medida, da experiência e habilidade do sondador. Quando se deseja obter um testemunho, usa-se uma broca com incrustações de carbureto de tungstênio ou com diamantes; brocas com esses tipos de incrustações são também usadas em formações muito duras. Todos os tipos de broca tem furos para passagem da lama. Existem as mais variadas ferramentas de pesca para a perfuração de haste quebradas devido à torção, dentro do poço. É necessário uma grande habilidade para efetuar essa operação.

b) Método de percussão : uma perfuratriz percussora consiste essencialmente de uma torre, um guincho, um balancim para erguer e deixar cair as ferramentas, hastes de perfuração, trépanos, e uma unidade motriz. A perfuração se realiza pela quebra da formação, por impacto, através da queda regular do trépano e da haste de perfuração. O material solto, depois de um determinado tempo de trabalho da sonda, é retirado por intermédio de uma caçamba.

O trépano, que efetua realmente a perfuração, pode ser dos mais diferentes tipos, conforme a camada a ser perfurada; é sempre cortante e pode chegar a pesar mais de uma tonelada. A haste de perfuração é geralmente de aço, adicionado peso e comprimento à perfuratriz, podendo pesar até uma tonelada e com comprimento variado de 2 a 10 m.

Em rochas duras, é possível às vezes dispensar o revestimento, mas em materiais não consolidados é necessário sua aplicação para evitar os desmoronamentos. Existem diferentes tipos de ferramentas de pescaria adequados para a recuperação das poças dentro do poço.

Um dos problemas maiores na abertura de poços profundos é a conservação da linearidade que, em caso de camadas com estratificação inclinada, diferentes compactações, etc., podem-se tornar bastantes desagradáveis.

4. Acabamento e desenvolvimento do poço

Após o término da perfuração propriamente dita é necessário prepará-lo para o uso. Isso inclui a instalação do filtro em formações de

areia ou pedregulho, desenvolvimento da formação aquífera, cimentação ou vedação do tubo de revestimento, e medidas de proteção sanitária. O objetivo dessas operações é fazer com que o poço produza o máximo de água e proporcione a proteção sanitária exigida.

O desenvolvimento da formação portadora de água é feita dotando-se o poço de filtro, permitindo assim que uma quantidade pré-determinada de partículas mais finas do solo seja arrastada de uma certa distância em torno do filtro para dentro do poço. O filtro é o componente de maior importância de qualquer poço que retira água de uma formação de areia e pedregulho. A escolha e a instalação adequadas do filtro determinam decisivamente a eficiência do poço acabado. O filtro suporta a formação, evita o desmoronamento e permite a fácil entrada de água ao poço.

Quando a areia aquífera não contiver nenhum material grosseiro que possibilite o desenvolvimento e formação de um envoltório natural de pedregulho em torno do filtro, às vezes é interessante formar artificialmente esse envoltório. Essa prática é de grande valia quando a formação aquífera for constituída de areia fina e as partículas forem de tamanho uniforme.

Como em geral o objetivo principal da construção de poços é a obtenção de água potável, deve-se tomar cuidados para evitar as possíveis fontes de contaminação existentes nas proximidades dos poços. Os agentes contaminantes provêm quase sempre da superfície do terreno. A cimentação do tubo de revestimento, pelo enchimento com pasta de cimento do espaço anular formado entre a face externa desse tubo e a parede da perfuração, em geral até mais ou menos 4,5 m, é um dos processos para evitar contaminações. A colocação de tampas de concreto, e a desinfecção, geralmente com uma solução clorada, são outras práticas recomendadas para a obtenção de água com um mínimo de contaminações.

III. ENSAIOS DE BOMBAMENTO

1. Considerações Gerais

O método dos ensaios de bombeamento é essencialmente em hidrogeologia, pois permite a determinação das características hidráulicas fundamentais da formação aquífera, que são o coeficiente de TRANSMISSIBILIDADE (T), a condutividade hidráulica (K) e o coeficiente de ARMAZENAMENTO (S).

Permite também avaliar a evolução do aquífero sob o efeito de bombeamento e, no caso de um poço definitivamente equipado, dá possibilidade de se julgar a eficiência das tubulações e filtros em função da vazão de bombeamento previsto.

O ensaio de bombeamento é uma operação dispendiosa, tanto pelo preço de instalação e transporte do equipamento utilizado como pelo tempo de mobilização de material e pessoal técnico. Certos ensaios podem necessitar operações que provocam a duração da pesquisa por algumas semanas.

É preciso diferenciar os ensaios de bombeamento de simples testes de vazão, erroneamente chamados de testes de bombeamento, e que simplesmente consistem em se medir uma vazão máxima obtida pela bomba. Com essa vazão pode-se alterar pela variação das condições naturais do aquífero, há necessidade de um estudo hidrogeológico mais preciso, onde as variáveis naturais sejam controladas.

2. Bases teóricas dos ensaios de bombeamento

Para calcular as características hidrodinâmicas do aquífero, utilizam-se as equações formuladas por Charles Theis para a hidráulica de poços em regimes não permanentes (ver cap. B - IX); Portanto uma série de simplificações devem ser observadas, a saber :

- o poço atravessa toda a extensão do aquífero.
- a formação é isotrópica e homogênea.
- extensão lateral do aquífero é infinita.
- a alimentação do aquífero é no infinito.
- o aquífero está em absoluto repouso, i. é, o vector velocidade é nulo em todos os pontos.
- a vazão de bombeamento é constante.

Como já é conhecido, a fórmula de aproximação logarítmica é dada por

$$\Delta = \frac{0,183Q}{T} \log \frac{2,25 tT}{r^2 S}$$

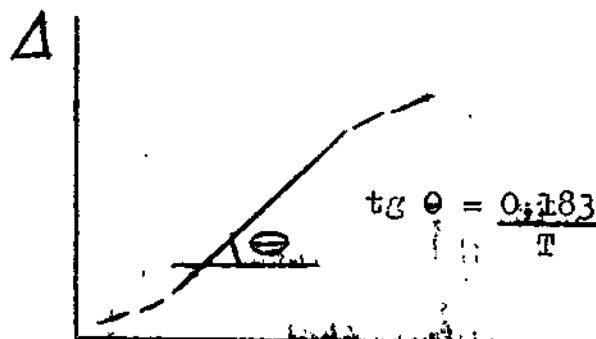
onde :

- Δ - rebaixamento
- Q - vazão
- T - coeficiente de transmissibilidade
- t - tempo
- r - distância da observação ao poço
- S - coeficiente de armazenamento

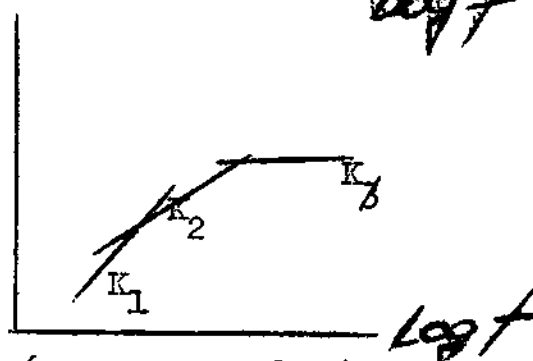
Dá fórmula acima podemos escrever :

$$\Delta = \frac{0,183Q}{T} \log t + \frac{0,183Q}{T} \log \frac{2,25 T}{r^2 S}$$

Teremos uma equação de 1º grau em ' Δ ' e ' $\log t$ '. Essa é a equação de uma reta, mas em geral teremos uma curva sinuosa nos extremos, pois a aproximação logarítmica perde precisão à medida que ' u ' cresce e ' t ' diminui, e fenômenos secundários paralelos interferem no bombeamento para valores elevados de ' t '.



Quando ocorrem duas ou mais zonas retas é sinal de que a condutividade hidráulica (K) varia em certos horizontes por efeito de bombeamento. Às vezes não ocorre uma zona retilínea, demonstrando uma variação contínua na condutividade hidráulica no aquífero em função da profundidade.



O coeficiente angular (a) da curva é igual a $0,183Q/T$, podendo-se então calcular ' T ' e, eventualmente, a condutividade hidráulica ' K ', se a espessura do aquífero é conhecida.

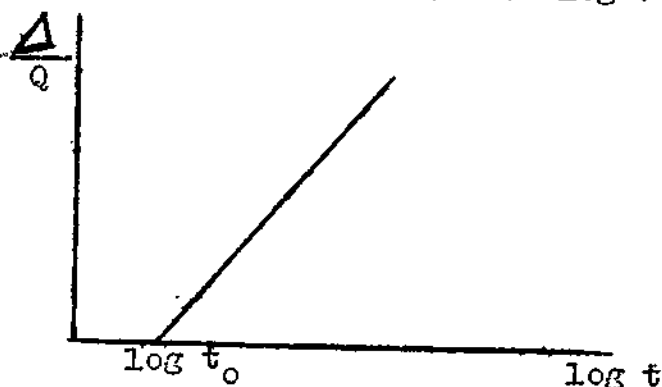
O coeficiente de armazenamento pode ser calculado pela fórmula a seguir :

$$S = \frac{2,25T \cdot t_0}{r^2}$$

t_0 = tempo inicial

Na prática as variações consideradas não são ' Δ ' e ' $\log t$ '.

Usualmente a relação escolhida é ' Δ/Q ' e ' $\log t$ ', onde ' Δ/Q ' é rebaixamento específico e integra as variações acidentais ou não da vazão. Neste caso as expressões de ' T ' e ' S ' terão valores diferentes, a saber :



$$\frac{\Delta}{Q} = \frac{0,183}{T} \log t + \frac{0,183}{T} \log \frac{2,25T}{R^2 S}$$

$$a = \frac{0,183}{T} \quad T = \frac{0,183}{a}$$

$$a = \operatorname{tg} \bar{\theta}$$

O valor de 'S' será :

$$S = \frac{2,25 T t_0}{r^2}$$



Outra relação escolhida é ' ' e ' $\log t/r^2$, essa variável Kt/r^2 , é comum a todos os piezômetros ou poços de observação em torno do poço principal. Os rebaixamentos correspondentes se alinharão sobre uma reta única se 'K' é constante na zona bombeada. Teremos então os seguintes valores :

$$\Delta = \frac{0,183Q}{T} \log \frac{t}{r^2} + \frac{0,183Q}{T} \log \frac{2,25T}{S}$$

$$a = \frac{0,183Q}{T} \quad e \quad T = \frac{0,183Q}{a}$$

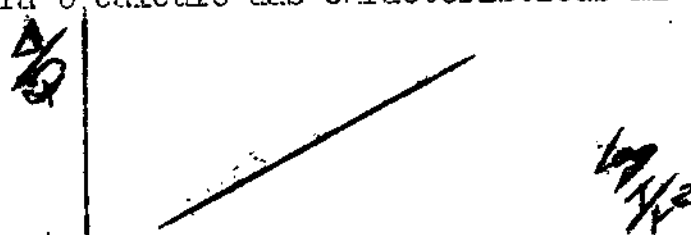
Para o valor de 'S' teremos :

$$S = 2,25 T \left(\frac{t}{r^2} \right)_0$$

Tomando-se como variáveis ' ' e ' $\log \frac{T}{r^2}$, unem-se as vanta-

gens acima citadas. Teremos então para o cálculo das características hidrodinâmicas os seguintes valores :

$$T = \frac{0,183}{a} \quad e \quad S = 2,25 T \left(\frac{t}{r^2} \right)_0$$



3. Tecnologia dos ensaios de bombeamento

a) Organização Geral : o hidrogeólogo e/ou o assistente técnico (de preferência um hidrotécnico) DEVEM assistir ao início do bombeamento, dirigir a operação e medir o tempo na proximidade do poço. Deve haver um operador junto a cada piezômetro durante toda a operação. Um dos operadores deve fazer a leitura no poço após a primeira hora de operação. Há necessidade de um mecânico encarregado da supervisão e manutenção da bomba, do motor e do grupo gerador.

O equipamento compreende :

- bomba e as peças sobressalentes mais suas; combustível e óleo lubrificante.
- aparelhos de medição de nível d'água, em número sobrado.
- sistema de medição de vazão

- cronômetros em grande número
- conduto de evacuação de água, se o aquífero é à superfície livre.
- gerador, com combustível e peças sobressalentes.

O poço deverá ter, na falta de revestimento definitivo, uma proteção provisória. Os filtros devem cobrir a totalidade da zona permeável. No caso de a água se apresentar poluída, faz-se um bombeamento preliminar até haver escoamento de água limpa.

Os piezômetros devem ser, no mínimo, dois. Não se devem encontrar muito próximo do poço, para não serem afetados por influência do mesmo.

($d_{\min} = 10 \text{ m}$)

b) bomba : podem ser de diferentes tipos, e no caso de superfície e piezométrica profunda é aconselhável usar uma bomba submersa, que apesar do alto custo apresenta elevado rendimento. Em profundidades menores que 7 m podem ser usadas bombas de aspiração e bombas de injeção.

c) controle de vazão : uma solução simples é medir o tempo necessário para encher um recipiente de volume conhecido. Podem-se usar também vertedores triangulares e retangulares. Como a vazão é variável com o rebaixamento é necessário ajustá-la periodicamente.

d) medição dos rebaixadores : nos piezômetros, o rebaixamento é tanto menor quanto maior for a distância dos mesmos ao poço; para a medição do rebaixamento usam-se a sonda elétrica ou a trena de aço; a frequência das medições é variável com o tempo, com intervalos bastante pequenos no começo e maiores à medida que o tempo transcorre. No poço o rebaixamento é muito grande nos primeiros minutos, sendo conveniente usar linígrafos barométricos, do tipo TELELIMIP.

e) interpretação : após todos os dados serem colhidos, utilizam-se gráficos do tipo monolog, plotando-se a curva em relação a ' $\frac{1}{Q}$ ' e ' $\log t$ ', para a interpretação por parte do hidrogeólogo.

4 . RECUPERAÇÃO

O fenômeno que provoca a dissipação do cone de depressão no fim do bombeamento denomina-se recuperação. É o retorno ao equilíbrio existente anteriormente ao bombeamento. Usa-se no caso um artifício de cálculo, superpondo-se a partir do instante final do bombeamento (t_f), uma vazão (Q) à vazão ocorrente, assim a vazão resultante será nula.

O escoamento relacionado à vazão ' Q ' será :

$$\Delta_1 = \frac{0,183Q}{T} \log \frac{2,25Tt}{r^2 S}$$

O escoamento relacionado à vazão ($-Q$) será :

$$\Delta_2 = - \frac{0,183Q}{T} \log \frac{2,25 T (t-t_f)}{r^2 S}$$

Chamando $t' = t - t_f$

$$\Delta_2 = - \frac{0,183Q}{T} \log \frac{2,25 T \cdot t'}{r^2 S}$$

O rebaixamento resultante será :

$$\Delta = \Delta_1 + \Delta_2 \quad \text{ou}$$

$$\Delta = \frac{0,183Q}{T} \log \frac{2,25Tt}{r^2 S} - \log \frac{2,25 T t'}{r^2 S}$$

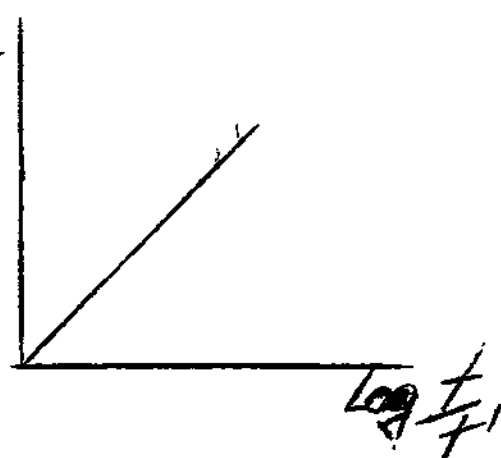
$$\Delta = \frac{0,183Q}{T} \log \left(\frac{t}{t'} \right)$$

Construindo-se a curva pela relação $\frac{t}{t'}$ e $\log \left(\frac{t}{t'} \right)$, nota-se que a mesma passa pela origem. A fórmula permite tão somente o cálculo de 'T' quanto $t =$ tem-se

$$\frac{t}{t'} = \frac{t}{t - t_f} = \frac{1}{1 - \frac{t_f}{t}} \quad \text{que tende para } 1 \frac{\Delta}{Q}$$

$$\text{pois } \left(\frac{t_f}{t} \rightarrow 0 \right)$$

$$\text{O que corresponde a } \log \frac{t}{t'} = 0 \text{ e } \Delta = 0$$



5. Interferência de poços

Se um ensaio de bombeamento é realizado de maneira a atingir o cone de depressão de outro poço em bombeamento, haverá um fenômeno de interferência, fenômeno este que poderá ser tratado como um caso de superposição de escoamento, isto é :

$$\Delta = \Delta_1 + \Delta_2 + \dots + \Delta_n$$

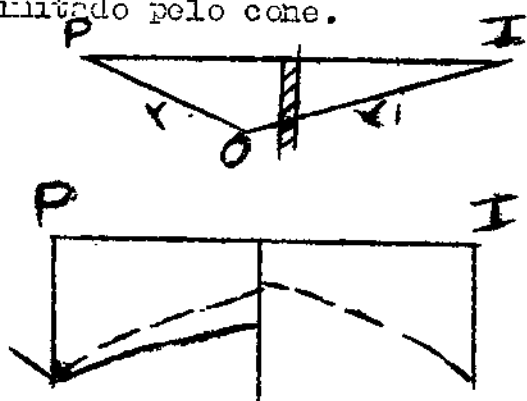
IMPORTANTE !!!

6. Aplicação da teoria das imagens

a) Aquífero limitado por barreira impermeável : esse tipo de aquífero sofre um acréscimo suplementar no seu rebaixamento. Isto é facilmente concebível se se notar que a água que atinge o poço provém da drenagem do volume de formação permeável delimitado pelo cone.

Se esse volume é limitado por um plano qualquer e o bombeamento deve assegurar uma vazão constante, o rebaixamento deve sofrer um decréscimo. O problema será tratado como um caso de interferência de poços, pois simultaneamente ao início do bombeamento do poço terá início o bombeamento de um poço simétrico, da mesma vazão.

Se 'r' é considerado a distância do poço a um ponto de observação, teremos que a distância do mesmo ponto ao poço imagem será :



$$r_i = \sqrt{r^2 + 4d.a.}$$

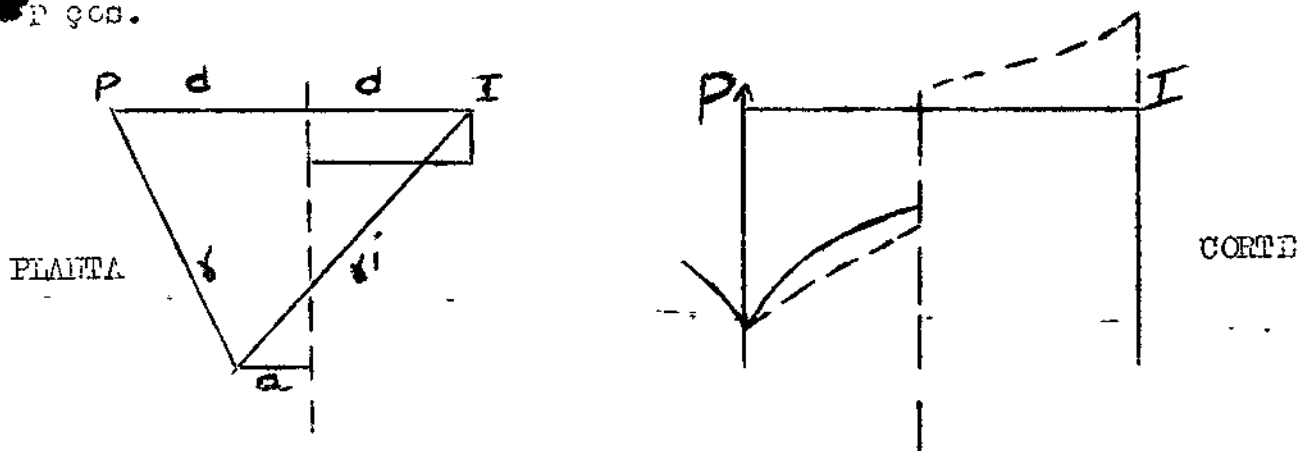
Pela aplicação do princípio de superposição de escoamento teremos:

$$\Delta = \Delta_p + \Delta_i$$

Fazendo as substituições necessárias chegaremos a :

$$\Delta = \frac{0,366Q}{T} \log \frac{2,25 Tt}{S.r\sqrt{r^2 + 4d.a.}}$$

b) Aquíferos nas proximidades de nascentes de recarga : Se um bombeamento é executado nas proximidades de uma nascente de recarga (curso d'água, lago, etc.), o surgimento do cone de depressão provocará uma infiltração secundária, que tende a retardar a expansão do cone. Considere-se que existem dois poços simétricos, sendo um de vazão 'Q' (o poço) e outro de vazão (-Q) (a imagem). É também um caso de interferência de poços.



O valor de ' r_i ' será :

$$r_i = \sqrt{r^2 + 4d.a.}$$

Aplicando o princípio da superposição tem-se :

$$\Delta = \Delta_p + \Delta_i$$

Resulta que

$$\Delta = \frac{0,183Q}{T} \log \frac{r^2 + 4d.a.}{r^2}$$

7. Reações provocadas no aquífero

Observações de vazões em fontes ou piezômetros próximos ao local de ensaio, e o controle das superfícies piezométricas em aquíferos vizinhos, vão permitir um conhecimento mais detalhado do escoamento no aquífero em estudo, principalmente se o bombeamento se efetua com vazões normais.

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL

SEÇÃO DE ECONOMIA MINERAL

ÁGUA MINERAL - SUBSÍDIOS PARA SUA INDUSTRIALIZAÇÃO

A N O - 1 9 8 6

Diretor Geral do Departamento Nacional da Produção Mineral
Geól. JOSÉ BELFORT DOS SANTOS BASTOS

Diretor da Divisão de Economia Mineral
Geól. FREDERICO LOPES MEIRA BARBOZA

Diretor do IV Distrito
Engº AUGUSTO CEZAR

Chefe da Seção de Economia Mineral
Econ. RICARDO LOPES DE MEIRA BARBOSA

Autor : Engº ADILSON DE MEDEIROS GUSMÃO

Ano : 1986

APRESENTAÇÃO

O objetivo deste trabalho é dar nossa pequena parcela de contribuição às pessoas envolvidas com a problemática da água mineral, principalmente no que tange aos seus aspectos sanitários.

A falta de literatura disponível sobre este tema justifica plenamente a elaboração do presente trabalho, pelo enfoque que foram dados aos assuntos abordados, sendo merecedores de destaque as sugestões formuladas no seu desenvolvimento.

Exprimimos nossos agradecimentos aos colegas do Departamento Nacional da Produção Mineral - DNPM, que contribuíram com sugestões que serviram para elevar a qualidade do trabalho.

Alguns itens foram sensivelmente melhorados pelo engenheiro de minas Ricardo Cavalcanti Brennand, ao qual apresentamos nossos merecidos reconhecimentos.

De modo especial, expressamos nossa gratidão ao Ilustre Professor Dr. Affonso Negreiros Sayão Lobato Filho, do Centro de Pesquisas Biológicas do Rio de Janeiro, pelas suas sábias aulas proferidas sobre o assunto.

I N D I C E

1 - INTRODUÇÃO	05
2 - INDUSTRIALIZAÇÃO	05
2.1 - Saneamento na Industrialização das Águas Mine- rais	05
2.1.1 - Captação	05
2.1.2 - Condução	08
2.1.3 - Reservatório	08
2.1.4 - Instalações	09
2.1.5 - Lavagem dos vasilhames	09
2.1.6 - Precauções na etapa do lacre dos vasilha- mes	10
3 - EMPREGO DE TÉCNICAS ESTERILIZANTES	11
3.1 - Agentes com poder bactericida, bacterostático e bacteriófago	11
3.2 - Filtros	12
4 - ANÁLISE MICROBIOLÓGICA	13
5 - COMERCIALIZAÇÃO	14
5.1 - Comentários Econômicos Gerais	14
5.2 - Análise da produção nacional e estadual, de água mineral, no período 1980/84	14
5.3 - Análise do consumo "per-capita", nacional e esta- dual, de água mineral, no período 1980/84	16
6 - RECOMENDAÇÕES	20
7 - CONCLUSÃO	20
8 - BIBLIOGRAFIA	21

QUADROS

5.1 - Produção Nacional de Água Mineral no período 1980/84..	17
5.2 - Produção Estadual de Água Mineral no período 1980/84..	18
5.3 - Consumo "per-capita", nacional e estadual (bienio) pe- ríodo: 1980/84	19

Á G U A M I N E R A L

1 - INTRODUÇÃO

A água mineral pode ser estudada sob vários aspectos: econômico, geológico, físico-químico, sanitário e outros. Em nosso trabalho enfocaremos com maior destaque os aspectos sanitários e econômicos.

Genericamente, quando o consumidor adquire água mineral, é porque deseja obter um produto de boa qualidade, produzido sob um controle de qualidade altamente confiável. Além do consumo normal, esta água geralmente é recomendada para enfermos, crianças ou pessoas cujas condições de saúde exigem uma água potável isenta de qualquer tipo de impureza.

2 - INDUSTRIALIZAÇÃO

A industrialização da água mineral está distribuída em várias etapas, que consistem em captação, condução, distribuição.

Captação são as operações utilizadas no aproveitamento de uma surgência, ou águas subterrâneas, sem modificar as propriedades naturais e a pureza, sendo feita por poço ou caixa.

Condução e distribuição são as operações necessárias à circulação da água captada para as diversas partes das instalações.

2.1 - Saneamento na industrialização das águas minerais

2.1.1 - Captação

A primeira medida a ser tomada para que uma água apresente ótimo índice de potabilidade é que seja bem captada. Nesta etapa da industrialização, grandes cuidados são necessários para evitar infiltração das águas superficiais. Estas pode

MARI - MARCIA

Memorial

17
06

rão interferir na qualidade das fontes que não dispõem de boa captação.

Sempre que elementos químicos indicativos de de gradação biológica forem detectados acima de determinados pa drões cabe suspeitar de contaminação do lençol freático. Estes elementos são: nitrogênio albuminóide e amoniacal; nitratos e nitritos.

A fase do ciclo de decomposição do nitrogênio , quando presente na água, está intimamente ligada à quantidade de matéria orgânica que foi decomposta, sendo representada pela amônia livre.

A matéria orgânica, na iminência de decomposição, é detectada pela presença de amônia albuminóide, quando há gran de quantidade de nitrogênio nesta fase é indício de poluição a nimal.

O nitrogênio em forma de nitrito, indica a fase em que a decomposição está em processo. A nitrificação ou desnitrificação é causada pela ação bacteriana. Quando a água passa em camadas onde há material protéico em decomposição, apresenta o nitrato como fase final da decomposição. Sendo esta a última fase de oxidação dos componentes nitrogenados, em alguns casos, indica a conclusão da contaminação e a mudança de fase para uma água pura.

Não é recomendável considerar, de imediato, uma água como poluída, quando o nitrato for o único elemento indicador de poluição. Quando o nitrato encontrado for seguramente de origem mineral, a água poderá ser classificada como nitratada.

Outro elemento indicativo de possível contaminação de águas superficiais é a presença de cloretos. No caso do íon cloro ser, comprovadamente, não oriundo de águas de infiltração, este, poderá servir de referência para classificá-la como mineral.

Em casos excepcionais, há águas que poderão conter alguns destes elementos em grandes quantidades, e serem consideradas puras sob o aspecto bacteriológico. Genericamente, o nitrogênio pode ser considerado como o melhor indicador químico de contaminação das águas minerais, mostrando geralmente que a poluição é de origem animal.

Vários são os fatores que condicionam os meios pa

ra que haja infiltração das águas superficiais em uma fonte.

Para detectar a infiltração de água em uma fonte pode-se utilizar testes com solução de permanganato de potássio ou solução fluroceína, injetada ao redor da mesma. Caso haja infiltração, a solução de permanganato modificará a cor da água e poderá ser facilmente visível, dependendo da dosagem utilizada. No caso em que for aplicada solução de fluroceína, esta será detectada com auxílio de lâmpada ultra violeta, através da fluorescência emitida em presença da mesma.

As precauções a serem tomadas para que não haja contaminação nas fontes são dirigidas principalmente ao impedimento da infiltração. Como medida preventiva deve-se não confiar nas paredes revestidas com azulejo e calafetadas com cimento, nas fontes onde for detectada presença de *tiobacilo concretivolum*, pois o mesmo ataca o enxofre do cimento, causando uma porosidade nociva a vedação. Neste caso, deve-se impermeabilizar o cimento com epoxi, ou aplicar várias camadas com solução a base de silicato de sódio, após o que, aplica-se solução de ácido fosfórico como agente endurecedor.

Necessário se faz exterminar árvores e gramíneas, em uma área ao redor da fonte cujo raio tenha no mínimo dez metros, pois as raízes mortas das mesmas, servem como possíveis condutos de contaminação. Na vedação superior das fontes, quanto menos luz penetrar, melhor será.

Outra importante medida cautelar é evitar o contato das águas com o mármore, em qualquer etapa da industrialização. Este, devido a sua porosidade, será sempre um acumulador, em potencial, de microrganismos.

Como medida preventiva de contaminação é necessário evitar-se a lavagem da fonte no local da captação. Isto só deverá ser feito quando houver justo motivo. A esterilização das fontes, quando necessário, será feita com água sanitária e sulfato de cobre, ou com emprego de outras técnicas esterilizantes.

É determinantemente proibido o uso de asfalto para impermeabilizar as fontes de água mineral. Também é impróprio o uso de outra substância similar para tal finalidade, por serem substâncias poluentes.

2.1.2 - Condução

A água é considerada como o solvente universal. Então, é exigido o máximo de critério quando forem escolhidos os condutos para industrialização da água mineral. Condutos fabricados com qualquer substância que seja atacável pela água, de fácil deterioração ou corrosão, são condenados. Por este motivo torna-se proibido o uso de condutos de chumbo, cobre, borracha e ferro fundido. Também é recomendável evitar-se luvas e curvas na encaiação, sempre que possível, tendo em vista facilitar a acumulação de detritos, os quais poderão servir como meio de cultura para microrganismos. Sugere-se ainda que os condutos sejam colocados em nível superior ao solo, protegidos por calhas, com tampas móveis, de modo que seja permitida sua observação em qualquer local.

Orienta-se fazer a limpeza externa das luvas e curvas, no mínimo uma vez por semana, com solução de cloro e sulfato de cobre, para evitar crescimento de algas, pois esta solução é um algicida eficiente.

2.1.3 - Reservatório

O reservatório na industrialização das águas minerais poderá ser um ponto de acúmulo de impurezas, conseqüente - mente, de contaminação. Por isto, recomenda-se sempre que possível, evitar o uso dos mesmos.

Nas fontes onde haja necessidade de reservatório, é recomendável que o mesmo esteja acima do nível do solo, com visor que permita a observação interna, e estar vedado evitando até mesmo entrada de ar. Sugere-se evitar que suas paredes internas formem ângulos, precavendo-se portanto, do acúmulo de qualquer partícula. O seu tamanho deve ser menor possível, tendo no máximo, a capacidade para armazenar a água utilizada em um dia de industrialização. Nos casos do uso de reservatório, o ideal seria usar dois pequenos, cuja capacidade total de armazenamento seja no máximo semelhante a supra citada. Recomenda-se ainda, que os mesmos sejam fabricados com aço inoxidável de alta qualidade, e também munidos de filtros em suas saídas, para garantir que o produto comercializado seja isento de qualquer

impureza.

2.1.4 - Instalações

As instalações de uma fonte de água mineral reque-
rem um rigoroso controle no que diz respeito às condições higiê-
nicas, pois pelas mesmas é industrializado um produto destinado
à "dieta Humana". Cumpre ressaltar que este rigor atinge até
mesmo a área de servidão.

Como medidas preventivas, deve-se tomar precau-
ções para que todas as águas correntes da área de servidão se-
jam drenadas e se exigir que toda área das instalações indus-
triais seja cercada e vigiada, não sendo permitido acesso a
qualquer animal. As dependências sanitárias deverão respeitar
tanto as condições geológicas quanto os fluxos das correntes aé-
reas que convergem para as instalações de engarrafamento.

No interior do prédio destinado a industrialização
é necessário que haja uma câmara asséptica, onde se processa o
engarrafamento. Neste local, não será permitida a presença de
qualquer objeto de madeira, bem como, torna-se proibido o uso
de pintura a óleo, pois estas são meios de cultura para micror-
organismos. Também não deverá existir ventilador no interior da
câmara.

Como medida cautelar, as instalações industriais
devem ser lavadas, pelos menos uma vez por semana. Ao desinfe-
tar o maquinário, torna-se proibido o uso de produtos à base de
cloro, pois este é desaconselhável porque se combina com o óleo
das máquinas. O desinfetante ideal é formol sem corante, em so-
lução a 0,5%. A soda cáustica não deve ser usada porque corroe
os metais e também se combina com o óleo das máquinas, formando
sabão. O uso de inseticidas, é totalmente impróprio, porque to-
do ele é tóxico.

2.1.5 - Lavagem dos vasilhames

É necessário haver bastante cuidado quando se re-
comenda um produto para ser adicionado à água destinada à lava-
gem dos vasilhames.

Os detergentes não bio-degradáveis são condenados

quando sua utilização é destinada à limpeza dos vasilhames de água mineral. Neste aspecto serão analisados dois fatores, o sanitário e o econômico. Recomenda-se que, para a lavagem dos vasilhames, seja usada solução de soda cáustica a 5% durante 30 segundos. Nestas condições a soda cáustica atua como agente esterilizante com eficiência satisfatória. Esta solução aquecida a uma temperatura de 60°C ajuda na remoção das gorduras dos vasilhames, agindo como elemento adstringente.

Constante observação se faz necessária no controle do teor da soda, para que esta não atinja taxas abaixo de 5%. Este controle será facilmente feito, titulando a solução com ácido sulfúrico e usando, como indicador, solução de fenolftaleína.

Após lavados, os vasilhames passam por um processo de enxaguamento com água potável, que geralmente é proveniente da mesma fonte cuja água é destinada à industrialização. Este fator é sempre levado em conta quando é projetado o aproveitamento econômico de uma fonte em função da água disponível.

2.1.6 - Precauções na etapa do lacre dos vasilhames

Deve haver procedimento rigoroso no tocante à higiene em todas etapas na industrialização d'água mineral, em caráter especial, na etapa do lacramento dos vasilhames, para evitar que as tampas sejam portadoras de microrganismos. Necessário se torna que este procedimento nunca seja relegado a segundo plano, pois, uma boa água poderá vir a ser imprópria para o consumo humano, por causa de alguma contaminação oriunda das tampas.

Recomenda-se como precaução, que as tampas, antes de serem colocadas nos vasilhames, passem por um processo de esterilização. Para este caso há opção para escolher vários agentes esterilizantes, sendo o mais prático, a aplicação de raios ultra violetas. Apesar disso, fica bem claro que não se descarta a possibilidade do uso de outros agentes esterilizantes.

Outrossim, é muito importante ficar atento para que os processos de esterilização eleitos, em qualquer das etapas da industrialização, não sejam causadores de pontos de estrangulamentos no fluxo da produção.

3 - EMPREGO DE TÉCNICAS ESTERILIZANTES

3.1 - Agentes com poder bactericida, bacteriostático e bacteriófago.

Os agentes com poder bactericida matam microrganismos, com poder bacteriostático impedem a reprodução dos mesmos, enquanto que os bacteriófagos, fagocitam germes presentes no meio em que atuam.

Os bactericidas mais comumente utilizados, entre os demais existentes são, soda cáustica, sulfato de cobre, fenol, formol e cloro. Neste aspecto, vale ressaltar que a solução com 1% de cloro, é bactericida, bem como o fenol, em solução com concentração semelhante. Nem sempre todo bactericida pode ser usado como esterilizante nas instalações de água mineral, independentemente de sua eficiência. Como exemplo pode-se citar, entre outros, a criolina, que é um produto fabricado a base de fenol, no entanto não é recomendado seu uso nas instalações de água mineral, apesar do seu alto poder esterilizante.

Levados por esta observação, chama-se a atenção no uso de alguns destes agentes como desinfetantes nas fontes, pois seu uso está condicionado a suas peculiaridades. Seu uso impróprio, poluirá quimicamente a água, perdurando enquanto houver partículas deste produto.

O emprego do calor como agente bactericida, é por via seca ou úmida. A seco, os germes são mais toleráveis, pois o mesmo só atua após 180°C , e requer um tempo mínimo de 30 segundos. A úmido, seu poder esterilizante se dá entre 60°C e 120°C , em um tempo mínimo de aplicação de 15 segundos, matando os microrganismos por coagulação das proteínas. Na água mineral é inviável o uso do calor, como agente bactericida, não só porque altera as propriedades físico-químicas das mesmas, mais também torna-se anti-econômico.

O ultra-som aplicado como agente bactericida, destrói os microrganismos, mas sua eficiência não é total. Ao ser empregado, deixa cerca de 8% a 10% de germes vivos. Este fato é bastante para excluir a utilização deste método como agente esterilizante na água mineral.

O uso dos raios ultra-violetas como agente bactericida na água mineral é insatisfatório. No entanto, não se des^{de}carta seu uso como agente esterilizante de alguns equipamentos, principalmente das tampas. Atuando no ar, seu poder bactericida atinge uma distância de 50 centímetros, quando o tempo de exposição é um segundo. Aplicado na água, seu poder, fica limitado apenas a uma lâmina de 02 milímetros de espessura e o tempo de exposição será de 15 segundos. Por este motivo, sua aplicação em água mineral, durante o processo de industrialização, torna-se impraticável. Além do mais, os raios ultra-violetas, segundo a literatura, são prejudiciais ao homem sob os aspectos oftálmico e epidérmico, quando exposto ao mesmo sem nenhuma proteção, após determinado tempo.

O ozônio, além de agente bactericida é também oxidante, atuando como precipitador de certos cátions, formando óxidos, conseqüentemente, modificando as propriedades físico-químicas da água. Este, é o principal motivo, além do fator econômico, que não permite o uso do mesmo em água mineral, como agente bactericida.

Os bdelovírios são microrganismos que se reproduzem a custa do metabolismo de excreção de outros germes. Eles são inespecíficos e agem em qualquer germe. Não dispomos de informações que os classifiquem como patogênicos ao ser homem. Desde que não seja comprovada a sua patogenicidade, recomenda-se desenvolver estudos visando sua aplicação como bacteriófagos nas fontes de água mineral que necessitarem.

3.2 - Filtros

Neste trabalho são abordados os filtros classificados como clarificantes esterilizantes, por serem os que têm afinidade com o assunto em tela.

Filtros clarificantes são aqueles cuja vela apresentam porosidade superior a uma micra. Neste grupo estão inseridos os filtros industriais, cuja porosidade da vela atinge até cinco micra.

Os filtros cujas velas apresentam uma porosidade menor do que uma micra, são classificados como esterilizantes. Cumpre ressaltar que há microrganismos que medem meia micra, por

tanto, não são retidos naqueles filtros cuja porosidade é superior ao seu tamanho. Por isto, recomenda-se o uso, como filtros esterilizantes, daqueles cuja porosidade seja inferior a meia micra. Há filtros de prata que são esterilizantes, no entanto não têm ação para grandes volumes de água, sendo portanto descartado seu uso nas instalações industriais, limitando-se o seu emprego a laboratórios.

O teste prático para verificar se um filtro é esterilizante é feito aplicando ar no mesmo. Aquele que deixa o ar passar através de suas paredes não é considerado esterilizante.

4 - ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

A colimetria é uma modalidade de análise bacteriológica que determina a existência de colibacilo. Segundo literatura disponível, toda água que apresentar grupo coli-aerogênico presente em 10 ml, será considerada poluída e imprópria para o consumo humano.

Quanto a este conceito, há considerações a serem feitas, pois a colimetria não pode ser admitida como uma análise microbiológica completa para água mineral. Só após ser submetida a uma outra série de análises, é que se poderá definir a água mineral própria para o consumo humano.

Para complementar, recomenda-se que a análise seja feita na água, cujas temperaturas das culturas estejam entre 25°C e 30°C. Também que seja concentrada a uma quantidade mínima, 100 ml, por uma membrana filtrante de 0,45 micra e seja semeada em Meio de Endo e Tergitol 7 com T.T.C. Além destas análises, seja feita uma semeadura direta nos meios de cultura seguintes: Endo Agar, SS Agar, para Enterococos, Caldo Nutritivo Aeróbio, de Sabouraud, para Algas Chû nº 10, Levine E.M.B., de Brewer com Thiogliconato, para Tiobacillus e para Protozoários. Também que seja feita uma centrifugação de 1.000 a 3.000 r.p.m. e posteriormente submetida a microscopia de contraste.

Caso estas análises não detectem a presença de algum microrganismo, pode-se confirmar que a água é boa para o con

sumo humano, sob o ponto de vista microbacteriológico. ✓

5 - COMERCIALIZAÇÃO

5.1 - Comentários Econômicos Gerais

Atualmente, água mineral é comercializada em recipientes de vidro ou plástico, em diferentes volumes, que variam desde o copinho de 100 ml até o garrafão de 20 litros.

Quanto aos recipientes plásticos, há forte restrição àqueles que modificam o sabor da água, provavelmente, alterando alguma de suas características físico-químicas.

A comercialização dos garrafões, a princípio era feita exclusivamente pelos produtores, atendendo aos consumidores domiciliarmente. Atualmente, vários são os estabelecimentos comerciais que participam desta parcela de mercado, atuando como distribuidores.

Basicamente, o transporte utilizado na distribuição das águas minerais, é o rodoviário. A área de distribuição deste produto, que não suporta altos custos com frete, apresenta como fator econômico delimitador, o custo de transporte. A despeito disto, há fornecedores que colocam seus produtos em mercados relativamente distantes da fonte produtora. Este fato geralmente acontece com aqueles distribuidores que ofertam outros produtos de grande demanda, quando, prevalecendo-se da posição de força no mercado condicionam a comercialização daqueles produtos, vinculando com as vendas de água mineral.

5.2 - Análise da produção nacional e estadual, de água mineral, no período 1980/84.

No período em análise, o consumo aparente e a produção de água mineral, em alguns casos apresentam as mesmas ordens de grandeza e características de crescimento. Este fato, nem sempre, nos permite fazer estudos analíticos baseados na produção ou comercialização, indistintamente.

A produção brasileira de água mineral, apresentou

comportamento semelhante ao do Estado de São Paulo, onde, ocorre a maior comercialização deste produto, no País. O perfil da produção que vinha em declínio, desde 1980, foi abruptamente virado em 1983, quando aconteceu uma reação de mercado. No ano imediato, ocorreu nova queda, voltando a apresentar taxas negativas de crescimento. Cumpre ressaltar que em 1980, o Estado de São Paulo participou com 44,42% da produção nacional, e em 1984, este índice caiu para 34,26%. Neste último ano, a produção paulistana equivalia a 84,37% daquela ocorrida em 1980.

O Estado do Rio de Janeiro, em todo o período, a apresentou anualmente, declínio na produção. Em 1980, este Estado despontava como o segundo maior produtor nacional, participando com 14,52% da produção nacional. Já em 1984, esta produção caiu para o quarto lugar, com apenas 7,74% da produção brasileira. Cabe enfatizar que em 1984, a produção carioca equivalia a 54,50% daquela computada em 1980.

A produção mineira caiu, ano a ano, com uma taxa média de 12,13% no período 1980/83. Em 1984 apresentou mudança de comportamento, crescendo 40%. Em 1980, Minas Gerais ocupava o terceiro lugar entre os produtores nacionais, participando com 8,01% da produção total. Em 1984, caiu para o quinto lugar, participando com 7,29% da produção brasileira.

Os Estados da Bahia, Goiás, Paraíba, Paraná e Rio Grande do Sul, em 1980, participaram, individualmente, com uma taxa média de 4,00%, na composição da produção nacional. Em 1984, estes Estados apresentaram taxas de produção cujas ordens de grandeza foram notadamente divergentes, principalmente os estados da Paraíba e do Ceará. Neste ano a produção paraibana caiu para 3,13%, enquanto que a cearense ascendeu. Ainda nesta época, o Ceará, com 8,08% da produção, ocupa o 3º lugar, entre os produtores nacionais. Cumpre ressaltar que em 1984 a produção cearense aumentou para 120,31%, com comportamento oposto a paraibana que caiu para 50,64%, em relação aquelas contabilizadas em 1980. Os estados da Bahia, Goiás, Paraná e Rio Grande do Sul, participaram em 1984, respectivamente, com 5,51%; 4,92%; 3,15% e 3,73%, da produção brasileira.

Fato merecedor de destaque ocorreu com o Estado de Pernambuco, que em 1980 ocupava o 10º lugar entre os produtores nacionais, participando com 2,51% da produção e, em 1984,

passou ocupar o 2º lugar. A produção pernambucana em 1981, apresentou um crescimento de 139,91%. Nos anos de 1982/83 continuou apresentando uma produção em ascendência, com taxa média anual de crescimento da ordem de 20%. Em 1984, apesar da pequena queda na produção, o Estado, com 8,0% da produção, ocupa o segundo lugar como produtor brasileiro. A explicação que se apresenta para este fato, é que surgiu novas fontes produtoras, sendo a Empresa Indaiá responsável pelo maior percentual desta nova oferta. O início das operações da mais recente fonte da Empresa Indaiá, inibiu o fornecimento da água mineral originária do Estado da Paraíba, era outrora responsável pelo abastecimento de grande percentual do mercado consumidor pernambucano. Cabe comentar, que a produção em Pernambuco, em 1984, equivaleu a 241,00% daquela havida em 1980.

5.3 - Análise do consumo "per-capita" nacional e estadual, de água mineral no período 1980/84.

Para avaliação destes dados, foi tomado por base a população brasileira em 1980, publicada no Anuário Estatístico do Brasil - IBGE, de 1984, por não dispormos de outras fontes de informação. Cumpre esclarecer ainda, que este estudo foi baseado no consumo bienal, dos quinze principais Estados produtores.

Fato interessante ocorreu com os consumos "per-capita" nacional e dos Estados do Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina, pois mantiveram a ordem de grandeza de seus consumos, no período em análise. Os Estados do Amazonas e São Paulo são os que apresentam os mais altos índices, embora oscilantes. Os Estados do Rio de Janeiro e da Paraíba apresentaram quedas notáveis nestes índices, ao contrário do que ocorreu com os Estados do Pará e Pernambuco, com um crescimento sempre ascendente.

Os Estados da Bahia, Goiás e Minas Gerais revelaram comportamentos semelhantes, coincidindo os períodos de ascensão e queda, embora em percentuais dissemelhantes. Analisando sob a mesma ótica, fato idêntico ocorreu com os Estados do Espírito Santo e Amazonas, que apresentaram as oscilações com as mesmas tendências em iguais épocas. Quanto ao Estado do Maranhão, embora esteja entre os quinze principais produtores, não

QUADRO 5.1

PRODUÇÃO NACIONAL DE ÁGUA MINERAL NO PERÍODO 1980 / 84
PRODUÇÃO / EVOLUÇÃO

Unid.: 1.000 litros

1980	%	1981	%	1982	%	1983	%	1984
549.050	-	541.571	1,36	528.656	2,38	569.425	1,71	562.524

QUADRO 5.2

PRODUÇÃO ESTADUAL DE ÁGUA MINERAL NO PERÍODO 1980/84
PRODUÇÃO / EVOLUÇÃO

Unid.: 1.000 litros

U.F.	1980	1981	%	1982	%	1983	%	1984	%
ALAGOAS	-	-	-	-	-	-	-	1.949	-
AMAZONAS	9.505	13.686	44,00	17.016	24,38	16.803	1,27	13.863	(17,50)
BAHIA	23.204	21.919	(5,54)	22.190	1,24	22.855	3,00	30.982	35,56
CEARÁ	20.640	40.691	97,15	44.964	10,50	54.117	20,49	45.472	(16,07)
DIST.FEDERAL	954	-	-	731	-	694	(5,96)	674	(2,88)
ESP.SANTO	4.619	10.667	130,9	11.175	4,76	10.225	8,50	9.814	(4,02)
GOIÁS	20.529		(20,54)	19.275	18,16	19.560	1,48	27.690	41,56
MARANHÃO	-	1.438	-	3.819	165,58	6.565	71,90	8.506	30,39
MATO GROSSO	-	-	-	-	-	-	-	807	-
MINAS GERAIS	44.001	32.447	(26,26)	31.218	(3,79)	29.233	(6,36)	40.989	40,21
PARÁ	7.132	7.980	11,89	10.885	36,40	17.858	64,06	20.568	15,18
PARAÍBA	23.085	14.532	37,05	13.339	(8,21)	12.017	(9,91)	11.691	(2,71)
PARANÁ	21.229	19.251	(9,32)	17.753	(7,78)	17.659	(0,53)	17.774	(0,65)
PERNAMBUCO	13.792	33.088	139,9	39.957	20,76	47.933	19,96	47.039	(1,87)
PIAUÍ	2.766	2.976	7,59	3.679	23,62	5.653	53,66	4.824	(14,66)
RIO DE JANEIRO	79.726	65.567	(17,76)	46.628	(29,88)	45.810	(1,75)	43.522	(4,99)
R.G.DO NORTE	2.112	619	(70,69)	4.375	(606,79)	4.721	7,91	5.481	16,10
R.G.DO SUL	21.478	23.889	11,23	19.854	(16,89)	20.280	2,15	20.944	3,27
RONDÔNIA	-	-	-	353	-	1.191	237,39	1.862	56,34
STA.CATARINA	8.123	8.007	(1,43)	7.603	(5,05)	8.567	12,68	10.368	21,02
SÃO PAULO	243.898	225.768	(7,43)	209.375	(7,26)	220.764	5,44	192.730	(12,70)
SERGIPE	2.257	2.733	21,09	4.467	(63,45)	6.824	52,76	3.975	(41,75)

FONTE: AMB - 1981/84

QUADRO 5.3

CONSUMO "PER-CAPITA", NACIONAL E ESTADUAL ...
(BIENAL) PERÍODO 1980 / 1984

	1980	1982	%	1984	%	População
Brasil	4,61	4,44	(3,69)	4,73	6,53	119.002.706
Amazonas	6,65	11,90	78,95	9,69	(18,57)	1.430.089
Bahia	2,45	2,35	(4,08)	3,28	39,57	9.454.346
Ceará	3,90	8,50	17,95	5,86	(31,06)	5.288.253
Esp.Santo	2,28	5,52	42,11	4,85	(12,14)	2.023.340
Goiás	5,32	4,99	(6,20)	7,17	43,69	3.859.602
Maranhão	-	0,96	-	2,13	121,85	3.996.404
M.Gerais	3,29	2,33	(29,18)	3,06	31,33	13.378.553
Pará	2,10	3,20	52,38	6,04	88,75	3.403.391
Paraíba	8,33	4,82	(42,14)	4,22	(12,45)	2.770.176
Paraná	2,78	2,33	(16,19)	2,43	4,29	7.629.392
Pernambuco	2,25	6,51	189,33	7,80	19,82	6.141.993
R.de Janeiro	7,06	4,13	(41,50)	3,85	(6,78)	11.291.520
R.G.do Sul	2,76	2,55	(7,68)	2,69	5,49	7.773.837
Sta.Catarina	2,24	2,10	(6,25)	2,86	36,19	3.627.933
São Paulo	9,74	8,36	(14,17)	7,70	(7,89)	25.040.712

Nota: A população utilizada como base foi a de 1980, do Anuário Estatístico do Brasil - IBGE - 1984.

Índice : litros/habitantes

foi possível estabelecer padrões analíticos comparativos com os demais Estados porque sua produção foi computada a partir de 1981, apresentando um comportamento anômalo à série em análise....

Concluindo, observamos que uma análise global dos consumos "per-capita" mostra que estes índices, apesar de refletirem a tendência do mercado consumidor, não retratam sua magnitude em valores absolutos.

6 - RECOMENDAÇÕES

Além daquelas sugestões formuladas no desenvolvimento deste trabalho, temos ainda a fazer as seguintes recomendações:

- a - Que os operários ao trabalharem no engarrafamento, bem como os encarregados das operações de condução e distribuição da água, observarem não só o que é exigido na legislação trabalhista e de saúde pública, mas também usarem botas, luvas, gorro, vestir roupa limpa e adequada ao trabalho;
- b - Não permitir que os operários fumem ou ingiram qualquer alimento dentro do ambiente de trabalho;
- c - Que seja desenvolvido um trabalho, visando detectar as causas das retrações das produções e consumos- aparentes, em alguns Estados, principalmente, naqueles que apresentam anomalias chocantes em seus dados estatísticos.

7 - CONCLUSÃO

O controle de qualidade da água mineral, está in

timamente ligado ao controle bacteriológico. Então, para que as análises bacteriológicas não venham a onerar, significativamente, os custos da produção, propõe-se que seja feito, em princípio, o controle no produto industrializado. Assim procedendo, só haverá necessidade de fazer controle bacteriológico das etapas da industrialização, visando detectar alguma contaminação, quando a análise do produto final qualificar a água como imprópria para o consumo humano.

8 - BIBLIOGRAFIA

- Roteiro Prático para obtenção de Pesquisa e Lavra de Água Mineral - Governo do Estado do Paraná - Secretaria de Indústria e Comércio - Curitiba - 1984.
- Brasil, Departamento Nacional da Produção Mineral. - Perfil Analítico de Águas Minerais - Brasília, 1978. ✓
- Brasil, Departamento Nacional da Produção Mineral - Código de Mineração e Legislação Correlativa. Brasília, 1981.

perfil analítico de

águas minerais

boletim nº 49 - vol. II

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL

Ministro das Minas e Energia

DR. SHIGEAKI UEKI

Secretário Geral do Ministério das Minas e Energia

PROF. ARNALDO RODRIGUES BARBALHO

Diretor Geral do Departamento Nacional da Produção Mineral

DR. ACYR ÁVILA DA LUZ

Diretor da Divisão de Economia Mineral

DR. CELSO PINTO FERRAZ

Diretor do 9º Distrito do Departamento Nacional da Produção Mineral

DR. AÉCIO RONALD GOMES DA COSTA

()

ELABORAÇÃO:

Divisão de Economia Mineral
DNPM
Setor de Autarquias Norte
Quadra 01 — Bloco B
70.000 Brasília (DF)

COPYRIGHT:

DNPM, 1978
Reservados todos os direitos
Permitida a reprodução
desde que seja mencionada a fonte

DEPÓSITO LEGAL:

Biblioteca Nacional do Rio de Janeiro
Instituto Nacional do Livro

Ficha Catalográfica:

Falcão, Helena

Perfil analítico de águas minerais. Rio de Janeiro, DNPM.
1978.

109p. graf., tab., 28cm. (Brasil-Departamento Nacional da
Produção Mineral, B. 49 v.2)

Bibliografia: p.

1. Águas Minerais. 2. Recursos Minerais-Brasil. I. título.
II. série

CDD 338.2773
622.373



SUMÁRIO

1.	GENERALIDADES	9
1.1	— Histórico	9
1.2	— Ciclo hidrogeológico e fatores responsáveis pela mineralização das águas	10
2.	ÁGUAS MINERAIS	13
2.1	— Considerações Gerais	13
2.2	— Código de Águas Minerais	16
2.3	— Classificação das Águas Minerais	17
2.3.1	— Quanto à composição química	17
2.3.2	— Quanto aos gases e temperatura	18
2.4	— Características das águas minerais quanto à composição química	18
2.5	— Características das águas minerais quanto à temperatura	24
2.6	— Características das águas minerais quanto à radioatividade	27
3.	ÁGUAS MINERAIS BRASILEIRAS	33
3.1	— Origem e suas relações com os fenômenos geológicos	33
3.2	— Investigações sobre a unidade de origem	34
3.3	— Considerações sobre as principais reservas hidrominerais	35
3.4	— Distribuição das fontes de águas minerais e potáveis de mesa por Estados do Brasil	38
4.	ÁGUAS POTÁVEIS DE MESA	123
5.	CONSIDERAÇÕES SOBRE ALGUMAS ÁGUAS MINERAIS EUROPÉIAS	125
6.	APÊNDICES	143
6.1	— Apreciação do estudo "in loco" de uma água	143
6.2	— Determinação da radioatividade de uma água	146
6.3	— Quadros da normalização da composição química para investigação da unidade de origem	150
7.	BIBLIOGRAFIA	157
7.1	— Bibliografia citada	157
7.2	— Bibliografia consultada	158

APRESENTAÇÃO

O presente trabalho é parte do Projeto Perfis Analíticos. Este Projeto teve por objetivo o preparo e publicação do Perfil Analítico das substâncias seguintes:

Água Mineral, Areia, Alumínio, Amianto, Antimônio, Ardósia, Argila, Beritina, Bentonita, Berilo, Calcário, Carvão, Caulim, Cianita, Cimento, Chumbo, Conchas Calcárias, Columbita, Cromita, Diamante, Diatomita, Dolomita, Enxofre, Estanho, Feldspato, Ferro-ligas, Fertilizantes, Fluorita, Gemas; Ágata, Ametista, Esmeralda e Quartzo róseo; Gipsita, Grafita, Granito, Lítio, Magnesita, Manganês, Mármore, Mica, Molibdênio, Níquel, Ouro, Pirocloro, Platina, Prata, Quartzo, Sal, Talco, Titânio, Tório e Terras raras, Tugstênio, Urânio, Vanádio, Vermiculita e Zinco.

O Perfil Analítico dá uma rápida visão de cada substância, sem a pretensão de esgotar o assunto.

Um Perfil Analítico não é uma Monografia. É, isto sim, um conjunto de informações, disponíveis, no momento, que possa ser de utilidade aos usuários.

Buscamos, com o Projeto Perfis Analíticos, agregar dados e informações, que forneçam elementos que "permitam ao setor público a fixação de uma política por substância mineral e, ao setor privado, uma escolha de alternativas de investimentos".

O resultado esperado do Projeto Perfis Analíticos é dar uma "visão integrada dos fatos e problemas de cada substância mineral".

As sugestões, comentários e críticas dos leitores serão indispensáveis ao aprimoramento de uma futura revisão deste trabalho.

RESUMO

As águas minerais definidas simplesmente como águas que diferem em composição e concentração de sais minerais das variedades comuns de águas potáveis, foram estudadas fundamentalmente quanto à composição química, à temperatura e à radioatividade.

As águas minerais brasileiras estudadas, em sua maioria não são altamente mineralizadas, são hipotermiais quando quentes, e francamente radioativas ou radioativas quando apresentam radônio em dissolução.

As águas minerais classificadas como radioativas predominam na região sudeste, onde, em Minas Gerais, se encontram também as mais mineralizadas. As águas termais estão distribuídas ao longo de todo o País, encontrando-se as mais representativas nos Estados de Mato Grosso, Goiás, Paraná e Santa Catarina.

Dados sobre algumas águas minerais européias citados no capítulo 5, permitem uma comparação com as águas brasileiras.

As principais águas minerais brasileiras se dispõem ao longo de uma faixa que se estende do Norte ao Sul do país, seguindo a direção das grandes cadeias de montanhas. Este fato, segundo trabalhos citados no perfil, possibilita interpretar os fenômenos geológicos produzidos em diferentes períodos, concluindo-se que estas águas minerais devam ter suas origens ligadas ao magma nefelínico. Para corroborar essa verificação admitida, realizou-se uma

investigação de unidade de origem, fazendo-se uma normalização das composições químicas. A normalização tentada realmente reforça essa hipótese de origem geológica para o grupo das águas sulfurosas, alcalinas e sulfatadas de Minas Gerais, e as do Município de Águas da Prata em São Paulo, permitindo-nos pensar que neste grupo se enquadrem também as águas de Termas de Ibirá e da Fonte Santa Fé.

Com base na mesma linha de investigação não foi possível, no entanto, reforçar a unidade de origem para os outros grupos estudados.

Trata-se no capítulo 4 de águas potáveis de mesa, por estarem incluídas no Código de Águas Minerais. Foi feito um levantamento em 50% destas águas registradas no D.N.P.M. Com base nesse levantamento verificou-se que as águas potáveis de mesa estudadas se enquadram como brandas na classificação de Dunfor e Becker, e que ressalvada a limitação do levantamento, poderíamos concluir que nossas águas são ideais sob o ponto de vista de dureza de acordo com a American Water Works Association, (Beam, 1962)

Para a determinação da ordem de grandeza das características que refletem a potabilidade das águas brasileiras, foi feito um exame detalhado dos registros do D.N.P.M. Impuseram-se valores significativos que merecem atenção.

1- Generalidades

Helena Falcão(1)

1.1 — Histórico

Desde épocas remotas se atribuem a certas águas propriedades especiais. Preocupavam-se os antigos com as mesmas como meio de cura para várias moléstias, baseando-se em observações empíricas ou em fé religiosa. No tanque de Betsáida em Jerusalém, por exemplo, se reuniam multidões de enfermos, cegos, coxos, aguardando o momento propício para fazer abluções.

No decorrer do tempo, já na época dos romanos, quando foram construídas grandes termas como as de Diocleciano e Caracala, as águas não eram usadas só para banhos; a algumas atribuíam propriedades medicinais, e as grupavam em quentes ou frias, conforme suas temperaturas — altas ou baixas — das quais derivavam as propriedades terapêuticas observadas.

Principiava-se assim a esboçar uma classificação.

As estações francesas de Aix-les-Bains e Évian possuem ruínas de grandiosas termas da época romana. Em Vichy foi descoberta pequena estatueta, hoje no museu do Louvre, da época Gallo-Romana, chamada "Malade Affaîsé", simbolizando a esperança da cura pela água.

Interessados pelo assunto como Plínio, não se satisfizeram somente com as divisões das águas em quentes e frias, chegando a denominá-las de sulfurosas e salinas. Vitruvius considerou as fontes termais como sulfurosas e betuminosas, tendo essa classificação chegado até a Idade Média. Nessa época, no século XIII, Alberto o

Grande já sugeria que era o calor do interior da terra que aquecia as águas subterrâneas.

No século XVII, Leroy admite três classes para as águas medicinais: salinas, marciais e ferruginosas. Monnet classifica-as em sulfurosas, alcalinas e ferruginosas, e Bergman passa a considerá-las como hidrossulfurosas *acídulas*, ferruginosas *acídulas* e salinas.

No século XVIII essas classificações já principiam a tomar feição científica e Raulin, partindo da classificação em quentes e frias, considera as primeiras como ácidas, as segundas como sulfurosas, e as divide em diversas categorias.

Daí por diante vários foram os autores que se preocuparam em qualificar as águas consideradas como medicinais. Alguns, baseando-se em estudos químicos, classificaram-nas pelo seu componente dominante. Outros deram-lhes classificações geológicas, pois ligavam suas propriedades medicinais às propriedades inerentes ao terreno em que circulavam antes de emergir. Houve até quem as agrupasse segundo sua posição geográfica.

No século XIX, com a evolução da ciência, surge a Escola Francesa com Allyr Chassevant, que adota uma classificação cujo esquema geral é a divisão das águas em quatro famílias. A primeira formada por "águas minerais simples", classificadas segundo a natureza dos íons hipotéticos dominantes, onde aparecem as designações cloretadas, bicarbonatadas, sulfatadas, sódicas, magnesianas e cálcicas. As demais famílias são caracterizadas pela presença de íons admitidos como tendo proprieda-

(1) Engenheira Química do 9º Distrito do D.N.P.M.

des terapêuticas: as sulfurosas, arsenicais, ferruginosas. Cada família por sua vez é subdividida em grupos com base na temperatura da água na emergência e na pressão osmótica da água mineral.

Posteriormente surgiu a Escola Alemã com a classificação de E. Hintz e Grunhut, muito complexa e cheia de subdivisões.

Atualmente as classificações são mundialmente semelhantes, baseando-se principalmente nas propriedades químicas, físicas e físico químicas influenciáveis na crenoterapia.

1.2 — Ciclo Hidrogeológico e fatores responsáveis pela mineralização das águas

Toda a água da terra está em constante movimento através de um processo que constitui o seu ciclo hidrogeológico.

Parte da água da precipitação atmosférica, seja sob forma de chuva (meteórica) ou neve, infiltra-se no solo, sendo influenciada no seu percurso pela gravidade e pressão das águas que a circundam e continuamente procura áreas de menor pressão, ou de energia potencial mais baixa. Algumas águas não se aprofundam muito, retornam à superfície e se juntam a outras partes do ciclo. Outras ao contrário, atingem grandes profundidades, podendo aí permanecer por longos períodos, embora acabem também se encaminhando para a superfície e emergindo através de fontes, rios ou oceanos. As águas existentes abaixo do nível hidrostático, são águas subterrâneas e não compreendem somente as oriundas de precipitação atmosférica. Muitos fenômenos indicam a existência de outros tipos de água subterrânea, como a juvenil ou geotérmica, cujo processo de movimentação se dá por uma seqüência indireta, constituindo por assim dizer, um ramo excepcional no ciclo normal das águas meteóricas.

Quando uma água se torna parte de um sistema de água subterrânea, está em contato íntimo, às vezes por longo tempo, com vasto número de minerais de diferentes gamas de propriedade, em condições de pressão e temperatura variáveis e intensas em muitos casos. Obviamente não é fácil explicar toda a interação da água em seu trabalho geológico: o que se tenta esclarecer de um modo simples é a ação

química da água em relação aos minerais solos com os quais tem contato. As interações entre a água e as rochas têm preocupado muito os estudiosos da matéria nos últimos vinte anos.

Destacam-se sobre o assunto os seguintes trabalhos: (1)

- Back (1963), Holland (1964) e colaboradores — Aplicação do equilíbrio solubilidade da calcita em estudos hidrologia do calcário.
- Krauskopf (1956) — Van Lier e colaboradores (1960) — Solubilidade e cinética da sílica.
- Hem e Cropper (1959) e Hem (1963) — Equilíbrio eletroquímico em estudos comportamento do ferro e manganês em água.
- Feth, Robertson e Polzer (1964) — Estudo da dissolução dos silicatos minerais e vários estudos de equilíbrio adsorção e dessorção.

A água absolutamente pura é praticamente inativa; a reatividade da água depende da temperatura, acidez e íons dissociados. Quimicamente a variação em composição reflete a seqüência de sua passagem pelos terrenos geológicos. O ataque à dissolução da rocha é o processo mais responsável pela composição da água; quem se dá a dissolução, fenômenos de recarga, troca de cátions, concentração, e

Rochas cristalinas, constituídas de materiais insolúveis como quartzo e feldspato, influem pouco nas características químicas das águas que por elas fluem.

Águas subterrâneas que entram em contato com granitos, porfiritos, granodiotos, que são rochas que contêm feldspato alcalinos, são caracterizadas geralmente pela seguinte seqüência de íons ordenada segundo suas concentrações decrescentes:

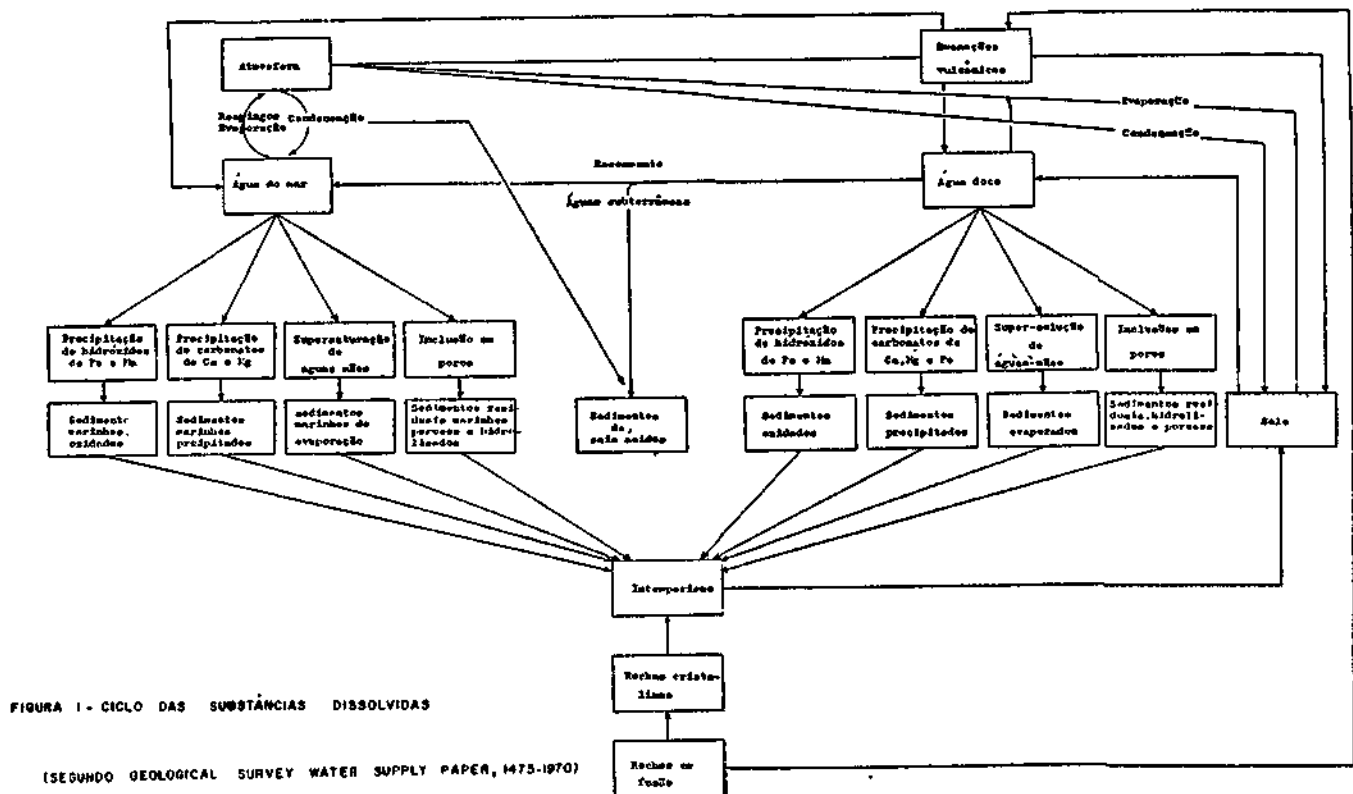


Os evaporitos sendo principalmente sulfatos ou cloretos de Na, K, Ca e Mg, são facilmente solúveis; águas que fluam através deles, terão portanto, grandes quantidades desses elementos em solução.

Rochas carbonatadas dissolvem-se em águas ácidas, resultando águas ricas em Ca e Mg. A quantidade desses elementos em solução depende do maior ou menor grau de acidez das mesmas.

Os materiais geológicos podem se suceder em diferentes seqüências e, conseqüentemente, as águas que por eles passam,

podem ter uma grande variedade de composição, pois os sais dissolvidos divergem em qualidade e quantidade. (Figura 1)



Dois tipos diferentes de reações são responsáveis pela composição das águas naturais e sua inalterabilidade. (1)

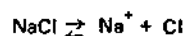
No primeiro tipo estão incluídas as reações cujas velocidades e energias envolvidas são favoráveis para o estabelecimento do equilíbrio químico nas condições normalmente encontradas perto ou na superfície da terra. São reações reversíveis que podem ser subdivididas em três grupos:

1º grupo -

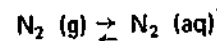
Reações onde a água aparece somente como meio de dispersão, não participando diretamente do fenômeno químico.

Incluem:

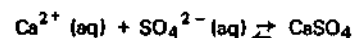
- a) Reações reversíveis de material cristalino como:



- b) Soluções de gases e sólidos que formam dispersões moleculares aquosas, como:



- c) Outras reações onde aparece uma nova fase, como:



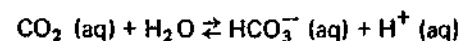
2º grupo -

Reações reversíveis e reações de deposição nas quais a água participa na forma ionizada. Reações desse tipo incluem:

- a) Simples hidrólise como a dissolução dos carbonatos:

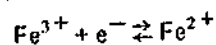


- b) Dissociação de ácidos formando soluções como:



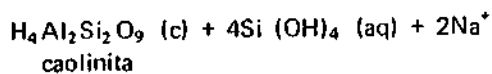
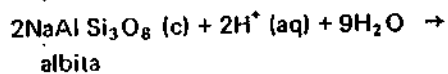
3º grupo--

Reações reversíveis e reações de deposição devido a reações iônicas envolvendo mudança de estado de oxidação, como:

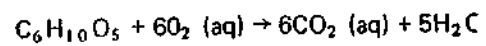


No segundo tipo de reação, estão incluídas reações menos reversíveis que as citadas. Nessas reações incluem-se processos relativamente complexos como:

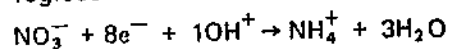
- a) Ataque por intemperismo da albita, que só parece ser reversível em condições excepcionais:



- b) Ação de organismo vivo que podeverter alguma dessas reações à custa energia derivada de outras fontes, como a degradação de celulose, processo inverso ao da fotossíntese



- c) Oxidação e redução de N ou S podem ter origem em processos lógicos:



Se bem que algumas dessas reações volvam pequenas variações de energia, não devem no entanto ser muito lentas na presença de organismos vivos.

2-Águas Minerais

2.1 — Considerações gerais

Admite-se que águas minerais são aquelas que possuem características químicas, físicas ou físico-químicas que as distinguem das águas comuns. Essa definição enquadra-se na de Clark que é a seguinte: "a água mineral é simplesmente uma água que difere em composição ou concentração, das variedades comuns das águas potáveis". (3)

Numa água mineral estuda-se fundamentalmente a sua composição química, gases dissolvidos, temperatura, radioatividade, potabilidade, vazão. Sendo a água mineral um verdadeiro eletrólito muito diluído, admite-se que quase a totalidade dos sais nela dissolvidos estejam dissociados e o correto seria portanto, exprimir em íons a sua composição química. Ao invés disso, é uso fazer-se uma composição provável da água ao emergir, expressando os compostos que constituíam seu resíduo provável, e, é este o sentido de resíduo em 2.4.

Considera-se na seqüência estabelecida para o cálculo da composição provável, o valor do calor de formação dos sais e suas salubridades, como exemplificado no Apêndice 6.1. Como componentes dos sais dissociados os íons mais comumente encontrados são: Na, K, Ca, Mg, Mn, Fe, Cl, SO_4 , CO_3 , e os menos freqüentes: As, I, F, Sr, Ba, Li, Ti, Br, HPO_4 .

Os gases mais comuns são: CO_2 , N_2 , O_2 , H_2 , SO_2 , H_2S e Rn.

Além dos componentes dissociados e gases, encontram-se sob forma admitida como coloidal, os óxidos: Fe_2O_3 , Al_2O_3 .

O boro que não é comum, se presente, está sob a forma de ácido bórico H_3BO_3 , e o silício como H_4SiO_4 .

Qualquer um desses componentes pode estar presente em águas minerais em quantidades muito variadas.

Elementos traços aparecem com freqüência, contribuindo em muito para a valorização das águas minerais.

Admite-se que a composição química deva ser constante, mas na realidade aceitam-se pequenas variações, indicativas de que não há interferência de outras águas. Essa constância pode no entanto sofrer alterações naturais progressivas, observadas após vários anos, que trazem pouco a pouco modificações profundas. Pode-se citar como exemplo, na França, a fonte Saint-Nectaire cujas águas bicarbonatadas se modificaram progressivamente a partir do início do quaternário. Contém hoje em dia muita pouca sílica, ao contrário do que acontecia antes desse período, como provam os depósitos silicosos (de épocas anteriores), que são abundantes na região. (4)

Enquanto as águas não termais têm geralmente dissolvidos elementos concordes com a geologia dos terrenos percorridos, as águas termais podem não seguir obrigatoriamente esse critério e apresentar componentes a ela incorporados a grandes profundidades, distintos da região de surgência.

A maior parte das águas minerais conhecidas emergem espontaneamente, em locais e terrenos os mais diversos, constituindo as fontes de águas minerais naturais. Essas fontes podem resultar do escoamento apenas por gravidade das águas lo-

calizadas em lençóis subterrâneos, emergindo por pressão hidrostática, ou indicar procedência profunda, e emergir devido à pressão de gases ou vapores.

Numa água mineral, é indispensável que seja observado um aspecto da sua potabilidade, isto é, ausência de germes patogênicos. A primeira precaução numa fonte para que se mantenha essa qualidade é que seja bem captada. Águas mal captadas ficam sujeitas à influência de águas superficiais, geralmente contaminadas por matéria orgânica animal e microorganismos que lhe são incorporados.

Os microorganismos alteram produtos de degradação de organismos mais nobres, em geral segundo a sequência:

Proteína — Polipeptídeos —
Aminoácidos — Amônia

Fixa-se a potabilidade sob o ponto de vista químico dizendo: toda vez que elementos químicos indicativos da degradação biológica como matéria orgânica, nitrogênio albuminóide, nitrogênio amoniacal, nitritos, nitratos, fosfatos, estiverem presentes acima de determinados valores, suspeita-se de contaminação no veio aquífero.

Valores excessivos achados para matéria orgânica (medidos pela quantidade de oxigênio necessário para oxidar a parte carbonosa da matéria orgânica presente na água) não indicam de imediato se a sua origem é vegetal ou animal.

A amônia livre (NH_3) representa um estágio do ciclo de decomposição do nitrogênio e se presente na água, está relacionada à quantidade de matéria orgânica que está parcial ou totalmente decomposta.

A amônia albuminóide representa a substância orgânica ainda não decomposta e que no entanto irá se decompor quando houver mudanças de condições; a presença de nitrogênio em grandes quantidades nesse estágio é indício de poluição de origem animal.

Outro estágio do ciclo é representado pelo nitrogênio em forma de nitrito, indicando que a decomposição está em processo. Sua presença é devido à ação de bactérias, responsáveis por uma nitrificação ou por uma desnitrificação. O final do estágio da decomposição é o nitrato, indicando que a água passou em camadas que continham material proteico em decomposição. O nitrato sendo a última etapa da oxidação dos componentes orgânicos nitrogenados, em certos casos indica o fim da contaminação e a passagem para uma água pura.

A ordem de grandeza das características que refletem a potabilidade de uma água mineral coincide nas legislações dos diversos países; como geralmente, correspondem à média de valores regionais, são admissíveis pequenas variações.

Em literatura dispersa, encontram-se os valores abaixo:

Tabela I

	I — Illinois	II — Espanha	III — Suíça
Turbidez	0	—	—
Cor	0	—	—
Cheiro	ausência	—	—
Resíduo de evaporação	500 mg/l	500 mg/l	500 mg/l
Oxigênio consumido	2 mg/l	3 mg/l	6 mg/l
Nitrogênio como:			
Amônia livre	0,02 mg/l	0,02 mg/l	0,02 mg/l
Amônia albuminóide	0,05 mg/l	0,005 mg/l	0,05 mg/l
Nitritos	ausência	ausência	ausência
Nitratos	2 mg/l	—	—
Cloro	15 mg/l	36 mg/l	20 mg/l

Do exame detalhado das análises de águas minerais e potáveis de mesa realizadas no Laboratório da Produção Mineral que incluem a verificação da potabilidade sob o ponto de vista químico e bacteriológico

e de análises mais recentes efetuadas para o Departamento Nacional da Produção Mineral por laboratórios credenciados, impuseram-se os valores da Tabela II que são os atualmente usados:

Tabela II
Padrões de potabilidade usados no D.N.P.M.

Cheiro	ausência
Cor	0
Turbidez	0
Oxigênio consumido	
em meio ácido	4,5 mg/l
em meio alcalino	3,5 mg/l
Nitrogênio albuminóide (NH_3)	0,03 mg/l
Nitrogênio amoniacal (NH_3)	0,05 mg/l
Nitritos (NO_2)	ausência
Nitratos (NO_3)	6 mg/l

Se o nitrato for o único componente indicativo de poluição na água, não se deve considerar de imediato como suspeita de contaminação. Não sendo constatada a origem animal, 45 mg/l é o valor máximo tolerado no momento, pelos Padrões Internacionais de Potabilidade, com base nos quais foi elaborada a Norma Brasileira P.P.B. 19 (Convênio CEDAG:ABNT) para águas de abastecimento. Evidentemente essa restrição não é válida quando o nitrato presente na água for comprovadamente de origem mineral e capaz de enquadrá-la como nitrada.

Cloretos, apesar de não estarem ligados à degradação orgânica, também apontam suspeitas de contaminação, indicando infiltração de águas superficiais. Os valores para cloretos (em Cl) não ultrapassaram de 42 mg/l nas águas estudadas, de cujos valores máximos permissíveis resultou a Tabela II. Também neste caso restrições não devem ser feitas a águas cujas quantidades de íon cloro, não provenientes de águas de infiltração, possam classificá-las como minerais.

Valores limites máximos que indicam poluição usados isoladamente poderão não representar a realidade; é necessário que sejam tomados em conjunto.

Águas puras sob o ponto de vista bacteriológico podem excepcionalmente conter algum desses elementos em quantidades elevadas.

Pelo exposto verifica-se que o nitrogênio é o elemento que fornece melhor índice químico de contaminação nas águas minerais, denunciando quase sempre poluição de origem animal. O nitrogênio existe na biosfera em todos os seres vivos compondo proteínas. Os vegetais dele se utilizam formando as moléculas proteicas, fonte de nitrogênio para os herbívoros, que vão alterá-las e sintetizá-las em proteínas animais. Os seres vivos expelem esse nitrogênio sob a forma de uréia ou ácido úrico. Microorganismos atacam estes compostos transformando-os em amônia que volta à circulação. Plantas e animais em estado de putrefação são decompostos por bactérias que produzem amônia, nitrito e nitrato. O amoníaco pode ser oxidado por outras bactérias para voltar a se incorporar ao ciclo. Os nitratos podem ser reduzidos pelas bactérias nitro-redutoras ($\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}_2^-$), e desnitrificados ($\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}_2^- \rightarrow \text{N}_2$). No segundo caso, o nitrogênio abandona o ciclo orgânico, passando à atmosfera. (5)

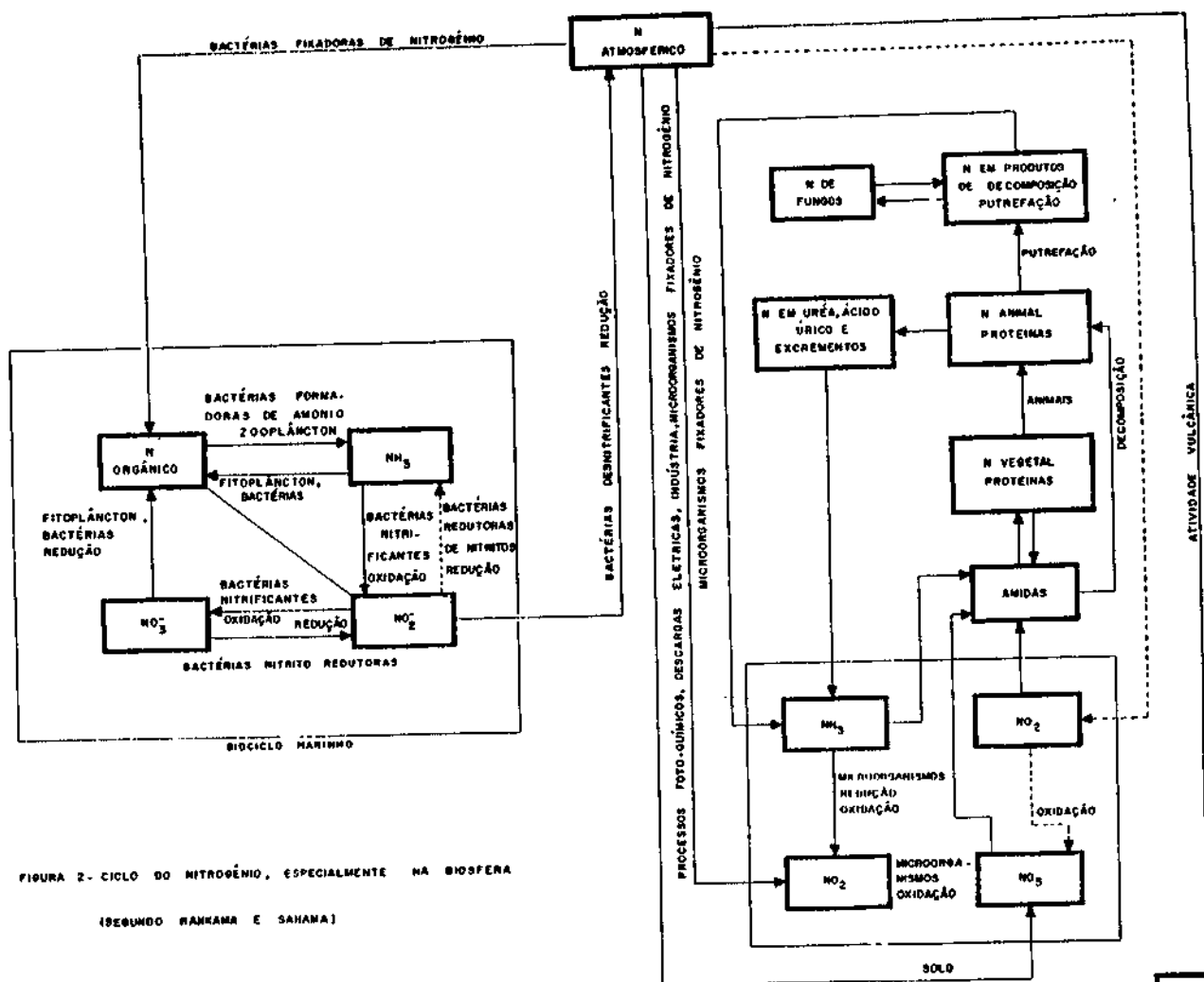


FIGURA 2- CICLO DO NITROGÊNIO, ESPECIALMENTE NA BIOSFERA
(SEGUNDO NAKAMA E SAHAMA)

2.2 – Código de águas minerais

As legislações de águas minerais se equivalem nos diversos países. Foram elaboradas dentro do mesmo ponto de vista e classificam as águas baseando-se em características que as distinguem das águas comuns. As legislações refletem as águas locais onde têm vigência.

No Brasil, em 31/12/1923 foi promulgada a Lei nº 16.300 chamada Lei Bromatológica Federal que, com o decorrer do tempo, evidenciou impropriedades em suas definições, dificultando interpretações unívocas. Havia portanto, grande necessidade de uma nova legislação para as águas minerais.

O Código Brasileiro (Decreto-Lei nº 7.841 de 8/8/45) até hoje vigente, resultou de estudos da Comissão de Hidrologia, designada pela Portaria nº 398, de

20/9/41 do Ministério da Agricultura. A Comissão baseou-se principalmente na legislação francesa, e em alguns itens da lei Bromatológica de 1923, como consta na exposição enviada ao Ministério da Agricultura, encaminhando o anteprojeto do Código de Águas Minerais, publicado no Diário Oficial da União de 19/5/43, para receber críticas. (6)

O Código vigente define as águas minerais como:

“Aquelas provenientes de fontes naturais ou artificialmente captadas que possuam composição química ou propriedades físico-químicas ou físicas distintas das águas comuns, com características que lhes confiram uma ação medicamentosa.”

Abrimos parênteses para esclarecer que nos limitaremos a apreciar a “Água Mineral” sob o ponto de vista de uma água

com características químicas, físico-químicas ou físicas especiais, abstendo-nos da apreciação do ponto de vista medicamentoso, que pelo Código, seria função da Comissão Permanente de Crenologia.

As apreciações médicas das águas não acompanharam sistematicamente os demais estudos. Há pois, dificuldade, impossibilidade mesmo, do entrosamento quando se trata de apreciar em conjunto os dois aspectos do problema.

Apesar da orientação tomada, é evidente que o assunto não ficará dissociado do ponto de vista da Crenoterapia; a classificação mineral e demais propriedades representam o consenso das qualidades admitidas para que uma água tenha propriedades terapêuticas.

2.3 — Classificação das águas minerais

Na classificação das águas minerais, foram levados em conta dois critérios, o das características permanentes das águas, e o das características que lhe são inerentes somente da emergência.

2.3.1 — Quanto à composição química

O Código de águas minerais no seu capítulo VII, classifica as águas minerais quanto à composição química em: (7)

I — Oligominerais, quando, apesar de não atingirem os limites estabelecidos neste artigo, forem classificadas como minerais pelo disposto nos §§ 2º e 3º do art. 1º da presente lei.

II — Radíferas, quando contiverem substâncias radioativas dissolvidas que lhes atribuam radioatividade permanente.

III — Alcalina-bicarbonatadas, as que contiverem, por litro, uma quantidade de compostos alcalinos, equivalentes no mínimo a 0,200g de bicarbonato de sódio.

IV — Alcalino-terrosas, as que contiverem, por litro, uma quantidade de alcalino terrosos equivalentes no mínimo a 0,120g de carbonato de cálcio, distinguindo-se:

- a) alcalino-terrosas cálcicas, as que contiverem, por litro, no mínimo 0,048g de catione Ca, sob a forma de bicarbonato de cálcio;
- b) alcalino-terrosas magnesianas, as que contiverem, por litro, no mínimo,

0,030g de catione Mg, sob a forma de bicarbonato de magnésio.

V — Sulfatadas, as que contiverem, por litro, no mínimo, 0,100g do anionte SO_4 , combinado aos cationes Na, K e Mg.

VI — Sulfurosas, as que contiverem, por litro, no mínimo, 0,001g do anionte S.

VII — Nitradas, as que contiverem, por litro, no mínimo, 0,100g de anionte NO_3 , de origem mineral.

VIII — Cloretadas, as que contiverem, por litro, no mínimo, 0,500g do ClNa (cloreto de sódio).

IX — Ferruginosas, as que contiverem, por litro, no mínimo, 0,005g de catione Fe.

X — Radioativas, as que contiverem radônio em dissolução, obedecendo aos seguintes limites:

- a) fracamente radioativa, as que apresentarem, no mínimo, um teor em radônio compreendido entre 5 e 10 unidades Mache, por litro, a 20°C e 760mm de Hg de pressão;
- b) radioativas, as que apresentarem um teor em radônio compreendido entre 10 e 50 unidades Mache por litro, a 20°C e 760mm de Hg de pressão;
- c) fortemente radioativas, as que possuírem um teor em radônio superior a 50 unidades Mache, por litro, a 20°C e 760mm de Hg de pressão.

XI — Toriativas, as que possuírem um teor em torônio em dissolução equivalente em unidades electrostáticas, a 2 unidades Mache por litro, no mínimo.

XII — Carbogasosas, as que contiverem, por litro, 200 ml de gás carbônico livre dissolvido a 20°C e 760 mm de Hg de pressão.

§ 1º — As águas minerais deverão ser classificadas pelo D.N.P.M. de acordo com o elemento predominante, podendo ter classificação mista as que acusarem na sua composição mais de um elemento digno de nota, bem como as que contiverem íons ou substâncias raras dignas de nota (águas iodadas, arseniadas, litinadas, etc.).

§ 2º — As águas das classes VII (nitradas) e VIII (cloretadas) só serão consideradas minerais, quando possuírem uma ação medicamentosa definida, comprovada, conforme o § 3º do art. 1º da presente lei.

2.3.2 — Quanto aos gases e temperatura

No capítulo VIII o Código de Águas Minerais diz:

“Art. 36 — As fontes de água mineral serão classificadas, além do critério químico, pelo seguinte:

1º Quanto aos gases:

I — Fontes radioativas:

- a) fracamente radioativas, as que apresentarem, no mínimo, uma vazão gasosa de 1 litro por minuto (1 l/min) com um teor em radônio compreendido entre 5 e 10 unidades Mache, por litro de gás espontâneo, a 20°C e 760 mm de Hg de pressão.
- b) radioativas, as que apresentarem no mínimo, uma vazão gasosa de 1 l/min com um teor compreendido entre 10 e 50 unidades Mache, por litro de gás espontâneo, a 20°C e 760 mm de Hg de pressão;
- c) fortemente radioativas, as que apresentarem, no mínimo, uma vazão gasosa de 1 l/min, com teor em radônio superior a 50 unidades Mache, por litro de gás espontâneo, a 20°C e 760 mm de Hg de pressão.

II — Fontes toriativas as que apresentarem no mínimo, uma vazão gasosa 1 l/min, com um teor em torônio na emergência equivalente em unidades eletroestáticas a 2 unidades Mache por litro.

III — Fontes sulfurosas as que possuírem na emergência desprendimentos definidos de gás sulfídrico.

2º Quanto à temperatura:

I — Fontes frias, quando sua temperatura for inferior a 25°C;

II — Fontes hipotermais, quando sua temperatura estiver compreendida entre 25 e 33°C;

III — Fontes mesotermais, quando sua temperatura estiver compreendida entre 33 e 36°C;

IV — Fontes isotermais, quando sua temperatura estiver compreendida entre 36 e 38°C;

V — Fontes hipertermais, quando sua temperatura for superior a 38°C.”

2.4 — Características das águas minerais quanto à composição química

Na apreciação de uma água mineral prevalecem as características químicas. A água é classificada segundo o critério químico

pelo componente predominante presente, podendo ter classificação mista se houver mais de um. Substâncias excepcionais e íons dignos de nota podem enquadrá-la como mineral sob o ponto de vista químico.

De um modo geral, as origens admitidas para os diferentes cátions já mencionados (item 2.1) são as que se seguem:

Sódio — É um dos elementos mais frequentemente encontrados numa água. Provém, geralmente, da reciclagem do NaCl da água do mar, excepcionalmente de depósitos salinos, podendo ainda ser resultante da erosão de silicatos, ficando o sódio completamente dissolvido, enquanto que o alumínio vai formar as argilas. Admite-se que no resíduo esteja sob a forma de sulfato, carbonato, bicarbonato, cloreto ou nitrato, predominando no entanto, o cloreto.

Potássio — É freqüente em águas, associado ao sódio mas em quantidades habitualmente menores. O fato de sempre aparecer em quantidades menores explica-se porque: na erosão dos silicatos alcalinos uma parte do potássio fica na solução iônica, outra ou pode ser absorvida pelas argilas ou formar micas juntamente com o alumínio. No resíduo está como o Na.

Lítio — É encontrado em pouca quantidade em águas. Sua origem é sujeita a controvérsias; alguns atribuem-lhe mais predominantemente a origem juvenil, outros à erosão, resultando da solubilização de minerais litíferos de rochas, como as micas em geral, a amblygonita, etc. Pode ser também proveniente de evaporitos onde, em pequenas quantidades, substitui o sódio.

Dienlefait chama a atenção para a sua presença constante em terrenos triássicos cuja boa parte tem origem lacunar. (4) Como é elemento raro, as águas que o contêm, ainda que em pequenas concentrações, apresentam interesse. No resíduo está sob forma de cloreto.

Cálcio — É frequentemente encontrado em águas devido à riqueza do elemento em rochas silicatadas e carbonatadas na litosfera. Por intemperismo o cálcio é solubilizado sob forma de bicarbonato. Geralmente apresenta-se no resíduo como sulfato, bicarbonato ou carbonato.

Magnésio — Tem a mesma origem do cálcio: intemperismo das rochas, apresentando-se no resíduo como bicarbonato, cloreto, carbonato ou sulfato.

Bário — É raro em quantidades significativas em águas. No resíduo encontra-se sob forma de carbonatos e cloretos em águas onde não haja sulfatos.

Estrôncio — Não é comum em quantidades significativas em águas, embora já tenha sido assinalado em Chatelguyon nas fontes Yvonne e Carnot. (8) No resíduo aparece como cloreto ou carbonato.

Alumínio — Embora em pequenos teores é elemento permanente em águas. Provém das argilas e silicatos. Nas águas está geralmente sob forma coloidal e no resíduo aparece como óxido.

Ferro — Sendo elemento muito disseminado na litosfera, é freqüente nas águas, embora nem sempre em abundância. Na maioria dos casos, está presente como Fe_2O_3 coloidal. Em águas ricas em dióxido de carbono, admite-se estar sob a forma de bicarbonato e assim é registrado na composição provável para indicar a presença desse componente na utilização da água. O fenômeno químico aqui expresso é uma simplificação de uma realidade mais complexa. No resíduo obtido por evaporação está sob forma de $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$.

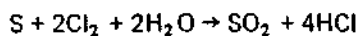
Manganês — Vem sempre associado ao ferro.

Rubídio e Césio — Elementos pouco abundantes, têm sido indicados em análises espectrográficas de águas. Possivelmente são provenientes do ataque por intemperismo dos feldspatos, em que estão concentrados, substituindo os metais alcalinos e alcalino-terrosos.

Vanádio e Germânio — Podem ser encontrados em águas que tiveram contato com depósitos petrolíferos ou de carvão mineral.

Para os anions as origens mais prováveis são:

Cloro — A maior fonte de origem do íon cloro é o mar. Pode provir também de águas juvenis ou meteóricas. Algumas águas próximas a vulcões têm cloro sob forma de ácido clorídrico, podendo este originar-se das seguintes maneiras:



Águas meteóricas podem dissolver camadas salinas como é o caso de Carlsbad. Estudos feitos em Alberta, no Canadá, dão como origem para o cloro, a solubilização dos cloretos solúveis existentes em quantidades anormais em xistos de superfície e sub-superfície. (9) No resíduo encontra-se sob forma de cloreto de sódio, potássio, cálcio, etc.

Bromo — Quando aparece em águas, geralmente acompanha o cloro e tem como este, origem marinha. Em salgemas há com freqüência quantidades consideráveis de bromo. No resíduo encontra-se sob a forma de brometo de sódio ou de magnésio.

Iodo — É geralmente de origem marinha quando acompanha o cloro e bromo. É muito difundido em águas que tiveram contato com substâncias orgânicas de origem vegetal, com salgema e com sedimentos betuminosos.

Apesar de não ser comumente abundante em águas, sua concentração merece especial atenção pelo fato de ser especialmente nutritivo para os animais superiores inclusive o homem. (1) Do seu ciclo conhece-se mais detalhes do que dos outros halogêneos. No resíduo encontra-se em forma de iodeto de sódio ou de potássio.

Flúor — Não é elemento muito difundido em águas, apesar de ser mais abundante em rochas do que o cloro, porque é fixado pelas micas e fosfatos. Há fontes ricas desse elemento em Portugal, no grupo hidromineral de Gerez. (4) (10) Pode ter origem juvenil em águas que fluem em zonas vulcânicas, pois é freqüente nas emanções. Encontra-se com abundância nas fumarolas. No resíduo aparece como fluoreto de sódio ou de potássio.

Nitrato — Em águas tem como origem, principalmente, a ação de bactérias nitrificantes, algas microscópicas e degradação de substâncias animais como o guano. Pode também ser proveniente dos nitratos formados em lugares áridos. O caliche do Chile é um exemplo desse tipo de formação e destaca-se pelo seu volume. (11) (12) No resíduo está geralmente sob a forma de nitrato de sódio ou potássio.

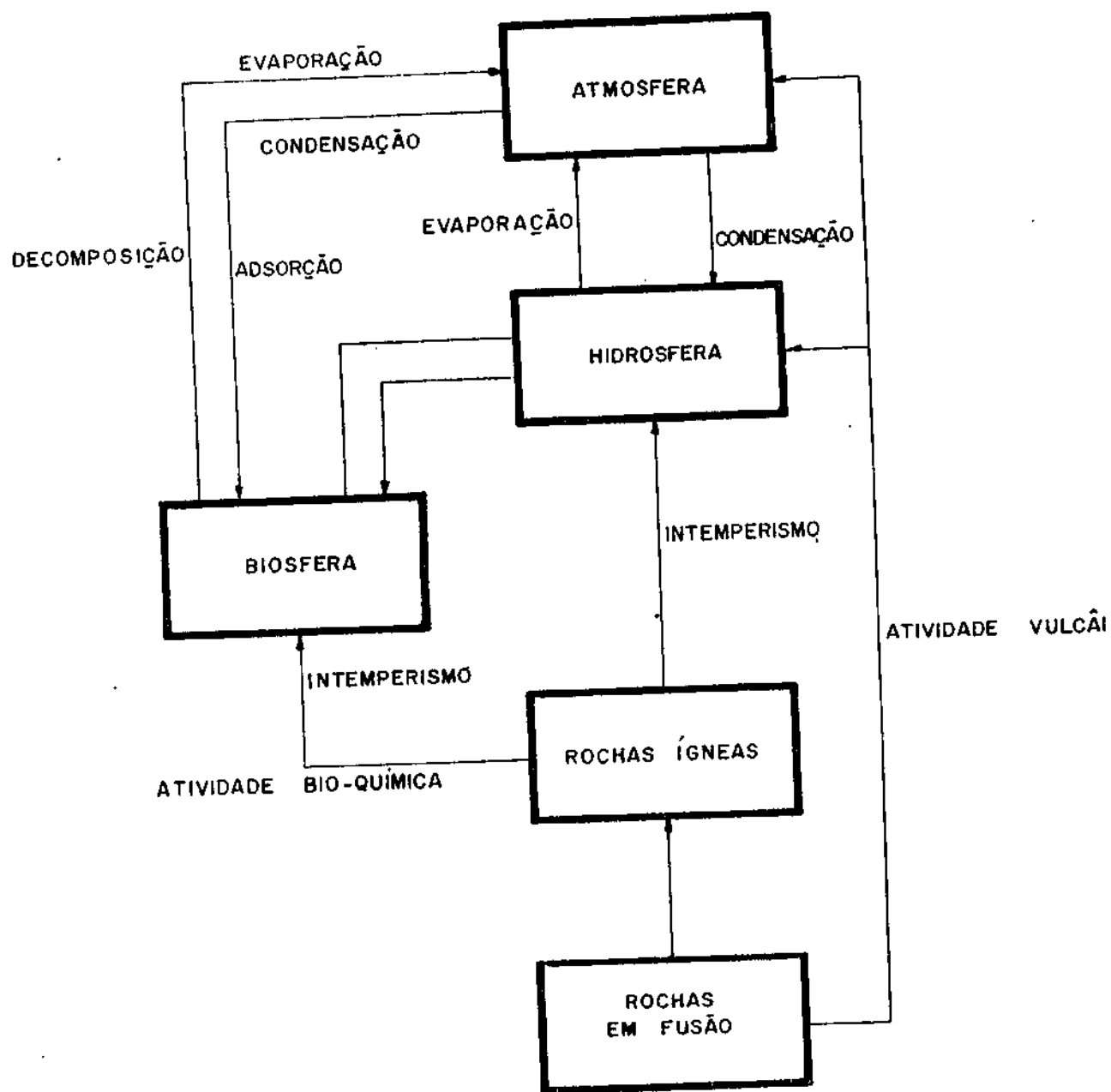


FIGURA 3 – CICLO DO IÔDO
(SEGUNDO RANKAMA E SAHAMA)

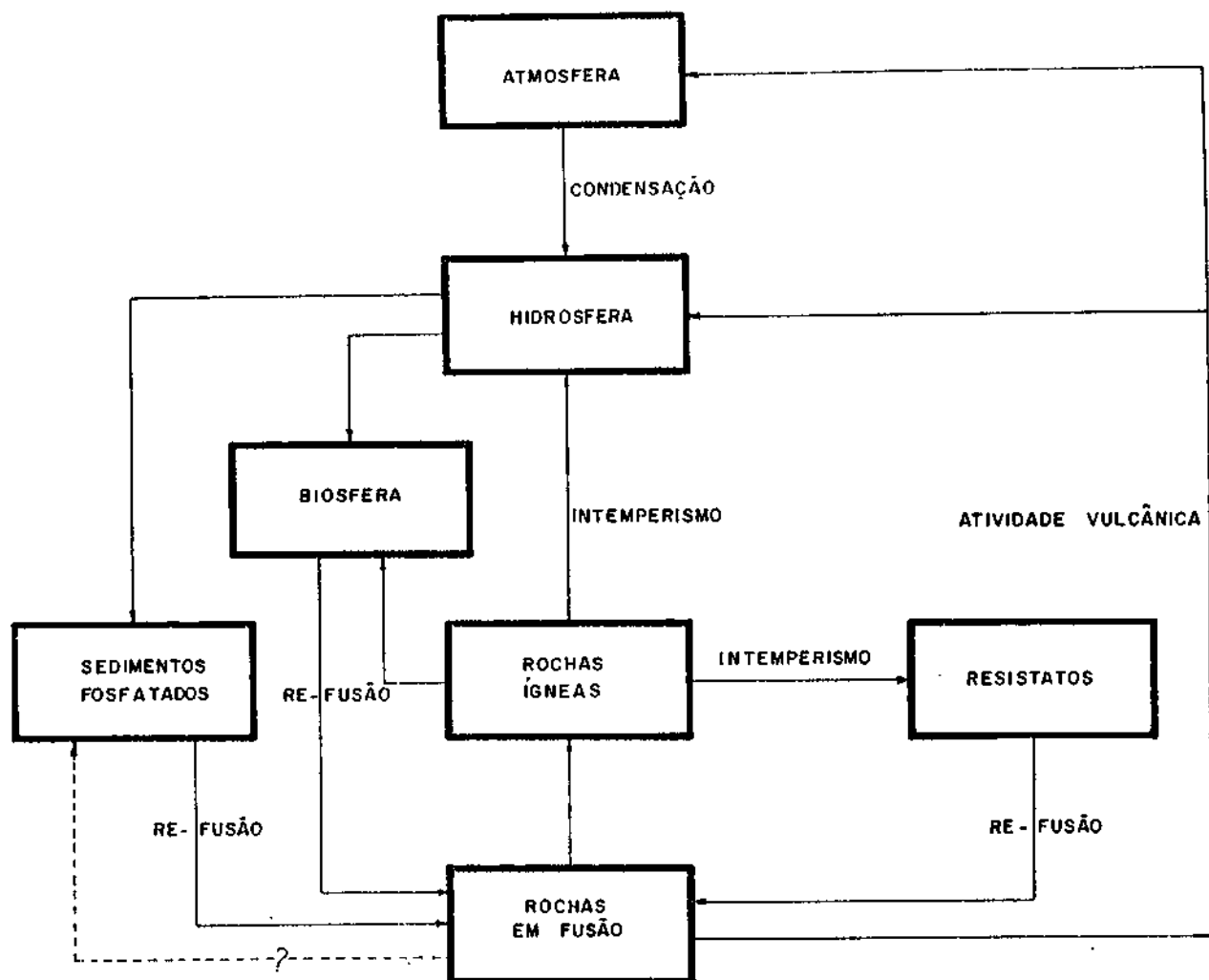
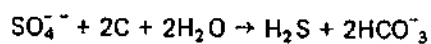


FIGURA 4 - CICLO DO FLÚOR
(SEGUNDO RANKAMA E SAHAMA)

Fosfato — A principal origem do fosfato nas águas é o fósforo contido na matéria orgânica em processo de degradação. Apresenta-se no resíduo como fosfato alcalino ou alcalino terroso.

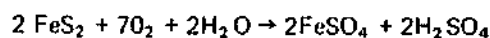
Enxôfre — Pode ser encontrado sob a forma de H_2S , SO_4^{2-} , S^{2-} e até como S. Os sulfetos e gás sulfídrico provêm geralmente de fenômenos de redução anaeróbica: em condições de redução, bactérias aneróbicas são ativas na redução dos sulfatos (Bactéria desulfurizante: Desulfobrivio Clostridium nitrificans). (13)



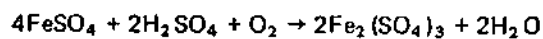
Alguns sulfetos encontrados em águas de zona vulcânica podem ter como origem

a meteorização e solubilidade de uma parte do FeS_2 dos depósitos dos solfataras. (14)

Os sulfatos nas águas podem se originar principalmente da oxidação das piritas, segundo a reação:



O sulfato ferroso em presença de excesso de oxigênio passa a sulfato férrico:



O ciclo pode continuar e por ação orgânica esse sulfato ser reduzido a sulfeto. O sulfato férrico hidroliza-se dando o respectivo óxido hidratado, que só permanecerá em solução em águas de pH inferior a 4. O óxido hidratado precipita assim que as águas emergem.

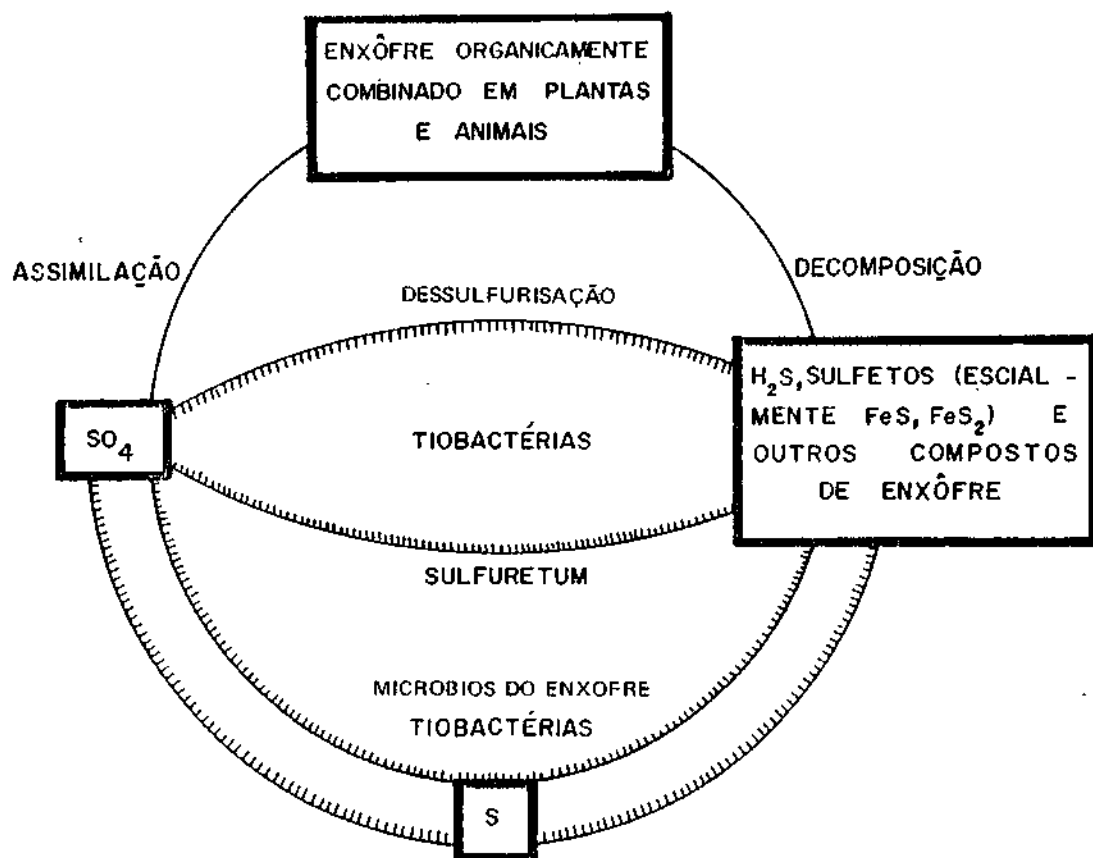


FIGURA 5 -FUNÇÃO DE MICROORGANISMOS NO CICLO DO ENXÔFRE

(SEGUNDO SCHWARTZ, 1958 ; GEOCHEMICAL TABLES —

H.J. RÖSLER/H. LANGE)

A LINHA TRACEJADA: BIOCENOSE DO SULFURETUM

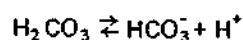
Os sulfatos podem ainda ter como origem, a solubilização de gipsita. Essa solubilização é favorecida pela presença de cloreto de sódio.

Em alguns casos como em Carlsbad, admite-se que o SO₄⁻ ali muito abundante, tenha origem juvenil. (4)

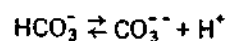
Amônia — Às vezes aparece em águas minerais, e nesse caso deve-se-lhe atribuir origem profunda.

Carbonatos e bicarbonatos — Estes íons são muito comuns nas águas meteóricas pelo contato com o CO₂ da atmosfera, dando origem a águas carbonatadas e/ou bicarbonatadas. A dissolução do CO₂ da

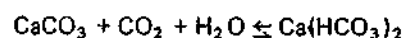
atmosfera produz H₂CO₃ que se dissocia de acordo com a reação reversível:



Este HCO₃⁻ por sua vez se dissocia em:



Águas ácidas devido ao CO₂ dissolvido entrando em contato com rochas carbonatadas, principalmente calcário, dissolvem o carbonato com formação de bicarbonato



Quando for elevada a pressão de CO_2 no interior do solo, as águas podem ter alto teor de bicarbonato de cálcio.

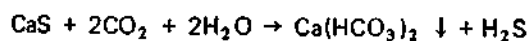
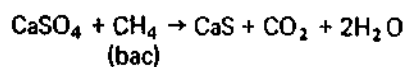
Quando estas águas altamente mineralizadas emergem para condições de menores pressões, o $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ se decompõe com deposição de CaCO_3 .



Assim é que se formam, particularmente, os tufos da maior parte das águas termais alpinas, que circulam em rochas carbonatadas.

A origem de bicarbonatos pode ainda ser devida à transformação de águas razas

sulfatadas cálcicas, magnesianas ou sódicas por ação bacteriana redutiva de sulfatos (genese sparovibrio) na presença de hidrocarbonetos:



É o que acontece nas águas bicarbonatadas de Alberta, no Canadá. (15)

A frequência dos íons HCO_3^- e CO_3^{2-} em águas que circulam em rochas calcárias ou dolomíticas, bastante difundidas na litosfera, permite igualmente explicar a presen-

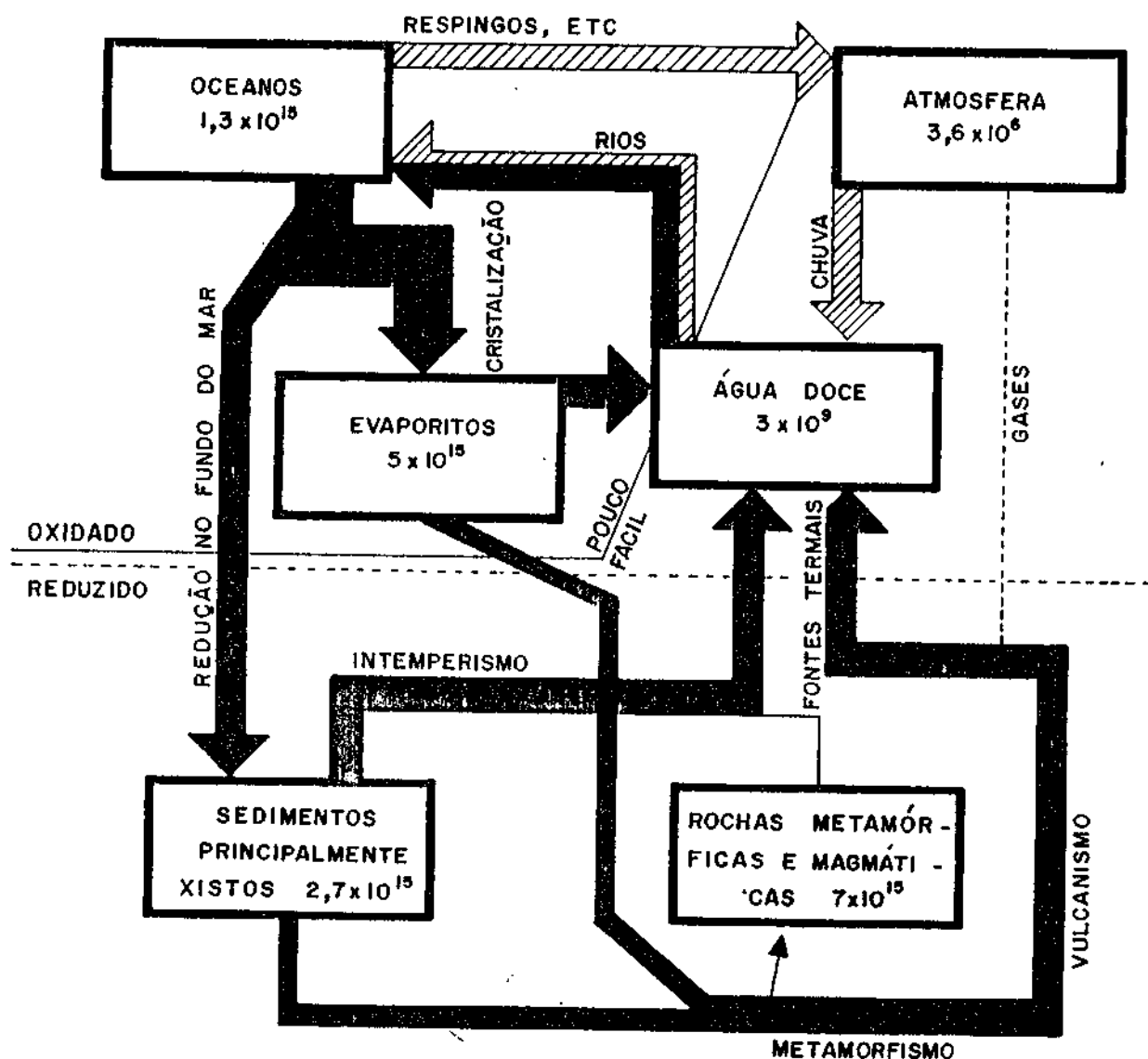


FIGURA 6- CICLO DO ENXÔFRE
(SEGUNDO HOLSER E KAPLAN - 1966 - GEOCHEMICAL TABLES -
H.J. RÖSLER / H. LANGE)

ça habitual do cálcio e magnésio nas fontes de origem superficial.

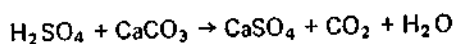
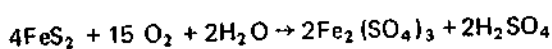
Nas águas minerais os gases mais frequentes são: CO_2 , N_2 , O_2 , H_2S , SO_2 , CH_4 . Bastante frequentes são também os gases radioativos radônio e torônio, embora este último não seja facilmente detectado devido à sua meia vida ser muito curta.

Dióxido de carbono, CO_2 , é encontrado frequentemente em grande abundância em fontes de origem juvenil. Para explicação de sua ocorrência em águas profundas que não estão perto de regiões vulcânicas há diferentes hipóteses bastante discutidas. Nas águas frias ou pouco termais o CO_2 teria origem superficial explicável por uma das razões abaixo:

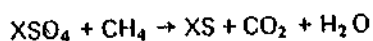
1) tenha vindo da atmosfera nas águas meteóricas ordinárias;

2) seja resultante da decomposição dos bicarbonatos das águas superficiais;

3) seja devido à oxidação das piritas em meio calcário:



4) seja devido à redução de sulfatos por hidrocarbonetos, especialmente metano.



Dióxido de enxofre, SO_2 , é gás de origem juvenil e encontra-se dissolvido em águas de regiões vulcânicas, oriundo das fumarolas. Pode ainda ter origem superficial proveniente de reações da matéria orgânica.

Sulfeto de hidrogênio, H_2S , é gás característico das fontes "sulfurosas" (sulfídricas). É muito abundante nas solfataras, aparecendo em águas de regiões vulcânicas. Provém também de reações bioquímicas superficiais. Pode se oxidar a S elementar, íon sulfuroso e mesmo a íon sulfato. É encontrado em águas cujos sulfatos são reduzidos por matéria orgânica.

Radônio — É gás radioativo com meia vida de 3,82 dias. Tanto o urânio como o radônio são encontrados em rochas graníticas e serão dissolvidos por águas que com elas entram em contato.

Componentes não eletrolíticos encontrados em águas

Boro — Aparece como ácido bórico; extraordinariamente pouco ionizado. Tem origem em atividades vulcânicas ou meteóricas, segundo provenha de resíduos de solfataras ou de jazidas salinas, pois nestas há relativamente grandes concentração de boro. É encontrado em águas de Toscana. (4) (10)

Dióxido de silício, SiO_2 . A maior parte do SiO_2 existente nas águas naturais provém do ataque das águas aos silicatos. Não é sempre abundante em águas minerais. Excepcionalmente aparece em grandes quantidades em algumas águas. Ao contrário do que se admitia habitualmente, a existência da sílica sob forma coloidal predominando nas soluções, as experiências de Krauskopf (16) provaram que a sílica em solução está na maior parte das vezes sob a forma de H_4SiO_4 não ionizado. Sua solubilidade depende muito de temperatura. O pH afeta pouco a solubilidade na faixa de 0 a 9, mas aumenta muito quando maior que 9. Isto explica o fato da larga faixa de estabilidade da sílica nas águas.

Nas fontes termais a sílica está em verdadeira solução. Mas se a concentração é muito elevada, havendo alívio de pressão e queda de temperatura, pode eventualmente precipitar.

A baixa quantidade de sílica em geral encontrada nas águas terrestres, se atribui à lentidão com que os silicatos se dissolvem, e a atividade dos organismos que a usam. (15)

2.5 — Características das águas minerais quanto à temperatura

A propriedade mais tangível das fontes minerais termais é obviamente a temperatura, que deve ser medida na própria fonte e a uma certa profundidade. O aproveitamento da temperatura de uma água é restrita à nascente.

As águas minerais termais podem ter as mais variadas temperaturas, e são encontradas em todos os climas e altitudes.

A temperatura pode ser atribuída:

— ao gradiente térmico (17)

— à influência de águas juvenis e vulcanismo

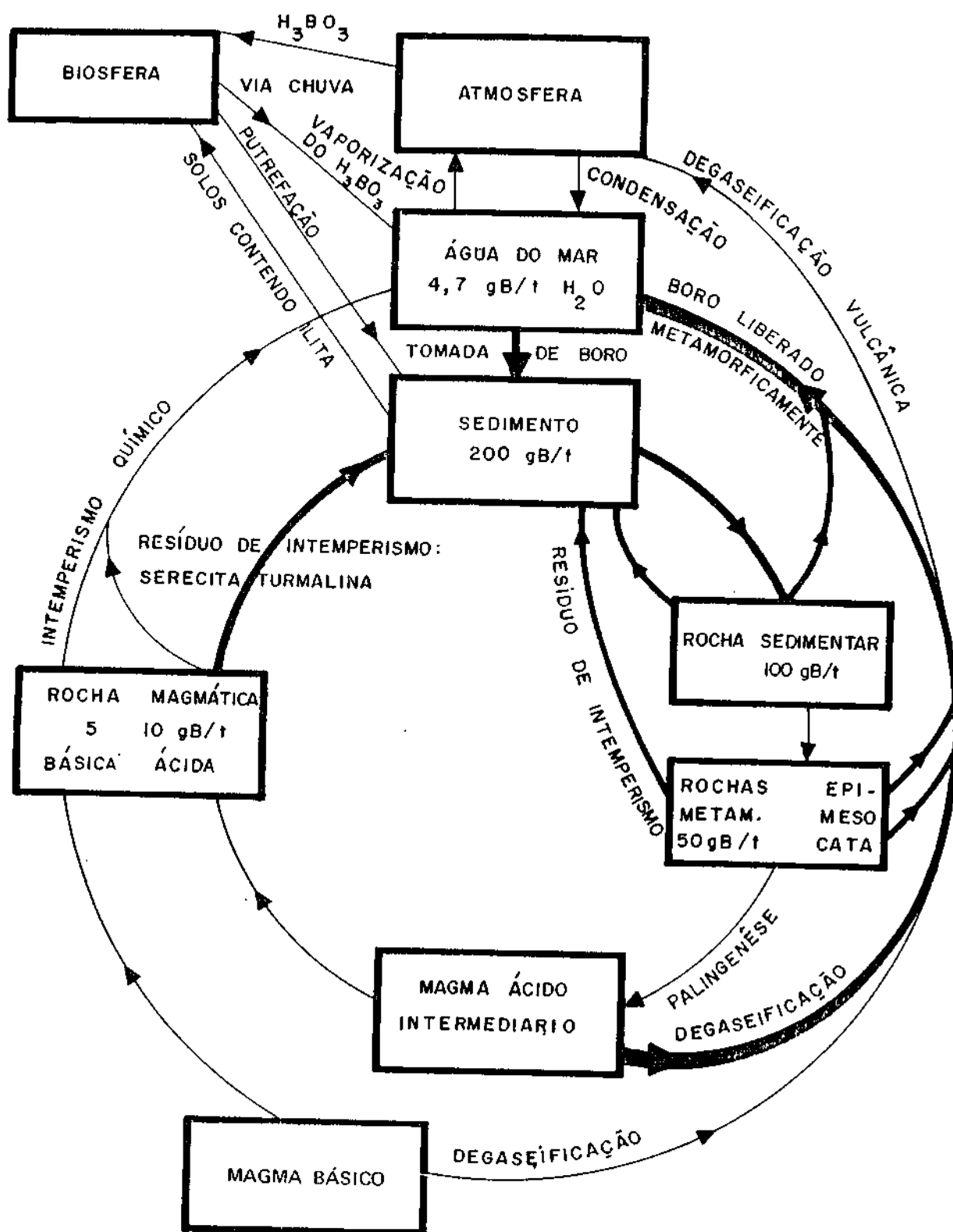


FIGURA 7 - CICLO DO BORO NA LITOSFERA ALTA
(SEGUNDO HANDER, 1959)
(GEOCHEMICAL TABLES - H.J. RÖSLER/H. LANGE)

- à reações físico químicas
- à desintegração de elementos radioativos.

O vulcanismo apresenta importância no aquecimento das águas termais não só pela existência de águas juvenis quentes, como pela influência que exerce sobre a temperatura das águas de origem superficial.

Certas reações químicas como oxidação, redução ou mesmo hidratação podem explicar a termalidade. Reações triviais como a oxidação da pirita por exemplo, em presença de umidade do ar, podem afetar a temperatura. Assim, massas importantes de minerais poderão criar centro de calor capazes de aquecer águas vizinhas. (4)

Os fatores de maior importância na termalidade das águas são o gradiente térmico e vulcanismo.

Várias são as teorias sobre origem das águas termais. (18) A maioria dos autores tende a explicar a origem das águas termais como meteórica por artesianismo. Essa teoria admite que a água mineral termal é resultado da ressurgência de águas superficiais meteóricas que se infiltram e por gravidade penetram profundamente no solo. Nessa fase, em função do gradiente térmico encontrado, sofre um acréscimo de temperatura e devido ao peso das águas frias que a ela se superpõem, ou em certos casos pela expansão de vapores formados, faz um trajeto ascendente de volta, distinto do descendente.

A teoria magmática ou juvenil que foi quase abandonada, volta a ter adeptos, quando, no estudo das águas minerais, alguns autores percebem que satisfará mais que a artesianana para explicar a origem da grande quantidade de CO_2 , tão comum nas águas termais. Se levarmos em conta a grande quantidade de vapor d'água e CO_2 nos gases vulcânicos, pode-se admitir para a água mineral termal origem praticamente idêntica à desses gases.

Estudos recentes de vulcanologia confirmam a presença de vapor d'água e CO_2 em gases vulcânicos. (19) Nesse caso a fonte constituiria a fase de uma atividade vulcânica em vias de extinção e reduzida às exalações gasosas. Isso admitido, haverá explicação satisfatória para a presença de grandes quantidades de CO_2 muitas vezes encontradas em águas minerais termais.

Além dessas duas teorias, há ainda uma que admite que a água mineral termal possa ter origem magmática e artesianana ao mesmo tempo, resultante da mistura em grandes profundidades de águas dessas duas categorias. Parece que esse é o caso mais geral.

No momento deve-se pensar em atribuir às águas minerais termais as seguintes origens:

- 1) Artesiana — que se caracteriza por mineralização fraca, e poucos gases dissolvidos.
- 2) Mágica — que se distingue por sua alta termalidade, forte mineralização e, geralmente, abundância de gases.
- 3) Mista — resultante das duas antecedentes, apresentando características mais acentuadas de uma ou outra, conforme a predominância que sofra.

Essas divergências de teorias sobre a origem das águas minerais termais deverão provavelmente durar ainda muito tempo, embora trabalhos recentes como identificação e datação por isótopos possam trazer esclarecimentos sobre essa questão. Já são conhecidas tentativas efetuadas, utilizando o trítio (^3H) (20) e oxigênio (^{18}O).

Robert Thuizat determinou a origem dos gases que acompanham as águas minerais termais de um número representativo de emergências do Maciço Central Francês, levando em conta as variações da relação dos isótopos do Ar, $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$. Diante do resultado a que chegou, foi possível afirmar que o gás carbônico que acompanha a maioria das águas minerais por ele estudadas, tem origem vulcânica. (8) O que aqui é citado de passagem, veio reforçar a hipótese da origem magmática para um grande número de fontes do Maciço Central Francês.

As águas minerais termais são em geral muito mineralizadas; pode-se, no entanto, encontrar algumas pobres em sais dissolvidos. A explicação é o fato de atravessarem rochas constituídas de minerais resistentes ao ataque químico. Em águas minerais termais encontra-se com mais frequência do que nos outros tipos de água mineral, CO_2 , SO_2 , H_2S , Cl_2 , NH_3 , HCO_3^- e SiO_2 .

É importante que a temperatura de uma água termal se conserve o mais possível inalterada e quando mais brusca for a ascensão da água mais se conservará, até a emergência, a temperatura original. A temperatura das águas minerais termais é muito

afetada por infiltrações de águas frias e por diminuição dos gases dissolvidos. Se ao longo de uma falha, as fontes tiverem temperaturas diferentes, não resta dúvida que a causa deva ser uma infiltração.

2.6 — Características das águas minerais quanto à radioatividade

A radioatividade nas águas minerais foi descoberta independentemente por J. J. Thompson, Sella e Pochettino. (21) Essa descoberta foi completada por Himstedt que identificou o radônio dissolvido nas águas. O reconhecimento e dosagem das substâncias radioativas presentes nas águas e nos gases baseiam-se, em geral, na propriedade que têm as radiações de ionizar o ar.

A radioatividade nas fontes hidrominerais ganhou maior importância depois que a presença de corpos radioativos foi reconhecida em águas naturais sem composição química peculiar, atribuindo-lhes propriedades terapêuticas.

Devido à disseminação de elementos radioativos na litosfera, não é comum que uma água venha a emergir isenta de radioatividade; esta característica é às vezes mais acentuada em certas fontes hidrominerais, atingindo a valores que poderão classificá-las como radioativas.

Em princípio, todos os radioelementos podem ser arrastados pelas correntes subterrâneas; nem todos, no entanto, chegam a ser observados na emergência da fonte. Muitos encontram-se em proporções mínimas nas rochas do subsolo, não tendo condições de se incorporar ao filete aquoso em quantidades apreciáveis. Outros, não são dissolvidos quando a agressividade da água é pequena.

Os elementos radioativos mais facilmente arrastados são os gases radônio, torônio e actinônio, genericamente chamados de emanções, e que por simples difusão incorporam-se aos gases e água que transitam pelas fissuras das rochas. Tanto o rádio como urânio acham-se concentrados em rochas graníticas, e as águas ao entrarem em contato com essas rochas dissolvem o radônio (^{222}Rn) proveniente da desintegração do urânio. Devido à sua meia-vida, relativamente longa — 3,8229 dias — esse gás é encontrado em maiores proporções nas águas radioativas. Torônio (^{220}Rn) também está presente em rochas graníticas sendo dissolvido por águas com as quais entra em contato, mas é pouco detectado devido à sua pequena meia-vida — 51,5 segundos —. É o caso por exemplo das águas de Souce de Salais Moulet que atravessam sedimentos ricos em tório.

O actinônio (^{219}Rn) de evolução muitíssimo rápida, deve também se difundir como as outras emanções em meio de material radioativo, mas nunca foi observado em emergências. Inúmeras pesquisas realizadas até hoje em diferentes regiões indicam que o ^{222}Rn é a emanção mais abundante nas águas minerais, e o maior responsável por sua radioatividade. O teor de radônio é em geral muito superior ao que corresponderia ao rádio dissolvido em algumas águas. Na maioria dos casos encontra-se radônio dissolvido mesmo na ausência do rádio. A radioatividade das águas brasileiras já estudadas, é principalmente devido ao radônio.

Essas emanções são quimicamente inertes, solúveis na água, e sob o ponto de vista químico comportam-se como gases ordinários e evoluem emitindo partículas alfa. (Tabelas III, IV e V).

TABELA III

Série de evolução radioativa do ^{235}U (Actínio)
(Geochemical Tables-H.J. Rösler/H. Lange)

Elemento radioativo	Nuclídeos	Tipo de evolução	Meia vida
Actinourânio	^{235}U	α	$7,1 \cdot 10^8 \text{ a}$
Urânio Y	^{234}Th	β^-	25,64h
Protactínio	^{231}Pa	α	$3,43 \cdot 10^4 \text{ a}$
Actínio	^{227}Ac	β^-, α	21,6a
1,2% 98,8% Actínio K	^{223}Fr	β^-, α	22m
Radioactínio	^{227}Th	α	18,17d
$\approx 6 \cdot 10^{-3}\%$ 99+% Astatínio	^{219}At	α, β^-	0,9m
Actínio X	^{223}Ra	α	11,68d
$\approx 97\%$ $\approx 3\%$ Bismuto	^{215}Bi	α	8m
Actinônio	^{219}Rn	α	3,92s
Actínio A	^{215}Po	α, β^-	$1,83 \cdot 10^{-3} \text{ s}$
$\approx 99\%$ $5 \cdot 10^{-1}\%$ Actínio B	^{211}Pb	β^-	36,1m
Actínio C	^{215}At	α	$\approx 10^{-4} \text{ s}$
Astatínio	^{211}Bi	α, β^-	2,16m
99,7% 0,3% Actínio C''	^{207}Tl	β^-	4,79m
Actínio C'	^{211}Po	α	0,52s
Actínio D	^{207}Pb	estável	-

TABELA IV

Série de evolução radioativa do ^{232}Th (Tório)
(Geochemical Tables-H.J. Rösler/H. Lange)

Elemento radioativo	Nuclídeos	Tipo de evolução	Meia vida
Tório	^{232}Th	α	$1,39 \cdot 10^{10} \text{ a}$
Mesotório I	^{228}Ra	β^-	6,7a
Mesotório II	^{228}Ac	β^-	6,13h
Radiotório	^{228}Th	α	1,910a
Tório X	^{224}Ra	α	3,64d
Emanação de Tório, Torônio	^{220}Rn	α	51,5s
Tório A	^{216}Po	α	0,158s
Tório B	^{212}Pb	β^-	10,64h
Tório C	^{212}Bi	β^-, α	60,5m
36,2% α Tório C'' 63,8% β^- Tório C'	^{208}Tl	β^-	3,10m
Tório D	^{212}Po	α	$3,04 \cdot 10^{-7} \text{ s}$
	^{208}Pb	estável	-

A solubilidade das emanções na água é função da temperatura e diminui com o aumento desta. A tabela VI obtida nas experiências de S. T. Mayer e E. V. Schweidler (21) mostra a variação com a temperatura, da solubilidade do radônio em água. A dificuldade de se obter tabelas análogas para as outras emanções, deve-se às suas pequenas meia-vidas.

Tabela VI

Temperatura	S
0°	0,510
5	0,420
10	0,350
15	0,296
20	0,255
25	0,223
30	0,200
40	0,160
50	0,140
60	0,127
80	0,112
100	0,107

O S nesta tabela significa coeficiente de solubilidade, definido como a relação entre as concentrações da emanção nas fases líquida e gasosa, (no caso a água e o ar atmosférico), quando estão em equilíbrio.

Observa-se algumas vezes que o radônio além de dissolvido na água, pode estar nos gases espontâneos em quantidades detectáveis, como no caso de algumas fontes de Barreiro de Araxá (Minas Gerais), estudadas por Andrade Junior.

É conveniente distinguir nitidamente a radioatividade das águas como definida até agora, daquelas das fontes. Nas fontes além da radioatividade das águas propriamente ditas, esta propriedade pode também estar presente nos gases espontâneos, devido à presença neles do gás radônio, ou das demais emanções.

Para expressar a radioatividade de uma fonte, além da concentração de cada radioelemento usa-se o hororadioatividade, que exprime a quantidade de cada radioelemento por unidade de tempo (hora), trazida do sub-solo por uma fonte, através

de suas águas e gases espontâneos. A hororadioatividade para cada elemento é proporcional à sua concentração no fluido considerado (gás ou água) e à vazão deste.

A noção de hororadioatividade derivou do interesse de se conhecer a quantidade total de radônio que emerge de uma fonte por unidade de tempo.

Em geral essa medida é usada só para o radônio e deve-se determinar separadamente a hororadioatividade da água e a dos gases espontâneos. A hororadioatividade é medida pelo produto de vazão horária da fonte pela concentração em radônio; a soma das duas determinações dá a hororadioatividade total.

De um modo geral a radioatividade das águas e gases numa fonte dependem substancialmente dos seguintes fatores:

- natureza da superfície de contato entre as águas e as rochas;
- extensão da superfície de contato entre as águas e as rochas;
- vazão;
- duração do percurso da água através de fissuras onde haja concentração de rádio ou urânio, até a emergência da fonte;
- temperatura da água.

Em geral a temperatura elevada acentua a mineralização da água, mas deve-se notar que não existe obrigatoriamente nenhuma relação entre o grau de mineralização e a radioatividade. Águas fortemente radioativas são muitas vezes pobres de material mineral.

O aproveitamento da radioatividade de uma água é restrito à nascente. Como a radioatividade em geral é devido ao radônio, uma vez afastada da fonte, elas acabam perdendo essa propriedade pela evolução radioativa do elemento.

Para confrontar de modo mais preciso os dados relativos a várias fontes deve-se referir a concentração das emanções a uma mesma pressão e uma mesma temperatura.

O conteúdo do radioelemento de uma água exprime-se geralmente em massa, salvo para o radônio e seus isótopos. É de praxe referir-se à massa de cada radioelemento, não levando em conta os demais componentes da molécula.

O Segundo Congresso de Radiologia (Bruxelas, 1910) propôs que se exprimisse o radônio não pelo seu próprio peso mas peso de rádio capaz de produzi-lo, fixando-o como a unidade chamada curie (21). Posteriormente este conceito foi ampliado e definido com maior rigor.

Pode-se também exprimir em unidade mache a quantidade de radônio. Foi a maneira de medir proposta por H. Mache em 1904, e que é a usada sistematicamente no Brasil para águas radioativas. É uma unidade que se reporta expressamente ao conteúdo de radônio em um litro de água ou gás. A expressão mache por litro, portanto, é redundância incorreta. (21)

A relação entre as unidades que medem a concentração de Rn figura na tabela VII. Em vez do curie usa-se, para exprimir a concentração de radônio numa água ou gás, o submúltiplo nanocurie = 10^{-9} Ci.

Tabela VII

	mache	nanocurie/litro
1 mache	1	0,364
1 nanocurie/litro	2,75	1

Para a dosagem do radônio usa-se um eletrômetro, empregando-se métodos de ebulição, agitação ou circulação, nos quais são necessárias diversas correções, distinguindo-se:

- adsorção da radioatividade pela parede da câmara;
- pressão e temperatura;
- presença de gás carbônico;
- difusão do radônio.

O Apêndice 6.2 apresenta um exemplo de determinação de radioatividade de uma água.

TABELA V

Série de evolução radioativa do ^{238}U (Urânio)
(Geochemical Tables-H.J. Rösler/H. Lange)

Elemento radioativo	Nuclídeos	Tipo de evolução	Meia vida
Urânio I	^{238}U	"	$4,51 \cdot 10^9 \text{ a}$
Urânio XI	^{234}Th	β^-	24,10d
Urânio X2	$^{234\text{m}}\text{Pa}$	β^-	1,175m
Urânio Z	^{234}Pa	β^-	6,66h
Urânio II	^{234}U	α	$2,48 \cdot 10^5 \text{ a}$
Iônio	^{230}Th	α	$8,0 \cdot 10^4 \text{ a}$
Rádio	^{226}Ra	α	1 622 a
Emissão de Rádio, Radônio	^{222}Rn	α	3,8229d
Rádio A	^{218}Po	α, β^-	3,05m
99,98% α Rádio B	^{214}Pb	β^-	26,8m
0,02% β^- Astatínio	^{218}At	α, β^-	1,53- ?
99,9% Rádio C	^{214}Bi	β^-, α	19,7m
0,1% β^- Radônio	^{218}Rn	α	0,019s
0,04% α Rádio C"	^{214}Po	α	1,64.1
99,96% β^- Rádio C'	^{210}Tl	β^-	1,32m
Rádio D	^{210}Pb	β^-	19,4a
Rádio E	^{210}Bi	β^-, α	5,013
5.10 ⁻⁵ % α Tálio	^{206}Tl	β^-	4,19m
100% β^- Rádio F	^{210}Po	α	138,401
Rádio G	^{206}Pb	estavel	-

3-Águas Minerais Brasileiras

3.1 — Origem e suas relações com fenômenos geológicos

J. F. de Andrade Junior (22) chama a atenção para o fato de que se examinarmos a carta de localização das principais fontes hidrominerais brasileiras, verificamos que as mesmas se dispõem ao longo de uma faixa que se estende do Norte ao Sul do País e cujo eixo tem a direção NE:SW. Segundo sua opinião, sendo essa também a direção das grandes cadeias de montanhas, pode-se interpretar os fenômenos geológicos que se produziram, com auxílio dos conhecimentos anteriores, e chegar, sintetizando, à seguinte conclusão:

"No período huroniano de diastrofismo proterozóico, os sedimentos algonquianos anteriormente depositados, constituídos de itacolomitos, quartzitos, filitos, calcários e itabiritos, sofreram um dobramento violento, seguindo-se uma fase intensiva na qual um magma granítico produziu o metamorfismo das rochas, transformando-as em leptinolitos, vindo depois uma fase hidrotermal que em muitos pontos determinou uma hipersilificação intensa. Segue-se um período de forte erosão até que um novo movimento orogênico, que se teria produzido no período caledoniano, determinou a elevação de um magma granítico, acompanhado em alguns pontos de verdadeiras erupções, dando origem a tipos vulcânicos de rochas porfiríticas.

No período herciniano de movimentação da crosta, resultaram novos fenômenos de dobramento das camadas, devido aos esforços intensos então desenvolvidos e formaram-se erupções importantes. Foi

nesse período que teve início a erupção do magma nefelínico relacionado com as nossas fontes minerais, que, começando no período permo-carbonífero se prolongou até o triássico como se evidencia na região do Prata e em Poços de Caldas, e ao cretáceo, como na Paraíba e na Bahia.

Parece provável que essa erupção se tenha prolongado até mesmo à era cenozóica, talvez como resultado dos movimentos reflexos da elevação da cadeia andina, que, apesar de não ter tido forte repercussão em nosso país, teria determinado a reabertura de antigos campos de falhas, dando origem às nossas fontes hidrotermais, que estão todas relacionadas com um sistema de fraturas geológicas profundas que cortam o país de norte a sul, na direção NE:SW."

A probabilidade sugerida por Andrade Junior de que esses movimentos se tenham prolongado até o cenozóico foram confirmadas por pesquisas geológicas posteriores (Mapa Geológico do Brasil 1971, escala 1:5.000.000).

"Essas fontes são portanto manifestações de antigos fenômenos vulcânicos que deram origem à erupção do magma nefelínico que se encontra em várias regiões do país, com o qual estão associadas, e do qual resultaram sua mineralização e termalidade. Quase sempre nas vizinhanças imediatas das fontes, as rochas aparecem alternadas pelo ciclo hidrotermal. Observa-se caolinização dos feldspatos, e, da decomposição da soldalita e nefelita, resultam águas carregadas de sódio e potássio."

"A erupção do magma nefelínico se fez sem dúvida, em períodos sucessivos. As

vezes no mesmo maciço se encontram rochas de idades diferentes, resultando como em Araxá, variedades de águas tão interessantes."

Segundo Andrade Junior, pôde-se considerar como ligadas à erupção do magma nefelínico os seguintes grupos de águas:

1 — as de Poços de Caldas, Araxá, Pocinhos do Rio Verde, Salitre, Serra Negra, Tapira e Antas, em Minas Gerais, e as do Município de Águas da Prata em S. Paulo (sulfurosas, alcalinas e sulfatadas);

2 — as que constituem as estâncias do sul de Minas (carbogasosas);

3 — as de Cipó (Bahia) e Brejo das Freiras (Paraíba) no diastrofismo cretáceo (termais).

Luiz Flores de Moraes Rego, em seu trabalho, "Ensaio de classificação genética das águas minerais do Brasil" (23) enquadra os fenômenos geológicos de atividade interna no Brasil em quatro grupos. Considera que as fontes termais podem ser referidas aos fenômenos dos quatro grupos, e esboça para as fontes consideradas profundas uma divisão genética que assim apresenta:

- a) as fontes associadas aos granitos parecem ligadas às manifestações ígneas mais antigas. São numerosas. Ex: a fonte Valinhos em S. Paulo e a fonte Ouro Fino no Paraná.
- b) certas fontes do norte de Minas e do sudoeste da Bahia parecem subordinadas aos fenômenos diastróficos eopaleozóicos.
- c) as fontes de Poços de Caldas, Araxá, Lindóia e Serra Negra estariam ligadas às erupções do magma nefelínico. As estâncias do sul de Minas possivelmente também seriam resquícios da erupção desse magma, talvez em condições um tanto diferentes.
- d) diversas fontes de S. Paulo, como Monte Cristo, Ibirá e outras, derivam das erupções do magma basáltico. A esse mesmo magma parecem pertencer fontes de Santa Catarina, como por exemplo S. Pedro de Piracicaba.
- e) as fontes ligadas ao diastrofismo cretáceo localizam-se no Norte. Cipó na Bahia, Rosário e Rita Cacete em Sergipe, e Brejo das Freiras na Paraíba.

Segundo Moraes Rego restava demonstrar que as fontes de cada um dos grupos têm propriedades comuns em relação às substâncias presentes.

No presente trabalho em 3.2 tentamos essa demonstração.

3.2 — Investigação sobre a unidade de origem

Esta investigação tem como finalidade corroborar a verificação da origem geológica admitida por Andrade Junior e Moraes Rego, para algumas fontes, principalmente as citadas como ligadas ao magma nefelínico.

Partindo do princípio de que a água correspondente a uma fase diastrófica deve apresentar consagüinidade com as regiões internas da terra onde se processaram os fenômenos dessa fase, tentamos uma investigação de unidade de origem.

Fizemos a normalização da composição química, tomando como referência o teor de HCO_3^- . Para isso transformamos em moles/l os teores expressos em g/l e dividimos os valores obtidos pelo do HCO_3^- . Os valores encontrados vão relacionar as águas independentemente da sua maior ou menor diluição. Os dados obtidos são os constantes dos quadros A a L e do diagrama do Apêndice 6.3. Comparando os valores registrados tiramos várias conclusões: nota-se grande identidade nas fontes estudadas de Salitre e Tapira, entre as de Serra Negra e Pocinhos do Rio Verde, entre as de Poços de Caldas e Araxá. Embora mais diluídas, as do Município de Águas da Prata apresentam grande semelhança com as águas de Pocinhos do Rio Verde, Barreiro do Tapira, Poços de Caldas e fonte dona Beja em Araxá. É notável também a semelhança por nós constatada entre a água de Ibirá (fonte Santa Fé e termas de Ibirá no M. de Ibirá), e a de Pilões, em Tapira, embora Moraes Rego em seu trabalho citado relacione as águas de Ibirá ao magma basáltico e não ao nefelínico.

Para as águas do sul de Minas, a semelhança não é tão acentuada, chegando mesmo nas de Cambuquira e São Lourenço, a haver variações ponderáveis entre as fontes de uma mesma estância. O mesmo aplica-se para as águas de Lindóia, em S. Paulo, cuja normalização foi feita porque as fontes estão também situadas ao longo do cordão de intrusões nefelínicas.

As fontes de Cipó, bastante semelhantes entre si, possivelmente pertencem ao mesmo lençol d'água.

Do exposto conclui-se ainda:

a) a normalização tentada realmente reforça a hipótese de unidade de origem geológica para as águas de Poços de Caldas, Araxá, Poços do Rio Verde, Serra Negra, Tapira e Salitre, em Minas Gerais, e as do Município de Águas da Prata em S. Paulo. A nosso ver pode-se pensar, ainda, em incluir também como de mesma origem as das Termas de Ibirá e a fonte Santa Fé;

b) os resultados encontrados não permitem a comprovação da hipótese de unidade de origem geológica para as águas do sul de Minas. As águas de Caxambu, Lambari e Marimbeiro formam três grupos homogêneos, respectivamente. As águas de São Lourenço formam um grupo menos homogêneo e as do Parque em Cambuquira, pela variedade dos resultados encontrados, apontam mesmo uma divergência de origem;

c) o que se disse sobre as águas de Cambuquira aplica-se às de Lindóia em S. Paulo;

d) as águas de Caldas de Cipó e Brejo das Freiras completamente diferentes, impossibilitam-nos de reforçar a hipótese de unidade de origem com base na mesma linha de investigação.

Apesar de não citadas por Andrade Junior e Moraes Rego, as águas de São Pedro por suas características podem ser também incluídas entre as nossas principais reservas hidrominerais. Procuramos portanto, verificar se lhes poderíamos atribuir origem magmática idêntica às de Águas da Prata, Poços de Caldas, Araxá, etc. Os resultados obtidos, no entanto, não permitem essa conclusão.

3.3 — Considerações sobre as principais reservas hidrominerais

Na opinião ainda de Andrade Junior, as fontes hidrominerais brasileiras que devem ser consideradas nitidamente como profundas, são as termais, alcalinas, alcalino-terrosas, sulfurosas, gasosas e radioativas, que estão concentradas principalmente na parte central do país, e que foram por ele assim grupadas:

- a) as carbogasosas do sul de Minas Gerais
- b) as alcalinas, sulfurosas e termais de Minas Gerais

c) as alcalinas, termais, sulfurosas, sulfatadas e radioativas de S. Paulo

d) as termais de Goiás

e) as termais de Mato Grosso

No Norte e Nordeste, pobres nesse tipo de jazidas, Andrade Junior distingue como profundas, as de Cipó, de Mosquete, e de Fervente às margens do rio Itapicuru na Bahia e a de Brejo das Freiras na Paraíba.

Referências sobre as águas do Itapicuru datam de mais de um século. Eram conhecidas antigamente as de Cipó, como Mãe d'Água do Cipó e foram descobertas pelos que se internavam no sertão em busca de cipó e que notaram a diferença entre suas temperaturas e a do rio Itapicuru. Essas fontes tiveram seu primeiro estudo sistemático em 1843, e só em 1934 conseguiram a proteção do Estado. Nesse intervalo, no entanto, já muitos particulares haviam-nas estudado. São fontes que ocupam grande extensão, sendo a principal a de Cipó. É no menito cretácico aí existente que se nota a ocorrência de numerosas emergências.

A do Brejo das Freiras é conhecida desde 1756. Fazia parte de uma fazenda pertencente aos Jesuítas, que por concessão obtiveram as terras devolutas conhecidas por Olho d'Água dos Araújo.

Em 1825, devido ao efeito das secas, retirando-se os Jesuítas, passaram os direitos às freiras do Recolhimento N. S. da Glória de Olinda, donde vem o nome "Brejo das Freiras".

As carbogasosas do sul de Minas Gerais são constituídas pelas águas de Cambuquira, Caxambu, São Lourenço e Lambari.

Os estudos analíticos dessas águas minerais foram iniciados em 1914 por Schoeffler nas águas de Caxambu, cujas fontes no local "Parque das Fontes" são:

- D. Pedro
carbogasosa, alcalino-terrosa, radioativa
- Viotti
carbogasosa, radioativa
- Mayrink I
carbogasosa, radioativa
- Mayrink II
carbogasosa, radioativa
- Mayrink III
carbogasosa, radioativa
- D. Leopoldina
carbogasosa, bicarbonatada, alcalino-terrosa cálcica, fracamente radioativa

- Conde D'Eu
carbogasosa, bicarbonatada, alcalino-terrosa, fracamente radioativa
- D. Izabel
alcalina-bicarbonatada, alcalino-terrosa
- Duque de Saxe
carbogasosa, alcalina-bicarbonatada, alcalino-terrosa
- Venancio
carbogasosa, alcalina-bicarbonatada, alcalino-terrosa

Em Cambuquira, situadas no Parque, as fontes mais conhecidas são:

- Roxo Rodrigues
carbogasosa
- Comendador A. Ferreira
carbogasosa
- Regina Werneck
carbogasosa

Há ainda as três de Marimbeiro, afastadas do Parque, que são carbogasosas, bicarbonatadas, alcalino-terrosas.

Em Lambari há quatro fontes carbogasosas, sendo uma fracamente radioativa.

São Lourenço tem as seguintes fontes:

- Oriente
carbogasosa
- Andrade Junior
carbogasosa
- Vichy
carbogasosa, alcalina-bicarbonatada
- Primavera
carbogasosa, alcalina-bicarbonatada, fértil
- Nova Alcalina
carbogasosa, alcalina-bicarbonatada
- Sotto Maior
carbogasosa, sulfatada, bicarbonatada.

Dessas fontes as mais conhecidas são "Andrade Junior" e "Oriente".

As águas alcalinas, sulfurosas e termais de Minas Gerais são constituídas pelas Águas de Poços de Caldas, Pocinhos do Rio Verde, Antas, Salitre, Serra Negra, Araxá e Tapira, destacando-se as de Poços de Caldas, cuja estância foi projetada pelo cientista Carlos Pinheiro Chagas. Nessa estância estão localizadas as seguintes fontes:

- Pedro Botelho
alcalina, sulfurosa, termal
- Macacos
alcalina, sulfurosa, termal
- Chiquinha
alcalina, sulfurosa, termal
- Mariquinha
alcalina, sulfurosa, termal
- Sinhazinha
alcalina, sulfurosa

No Hotel Quississana há suas fontes:

- Quississana
sulfurosa, alcalina-bicarbonatada
- XV de Novembro
sulfurosa, alcalina-bicarbonatada, hipotermal

No Município de Caldas há quatro fontes:

- Rio verde
sulfurosa, alcalina-bicarbonatada, radioativa
- Samaritana
radioativa
- S. José
radioativa
- Nova
radioativa

Em Araxá onde as águas são alcalina-bicarbonatadas sódicas, algumas fontes têm alta radioatividade como as de Beja.

Das águas alcalinas, termais, sulfurosas e radioativas de S. Paulo, fazem parte as fontes de Lindóia, Prata e S. Pedro. Em Águas da Prata, as fontes mais antigas, geologicamente citadas como podendo ser iguais às de Salitre, Araxá, Pocinhos do Rio Verde e Poços de Caldas, são as seguintes:

- Antiga
alcalina-bicarbonatada, sulfatada, radioativa
- Nova
alcalina-bicarbonatada, radioativa

No Município de Águas da Prata deve-se citar também a fonte Platina, alcalina-bicarbonatada, sódica e radioativa, e o conjunto Fonte do Paiol situado no local Barreiro, na antiga Fazenda Pedreira, (24) que, são fontes alcalina-bicarbonatadas e sulfatadas, sendo a primeira fonte Paiol (que é

fracamente radioativa) conhecida há mais de quarenta anos. Ainda no Município de Águas da Prata, destaca-se a fonte Villela devido à sua alta radioatividade (185 unidades mache).

As águas de S. Pedro estão situadas na antiga fazenda Palmeiras, no Município de S. Pedro. As fontes em número de três foram antigas perfurações de petróleo, e são:

- Juventude
hipotermal, alcalina, sulfurosa, cloretada sódica
- Almeida Sales
hipotermal, alcalina-bicarbonatada, cloretada sódica
- Gioconda
hipotermal, alcalina-bicarbonatada, cloretada e sulfatada sódica

As águas radioativas de Lindóia estão situadas no fundo de uma bacia formada pelos contrafortes do Morro Pelado e a Serra da Mantiqueira, e eram conhecidas antigamente como Águas Quentes.

As fontes mais antigas são:

- S. Roque
radioativa
- Filomena
potável de mesa

Há ainda outras fontes como Sta. Isabel, N. S. das Brotas, São Benedito, São Bernardo (Distrito de Lavras), Sta. Bernadette (Jardim Itamarati), etc.

O Estado de Goiás é rico em águas termais e as situadas no Município de Caldas Novas, constituem um verdadeiro espetáculo de riqueza natural. Existem aí núcleos importantes de ocorrências termais, destacando-se:

- Pousada do Rio Quente, situada no sopé da Serra de Caldas, na fazenda Água Quente, onde atualmente há dez fontes captadas, que além de mesotermiais (35,4°C), são fracamente radioativas.
- Estância de Caldas Novas (Caldas Novas) isotermiais.
- Fazenda Córrego Fundo (Caldas de Pirapetinga), talvez a mais importante na opinião de João Bruno Lobo, que aí fez estudos "in loco". São cerca de nove fontes, ainda rusticamente captadas.

Além das ocorrências citadas, há ainda grande número de pedidos de pesquisa no município de Caldas Novas, compreendendo provavelmente o conjunto hidrotermal citado com entusiasmo e admiração por alguns dos que primeiramente com ele tiveram contato, como José Marcelino de Oliveira e Celso de Castro.

Em processos antigos, existentes no D.N.P.M., encontram-se referências sobre Caldas Velhas, Caldas Novas, e Caldas de Pirapetinga.

Caldas Velhas, situada na Serra de Caldas, foi descoberta em 1722 pelo bandeirante Bartolomeu Bueno. Caldas Velhas constitui o Ribeirão das Águas Quentes que se lança no rio Piracanjubi; possui várias nascentes que se originam em profunda falha observada na vertente ocidental da Serra de Caldas, com temperatura em torno de 37°C.

Caldas Novas descoberta em 1777 por Martinho Coelho tem vinte e três emergências com temperaturas maiores que 38°C, próximas do Córrego da Lavras.

O conjunto termal de Caldas de Pirapetinga, foi também descoberto por Martinho Coelho e forma pequena lagoa localizada às margens do rio Pirapetinga, afluente do Cuiabá.

O Estado de Mato Grosso é também rico em águas termais e delas tem-se conhecimento desde a época das expedições Rondon. Foram entusiasticamente discutidas por Orozimbo Corrêa Neto em seus relatos.

Essas águas até agora em estado muito primitivo, começam a ser estudadas, e em Barra do Garças na fazenda Águas Quentes, já há vários pedidos de pesquisa. No estudo "in loco" de um desses pedidos, Hugo Spinelli descreve como sendo inúmeras as surgências distribuídas ao longo de uma encosta, notando-se que em alguns pontos a força dessas emergências é bastante acentuada. Fez ele um agrupamento dessas surgências, dividindo-as em sete grupos representativos da disposição do manancial. Desses grupos foram selecionados dezessete fontes para estudo, onde a temperatura vai de 39 a 45°C.

No sul do país merecem atenção as águas termais e sulfurosas de Cornélio Procopio, Iretama e as isotermiais de Verê no Paraná.

Em Santa Catarina há águas termais nos municípios de Chapecó, Palhoça, Tubarão, Urussanga e Gravatal, distinguindo-se em Palhoça as de Guarda do Cubatão e Caldas de Cubatão (temperaturas entre 38 e 40°C), e em Tubarão as de N. S. Medianeira e Santo Anjo da Guarda (temperaturas em torno de 37°C), Nova e Tenente.

É interessante citar ainda, não pelo mesmo critério, mas por conterem íons dignos de nota, no Estado do Rio de Janeiro a fonte iodetada de Pádua, em Goiás a litinada de Vindobona com 14mg/l de LiCl, e no Rio Grande do Sul a fluoretada da Serra das Queimadas.

3.4 — Distribuição das fontes de águas minerais e potáveis de mesa por Estados do Brasil

As fontes de águas minerais e potáveis de mesa, registradas no Departamento Nacional da Produção Mineral, que possuam manifesto ou decreto, ou que estejam caducas, ou em fase de pesquisa, foram registradas nos quadros numerados de I a XXII, onde aparecem localizadas por municípios nos diferentes Estados. São fontes cujas águas foram classificadas segundo o Código de Águas Minerais (Decreto-Lei nº 7.841 de 8/8/45) e que constam do arquivo do Código de Mineração. (25)

FONTES DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO TERRITÓRIO FEDERAL DE RONDÔNIA

QUADRO I

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
Porto Velho	Porto Velho	Santo Antônio				Pedido de pesquisa

FONTES DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO ESTADO DO AMAZONAS

QUADRO II

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
Manaus	Sítio Águas Verdes	Três Marias	A 12.400 E 28.800 D 19.200	hipotermal hipotermal hipotermal		Decreto de lavra
	Bairro Adrianópolis					Alvará de pesquisa
	Bairro Adrianópolis					Alvará de pesquisa
	Colônia Rio Negro					Alvará de pesquisa
	Colônia Rio Negro					Alvará de pesquisa
	Colônia Rio Negro					Alvará de pesquisa

FONTES DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO ESTADO DO PARÁ

QUADRO III

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
Ananindeua	Rodovia Br - 010					Alvará de pesquisa
Belém	Icoroacy	N. S. de Nsareth	70.000	hipotermal		Decreto de lavra
Benevides	Sítio Sto. Antônio					Pedido de pesquisa
Irituia	km 64/69 Margem esquer- da da Br 010					Pedido de pesquisa

FONTES DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO ESTADO DO MARANHÃO

QUADRO IV

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
Caxias		Veneza				Pedido de pesquisa
		Veneza				Alvará de pesquisa
São Luís	Bairro do Anil	Jaguarema		hipotermal		Relatório de pesquisa aprovado

FONTES DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO ESTADO DO PIAUÍ

QUADRO V

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
Teresina	Boqueirão	Boqueirão	142.560	alcalina-bicarbonatada		Decreto de lavra
	Bairro Buenos Aires Granja Sto. Antônio	Sto. Antônio	240.000	mesothermal, alcalina-bicarbonatada		Decreto de lavra
	Socopo Cidade Jardim	01 02		alcalina-bicarbonatada, cloretada, sulfurosa mesothermal		Caduca

FONTES DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO ESTADO DO CEARÁ

QUADRO VI

MUNICÍPIOS	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
Aquiraz	Japão					Pedido de pesquisa
Barbalha						Pesquisa pedido indeferido
Fortaleza	R. B. Alencar	São Geraldo	30.000	hipotermal, alcalino-terrosa cálcica e magnesiânica, alcalina bicarbonatada, carbogasosa		Decreto de lavra
	Colégio Sagrado Coração	Poço	48.000	alcalino-terrosa cálcica e magnesiânica, e alcalina-bicarbonatada		Decreto de lavra
	Sítio São Jorge	Santa Inês	11.200	hipotermal, alcalina-bicarbonatada		Decreto de lavra
	Mandubim				potável de mesa	Alvará de pesquisa
	Bairro Joaquim Távora	Verdes Mares	48.000	hipotermal, alcalina-bicarbonatada, alcalino-terrosa magnesiânica e carbogasosa		Caduca

FONTES DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO ESTADO DO CEARÁ

QUADRO VI (cont.)

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
Fortaleza	km 2 Estrada de Ferro Baturité	N. S. de Fátima	28.000	bicarbonatada, alcalino-terrosa cálcica magnesiana e carbogasosa		Caduca
Guaramiranga	Sítio Escondido					Alvará de pesquisa
Iguatu						Pedido de pesquisa
Sobral	Fazenda Pajé	Poço 2	36.000	hipotermal, alcalina		Decreto de lavra

FONTES DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE

QUADRO VII

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
Caraúbas	Fazenda Olho D'Água do Milho	Olho D'Água do Milho	47.520	alcalino-terrosa cálcica, cloretada e radioativa		Pesquisa paralisada
		Minator	7.856	mesotermal, radioativa		
Ceará-Mirim	Sítio Portinho		25.920	hipotermal		Decreto de lavra
Parnamirim	Fazenda Bela Vista	Cajupiranguinha	55.200	hipotermal		Decreto de lavra
	Sítio Moita Verde					
Pedro Avelino	União	União	60.000	hipotermal, alcalina, carbogasosa		Decreto de lavra
Pedro Velho	Zimba Noche					Alvará de pesquisa

FONTES DE ÁGUA MINERAL E AGUA POTÁVEL DE MESA DO ESTADO DA PARAÍBA

QUADRO VIII

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
Antenor Navarro	Brejo das Freiras	Brejo das Freiras	340.000	isotermal, alcalina- bicarbonatada		Decreto de lavra
Areia	Sítio Caldeirão					Pesquisa não aprovada
Duas Estradas	Jurema	01	28.400	hipotermal		Decreto de lavra
Santa Rita	Fazenda Caldeirão	01	18.000	hipotermal		Decreto de lavra
	Ibiribeira					Alvará de pesquisa
	Sítio Mumbaba dos Bernardinos					Pedido de pesquisa

FONTES DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO ESTADO DE PERNAMBUCO

QUADRO IX

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO 1/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
Barra de Guabiraba	Engenho Conceição					Pedido de pesquisa
Custódia	Sabá	IB IA 02	2.200 4.400 54.000	hipotermal hipotermal hipotermal		Alvará de pesquisa
Garanhuns	Fazenda Santa Branca	Serra Branca	170.000		potável de mesa	Decreto de lavra
	Arco Urús					Pedido de pesquisa
	Sítio São Vicente					Alvará de pesquisa
Goiânia	Faz. Gulandim Distrito Pontas de Pedra					Pedido de pesquisa indeferido
Igarapu	Granja Mato Grosso					Decreto de lavra
Paudalho	Águas Finas					Pedido de pesquisa
	Distrito Beberibe- Alto da Esperança de Dois Unidos					Pedido de pesquisa

FONTES DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO ESTADO DE PERNAMBUCO

QUADRO IX (cont.)

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
Recife	Beberibe	Santa Clara Padre Lamego Ferruginosa	17.000 37.000	hipotermal hipotermal hipotermal		Decreto de lavra
		Santo Amaro				Alvará de pesquisa
Salgadinho	Fervedouro			termal		Caduca
São Benedito do Sul	Engenho do Mangue	São Benedito	432.000	radioativa		Decreto de lavra

FONTES DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO ESTADO DE ALAGOAS

QUADRO X

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
Mar Vermelho	Fazenda São Jerônimo					Pedido de pesquisa
Satuba	Propriedade Lindóia					Pedido de pesquisa

FONTES DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO ESTADO DE SERGIPE

QUADRO XI

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
Salgado	Balneário de Salgado	Salgado	1.200.000	hipotermal, alcalino-terrosa		Decreto de lavra
São Cristóvão	Fazenda Itaperoá	01 02 Poço 03 04 05	98.000	hipotermal		Alvará de pesquisa
Simão Dias	Fazenda Major					Pesquisa indeferida

FONTES DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO ESTADO DA BAHIA

QUADRO XII

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
Camaçari	Dias D'Ávila	Saúde N. S. Fátima Padre Torrend	1.440.000 720.000 720.000	hipotermal hipotermal hipotermal		Decreto de lavra
	Água Branca					Pedido de pesquisa indeferido
Cipó e Itapicuru	Estância Hidromineral Cipó	Cipó	2.000.000	mesotermal, alcalino-terro- sa, cloretada		Decreto de lavra
Cipó	Fazenda Brejo do Cipó km. 133-134	Jorro	3.080.000	mesotermal		Decreto de lavra
Coração de Maria	Faz. Amapá	01	120.000	hipotermal, alcalino-ter- rosa cálcica		Decreto de lavra
		02	824 000	hipotermal, alcalino-ter- rosa cálcica		
		03	120.000	hipotermal, alcalino-ter- rosa cálcica		
		04	824.000	hipotermal, alcalino-ter- rosa cálcica hipotermal,		

FONTES DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO ESTADO DA BAHIA

QUADRO XII (cont.)

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
Itaparica	Chácara Itaguá	Bica	46.200	hipotermal, fracamente radioativa hipotermal		Decreto de lavra
		Santo Antônio Uiara Miguel Calmon	95.300			
		Inveja				Alvará de pesquisa
		Inveja				Alvará de pesquisa
		Porto de Santos				Alvará de pesquisa
		Bom Despacho				Alvará de pesquisa
		Gemeleira				Alvará de pesquisa
Lauro de Freitas	Fazenda Kanguru	Labatut	24.000	hipotermal		Decreto de lavra

FONTES DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO ESTADO DA BAHIA

QUADRO XII (cont.)

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
Salvador	Fazenda Pirajá					Pedido de pesquisa
	Fazenda Cangurungu					Pedido de pesquisa
Santo Amaro	Fazenda Itapema					Pedido de pesquisa
Vera Cruz	Barra Grande					Pedido de pesquisa indeferido
	Barra Grande					Pedido de pesquisa indeferido
Vitória da Conquista	Cabeceiras	Saúde	1.400	cloretada, fracamente radioativa		Pesquisa abandonada

FONTES DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO ESTADO DE MINAS GERAIS

QUADRO XIII

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
Araxá	Araxá	Andrade Jr.	71.970	termal, sulfurosa, alcalina-bicarbonatada sódica, sulfatada potássica e sódica, radioativa		Decreto de lavra
		D. Beja	1.166.400	fortemente radioativa, sulfurosa, bicarbonatada sódica, sulfatada potássica sódica		
Areado	Areado					Pedido de pesquisa
Astolfo Dutra	Fazenda Campo Lindo	Hélio	23.000	fracamente radioativa		Decreto de lavra
Belo Horizonte	Carlos Prates	São Francisco Samaritana	240.000	radioativa radioativa		Decreto de lavra
Betim	Sítio Cristal					Decreto de lavra
Caeté	Serra da Piedade					Alvará de pesquisa

FONTES DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO ESTADO DE MINAS GERAIS

QUADRO XIII (cont.)

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
Caldas	Pocinhos do Rio Verde	Rio Verde	5.760	sulfurosa alcalina- bicarbonatada, radioativa		Decreto de lavra
		Samaritana	5.760	radioativa		
		São José Nova	6.480	radioativa radioativa		
	Sítio Sulmi					Pedido de pesquisa
	Fazenda Carvalho					Pedido de pesquisa
	Laranjal					Pesquisa indeferida
	Laranjal					Pedido de pesquisa
Cambuquira	Marimbeiro	Marimbeiro 01	8.801		carbogasosa, bicarbonatada, alcalino-ter- rosa	Manifesto
		Marimbeiro 02	13.745		carbogasosa, bicarbonatada, alcalino-ter- rosa	
		Marimbeiro 03	10.265		carbogasosa, bicarbonatada, alcalino-ter- rosa	

FONTES DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO ESTADO DE MINAS GERAIS

QUADRO XIII (cont.)

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
Cambuquira	Fonte do Marimbeiro					Alvará de pesquisa
	Parque das Fontes	Roxo Rodrigues	30.960	carbogasosa		Manifesto
		Comendador Augusto Ferreira Regina Werneck	10.800 5.760	carbogasosa carbogasosa		
Carangola	Fervedouro					Alvará de pesquisa
Caxambu	Parque das Fontes	D. Pedro	18.984	carbogasosa, alcalino terrosa, radioativa		Decreto de lavra
		Viotti	23.860	carbogasosa, radioativa		
		Mayrink I		carbogasosa, radioativa		
		Mayrink II	360.000	carbogasosa, radioativa		
		Mayrink III		carbogasosa, radioativa		
		D. Leopoldina	7.608	carbogasosa, bicarbonatada, alcalino terrosa Ca, fracamente radioativa		

FONTES DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO ESTADO DE MINAS GERAIS

QUADRO XIII (cont.)

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
Caxambu	Parque das Fontes	Conde d'Eu	1.176	carbogasosa, bicarbonatada, alcalino-terrosa Ca, fracamente radioativa		Decreto de lavra
		D. Izabel	1.224	carbogasosa, bicarbonatada, alcalino-terrosa Ca, fracamente radioativa		
		Duque de Saxe	2.400	carbogasosa, bicarbonatada, alcalino-terrosa Ca, fracamente radioativa		
		Beleza	1.800	carbogasosa, bicarbonatada, alcalino-terrosa Mg, fracamente radioativa		
		Venâncio	45.984	carbogasosa, bicarbonatada, alcalino-terrosa		

FONTES DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO ESTADO DE MINAS GERAIS

QUADRO XIII (cont.)

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
Conceição do Rio Verde	Contendas	Contendas		carbogasosa		Decreto de lavra
Curvelo	Poço Azul					Alvará retificado
	Poço Azul					Pedido de pesquisa
	Poço Azul					Pedido de pesquisa
Delfim Moreira	São Francisco					Alvará de pesquisa
Guanhães	Dois Riachos			fracamente radioativa		Caduca
Ibiraci	Fazenda Queirós		88.320	hipotermal, fracamente radioativa		Caduca
Itabira	Fazenda Girau					Alvará de pesquisa
Itabirito	Águas Quentes			termal		Alvará de pesquisa
Jacutinga	Rua S. Brandão	S. Clemente	36.000	radioativa		Decreto de lavra
Januária	Fazenda Campo do Porco					Caduca

FONTES DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO ESTADO DE MINAS GERAIS

QUADRO XIII (cont.)

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
Juiz de Fora	Fazenda Salva Terra			radioativa		Caduca
	Fazenda São Luiz					Caduca
Lambari	Parque das Fontes	01	92.353	carbogasosa		Decreto de lavra
		02	10.915	carbogasosa		
		03	7.027	carbogasosa, fracamente radioativa		
		04	3.708	carbogasosa		
	Fecho do Funil-Distrito de Serzedo					Pedido de pesquisa
	Bom Jardim — Distrito de Serzedo					Pedido de pesquisa
Leopoldina	Bocaina	Tebana	2.600	fracamente radioativa		Decreto de lavra
Mar de Espanha	Sarandy	Santa Tecla	4.300	oligomineral		Manifesto

FONTES DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO ESTADO DE MINAS GERAIS

QUADRO XIII (cont.)

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO 1/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
Monte São	Sítio Morro Peado			—		Pedido de pesquisa indeferido
	Sítio Morro Peado					Pedido de pesquisa indeferido
	Sítio Morro Peado					Pedido de pesquisa
	Sítio Morro Peado					Pedido de pesquisa
		Águas Virtuosas	249.984	radioativa		Decreto de lavra
Nova Era	Fazenda Rio dos Peixes		15.640	radioativa		Decreto de lavra
Palma	Três Barras		20.000			Caduca
Passa Quatro	Vale Corraço Caixa d'Água					Pedido de pesquisa
	Parque das Águas	Padre Manoel	28.800	radioativa		Decreto de lavra

FONTES DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO ESTADO DE MINAS GERAIS

QUADRO XIII (cont.)

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
Patrocínio	Serra Negra	06	4.320	alcalina- bicarbonatada sulfatada, sulfurosa alcalina- bicarbonatada	potável de mesa potável de mesa	Manifesto
		Pedra	57.600			
		Coroa	10.000			
		Nova	10.460			
Poços de Caldas	Hotel Quissisana	XV de Novembro	10.200	hipotermal, alcalina- bicarbonatada, sulfurosa		Manifesto
		Quissisana		hipotermal, alcalina- bicarbonatada sulfurosa		
	V. Itacurussá	Rayha	7.200	radioativa		Decreto de lavra
	Bairro J. Cascatinha					Caduca — renúncia ao título

FONTES DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO ESTADO DE MINAS GERAIS

QUADRO XIII (cont.)

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
Poços de Caldas	Parque das fontes	Pedro Botelho	60.000	alcalina, sulfurosa, termal		Decreto de lavra
		Macacos		alcalina, sulfurosa, termal		
		Chiquinha		alcalina, sulfurosa, termal		
		Mariquinha		alcalina, sulfurosa, termal		
		Sinhazinha	480	alcalina, sulfurosa, termal		
	Parque do Lago	São João	24.000	radioativa		Decreto de lavra
Pratápolis	Sítio 3 fontes					Pedido de pesquisa
Resplendor	Rancho Alegre				potável de mesa	Caduca
Rio Pardo de Minas	Fazenda Tábua Água Quente	-	2.500.000	termal		Manifesto

FONTES DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO ESTADO DE MINAS GERAIS

QUADRO XIII (cont.)

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
São Lourenço	Parque das Fontes	Oriente		carbogasosa		Manifesto
		Andrade Junior		carbogasosa		
		Vichy		carbogasosa, alcalina- bicarbonatada		
		Primavera		carbogasosa, alcalina- bicarbonatada, férica		
		Nova alcalina		carbogasosa, alcalina- bicarbonatada		
		Sotto Maior		carbogasosa, alcalina- bicarbonatada		
	Fazenda Sharp					Pedido de Pesquisa
São Sebastião do Paraíso	Termópolis Morro de Ferro	— —	2.160.000	hipotermal, alcalino-ter- rosa cálcica		Caduca

FONTES DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO ESTADO DE MINAS GERAIS

QUADRO XIII (cont.)

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
Serra do Salitre	Bebedouro			alcalina-bicarbonatada sulfatada sódica e potássica		Caduca
Soledade de Minas	Fazenda da Estuda					Alvará de pesquisa
Teófilo Ottoni	Chácara Gazinelli	Ipiranga	19.000	hipotermal		Decreto de lavra
	Vila Barreiros	Stella	24.000	radioativa		Decreto de lavra
	Fazenda Sto. Antônio dos Patos	Sanlery	14.400	radioativa		Decreto de lavra
Tiradentes	Águas Santas	Águas Santas	1.104.000	hipotermal		Decreto de lavra
	Águas Santas			hipotermal		Alvará de pesquisa
Uberaba	Fazenda Taquaral	Taquaral	120.000	alcalino-terrosa cálcica		Decreto de lavra

FONTES DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO ESTADO DE MINAS GERAIS

QUADRO XIII (cont.)

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
Uberlândia	Ibiporã					Pedido de pesquisa
Volta Grande	Fazenda Retiro					Caduca
	Santa Leonor					Caduca

FONTES DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

QUADRO XIV

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
Alegre	Fazenda Bom ver	Conceição S. Geraldo	12.000 8.000	oligomineral fracamente radioativa		Decreto de lavra
Domingos Martins	Chácara Retiro Saudoso					Pedido de pesquisa
	Estrada do Galo	Belonave	24.000		potável de mesa	Decreto de lavra
	Chácara Retiro Saudoso	Santa Elisa	100.000		potável de mesa	Decreto de lavra
	Fazenda Palmeiras					Pedido de pesquisa
	Estrada do Galo					Pedido de pesquisa
	Serra da Boa Vista-Destrito Santa Izabel					Pedido de pesquisa
Guarapari	Bairro Independência	01	14.400	fracamente radioativa		Decreto de lavra
Itapemirim	São José do Frade	São José do Frade	12.000	fracamente radioativa		Decreto de lavra
Serra	Sítio Irema	Poço	8.400	alcalino-ter- rosa cálcica		Decreto de lavra

FONTES DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

QUADRO XV

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
Barra do Piraí	Fazenda Ibirá	Santa			potável de mesa	Caduca
Cantagalo	Sítio São Jorge					Pedido de pesquisa
	Sítio São José					Pedido de pesquisa
Campos	Fazenda Santa Fé					Pedido de pesquisa
	Sítio Cachoeiro Cardoso	1 2	1.000 1.000	alcalina-bicarbonatada alcalina-bicarbonatada		Caduca
Itaboraí	Areal	Ferma 1	21.800	radioativa		Decreto de lavra
		Ferma 2	10.000	radioativa		
		Bambual	15.000	ferruginosa		
		Campo 01	30.000	fracamente radioativa		
		Campo 02		não classificada		
		Pedreira	12.000	fracamente		

FONTES DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

QUADRO XV (cont.)

	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
Itaperuna	Soledade	Soledade	2.400	carbogasosa		Manifesto
	Fazenda Soledade	Raposo	5.760	carbogasosa		Decreto de lavra
	Fazenda Conceição	1	F 720 800 1.750 2 80 1.230	carbogasosa		Decreto de lavra
		2		carbogasosa		
		3		carbogasosa		
		4		carbogasosa		
	5	5		carbogasosa		
	Cubatão	Cubatão	28.000	alcalino-ter-rosa magnesiana		Caduca
Magé	Sítio Iriri	Santa Rita	120.000		potável de mesa	Decreto de lavra
Niterói		Ingá				Caduca
Nova Friburgo	Sítio Três Meninas	São José Termas Novas		radioativa radioativa		Caduca
Nova Iguaçu	Sítio São Francisco de Paula	1	2.160	fracamente radioativa		Caduca
		2	2.000	fracamente radioativa		

FONTES DE AGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

QUADRO XV (cont.)

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO 1/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
Nova Iguaçu	Queimados	Morro do Marapicu				Pedido de pesquisa
	Rua São João Batista					Caduca
	Queimados	Cristo Redentor	31.416	fracamente radioativa		Decreto de lavra
Paraíba do Sul	Encruzilhada	Alexandre	120.000	alcalino-terrosa ferruginosa		Decreto de lavra
		Nilo Peçanha	480.000	alcalino-terrosa magnésiana		
		Maria Rita	480.000	alcalino-terrosa cálcica e alcalina-bicarbonatada		
Petrópolis	Quarteirão Ipiranga	Santa Lúcia	40.000	radioativa		Decreto de lavra
	Quarteirão Castelfânia	Castelfânia		radioativa		Caduca

FONTES DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

QUADRO XV (cont.)

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
Petrópolis	Quarteirão Princesa Imperial					Pedido de pesquisa
	Chácara Santa Helena-Capela					Pedido de pesquisa
	Quarteirão Ipiranga					Alvará de Pesquisa
	Quarteirão Ipiranga					Pedido de pesquisa
Resende	Vila Itatiaia	1	6.970	fracamente radioativa		Caduca
		2	—	—		
Rio Bonito	Sítio São Francisco Rio Vermelho	São Francisco	121.000	radioativa		Decreto de lavra
Rio Claro	km 97 antiga Rio-São Paulo	N. S. das Graças	7.200	fracamente radioativa		Decreto de lavra

FONTES DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

QUADRO XV (cont.)

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
Rio de Janeiro	Rua Capitão Barbosa, 215 (Ilha do Go- vernador)	Santo Antônio Wanda Fanny Ernesto	3.000 19.200 19.200 6.000	radioativa radioativa radioativa fracamente radioativa		Decreto de lavra
	Rua Conselhei- ro Ferraz, 163 (Lins)	01 02	3.500 10.500		potável de mesa potável de mesa	Decreto de lavra
	Marechal Hermes					Pedido de pesquisa
	Serra do Inácio Dias (Méier)	Fria Santa Cruz	70.000 20.000	oligomineral oligomineral		Decreto de lavra
Santo Antônio de Pádua	Santo Antônio de Pádua	Iodetada de Pádua	11.000	iodetada alcalina- bicarbonatada sódica		Manifesto
	Fazenda do Farol	Farol	3.840		potável de mesa	Caduca
São Gonçalo	Sítio Harmonia		4.200	carbogasosa		Caduca
	Sítio Juriti			alcalino-ter- rosa		Caduca

FONTES DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

QUADRO XV (cont.)

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
São Gonçalo	Fazenda Itaitendiba	01	2.900	alcalina-bicarbonatada, alcalino-terrosa		Caduca
	Estrada do Rocha	01	19.200	alcalina-bicarbonatada, alcalino-terrosa		Caduca
São Fidélis	Gruta da Água		15.000	alcalino-terrosa cálcica		Caduca
Teresópolis	Canoas					Alvará de pesquisa
	Canoas					Pedido de pesquisa
	Quinta Santa Ângela	Peixinho Poço	30.000 60.000	radioativa radioativa		Decreto de lavra

FONTES DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO ESTADO DE SÃO PAULO

QUADRO XVI

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
Adamantina	Sítio Floresta					Pedido de pesquisa
Águas de Lindóia	Parque das Fontes	Santa Izabel	165.390	fracamente radioativa		Decreto de lavra
	Bairro das Lavras	São Bernardo	86.400	fracamente radioativa		Decreto de lavra
		São Francisco	25.920	fracamente radioativa		
	Fazenda Santo Antônio	N. S. Brotas nº 1	39.370	radioativa		Decreto de lavra
		N. S. Brotas nº 2	50.000	radioativa		
	Fazenda Sertãozinho	São Sebastião	150.000	fracamente radioativa		Decreto de lavra
	Jardim Itamarati	Bandeirante	31.680	radioativa		Decreto de lavra
	Água Quente – Bairro Lavras	Maria Bela Poço	28.800	radioativa		Decreto de lavra
			172.800	radioativa		
	Rio do Peixe	São Benedito Poço	32.000 16.000	radioativa radioativa		Decreto de lavra

FONTES DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO ESTADO DE SÃO PAULO

QUADRO XVI (cont.)

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
Águas de Lindóia	Hotel Tamoio	Tamoio	5.280	fracamente radioativa		Decreto de lavra
		Poço	19.200	fracamente radioativa		
	Hotel Glória	São Roque Filomena	480.000 360.000	radioativa	potável de mesa	Decreto
	Monjolo Velho					Caduca
	Construtora Predial					Pedido de pesquisa
	Jardim Worming					Diligência de emissão de posse
	Bairro das Lavras					Pedido de pesquisa
	Bairro das Lavras					Pedido de pesquisa
	Fazenda Santo Antônio					Pedido de pesquisa
	Sítio Monte Alegre					Pedido de pesquisa

FONTES DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO ESTADO DE SÃO PAULO

QUADRO XVI (cont.)

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
Águas de Lindóia	Sítio Bicudo					Pedido de pesquisa
	Granja Marapuy					Pedido de pesquisa
	Sítio São João					Pedido de pesquisa
	Sítio Pinhalzinho					Pedido de pesquisa
	Fazenda Santo Antônio					Pedido de pesquisa
	Chácara do Rafael					Pedido de pesquisa
Águas de Lindóia e Monte Sião (MG)	Sítio Morro Pelado					Pedido de pesquisa
	Bairro das Lavras					Pedido de pesquisa
	Hotel Tamoio					Alvará de pesquisa

FONTES DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO ESTADO DE SÃO PAULO

QUADRO XVI (cont.)

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVAL DE MESA	
Águas de Lindóia e Monte Sião (MG)	Fazenda Yara e Granja das Águas					Alvará de pesquisa
	Tamoio Hotel					Alvará de pesquisa
	Jardim Itamarati					Alvará de pesquisa
	Bairro do Moreira					Pedido de pesquisa não aprovado
Águas da Prata	Águas da Prata	Antiga	3.600	alcalina-bicarbonatada, sulfatada, radioativa		Manifesto
		Nova	43.000	alcalina-bicarbonatada radioativa		
	Fazenda Chapadão	Platina	20.000	alcalina-bicarbonatada sódica, radioativa		Manifesto

FONTES DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO ESTADO DE SÃO PAULO

QUADRO XVI (cont.)

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
Águas da Prata	Bairro do Paiol	nº 1	5.760	alcalina-bicarbonatada, sulfatada, fracamente radioativa alcalina-bicarbonatada, sulfatada		Manifesto
	Fazenda Pedreira	Conjunto Fonte do Paiol	151.680			
	Águas da Prata					Alvará de pesquisa
	Águas da Prata					Pedido de pesquisa
Águas de São Pedro	Palmeiras	Juventude	300.000	hipotermal, sulfurosa, alcalina e cloretada sódica		Manifesto
	Fazenda Capim Fino					Alvará de pesquisa
	Chácara Palhares					Fase pesquisa

FONTES DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO ESTADO DE SÃO PAULO

QUADRO XVI (cont.)

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
Águas de São Pedro	Palmeira	Gioconda	350.000	hipotermal, alcalina, sulfatada sódica, cloretada sódica		Decreto de lavra
		Almeida Sales	60.000	hipotermal, alcalina- bicarbonatada, cloretada sódica		
Agudos	Fonte Azul					Alvará de pesquisa
	Conceição					Alvará de pesquisa
Americana	Sítio São Jorge	Natal	120.000		potável de mesa	Decreto de lavra
Amparo	Bocaina	Bocaina (Virgus)		oligometálica, fracamente radioativa		Decreto de lavra
		Jacob		oligometálica fracamente radioativa		

FONTES DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO ESTADO DE SÃO PAULO

QUADRO XVI (cont.)

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
Amparo	Bocaina	N. S. do Amparo		oligometálica, fracamente radioativa		Decreto de lavra
		Sales Teixeira		oligometálica		
Analândia	Moinho Velho	Santo Antônio de Analândia	5.000		potável de mesa	Decreto de lavra
Assis	Chácara Marialva			fracamente radioativa		Caduca
Atibaia	Chácara Quero Sossego					Alvará de pesquisa
	Bairro Itapetinga					Pedido de pesquisa
	Portão					Pedido de pesquisa
Baurú	Vargem Limpa				potável de mesa	Alvará de pesquisa
Barueri	Bairro da Cruz Preta					Alvará de pesquisa
Barra Bonita	Sítio Santa Maria					Alvará de pesquisa

FONTES DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO ESTADO DE SÃO PAULO

QUADRO XVI (cont.)

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
Biritiba — Mirim	Fazenda N. S. Aparecida	N. S. Aparecida	27.600	radioativa		Decreto de lavra
Bragança-Paulista	Bairro Tuiutê Lima					Alvará de Pesquisa
	Rico (Casa Velha)					Alvará de pesquisa
Bofete	Fazenda Bofete	Poço	94.000	termal, alcalina-bicarbonatada, sulfatada sódica e potássica		Decreto de lavra
	Parreira	Marisa Maria Lúcia	1.728.000 172.800	fracamente radioativa fracamente radioativa		Decreto de lavra
Brotas	Córrego do Cortume					Pedido de pesquisa
Campos do Jordão	Bairro Descansópolis	N. S. Graças Juventude Maria France	60.000	radioativa fracamente radioativa	potável de mesa	Decreto de lavra
	Tabatinga					Decreto de lavra

FONTES DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO ESTADO DE SÃO PAULO

QUADRO XVI (cont.)

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
Campos do Jordão	Bairro da Água Santa					Alvará de pesquisa
	Bairro da Água Santa					Pedido de pesquisa
	Água Santa	Água Santa				Pedido de pesquisa
	Tabatinga					Pedido de pesquisa indeferido
Campinas	Chácara Laranjal	São Paulo				Alvará de pesquisa
	Fazenda Santa Margarida					Pedido de pesquisa
Campos Novos Paulista	Fazenda Santo Antônio	Santa Terezinha	100.800		potável de mesa	Decreto de lavra
Charqueada	Bairro Paraisolândia					Pedido de pesquisa
Corumbataí	Fazenda Santo Antônio					Pedido de pesquisa

FONTES DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO ESTADO DE SÃO PAULO

QUADRO XVI (cont.)

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
Cotia	Sítio	Bandeirante	20.000	radioativa		Decreto de lavra
	Fazendinha					Pedido de pesquisa
	Sítio Sapienza Bairro Capelinha					Pedido de pesquisa
	Caucaia do Alto					Pedido de pesquisa
Cotia e Jandira	Bairro Vutopoca e Pitas					Pedido de pesquisa
	Bairro Vutopoca e Pitas					Pedido de pesquisa
Cunha	Fazenda Santa Rosa					Pedido de pesquisa
Descalvado	Estância Floresta					Pedido de pesquisa
Embu	B. S. Votorantim	Caixa	13.400	radioativa		Decreto de lavra
	Sítio dos Vianas	Jesuítas	14.480	radioativa		Decreto de lavra
	S. Votorantim					Pedido de pesquisa

FONTE DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO ESTADO DE SÃO PAULO

QUADRO XVI (cont.)

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
Eldorado	Sítio do Arreiado					Alvará de pesquisa
Fernando Prestes	Sítio das Palmeiras					Alvará de pesquisa
Garça	Chácara São José	São José	288.000		potável de mesa	Decreto de lavra
Guareí		Monte Cristo				Caduca
Glicério	Água Limpa	São Jorge	70.000	fracamente radioativa		Decreto de lavra
	Fazenda Pindorama		30.000	hipotermal, alcalina-bicarbonatada		Decreto de lavra
Iacanga	Córrego Quilombo		360.000	bicarbonatada sódica		Decreto de lavra
Ibirá	Fazenda Cachoeira	Santa Fé	57.600	alcalina-bicarbonatada		Decreto de lavra
	Balneário Termas de Ibirá					Pedido de pesquisa

FONTES DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO ESTADO DE SÃO PAULO

QUADRO XVI (cont.)

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
Ibirá	Termas de Ibirá	Carlos Gomes Taboa Paciência Santa Maria	120.000	alcalina-bicarbonatada sódica alcalina-bicarbonatada sódica alcalina-bicarbonatada sódica alcalina-bicarbonatada sódica		Manifesto
Igarapava	Fazenda Boa Sorte					Pedido de pesquisa
Indaiatuba	Fazenda Santa Elisa	Santa Elisa	3.000			Decreto de lavra
Itaquaquecetuba	Bairro Rancho Grande					Pedido de pesquisa
	Morro Branco					Pedido de pesquisa

FONTES DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO ESTADO DE SÃO PAULO

QUADRO XVI (con.)

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
Itapeva	Bairro do Alegre					Pedido de pesquisa
	Sítio Taquaruçu					Pedido de pesquisa
Itapeirica da Serra	Bairro Botuverá					Pedido de pesquisa indeferido
	Bairro Botuverá					Pedido de pesquisa indeferido
	Delfim Verde					Pedido de pesquisa
Itapira	Hotel Cristalina	Cristalina		radioativa		Decreto de lavra anulado
	Granja das Águas					Alvará de pesquisa
Itirapina	São Francisco da Serra					Pedido de pesquisa
	Fazenda Monjolinho					Pedido de pesquisa

FONTES DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO ESTADO DE SÃO PAULO

QUADRO XVI (cont.)

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
Itarapina	Fazenda Ubá	Wanda	480.000		potável de mesa	Decreto de lavra
	Fazenda do Bosque	Progresso	136.800		potável de mesa	Alvará de pesquisa
Itú	Dona Catarina					Pedido de pesquisa
Jales	Fonte Iara					Pedido de pesquisa
Jacupiranga	Sítio Capelinha					Pedido de pesquisa
Limeira	Fazenda Retiro					Pedido de pesquisa
Lins	Chácara Floresta					Alvará de pesquisa
Jaguariúna	Fazenda N. S. das Graças	Samaritana	21.600	radioativa		Caduca
Mariporã	Rio Acima Sítio Caraguatã					Pedido de pesquisa
Marília	Chácara São Carlos				potável de mesa	Alvará de pesquisa

FONTES DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO ESTADO DE SÃO PAULO

QUADRO XVI (cont.)

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
Mauá	Capuava					Alvará de pesquisa
Mogi das Cruzes	Bairro do Socorro					Pedido de pesquisa
	Sítio Santa Rosa					Alvará de pesquisa
	Vargem Grande					Pedido de pesquisa
Monte Alegre do Sul	Estância Girandeli					Caduca
	Camandocaia	Saúde	96.000	radioativa		Decreto de lavra
	Balneário					Pedido de pesquisa
Osasco	Jardim das Flores					Alvará de pesquisa
	Vila das Flores					Alvará de pesquisa

FONTES DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO ESTADO DE SÃO PAULO

QUADRO XVI (cont.)

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
Oswaldo Cruz	Chácara Sugawara	Oswaldo Cruz	3.200		potável de mesa	Decreto de lavra
Palestina	Chácara Jardim	São José		hipotermal		Alvará de pesquisa
Pirapora do Bom Jesus	Sítio Itaquari					Pedido de pesquisa
Palmares Paulista	Fazenda Santo Antonio	Santo Elias	80.000		potável de mesa	Decreto de lavra
Pedreira	Fazenda Jaguari Bairro Entre Montes					Pedido de pesquisa
Piedade	Fazenda São José	São José	21.600		potável de mesa	Decreto de lavra
Pinhal	Morro do Café	Rainha da Serra	28.800	fracamente radioativa		Decreto de lavra
	Fazenda N. S. Aparecida		28.800	fracamente radioativa		Caduca
Piracicaba	Pau d'Alinho	Santa Therezinha	28.800	fracamente radioativa		Decreto de lavra

FONTES DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO ESTADO DE SÃO PAULO

QUADRO XVI (cont.)

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
Poá	Vila Áurea	Poá	144.000	radioativa		Decreto de lavra
	Sítio Primavera	Primavera	7.860		potável de mesa	Decreto de lavra
Porangaba	Fazenda São Martinho					Pedido de pesquisa
Presidente Prudente	Fazenda Montanhão				potável de mesa	Pedido de pesquisa
Ribeirão Pires	Casa de Pedra	Montanha	100.000	radioativa		Decreto de lavra
	Casa de Pedra	Pinheiros	48.000	fracamente radioativa		Decreto de lavra
	Casa de Pedra	Encosta nº 1	86.400	radioativa		Decreto de lavra
		Encosta nº 2	55.000	fracamente radioativa		
	Quarta Divisão	Vichim	4.800	fracamente radioativa		Caduca
Reginópolis	Córrego da Batalha			alcalina		Caduca
Ribeirão Branco	Fazenda Serrinha					Pedido de pesquisa
	Fazenda					Alvará de pesquisa

FONTES DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO ESTADO DE SÃO PAULO

QUADRO XVI (cont.)

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				- MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
Rio Claro	Chácara Santa Elisa	Santa Elisa	57.000		potável de mesa	Decreto de lavra
	Estância Medieval					Pedido de pesquisa
Rio Grande da Serra	Sítio Monteiro	Dotta nº 1 Dotta nº 2	20.000 50.000	radioativa radioativa		Decreto de lavra
Ribeirão Preto	Fontes das Lágrimas					Pedido de pesquisa indeferido
	Fonte das Lágrimas					Pedido de pesquisa
Santa Izabel	Bairro do Tevó	Sinhá	11.520	fracamente radioativa		Decreto de lavra
	Bairro do Tevó					Alvará de pesquisa
São João do Sul	Rodovia BR 101 km 453					Pedido de pesquisa
Santa Bárbara do Rio Pardo	Termas de Santa Bárbara	Poço Quente Desprezo Ondina Cactus	691.000 86.400 129.600 43.200	hipotermal		Manifesto

FONTES DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO ESTADO DE SÃO PAULO

QUADRO XVI (cont.)

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
Santa Fé do Sul	Vila Mariana					Alvará de pesquisa
Santa Rosa de Viterbo	Fazenda Amália					Alvará de pesquisa
Santana do Parnaíba	Fazenda Santo Antônio do Icaueta					Pedido de pesquisa
Santa Rita do Passa Quatro	Estância Santa Rosa					Pedido de pesquisa
Santo André	Ribeirão Apiaí					Pedido de pesquisa
	Bairro das Posses				potável de mesa	Alvará de pesquisa
Serra Negra	Serra Negra	Santo Antônio	12.340	radioativa		Decreto de lavra
	Bairro Barracão					Pedido de pesquisa
	Bairro das Posses					Pedido de pesquisa
	Rancho Fontana					Pedido de pesquisa
	Três Barras					Alvará de pesquisa

FONTES DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO ESTADO DE SÃO PAULO

QUADRO XVI (cont.)

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
Serra Negra	Sítio Santo Antônio					Pedido de pesquisa
Serrana	Rua Coronel Pedro Pentead	São José		radioativa		Caduca
Sertãozinho	Fazenda Palmital	Palmital	6.000	alcalino-terrosa cálcica bicarbonatada		Decreto de lavra
	Fazenda Conceição	Poço 01 - Poço 02	60.000		potável de mesa potável de mesa	Decreto de lavra
Sebastianópolis do Sul	Sítio São José					Pedido de pesquisa
São José do Rio Preto	Jardim Conceição	01	14.400		potável de mesa	Decreto de lavra
	Fazenda Piedade					Alvará de pesquisa
São Bernardo do Campo	Sítio dos Ventos	Antiga Novíssima	17.300	fracamente radioativa		Decreto de lavra

FONTES DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO ESTADO DE SÃO PAULO

QUADRO XVI (cont.)

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
São Paulo	Jurubatuba					Alvará de pesquisa
	Baquirivú	São Miguel	5.000	fracamente radioativa		Decreto de lavra
	Tremembé	N. S. de Lourdes	9.000	fracamente radioativa		Decreto de lavra
		Nova	18.000	fracamente radioativa		
	Bairro Tremembé	São João Nova	10.800 3.500	radioativa	potável de mesa	Decreto de lavra
	Vila Alípia	Petrópolis	8.000		potável de mesa	Decreto de lavra
	Campo Lindo			fracamente radioativa		Decreto de lavra
	Bairro Cachoeira					Pedido de pesquisa
	Bairro Cachoeira					Pedido de pesquisa
	Estrada Jaraguá	S. Adelaide	36.000	fracamente radioativa		Decreto de lavra
		Fiorelli-Jaraguá	86.400	radioativa		

FONTES DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO ESTADO DE SÃO PAULO

QUADRO XVI (cont.)

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
São Paulo	Fazenda São Pedro		18.000	radioativa		Caduca
	Sítio das Roseiras					Pedido de pesquisa
	Bairro Vila Albertina					Pedido de pesquisa
	Lausanne Paulista					Pedido de pesquisa
Socorro	Chácara Santa Maria	Santa Maria		fracamente radioativa		Caduca
	Pompéia	Pompéia I	90.000	fracamente radioativa		Decreto de lavra
		Pompéia II	60.000	radioativa		
	Bairro do Oratório					Pedido de pesquisa
	Perímetro urbano de Socorro					Pedido de pesquisa
	Pompéia					Pedido de pesquisa
	Pompéia					Pedido de pesquisa

FONTES DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO ESTADO DE SÃO PAULO

QUADRO XVI (cont.)

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
Suzano	Ouro Fino					Alvará de pesquisa
	Bairro Baruel					Alvará de pesquisa
São Roque	Bairro Taipa de Pedras					Alvará de pesquisa
	Fazenda Conceição					Alvará de pesquisa
São Simão	Sítio Santa Rita					Pedido de pesquisa
	Sítio Sertãozinho	Magna	100.000	alcalino-terrosa		Manifesto
	Itaperica	Imaculada Conceição ¹	50.000	fracamente radioativa		Decreto de lavra
	Jardim Conceição	01	14.400		potável de mesa	Decreto de lavra
Sorocaba	Bairro Boa Vista					Pedido de pesquisa
Tambaú	Fazenda Ipiranga do Alto					Pedido de pesquisa

FONTES DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESÁ DO ESTADO DE SÃO PAULO

QUADRO XVI (cont.)

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
Taubaté	Taubaté	São Francisco	31.200		potável de mesa	Decreto de lavra
	Loteamento Ind. de Taubaté					Pedido de pesquisa
Timburi	Sítio Santo Antônio					Pedido de pesquisa
	Sítio Santo Antônio					Pedido de pesquisa
Valinhos	Bairro do Morro	Santo Antônio Figueiras	43.000	radioativa		Decreto de lavra
	ST Paraupava	Mécia	144.000	radioativa		Decreto de lavra
	Vila Santana Rua 12 de Outubro					Pedido de pesquisa
	Sítio Estrela					Pedido de pesquisa
Vinhedo	Bairro Santo Antônio					Alvará de pesquisa
Votorantim	Bairro Pedreira	Icatú	123.600	fracamente radioativa		Decreto de lavra

FONTES DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DO ESTADO DO PARANÁ

QUADRO XVII

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
Almirante Tamandaré	Almirante Tamandaré					Pedido de pesquisa
	Tranqueira					Alvará de pesquisa
	Tranqueira					Pedido de pesquisa
	Juruqui					Pedido de pesquisa
Araucária	Rua Major Sezinho				potável de mesa	Caduca
Bandeirantes	Fazenda São Domingos	São Domingos	1.000.000	alcalina-bicarbonatada, sulfatada, cloretada sódica, hipotermal		Decreto de lavra
Campo Largo	Morro do Cal					Pedido de pesquisa
	Ouro Fino	Ouro Fino		alcalino-terrosa		Decreto de lavra
	Morro do Cal					Alvará de pesquisa
Castro	Lajeado					Alvará de pesquisa

FONTES DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO ESTADO DO PARANÁ

QUADRO XVII (cont.)

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
Colombo	Colombo					Alvará de pesquisa
Cornélio Procopio	Água Quente	Água Quente	144.400	hipotermal, sulfurosa		Decreto de lavra
Coronel Vivida	Lambedor					Alvará de pesquisa
	Lambedor					Pedido de pesquisa
Doutor Camargo	Guarapuava	Santa Clara de Maculos				Alvará de pesquisa
	Sítio Primavera					Alvará de pesquisa
Guarapuava	Santa Clara					Alvará de pesquisa
	Paz	Alves ou Algodoeiro				Pedido de pesquisa
	Condoi	Santa Clara				Pedido de pesquisa
Iretama	Muquilão	Rio Formoso (profundo)	55.000	hipotermal, alcalina-bicarbonatada, sulfurosa		Decreto de lavra

FONTES DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO ESTADO DO PARANÁ

QUADRO XVII (cont.)

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
Iretama	Muquillo	Rio Formoso (manilha)	150.000	hipotermal, alcalina- bicarbonatada, sulfurosa		Decreto de lavra
		Pneu	8.000	hipotermal, alcalina- bicarbonatada, sulfurosa		
		Íris	27.000	hipotermal, alcalina- bicarbonatada, sulfurosa		
Jaguariaíva	Fazenda Matuca - Águas do Lambedor	Santa Elcídia	1.700	alcalina- bicarbonatada, sulfurosa		Manifesto
Londrina	Gleba Ian Frazer	Santa Rita	43.200		potável de mesa	Decreto de lavra
Mallet	Dorizon	Dorizon	14.400	alcalino-ter- -rosa, sulfurosa		Decreto de lavra
Mariópolis	Maringá					Alvará de pesquisa
Palotina	Palotina					Pedido de pesquisa
Paulo Frontin	Vera Guarani					Caduca

FONTES DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO ESTADO DO PARANÁ

QUADRO XVII (cont.)

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
Piraí do Sul	Água Quente		216.000	hipotermal, fracamente radioativa		Alvará de pesquisa
Pitanga	Pinhais					Pedido de pesquisa
Rio Branco do Sul	Santaria					Pedido de pesquisa
Tibagi	Fazenda Boa Vistinha			sulfurosa		Alvará de pesquisa
Verê	Água do Verê	01	60.000	isotermal, alcalina- bicarbonatada		Decreto de lavra
		02	24.000	isotermal, alcalina- bicarbonatada		
		03	74.880	isotermal, alcalina- bicarbonatada		
		04	17.280	isotermal, alcalina- bicarbonatada		
		05	17.280	isotermal, alcalina- bicarbonatada		

FONTES DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO ESTADO DE SANTA CATARINA

QUADRO XVIII

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
Águas Mornas	Águas Mornas	1		radioativa, isotermal		Alvará de pesquisa
		2		radioativa, mesotermal		
	Águas Mornas	1		radioativa, hipertermal		Alvará de pesquisa
		2		radioativa, isotermal		
	Águas Mornas					Pedido de pesquisa
	Águas Mornas					Pedido de pesquisa
Armazém	Sanga Morta					Pedido de pesquisa
	Sanga Morta			mesotermal, radioativa		Caduca
Blumenau	Haras Três Figueiras					Pedido de pesquisa
Chapecó	Sítio Esperança	Termas Chapecó		termal, alcalina- bicarbonatada, sulfatada sódica		Manifesto

FONTES DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO ESTADO DE SANTA CATARINA

QUADRO XVIII (cont.)

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
Gravatal	Tiradentes					Pedido de pesquisa
	Tiradentes	Tiradentes		mesotermal, radioativa		Decreto de lavra
Imaruí	Sertão					Pedido de pesquisa indeferido
Irineópolis ou Porto União	Vila de Valores			alcalina-bicarbonatada		Caduca
Palhoça	Guarda do Cubatão	Caldas Santa Catarina	41.000	termal, radioativa		Decreto de lavra
	Caldas do Cubatão	Caldas 01 da Imperatriz 02		isotermal, radioativa isotermal, radioativa		Manifesto
Pedras Grandes	Urussanga	São Pedro	1.302.400	hipotermal, fracamente, radioativa, alcalina-bicarbonatadas sódica		Decreto de lavra

FONTES DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO ESTADO DE SANTA CATARINA

QUADRO XVIII (cont.)

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
Pedras Grandes	Urussanga	Banho de Lama	390.400	hipotermal		Decreto de lavra
		Santo Antônio	1.730.000	hipotermal, radioativa, alcalina- bicarbonatada sódica		
Palmitos	Ilha Redonda	Fria	4.000	hipotermal		Pedido de pesquisa
		Quente	10.000	isotermal, alcalina- bicarbonatada		
		Morna	12.000	mesotermal, sulfatada sódica		
	Rio do Pouso	N. S. Medianeira	69.120	mesotermal, radioativa		Pedido de pesquisa
		Nº 1	24.000	mesotermal, radioativa		
Peritiba	Peritiba					Pedido de pesquisa
	Balneário Peritiba					Pedido de pesquisa

FONTES DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO ESTADO DE SANTA CATARINA

QUADRO XVIII (cont.)

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO		
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
Tubarão		Santo Anjo da Guarda	500.000	termal, fortemente radioativa		Decreto de lavra
		Nova	139.920	hipotermal, fortemente radioativa		
		Tenente	140.000	mesotermal, fortemente radioativa		
São Carlos	Águas do Prata					Pedido de pesquisa
São João do Sul	Três Coqueiros BR 101 km 453					Pedido de pesquisa

FONTE DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

QUADRO XIX

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
Alegrete	Ibirapuitam	Pampa	14.000	alcalino-ter-rosa		Decreto de lavra
Carazinho	Segredo					Alvará de pesquisa
Catuípe	Santa Tereza					Pedido de pesquisa
Caxias do Sul						Alvará de pesquisa
Guarani das Missões	Hotel Colonial 19	Nascente	34.560	alcalina-bicarbonatada		Decreto de lavra
Ijuí	Ijuí	Ijuí	100.000	alcalina-bicarbonatada sódica		Decreto de lavra
	Itaí					Pedido de pesquisa
Itaí	Balneário Oswaldo Cruz	A	262.000	alcalina-bicarbonatada, sulfatada, cloretada sódica, hipotermal fracamente radioativa		Manifesto
		B				

FONTES DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

QUADRO XIX (cont.)

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
Iraí	Hotel Avenida					Pedido de pesquisa
	Barra do Engarrafamento					Alvará de pesquisa
	Águas Frias					Pedido de pesquisa
Pelotas	Zona das Cascatas				potável de mesa	Decreto de lavra
	Cascata	D ^a Luiza	8.300	radioativa (gaseificada artificialmente)		Decreto de lavra
	Serra de Tapes	Santa	6.260	radioativa		Decreto de lavra
Porto Alegre	Serra da Queimada	Antiga	17.280	radioativa fluoretada, fracamente radioativa		Decreto de lavra
		Nova	18.000			
	Vila Nova	Antiga	28.800	radioativa radioativa		Decreto de lavra
		Nova	35.000			
	Belém Velho	Olímpia I Olímpia II Wilma		radioativa radioativa fracamente radioativa		Alvará de pesquisa

FONTES DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

QUADRO XIX (cont.)

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
Santa Maria	Indústria	Cyrilla				Orçamento pesquisa
São Leopoldo	Rua Santo Agostinho	São Leopoldo		alcalina-bicarbonatada		Pedido de pesquisa
Sarandi	Barra Funda					Emissão de posse realizada
	Barra Funda	01 02	22.800 25.635	alcalina-bicarbonatada alcalina-bicarbonatada		Decreto de lavra
Vacaria	Barra Funda					Fase pesquisa
	Rua Júlio de Castilho, 2.042					Alvará de pesquisa
Viamão	Fazenda Santo Onofre					Pedido de pesquisa
	Fazenda Santo Onofre					Alvará de pesquisa

FONTES DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO ESTADO DE MATO GROSSO

QUADRO XX

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
Barra do Garças	Fazenda Águas Quentes	B1 C1 E F		hipertermiais		Alvará de pesquisa
	Águas Quentes			termal		Alvará de pesquisa
Chapada dos Guimarães	Bica das Moças				potável de mesa	Alvará de pesquisa
	Jamaca				potável de mesa	Alvará de pesquisa
Cuiabá e Santo Antônio do Leveger	Águas Quentes de São Vicente					Pedido de pesquisa
General Carneiro	Fazenda Águas Quentes			termal		Alvará de pesquisa
Jacara	Fonte	Poço Quente		termal		Pedido de pesquisa
	Água Quente					Alvará de pesquisa
	Água Quente-Distrito de São Pedro de Apa					Pedido de pesquisa

FONTES DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO ESTADO DE MATO GROSSO

QUADRO XX (cont.)

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
Ladário	Fazenda São João					Alvará de pesquisa
	Lotes São João e São Francisco					Pedido de pesquisa
Poxoréo	Fazenda Águas Quentes					Alvará de pesquisa
Santo Antônio do Leveger	Águas Quentes Distrito Palmeiras			termal		Alvará de pesquisa
	Águas Quentes				potável de mesa	Alvará de pesquisa

FONTES DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO ESTADO DE GOIÁS

QUADRO XXI

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
Abadiânia	Fazenda Sítio Velho					Pedido de pesquisa
Alto Paraíso de Goiás	Fazenda São Joaquim					Pedido de pesquisa
Anápolis	Retiro					Pedido de pesquisa
	Jardim da Promissão					Pedido de pesquisa
	Fazenda Brejo Grande	Conceição	432.000		potável de mesa	Decreto de lavra
	Fazenda Água Limpa					Pedido de pesquisa
	Jardim da Promissão				potável de mesa	Pedido de pesquisa
	Chácara Olho D'Água	Olho D'Água	70.560		potável de mesa	Decreto de lavra
	Fazenda Boa Vista	Beira Antas				Pedido de pesquisa indeferido
	Fazenda Brejo Grande					Pedido de pesquisa

FONTES DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO ESTADO DE GOIÁS

QUADRO XXI (cont.)

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
Aparecida de Goiânia	Chácara Santo Antônio				potável de mesa	Alvará de pesquisa
Bela Vista de Goiás	Fazenda Cascata da Boa Esperança					Pedido de pesquisa
Caldas Novas	Ramal Goiânia — Caldas Novas					Pedido de pesquisa
	Caldas Novas					Pedido de pesquisa
	Caldas Novas					Pedido de pesquisa
	Caldas Novas					Pedido de pesquisa
	Caldas Novas					Pedido de pesquisa
	Caldas Novas					Pedido de pesquisa
	Caldas Novas					Pedido de pesquisa
	Correia					Pedido de pesquisa
	Lagoa Pirapetinga					Pedido de pesquisa

FONTES DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO ESTADO DE GOIÁS

QUADRO XXI (cont.)

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
Caldas Novas	Rua Orcalino Santos					Pedido de pesquisa
	Ribeirão das Caldas					Pedido de pesquisa
	Loteamento Bandeirante					Pedido de pesquisa
	Fazenda Córrego Fundo	Caldas de Pirapetinga	1.300.000	termal		Manifesto
	Estância Caldas Novas	Caldas Novas	600.000	termal		Manifesto
	Fazenda Água Quente	01 02 03 04 05 06 07 08 09 10	170.0 00	termais, fracamente radioativas		Decreto de lavra

FONTES DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO ESTADO DE GOIÁS

QUADRO XXI (cont.)

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO 1/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
Caldas Novas	Fazenda Água Quente			termal		Alvará de pesquisa
	Fazenda Água Quente					Alvará de pesquisa
	Fazenda Água Quente					Alvará de pesquisa
	Fazenda Olho D'Água			termal		Pedido de pesquisa
	Vertente das Lentes			termal		Pedido de pesquisa
	Loteamento Bandeirante			termal		Pedido de pesquisa
	Loteamento Bandeirante					Alvará de pesquisa
	Fazenda Olho D'Água			termal		Alvará de pesquisa
	Fazenda Água Quente			termal		Alvará de pesquisa
	Loteamento Bandeirante			termal		Pedido de pesquisa

FONTES DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO ESTADO DE GOIÁS

QUADRO XXI (cont.)

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
Caldas Novas	Fazenda Bonsucesso					Alvará de pesquisa
	Capão da Reserva					Pesquisa indeferida
	Fazenda Água Quente					Alvará de pesquisa
	Fazenda Água Quente					Pedido de pesquisa
	Loteamento Bairro Turistas					Pedido de pesquisa
	Loteamento Bairro Turistas					Pedido de pesquisa
	Loteamento Bairro Turistas					Pedido de pesquisa
	Fazenda Saia Velha					Pedido de pesquisa
	Fazenda Água Quente					Pedido de pesquisa
	Fazenda Água Quente			termal		Pedido de pesquisa

QUADRO XXI (cont.)

[illegible]

FONTES DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO ESTADO DE GOIÁS

QUADRO XXI (cont.)

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
Formoso	Fazenda Ibiquira	Indaiá	172.800		potável de mesa	Decreto de lavra
	Fazenda Entre Serras					Pedido de pesquisa
	Fazenda Entre Serras					Pedido de pesquisa
	Fazenda Entre Serras					Pedido de pesquisa
Goiânia	Bairro São José	Vindobona	86.400	litinada		Decreto de lavra
	Serrinha — Setor Pedro Ludovico					Pedido de pesquisa
Itajá	Lagoa Santa			termal		Decreto de lavra
Itapirapuã	São João da Guarita	São João	2.600	alcalina-bicarbonatada, sulfurosa, radioativa		Decreto de lavra
Jataí	Fazenda Jaborandi	Lagoa Santa		hipotermal		

FONTE DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO ESTADO DE GOIÁS

QUADRO XXI (cont.)

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
Luziânia	Fazenda Engenho Lajes					Pedido de pesquisa
	Fazenda Água Quente	Água Quente	345.600	hipotermal		Decreto de lavra
	Fazenda Engenho Lajes	Neve				Alvará de pesquisa
	Fazenda Água Quente					Pedido de pesquisa
Niquelândia	Fazenda Resfriado			termal		Alvará de pesquisa
Peixe	Fazenda Água Quente					Alvará de pesquisa
Pirenópolis	Poço Água Quente			termal		Alvará de pesquisa
	Poço Água Quente			termal		Pedido de pesquisa
Uruaçu	Fazenda São Lourenço do Paraíso Urutaí			termal		Alvará de pesquisa

FONTES DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO ESTADO DE GOIÁS

QUADRO XXI (cont.)

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
Uruaçu	Fazenda Curriola					Pedido de pesquisa
	Fazenda Curriola					Pedido de pesquisa

FONTES DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO DISTRITO FEDERAL

QUADRO XXII

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
Brasília	Fazenda Buriti Água Santa	Santa		hipotermal		Decreto de lavra
	Rodovia Brasília— Anápolis km 65					Pedido de pesquisa

Os quadros apresentados mostram a riqueza do Brasil em águas minerais.

Apesar da grande diferença de número de águas estudadas nas diferentes regiões, é possível apreciá-las em conjunto, o que faremos a seguir.

Nas regiões Norte e Nordeste predominam as águas termais, destacando-se as mesotermiais do Piauí, do Rio Grande do Norte e da Bahia, e a isotermal da Paraíba. Nota-se, ainda, que nessas regiões, quando mineralizadas, as águas são principalmente alcalina-bicarbonatadas e/ou alcalino-terrosas, cálcicas, magnesianas.

Na região Centro-Oeste predominam também e muito acentuadamente, as águas termais, destacando-se águas iso e hipertermiais.

Na região Sudeste, em Minas Gerais, há algumas águas termais e radioativas, mas predominam as águas bem mineralizadas, carbogaseosas, alcalinas, alcalino-terrosas, sulfatadas e sulfurosas. Encontra-se em Minas a maior concentração geográfica dessas águas minerais do país. No Rio de Janeiro

e mais acentuadamente em São Paulo, nota-se grande concentração de fontes radioativas; nestes Estados as águas minerais são, principalmente, alcalinas e alcalino-terrosas.

Na região Sul predominam as águas termais em Santa Catarina e no Paraná, e, no Rio Grande do Sul, as alcalinas e radioativas. Em Santa Catarina destacam-se as meso e isotermiais e no Paraná as isotermiais do Verê. Neste Estado, o número de águas sulfurosas é bastante expressivo.

Resumindo, pode-se admitir que a predominância no Brasil seja de águas de baixa mineralização, termais e radioativas, distribuídas as termais ao longo de todo o país e concentradas as radioativas, principalmente, na região Sudeste, onde também se encontram as águas mais mineralizadas (Minas Gerais).

As águas potáveis de mesa, em número muito inferior às mineralizadas, estão distribuídas por todo o país e são mais exploradas em São Paulo.

4-Águas Potáveis de Mesa

Apreciamos, também, neste trabalho, as águas potáveis de mesa, porque fazem parte do Código de Águas Minerais que assim as define: "As águas de composição normal, provenientes de fontes naturais ou artificialmente captadas que preencham tão-somente as condições de potabilidade para a região."

O número de fontes de águas potáveis de mesa registradas no Departamento Nacional de Produção Mineral, é acentuadamente menor que o das fontes de águas minerais e já foram citadas nos quadros apresentados em 3.4.

Estas águas devem ser estudadas, principalmente sob o ponto de vista da potabilidade para o que, é necessário:

- exame físico e organoléptico;
- exame químico;
- exame bacteriológico;

No exame organoléptico são observados — cor, cheiro, turbidez.

Águas que apresentam forte coloração indicam em geral, matéria orgânica elevada e são desagradáveis para uso como bebida. Águas que se tornam turvas por ocasião das chuvas são águas passíveis de sofrer contaminação por microorganismos.

No exame químico determinam-se os valores do nitrogênio sob forma de NH_3 (amoniacoal e albuminóide), de nitritos em NO_2 , nitratos em NO_3 , completando-se com os valores de matéria orgânica, para que se possa apreciar o conjunto e resolver da condição de potabilidade da água sob o ponto de vista químico. Os valores máximos usados para decidir da pureza de uma água são os da Tabela II.

Para complementar o estudo de uma água potável de mesa deve-se determinar o resíduo a 180°C , a dureza e os cloretos em Cl.

Focalizando no estudo de uma água, somente o teor de seu resíduo mineral a 180°C , verifica-se que valores abaixo de 102 mg/l possibilitam de imediato, classificá-la como potável de mesa. Valores superiores a este, dependendo do componente predominante, já poderão situá-las no grupo das minerais, pelo Código de Águas Minerais vigente.

Fizemos um levantamento dos valores encontrados em 22 águas das 50 registradas no Departamento Nacional da Produção Mineral; resultou uma variação entre 106 e 11 mg/l para o resíduo a 180°C .

A dureza é expressa em CaCO_3 . A dureza total é devida aos sais de cálcio e magnésio existentes na água, expressos em CaCO_3 . A dureza permanente é fornecida pelo cálcio e magnésio sob forma de cloretos ou sulfatos e a dureza temporária pelos bicarbonatos de cálcio e magnésio, que irão se decompor e precipitar sob a forma de carbonatos.

É de rotina admitir-se que as águas potáveis de mesa devam ser brandas ou no máximo médias em dureza. Embora existam controvérsias sobre os limites de dureza admitidos, para quantificá-las escolhemos a classificação de Dunfor e Becker que estabelece: águas brandas devem ter em mg/l de CaCO_3 , de 0 a 60 e as médias de 61 a 120. De acordo com o American Water Works Association (Bean 1962) a água será considerada ideal sob o ponto

de vista de dureza, quando tiver no máximo 80mg/l de CaCO_3 . (1)

Do levantamento acima citado, verificamos que as águas estudadas têm suas durezas compreendidas entre 36 e 4 mg/l de CaCO_3 , ficando enquadradas, portanto, como brandas na classificação de Dunfor e Becker. Ressalvado o levantamento, que foi somente de cerca de 50% do total das águas potáveis de mesa registradas, poderíamos concluir que nossas águas de acordo com o American Water Works Association (Bean 1962), seriam ideais sob o ponto de vista de dureza.

O valor aceitável para cloratos em Cl, é o de 42mg/l, e a razão já foi apontada em 2.1 ao se comentar a Tabela II.

Observações devem ser feitas ainda em relação ao flúor e fósforo.

Pelos padrões de potabilidade, numa água de consumo o flúor é aceitável até 1,5 mg/l. Em águas naturais, quando o teor em flúor for maior do que 3,4 mg/l, recomenda-se que seja rejeitada. (1)

A presença de fósforo numa água pode muitas vezes indicar má captação e, portanto, possibilidade de poluição. É componente comum em águas contaminadas por estar sempre presente em resíduos metabólicos animais.

5-Considerações sobre algumas Águas Minerais Europeias

As águas minerais e termais da República Federal da Alemanha foram divididas por K. Fridze e G. Michel (26) em 10 regiões. No quadro XXIII todas as regiões foram mencionadas, e, de cada uma delas, escolhidos alguns locais e fontes que estão descritos com detalhes.

Os dados das águas da França, constantes do quadro XXV, foram retirados do Fichário Atualizado das Fontes de Águas Minerais (27) e a classificação mineral correspondente às fontes apresentadas e constantes do Fichário, são as que figuram no livro Aspectos da Crenoterapia na Europa e no Brasil (10) e na tese de Robert Thuizat. (8)

Segundo Robert Thuizat as águas termais e gasosas do Maciço Central Francês, são na maior parte bicarbonatadas sódicas. Exemplo: Vichy, St. Yome, Chateauf-neuf-les-Bains. A esta característica às vezes junta-se uma tendência para cloro bicarbonatada sódica, como é o caso das águas de St. Nectaire e Royat em Puy de Dôme. As fontes cloretadas são definidas por $Cl/HCO_3^- > 1$. Como exemplo teremos Bourboule e Bourbon-l'Archambault. As águas de Chatelguyon pertencem a esta categoria, porém têm o Na substituído por Ca e Mg. As águas sulfatadas são caracterizadas pelo grupo da fonte Evaux les Bains no Departamento de Creuse.

O mapa e catálogo das águas minerais de Polônia (28) do qual foram selecionadas a esmo as fontes apresentadas no quadro XXVII, contêm 63 fontes, podendo-se notar a seguinte percentagem de tipos de classificação:

30%	Cl — Na
38%	HCO ₃ — Ca — Mg — (Na)
8%	Cl — SO ₄ — Na
24%	HCO ₃ — Cl — SO ₄ — Na — Ca — Mg

Para a classificação das águas espanholas o Guia Oficial de 1942 adotou a proposta de San Roman em substituição à de Novo Campelo, do princípio do século. Esta é a classificação apresentada no quadro XXIV. (10). As águas classificadas como oligominerais pelo Código Alimentar Espanhol (1967) são as que têm no máximo o resíduo de 100 mg/l a 110°C. (29)

A classificação italiana apresentada no quadro XXVI é a de Messini e baseia-se na composição química cotada por Sica e Marotta para uso em Crenoterapia. (10) Na Itália, Vengono, indica como águas oligominerais as que têm resíduo a 180°C, inferior a 0,20 g/l. (30)

Maior número de dados sobre as águas minerais destes países são encontrados nos quadros que se seguem, numerados de XXIII a XXVII.

ALGUMAS ÁGUAS MINERAIS DA REPÚBLICA FEDERAL DA ALEMANHA

QUADRO XXIII

REGIÕES	LOCAL	NOME	t°C	RESÍDUO FIXO mg/kg	CO ₂ LIVRE mg/kg	TIPO CARACTERÍSTICO	ELEMENTOS ESPECIAIS ADICIONAIS	OBSERVAÇÕES
1) Norte da Baixa Alemã. Compreende 10 locais	Bad St-Peter-Ording	Schwefel - Qu	10,5	28.288	99	Sole	S, Br	A designação sole refere-se a águas cloretadas onde haja mais de 5,5 de sódio e 8,5 de cloreto.
	Bad Oldesloe	Sole - Bo	10,2	23.153	96	Na-Cl	—	Bo - abreviação de furo
	Hamburg	Helia - Br	—	1.615	0	Ca-Na-Cl-SO ₄	—	Qu - abreviação de fonte
	Bad Blenhorst	Schwefel - Qu II	12,0	5.840	0	Na-Cl	S, Fe	Br - abreviação de poço
2) Bacia do Münster e zona do Ruhr. Compreende 20 locais	Essen	Burgwallbronn	12,1	1.254	70	Ca-SO ₄ -HCO ₃	—	
	Geisenkirchen	Regina	10,5	2.620	35	Ca-SO ₄ -HCO ₃	—	
	Wattenscheid	Aquilla-Br-3	11,3	1.124	73	Ca-Na-HCO ₃ -SO ₄	—	
	Wanne-Eickel	Thermalsol-Qu	40,0	79.377	140	Sole	—	
	Bad Sassendorf	Bo - 14	19,2	82.120	1.002	Sole	Fe	
	Lippstadt	Willibald	14,5	2.000	0	Na-HCO ₃ -Cl	—	
	Bad Lippspringe	Arminius-Qu	20,2	2.419	134	Ca-SO ₄ -HCO ₃	—	
	Bad Bentheim	Alexis - Qu	8,1	2.462	25	Ca-Mg-SO ₄ -HCO ₃	S	

ALGUMAS ÁGUAS MINERAIS DA REPÚBLICA FEDERAL DA ALEMANHA

QUADRO XXIII (cont.)

REGIÕES	LOCAL	NOME	t°C	RESÍDUO FIXO mg/kg	CO ₂ LIVRE mg/kg	TIPO CARACTERÍSTICO	ELEMENTOS ESPECIAIS ADICIONAIS	OBSERVAÇÕES
3) Região do Elz, montanhas da Renânia e Harz. Compreende 60 locais	Aachen, Bad	Kaiser-Qu	53,2	4.257	160	Na-Cl-HCO ₃	S	As águas bicarbonatadas mistas são predominantes nesta região.
	Aachen, Bad	Landesbad-Qu	68,7	4.341	0	Na-Cl	—	
	Bonn	Bonnaris	12,5	2.735	1.932	Na-Ca-Cl-HCO ₃	—	
	Bad Wildungen	Helenen - Qu	12,1	5.005	2.275	Ca-Mg-Na-HCO ₃ -Cl	—	
	Selters	Friedrich-Cristian	10,3	5.068	2.450	Na-Ca-Cl-HCO ₃	—	
	Bad Salzig	Leonoren-Qu	20,5	7.539	1.014	Na-Cl-HCO ₃ -SO ₄	—	
4) Baixa Saxônia, leste Westfália e montanhas do Hessen. Compreende 127 locais	Steinbeck, Bad	Schwefel-Qu	—	2.799	3	Mg-Ca-SO ₄ -HCO ₃ -Cl	S	Em Bad Salzuflen - dez fontes Em Bad Pyrmont - nove fontes Em Baden Baden - sete fontes do tipo Na-Cl
	Bad Essen	Bohrung 1947	14,0	29.063	15	Sole	—	
	Hüsedde, Bad	Haupt-Br	16,0	2.534	192	Ca-SO ₄	—	
	Hopfenberg-Bad	Hermanns-Qu	7,0	1.566	51	Na-Ca-Cl	—	
	Bad Oeynhausen	Neuer Bülow-Br	13,0	89.279	1.792	Sole	Fe	
	Bad Salzuflen	Gustav-Horstmann	37,0	109.745	2.867	Sole	Fe	
	Bad Pyrmont	Augen-Br	17,3	1.328	748	Ca-HCO ₃ -SO ₄	Fe e B	
	Bad Meinberg	Nessenberg-Qu	12,1	9.897	1.402	Na-Ca-Cl	I	
	Bad Orb	Phillips-Qu	13,1	4.637	1.983	Sole	Fe	
	Heidelberg	Bergheimer-Mühle	24,2	83.735	137	Na-Ca-Cl, Sole	Ra, Rn	
	Baden Baden	Fett-Qu	63,6	3.044	—	Na-Cl		

ALGUMAS ÁGUAS MINERAIS DA REPÚBLICA FEDERAL DA ALEMANHA

QUADRO XXIII (cont.)

REGIÕES	LOCAL	NOME	t°C	RESÍDUO FIXO mg/kg	CO ₂ LIVRE mg/kg	TIPO CARACTERÍSTICO	ELEMENTOS ESPECIAIS ADICIONAIS	OBSERVAÇÕES
5) Alto Reno e zona limítrofe oestes. Compreende 25 locais	Frankfurt/M.-Nied	Faul-Br	9,0	1.743	24	Na-Cl-HCO ₃	—	
	Obernau	Löwen-Sprudel	8,0	2.076	1.826	Ca-HCO ₃	—	
	Bad Sebastiansweiler	Hungergraben-Qu	11,0	1.820	106	Ca-Mg-Na-HCO ₃ -SO ₄	S	
6) Saar e Pfalz. Compreende 7 locais	Bad Kreuznach	Karlshaller-Qu	20,1	15.377	44	Na-Cl	Rn, Ra, Li	
	Bad Dürkheim	Max-Qu	15-17	22.421	0	Sole	As	
7) Francônia e Floresta Ober- falz. Compreen- de 8 locais	Hölle	Hölle I	12,6	747	1.518	Ca-HCO ₃	—	Nesta região todas as fontes são bicarbonatadas
	Langenau	Luisen-Qu	8,3	469	2.218	Ca-HCO ₃	Fe	
8) Região da Suábia e Fran- cônia. Compreen- de 39 locais	Bad Boklet	Balthasar-Neumann	14,2	4.105	2.818	Na-Ca-Mg-HCO ₃ -Cl-SO ₄	—	Há sete fontes em Bad Nauheim, predominando o tipo Na-Cl.
	Bad Stadt Brückenu	St. Georgi-Qu	16,2	4.799	1.855	Ca-Mg-SO ₄ -HCO ₃ -Cl	Fe	
	Würzburg	Bürgerbräu	—	2.104	65	Ca-SO ₄	—	
	Östringen	—	13,6	1.452	—	Na-HCO ₃	—	
	Bad Nauheim	Ludwig-Br	18,6	1.514	1.894	Na-Ca-Cl-HCO ₃	—	

ALGUMAS ÁGUAS MINERAIS DA REPÚBLICA FEDERAL DA ALEMANHA

QUADRO XXIII (cont.)

REGIÕES	LOCAL	NOME	t°C	RESÍDUO FIXO mg/kg	CO ₂ LIVRE mg/kg	TIPO CARACTERÍSTICO	ELEMENTOS ESPECIAIS ADICIONAIS	OBSERVAÇÕES
8) Região antes dos Alpes. Compreende 6 loais	Bad Gögging	Römer-Qu	13,5	697	49	Na-Ca-HCO ₃	—	O elemento es- pecial da região é S
	Bad Abbach	Schwefel-Qu	12,8	720	48	Na-Ca-Mg-HCO ₃	S	
	Füssing	Bo (1938)	52,0	1.271	15	Na-HCO ₃ -Cl	—	
10) Alpes Báva- ros. Compreen- de 14 loais	Sulzbrunn	Römer-Qu	7,5	2.739	192	Na-Cl	Rn, I.	Aparecem em qua- si todas as fon- tes os elementos especiais S, Rn, I.
	Endorf	Endorf-2	90,0	—	—	Sole	I	
	Seeg	Marien-Qu	7,5	2.989	27	Na-Cl	I	
	Bad Reichenhall	Karl-Theodor-Qu	13,0	239.821	75	Sole	B	

FONTES DE ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA DO ESTADO DE GOIÁS

QUADRO XXI (cont.)

MUNICÍPIO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO		SITUAÇÃO 1976
				MINERAL	POTÁVEL DE MESA	
Uruaçu	Fazenda São Lourenço do Paraíso Urutaí			termal		Alvará de pesquisa
	Fazenda São Lourenço do Paraíso			termal		Alvará de pesquisa
	Fazenda São Lourenço do Paraíso			termal		Alvará de pesquisa
	Fazenda São Lourenço do Paraíso			termal		Alvará de pesquisa
	Fazenda São Lourenço do Paraíso					Pedido de pesquisa
	Fazenda São Lourenço do Paraíso					Pedido de pesquisa
	Fazenda Curriola					Pedido de pesquisa

ALGUMAS ÁGUAS MINERAIS DA ESPANHA

QUADRO XXIV

PROVÍNCIA	LOCAL	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO	t°C	OBSERVAÇÕES
Barcelona	Caldas de Montebui		Cloretadas sódica, litinadas	70	São várias fontes e contém, algumas, Br, F, I
Caceres	Baños de Montemayor	236.000	Sulforosa, bicarbonatada mista	44	
Castellon	Estância Montanejos	1.900.000	Sulfatada magnesiana, carbogasosa	25	
Cuenca	Valdecanga		Alcalina, sulfatada e bicarbonatada cálcica		
Gerona	Caldas de Malavella		Bicarbonatada, cloretada sódica e litinada		São águas com mineralização em torno de 3, 4 g/l, sendo 2,4 g/l de NaHCO ₃
Granada	Lanjaron	547.000	Bicarbonatada cálcica, cloretada sódica	fria	
	Alhama de Granada	6.000.000	Sulfatada cálcica magnesiana	hipertermal	
Lerida	Fontes Rubinat		Sulfurosas, sulfatadas sódicas e magnesianas		

ALGUMAS ÁGUAS MINERAIS DA ESPANHA

QUADRO XXIV (cont.)

PROVÍNCIA	LOCAL	VAZÃO l/24h	CLASSIFICAÇÃO	t°C	OBSERVAÇÕES
Lugo	Termas de Lugo	150.000	Sulfurosas (Na ₂ S) e radioativas	30-40	São fontes cuja mineralização máxima é de 0,464 g/l Contém I, Br e Li
Madrid	Carabaña	9.492	Sulfatada sódica magnesiana	fria	
Murcia	Fortuna	4.320.000	Cloretadas sódicas, radioativas	40	Várias fontes
	Archena	355.000	Cloretadas sódicas, sulfídricas	52	Algumas fontes contêm I, Br, Li
Pontevedra Ilha de Toja	La Toja		cloretadas sódicas	hipertermais	São várias fontes. Algumas com 60°C e mineralização até 29,52 g/l
Pontevedra	Mondariz	9.000	Bicarbonatada mista	fria	Contém F.
	Estância Cuntis	200.160	Sulfurosas, cloretadas, sódicas (Na ₂ S-H ₂ S)	24-57,5	
Salamanca	Estância Ledesma	195.200	Sulfurosas, radioativas, termais	52	
Saragoza	Estância Alhama de Aragon	mais de 2.000.000	Bicarbonatadas cálcicas e radioativas	34-38	Contém As e Li
Valladolid	Castromonte	260.000	Oligomineral	fria	

ALGUMAS ÁGUAS MINERAIS DA FRANÇA

QUADRO XXV

DEPARTAMENTO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/min	RESISTIVIDADE ohms.cm a 18°C	CLASSIFICAÇÃO	t°C	OBSERVAÇÕES
Allier	Vichy	Celestins	100,00	222	bicarbonatada sódica	17,3	Em Vichy são 12 fontes incluindo as citadas. Os balneários têm águas de 16°C a 42,5°C.
		Chomel	30,70	161	bicarbonatada sódica	41,8	
		Hôpital	72,20	160	bicarbonatada sódica	34,4	
		Grande-Grille	56,00	156	bicarbonatada sódica	42,5	
	Bourbon-l'Archambault	Source Thermal	434,00	234	cloretada sódica	53	
		Jonas	1,5	713	cloretada sódica	12,5	
Creuse	Evaux-les-Bains	Forage Source Cesar F ₂	167,00	545	sulfatada	61	São 16 fontes com temperaturas variando de 16°C a 32°C em Evaux-Les-Bains
		Source Delamarre	6,5	536	sulfatada	38	
		Auguste	—	535	sulfatada	50	
Hautes-Pyrénées	Capvern	Hount-Caoute	1.200,00	750	sulfatada cálcica, magnesiana	24	
		Le Bouride	600,00	1.200	sulfatada cálcica, magnesiana	20	
Haute-Garrone	Barbazan	Source Principale	65,0	400	sulfatada cálcica, magnesiana	23,5	
Haute-Savoie	Evians-les-Bains	Cachat	1.083,00	2.146	oligomineral	11,2	
		Bonnevie	23,80	2.044	oligomineral	11	

ALGUMAS ÁGUAS MINERAIS DA FRANÇA

QUADRO XXV (cont.)

DEPARTAMENTO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/min	RESISTIVIDADE ohms.cm a 18°C	CLASSIFICAÇÃO	t°C	OBSERVAÇÕES
Isère	Allevard	Le Bout du Monde	60,00	429	sulfurosa, cálcica	16	
	Cornillon-en-Trieves	Amelie	25,00	540	sulfurosa, cálcica	11,5	
	Saint-Martin-d'Uriage	Source Saline e Sulfureuse	250,00	70	fonte sulfurosa e salina	26,5	
Landes	Dax	Trou des Pauvres	120,00	765	sulfatada cálcica, magnesiana	62	Em Dax são ao todo 14 fontes, todas hipertermais
		Splendid	1.298,00	930	sulfatada cálcica, magnesiana	52	
		Elvina	500,00	770	sulfatada cálcica, magnesiana	63	
Puy-de-Dôme	Chateiguyon	Ivonne	11,30	128	carbogasosa, bicarbonatada mista	34,5	Em Chateiguyon são 90 fontes principais.
		Marguerite	8,45	673	carbogasosa, bicarbonatada mista	27,5	
		Gubler 2	35,30	131	carbogasosa, bicarbonatada mista	31,0	
		Gubler 5	50,00	128	carbogasosa, bicarbonatada mista	37,0	
		Gubler 6	61,00	131	carbogasosa, bicarbonatada mista	33,5	

ALGUMAS ÁGUAS MINERAIS DA FRANÇA

QUADRO XXV (cont.)

DEPARTAMENTO	LOCAL	FONTE	VAZÃO l/min	RESISTIVIDADE ohms.cm a 18°C	CLASSIFICAÇÃO	t°C	OBSERVAÇÕES
Puy-de-Dôme	Bourboule	Choussy 2	163,00	155	cloretada sódica	56	
		Perriere	163,00	155	cloretada sódica	56	
		Fenestre 1	98,00	1.780	cloretada sódica	19	
		Fenestre 2	39,00	1.780	cloretada sódica	19	
	Saint-Nectaire	Boette	18,10	122	cloro, bicarbonatada sódica	36	
		Saint-Cezaire	3,60	121	cloro, bicarbonatada sódica	39,7	
		Mandon	17,10	163	cloro, bicarbonatada sódica	25	
	Royat	Eugenie	1.530,00	198	cloro, bicarbonatada mista, carbogasosa	34	
		Cesar	26,5	504	cloro, bicarbonatada mista, carbogasosa	27,5	
Pyrénées Orientales	Amelie-les Bains	Anglada	18,00	2.333	sulfurosa sódica	56	São 16 fontes. Como quase todas as fontes do Pirineu são sulfurosas, costuma-se chamá-lo de "IMPÉRIO DO ENXÓFRE"
		Alcaline	7,20	2.539	sulfurosa sódica	60	
Savoie	Aix-les-Bains	Alun	1.235,00	1.735	sulfatada cálcica	45,5	
		Bonjan	1,30	1.182	oligomineral	11,0	
		Raphy-Saint-Simon	88,00	2.043	oligomineral	19	

ALGUMAS ÁGUAS MINERAIS DA ITÁLIA

QUADRO XXVI

PROVÍNCIA	ESTÂNCIAS LOCAL	FONTE	RESÍDUO FIXO em g/l	CLASSIFICAÇÃO	°C	OBSERVAÇÕES
Alessandria	Acqui	Bollente		cloretada sódica- bromo iodada e sulfurosa	74,5	Bollente é a fonte que fica à margem es- querda do rio Bormi- da, com vazão de 86.400 l/24h. Na ou- tra margem há várias fontes.
Bergamo	San Pellegrino		1,11	alcalina, bicarbonatada- sulfatada cálcica, litinada, radioativa	27	
Bolonha	Porretta Terme	Galleria della Madonna		iodo, bromo, cloretada sódica, sulfurosa	17	A mineralização va- ria nas fontes altas de 5,5 – 7 g/l Nas fontes baixas de 1,02-3,60
		Púzzola		iodo, bromo, cloretada sódica, sulfurosa	24	
		Porretta Vecchia		iodo, bromo, cloretada sódica, sulfurosa	36,5	
		Porretta Nuova		iodo, bromo, cloretada sódica, sulfurosa	36,5	
		Donzella Marte			37	
		Leone			38	
					36	

ALGUMAS ÁGUAS MINERAIS DA ITÁLIA

QUADRO XXVI (cont.)

PROVÍNCIA	ESTÂNCIAS LOCAL	FONTE	RESÍDUO FIXO em g/l	CLASSIFICAÇÃO	t°C	OBSERVAÇÕES
Brescia	Sirmione	Sorgente Boiola	2,55	cloretada sódica, sulfurosa, hipertermal		Nasce a 69°C chegan- do ao estabelecimento com 52°C
Comuna Casamicciola,	Ilha D'Ischia	Gurgitello	3,02	cloretada sódica, alcalina, radioativa	68	Toda ilha é rica em águas minerais
		Rita	3,47	cloretada sódica, alcalina, radioativa	72	
Frosinone	Fiuggi	Fiuggi	0,061	oligomineral, radioativa	fria	São nascentes per- tencentes a mesma bacia
		Anticolana	0,061	oligomineral, radioativa	fria	
Napoles	Castellammare Di Stábia	—	—	a) ferruginosas, car- bogasosas, bicar- bonatadas cálcicas b) sulfurosas, clore- tadas sódicas c) ferruginosas, cálcicas		São ao todo 30 fon- tes. Algumas das bi- carbonatadas cálcicas são também radioativas
Padova	Abano	Sorgente Montirone é a principal	5,348	iodo, bromo, cloretada sódica	87	São várias fontes com temperatura en- tre 70° e 90°C

ALGUMAS ÁGUAS MINERAIS DA ITÁLIA

QUADRO XXVI (cont.)

PROVÍNCIA	ESTÂNCIAS LOCAL	FONTE	RESÍDUO FIXO em g/l	CLASSIFICAÇÃO	t°C	OBSERVAÇÕES
Pavia	Salice Terme	Salice	93,7	cloretadas sódicas fortes e bromo iodadas	frias	Salice-5 poços artesanais
		Sales	61,53	cloretada sódica forte e bromo iodada	fria	Sales — 1 poço artesiano
		Monte Alfeo	3,240	sulfurosa	fria	1 poço
Pistoia	Montecatini	Tamerici	16,66	radioativa, cloro-sulfatada sódica	18	São várias fontes, sendo as mais importantes as aqui citadas
		Torretta	13,75	radioativa, cloro-sulfatada sódica	21,3	
		Regina	11,97	radioativa, cloro-sulfatadas sódica	20,2	
		Tettuccio	5,98	radioativa, cloro-sulfatada sódica	24,4	
		Leopoldina	17,21	radioativa, cloro-sulfatada sódica	33,6	
Roma-Tivoli	Bagni Acque Albule		2,5	sulfurosas e carbogasosas	23	Duas fontes. No tempo do império romano aí surgiram as termas de Agrippa

ALGUMAS ÁGUAS MINERAIS DA ITÁLIA

QUADRO XXVI (cont.)

PROVÍNCIA	ESTÂNCIAS LOCAL	FONTE	RESÍDUO FIXO em g/l	CLASSIFICAÇÃO	t°C	OBSERVAÇÕES
Siena Comuna Chianciano	Bagni Di Chianciano	Acqua Santa	3,36	bicarbonatada, sulfatada cálcica, magnesiana, carbogasosa	32	Acqua Santa é a mais antiga e a mais conhecida
		Acqua di Sillene	2,91	bicarbonatada, sulfatada cálcica, magnesiana, carbogasosa	38,5	
Trento	Roncegno		6,55	arsenical e ferruginosa	11,2	A água mineral nasce ao pé do Monte Tesodo
Vicenza	Recoaro		3-0,5	bicarbonatadas, sulfatadas cálcicas, ferruginosas e carbogasosas	frias	Várias fontes

ALGUMAS ÁGUAS MINERAIS DA POLÔNIA

QUADRO XXVII

LOCAL	USO	Nº FONTES	VAZÃO l/s	TOTAL DE SÓLIDOS DISSOLVIDOS g/l	TIPO DE ÁGUA	COMPONENTES ESPECIAIS em mg/l	t°C	COMPONENTES ESPECÍFICOS GASOSOS mg/l
Busko	Balneário	5	10,3	9 - 14	Cl-SO ₄ -Na	I 1 - 2 Br 12 - 21 Fe 2 - 11	10-14	H ₂ S 22 - 40
Ciechocinek	Balneário	7	113,6	3,8 - 70,0	Cl - Na	I 0,3 - 6,0 B 2 - 100 Fe 1 - 12	10-37	H ₂ S 0 - 1,2
Cieplice	Balneário	8	16	0,6 - 1,0	HCO ₃ -SO ₄ -Na	F 3 - 12,5 SiO ₂ 60 - 130	20-63	(Rn)
Czerniawa	Balneário	5	1,5	0,3 - 3,4	HCO ₃ -Ca-Mg	Fe 10 (F)	7-15	CO ₂ 300-2600 Rn 8,2 nCi/l
Duszniki	Balneário	4	5,1	1 - 28	HCO ₃ -Ca-(Mg)-(Na)	Fe 7 - 11 Mn 0,7 - 1,1	10-18	CO ₂ 1700-2300
Kamień Pomorski	Balneário	2	1,1	35 - 38	Cl - Na	I 1 - 2 Br 54 - 58 HBO ₂ 45-62	12	-
Kościenko	Balneário	3	0,02	5,6 - 8,1	HCO ₃ -Cl-Na-(Ca)	I 1 - 2	7-10	CO ₂ 1100-1900
Kudowa	Balneário	8	32	1 - 3,6	HCO ₃ - Na-Ca	HAsO ₄ 0,5 - 3,0 Fe 3 - 20	11-15	CO ₂ 1300 - 2700

ALGUMAS ÁGUAS MINERAIS DA POLÔNIA

140

QUADRO XXVII (cont.)

LOCAL	USO	Nº FONTES	VAZÃO l/s	TOTAL DE SÓLIDOS DISSOLVIDOS g/l	TIPO DE ÁGUA	COMPONENTES ESPECIAIS em mg/l	t°C	COMPONENTES ESPECÍFICOS GASOSOS mg/l
Kolobrzeg	Balneário	6	37,8	2 - 59	Cl - Na	I 1 - 2 Br 50 - 120 HBO ₂ 20	10-11	
Krynica	Balneário	10	3,8	1,1 - 5,0	HCO ₃ -Ca-Mg	Fe 5 - 18 Mn 0,3 - 1,7	7-10	CO ₂ 1500-2800
Ladek Zdrój	Balneário	6	45,0	0,2	HCO ₃ -(SO ₄)-Na	F 9 - 11	24-26	Rn 2 - 35nCi/l H ₂ S 0,7 - 28,0
Lipa	Balneário	1	0,8	2,9	SO ₄ -Cl-HCO ₃ -Na-Ca	-	13	H ₂ S 174,5
Polanica	Balneário	3	11,3	0,9 - 2,7	HCO ₃ - Ca	-	11-15	CO ₂ 1200 - 2500
Nateczów	Balneário	1	1,9	0,7	HCO ₃ - Ca	Fe 10	8,3	
Rabe	Balneário	2	4,1	3,2	HCO ₃ - Cl-Na	F 1,2 - 1,6	10	CO ₂ 1200
Rogoźno	Balneário	1	31,7	1,5	Cl-SO ₄ -Na-Ca		32,0	H ₂ S?
Sopot	Balneário futuro	1 1	12,2	43,7	Cl - Na	I 4 Br 120 HBO ₂ 59	18,5	
Swinoujście	Balneário	2	5,6	34 - 45	Cl-Na	I 1 - 2 Br 35 - 42 Fe 12 - 15 HBO ₂ 14	12	

ALGUMAS ÁGUAS MINERAIS DA POLÔNIA

QUADRO XXVII (Cont.)

LOCAL	USO	Nº FONTES	VAZÃO l/s	TOTAL DE SÓLIDOS DISSOLVIDOS g/l	TIPO DE ÁGUA	COMPONENTES ESPECIAIS em mg/l	t°C	COMPONENTES ESPECÍFICOS GASOSOS mg/l
Szczawno	Balneário	8	0,15	1,8 – 6,0	HCO ₃ -Na-(Ca)	—	9-12	CO ₂ 1100 – 2100 Rn 5nCi/l
Ustrón	Balneário	1	1,6	120	Cl-Na-Ca	I 6 – 12 Br 60 – 200 Fe 10 Mn 0,9	50	
Wapienne	Balneário	2	0,47	0,4 – 0,6	HCO ₃ -Ca-Mg-(Na)	—	7,0 – 7,4	H ₂ S 4,8
Zlockie	Balneário	10	2,2	1,0 – 7,6	HCO ₃ -Ca-Mg-(Na)	Fe > 10 I 1	8-11	CO ₂ 1000-2700
	Balneário	1	0,03	25	HCO ₃ -Na-Mg	Br 7 Fe, 38 HBO ₂ 60	9,0	CO ₂ 2400

6-Apêndice

6.1 – Apreciação do estudo “in loco” de uma água

O que normalmente se chama estudo “in loco” de uma fonte consta da interpretação de suas características físico-químicas e químicas realizadas no local, conjugadas com análises químicas e bacteriológicas realizadas em laboratório. Sua apreciação vai permitir atribuir à água uma composição provável ao emergir e dar-lhe classificação segundo o Código de Aguas Minerais.

Os resultados das análises químicas são expressos em g/l e podem ser transformados em mg/l ou ppm para cada componente dosado. O resultado pode ser expresso também em equivalentes por milhão (epm) que é calculado dividindo-se a concentração em ppm pelo peso iônico ou pelo peso de combinação da substância e que corresponde numericamente a miliequivalente por litro. A vantagem de expressar os resultados em miliequivalentes é a facilidade de agrupar e comparar os íons negativos e positivos. Dela nos utilizamos para avaliar a precisão de uma análise, onde o erro permitido é de no máximo, 5%.

A experiência mostra que, na realidade, o erro aceitável deve ser no máximo de 2%.

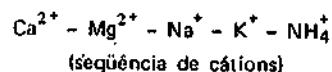
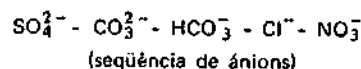
O cálculo desse erro é feito mediante a seguinte relação:

$$E = 100 \times \frac{\text{cátions (epm)} - \text{ânions (epm)}}{\text{cátions (epm)} + \text{ânions (epm)}} \leq 5\% (31)$$

Sílica, ferro e alumínio em geral não estão presentes na forma iônica, daí o fato de não serem computados nessa verificação.

Para maior comodidade converte-se mg/l em equivalentes por milhão, multiplicando-se cada íon por um fator resultante da divisão de sua carga iônica por seu peso iônico.

A composição provável, como foi mencionado, não é aleatória e tem o seguinte seguimento, habitualmente:



Isso importa em dizer que, apesar da composição das águas minerais variarem segundo a quantidade de cátions e ânions presentes, sempre deverão ser calculadas iniciando pelos sais alcalinos terrosos, seguidos dos alcalinos, que resultaram da combinação de cátions e ânions segundo a seqüência indicada. Para exemplificar apreciemos um estudo “in loco” feito na C.P.R.M.

Determinações efetuadas no local:

Temperatura da água	27,5°C
Vazão espontânea em 24 horas	24600 l
Condutividade a 25°C (em ohms ⁻¹ x cm ⁻¹)	1,0 x 10 ⁻⁴
pH	4,4
Carbonatos (em CO ₃)	ausência
Bicarbonatos (em HCO ₃)	0,0015 g/l
Gás carbônico livre (em CO ₂)	0,1262 g/l
Nitritos	ausência
Radioatividade na fonte a 20°C e 760 mm Hg (em unidades mache)	0,4

Análise química completa:

Aspecto ao natural	límpida e incolor
Odor a frio	nenhum
Sólidos em suspensão	nenhum
Aspecto após fervura	límpida
Odor a quente	nenhum
Côr	zero
Turbidez	zero
pH	4,2
Condutividade a 25°C	9,55 x 10 ⁻⁵ ohms ⁻¹ x cm ⁻¹
Pressão osmótica em mm de Hg a 25°C	21,80
Abaixamento crioscópico em graus centígrados	0,0021
Resíduo de evaporação a 110°C	0,0530 g/l
Resíduo de evaporação a 180°C	0,0410 g/l
Resíduo fixo ao rubro sombrio	0,0130 g/l
Oxigênio consumido (meio ácido)	0,0018 g/l
Oxigênio consumido (meio alcalino)	0,0008 g/l
Nitrogênio amoniacal em NH ₃	0,00003 g/l
Nitrogênio albuminoide em NH ₃	0,00002 g/l
Nitritos em NO ₂	ausente
Nitratos em NO ₃	0,0005 g/l
Dureza total em carbonato de cálcio	0,0085 g/l
Dureza permanente em carbonato de cálcio	0,0085 g/l
Dureza temporária em carbonato de cálcio	0,0000 g/l
Sílica em SiO ₂	0,0053 g/l
Ferro em Fe	0,0000 g/l
Manganês em Mn	0,0000 g/l
Alumínio em Al	0,0000 g/l
Titânio em Ti	0,0000 g/l
Cálcio em Ca	0,0015 g/l
Magnésio em Mg	0,0011 g/l
Potássio em K	0,0015 g/l
Sódio em Na	0,0095 g/l
Lítio em Li	0,0000 g/l
Amônio em NH ₄	0,0000 g/l
Cloretos em Cl	0,0164 g/l
Brometos em Br	0,0000 g/l
Iodetos em I	0,0000 g/l
Fluoretos em F	0,0000 g/l
Gás sulfídrico e sulfetos em S	0,0000 g/l
Sulfatos em SO ₄	0,0044 g/l
Fosfatos em HPO ₄	0,0000 g/l
Carbonatos em CO ₃	0,0000 g/l
Bicarbonatos em HCO ₃	0,0033 g/l

Transformação dos resultados em mg/l ou ppm em ppm.

Ca	$1,5 \times 10^{-3} \times 4,990 \times 10^{-2}$	=	$7,4850 \times 10^{-5}$
Mg	$1,1 \times 10^{-3} \times 8,223 \times 10^{-2}$	=	$9,0453 \times 10^{-5}$
Na	$9,5 \times 10^{-3} \times 4,348 \times 10^{-2}$	=	$41,3060 \times 10^{-5}$
K	$1,5 \times 10^{-3} \times 2,557 \times 10^{-2}$	=	$3,8355 \times 10^{-5}$
			$61,6718 \times 10^{-5}$
SO ₄	$4,4 \times 10^{-3} \times 2,082 \times 10^{-2}$	=	$9,1608 \times 10^{-5}$
HCO ₃	$3,3 \times 10^{-3} \times 1,639 \times 10^{-2}$	=	$5,4087 \times 10^{-5}$
Cl	$16,4 \times 10^{-3} \times 2,820 \times 10^{-2}$	=	$46,2480 \times 10^{-5}$
NO ₃	$0,5 \times 10^{-3} \times 1,612 \times 10^{-2}$	=	$0,8060 \times 10^{-5}$
			$61,6235 \times 10^{-5}$

Verificação do erro da análise.

$$E = 100 \times \frac{61,6718 \times 10^{-5} - 61,6235 \times 10^{-5}}{61,6718 \times 10^{-5} + 61,6235 \times 10^{-5}} = 0,04\%$$

Composição provável de acordo com a sequência iônica

CaSO ₄	5,1 mg/l
MgSO ₄	1,0 mg/l
Mg(HCO ₃) ₂	3,9 mg/l
MgCl ₂	1,2 mg/l
NaCl	24,1 mg/l
KCl	1,9 mg/l
KNO ₃	0,8 mg/l

Apreciando os valores dos elementos indicativos da potabilidade (Tabela II), pode-se considerar sob o ponto de vista químico que a água é potável. É indispensável, no entanto, que esta potabilidade seja confirmada por uma análise bacteriológica.

Os valores obtidos na composição provável indicam uma água de baixa mineralização, não se classificando como mineral segundo sua composição química.

A temperatura de 27°C obtida no estudo "in loco", no entanto, classifica-a segundo o Código de Águas Minerais, como hipotermal.

Trata-se portanto, de uma água "Mineral, Natural, Hipotermal na fonte".

O pequeno resíduo que incompatibiliza a presente água como Mineral segundo a sua composição química, poderia ser facilmente concluído, usando-se a relação existente entre o resíduo a 180°C e a condutividade. (32) (33)

6.2 — Determinação de radioatividade de uma água

Para exemplificar a determinação da radioatividade de uma água, tomamos uma das medidas feitas na Água Gaúcha de

Pelotas — RS, da qual tínhamos dados completos.

Foi usado um eletrômetro de Schmidt, atualmente muito pouco empregado, optando-se pelo tipo Wulf, mais sensível; isto porém não invalida os esclarecimentos a que nos propomos.

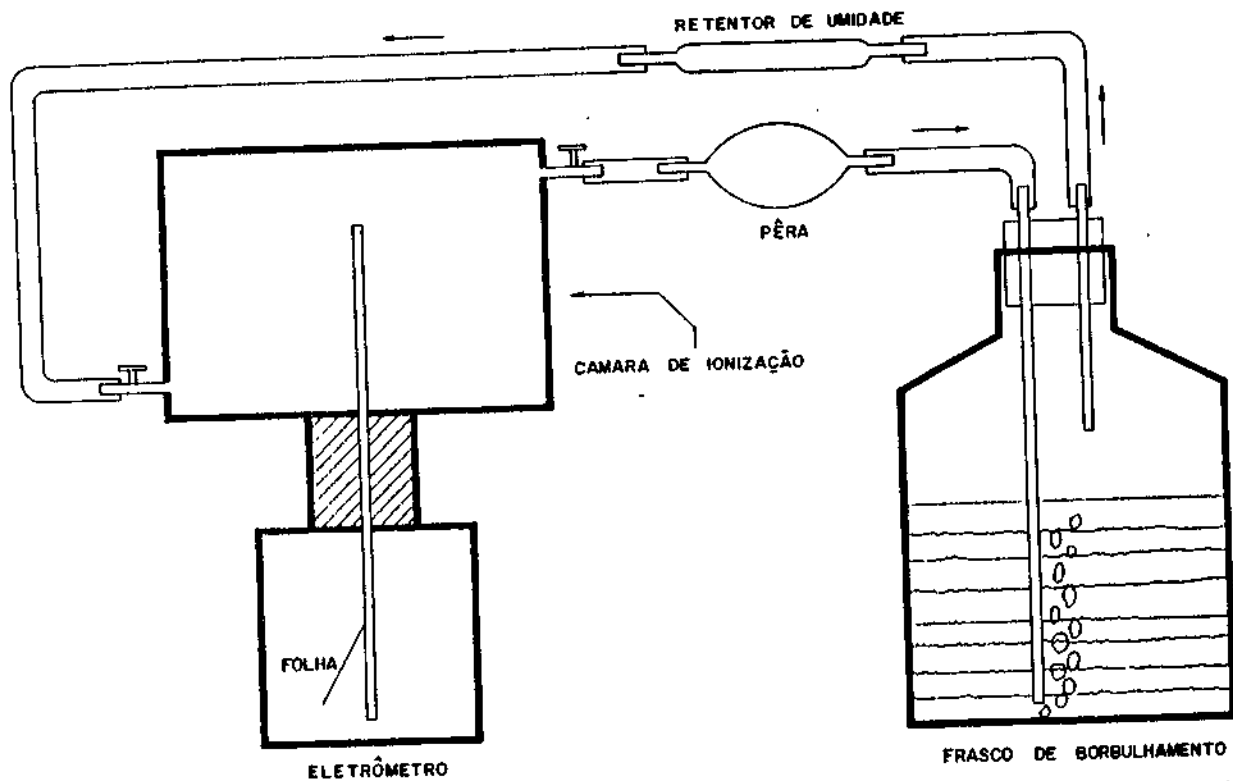


FIGURA A-1 ESQUEMA DO DISPOSITIVO PARA MEDIR RADIOATIVIDADE EM ÁGUAS

Características do eletrômetro de Schmidt usado:

- Constante da folha (ver obs. 1 na pág. 150): 0,6V/divisão
- Capacidade elétrica: (obs. 2): 6,27 F
- Fator Duane (obs. 3): 1,53
- Volume de câmara de agitação (V_1): 1700 cm³
- Volume da pera e das canalizações (V_2): 100 cm³
- Volume da câmara de ionização (V_3): 1000 cm³
- Volume da água (tomada): 700 cm³
- Temperatura da água: 25°C
- Pressão atmosférica: 760 mm de Hg

Dispersão natural (obs. 4):

graduações	tempo (segundos)
60 a 55	173
50 a 45	136
40 a 35	136
70 a 65	67

Tomamos para média do tempo de queda entre cinco graduações: 136 s.

$$\frac{0,6 \times 5}{136} = 0,0221 \text{ V/s}$$

$$DN = 0,0221 \text{ V/s}$$

Dispersão máxima

A tabela abaixo e o gráfico correspondente encerram os valores das medidas feitas no local, isto é, na fonte.

Tabela A-1

Hora da medida	Tempo da medida	Duração da queda entre as graduações 60—40 em segundos	Dispersão volt/segundo (5)
14h 15 min (coleta)	0	—	—
14h 30 min	0h 15 min	52,6	0,2281
34	19	60,4	0,1987
36	21	53,4	0,2247
38	23	49,6	0,2419
40	25	50,6	0,2371
44	29	49,2	0,2439
50	35	50,0	0,2400
53	38	47,2	0,2542
55	40	47,2	0,2542
57	42	46,6	0,2575
15h 13 min	58	48,2	0,2490
15	1h 00	47,6	0,2521
16	01	45,6	0,2632
18	03	44,8	0,2679
21	06	46,2	0,2597
46	31	43,4	0,2765
48	33	43,8	0,2740
50	35	42,8	0,2804
52	37	43,0	0,2791
15h 54 min	1h 39 min	41,4	0,2898
56	41	42,6	0,2817
57	42	42,4	0,2830
59	44	41,4	0,2898
16h 30 min	2h 15 min	43,4	0,2765
32	17	42,8	0,2804
45	30	42,8	0,2804
46	31	42,2	0,2844
48	33	42,2	0,2844
50	35	41,4	0,2898
17h 16 min	3h 01 min	42,8	0,2804
18	03	42,8	0,2804
30	15	41,4	0,2898
32	17	41,2	0,2913
33	18	41,8	0,2871
35	20	41,0	0,2927
37	22	42,88	0,2804

Construindo o gráfico com base nos dados da Tabela acima, verifica-se que ao fim de 150 minutos de medida a dispersão

estabilizou-se fornecendo portanto o valor de 0,2859 V/s lido nas ordenadas.

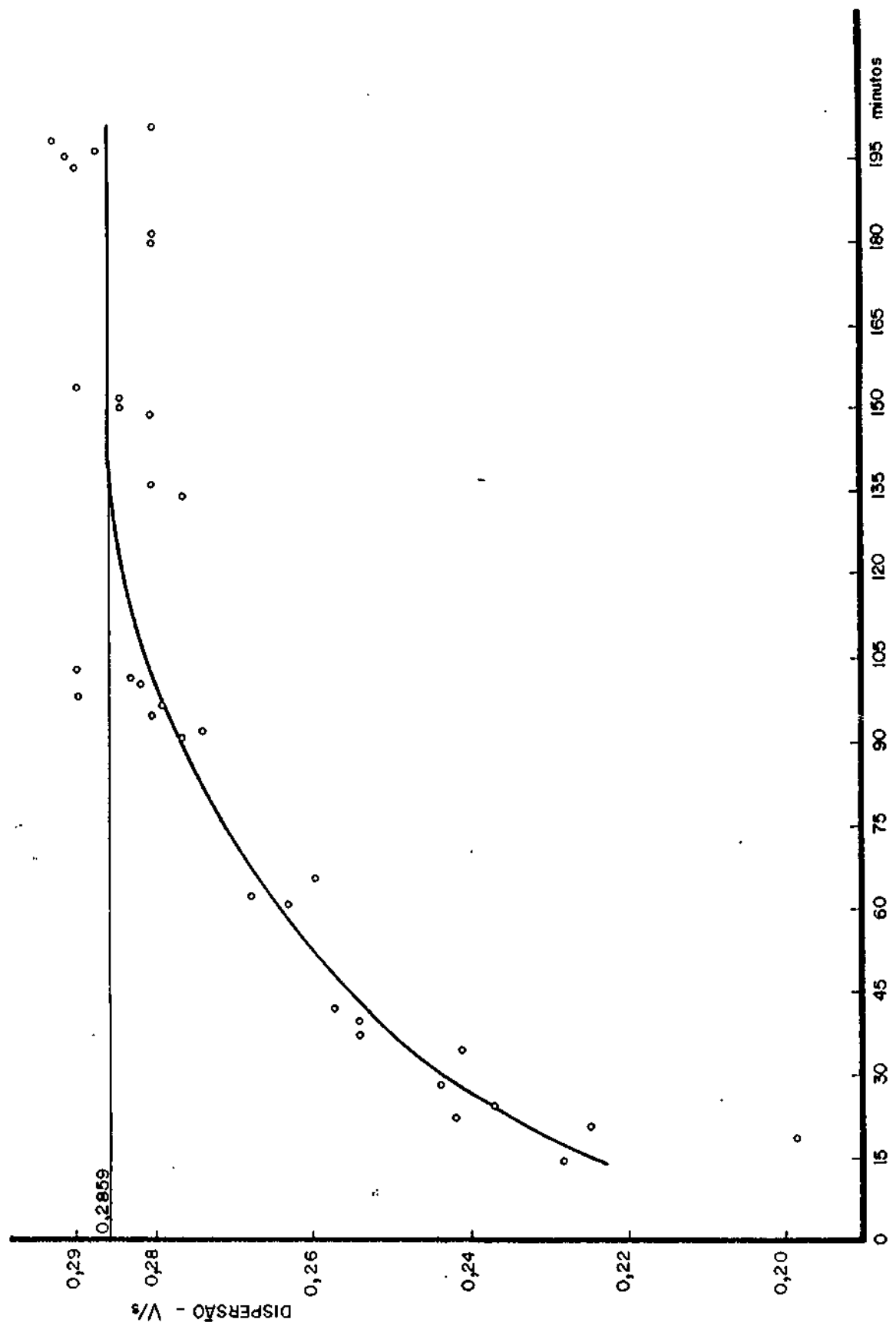


FIGURA A-2 CURVA DA EVOLUÇÃO RADIOATIVA

Nesta dispersão máxima superpõem-se a dispersão natural e a real, isto é, aquela devido ao radônio. A dispersão real é a diferença entre a máxima e a natural.

$$DR = 0,2859 - 0,0221 = 0,2638 \text{ V/s}$$

Como vamos exprimir a radioatividade em unidades mache transformamos a dispersão real (velocidade de queda de voltagem) em corrente, usando uma relação clássica.

$$I_1 = \frac{CV}{300} = \frac{6,27 \times 0,2638}{300} = 0,005513 \text{ u.e.e.}$$

Correção da temperatura e pressão

Como a dispersão, que é uma consequência da ionização do ar provocada pelas partículas emitidas pelo radônio, depende da densidade e esta é uma função da temperatura e pressão, torna-se necessário reduzi-la a condições normais. Faz-se isso mediante uma relação teórica, estabelecendo-se a pressão de 760mm de Hg e a temperatura de 20°C como padrões.

$$E = I_1 [0,0007 (p-760) + 0,002 (t-20)]$$

No caso em foco as medidas foram feitas à pressão de 760mm de Hg e à temperatura de 25°C, donde:

$$E = 0,5513 \times 10^{-4} \text{ u.e.e.}$$

$$I_2 = I_1 + E = 0,005514$$

$$I_2 = 0,005514 \text{ u.e.e.}$$

Fator Duane (ver obs. 3)

$$I_3 = I_2 \times 1,53 = 0,008436$$

$$I_3 = 0,008436 \text{ u.e.e.}$$

Correção do fracionamento devido ao tempo

Como a meia-vida do radônio é relativamente pequena (3,823 dias) é necessário considerar o radônio destruído durante o tempo da medida (em média 3h 30 min). Isto se faz facilmente mediante a expressão da evolução deste elemento radioativo, e é uma constante igual a 1,031.

$$I_4 = 0,008436 \times 1,031 = 0,008698$$

$$I_4 = 0,008698 \text{ u.e.e.}$$

Correção do depósito ativo

O radônio evolui dando como produto outros elementos que ficam adsorvidos na paredes do eletrômetro. Como estes elementos são também radioativos eles emitem radiações que vão ionizar o ar dentro da câmara. Conhecendo-se quais são esses elementos bem como as suas meia-vidas, possível calcular um fator que descont essa fonte de dispersão e forneça o valor devido exclusivamente ao radônio (0,43

$$I_5 = I_4 \times 0,43 = 0,008698 \times 0,43 = 0,003740$$

$$I_5 = 0,003740 \text{ u.e.e.}$$

Fator final de correção

As medidas de dispersão feitas referem-se ao radônio presente na câmara de ionização. É necessário, no entanto, levar em consideração tanto o gás espalhado pelas outras partes do equipamento (câmara de agitação, tubulações, pera), como a fração que ainda ficou em solução na água, mediante a relação:

$$i = \frac{1000}{W} \times \frac{V_1 + V_2 + V_3 - W}{V_3} \left(1 + \alpha \frac{W}{V_1 - W} \right)$$

i = fator corretivo

W = volume da água (tomada)

V_1 = volume da câmara de agitação

V_2 = volume da pera e canalizações

V_3 = volume da câmara de ionização

α = solubilidade do radônio na temperatura em que foi feita a medida

No exemplo em foco os valores são:

$$V_1 = 1700 \text{ cm}^3$$

$$V_2 = 100 \text{ cm}^3$$

$$V_3 = 1000 \text{ cm}^3$$

$$W = 700 \text{ cm}^3$$

$$\alpha = 0,223$$

Donde $i = 3,468$ e $I_6 = I_5 \times 3,468$

$$I_6 = 0,0130 \text{ u.e.e.}$$

Para converter em unidades mache, segundo definição, este valor deve ser multiplicado por 1000.

Radioatividade da água: 13,0 unidade mache

Observações:

1) Cada folha do eletrômetro é calibrada no laboratório; daí obtendo-se a "constante da folha".

2) A capacidade elétrica do aparelho, expressa em farad, é um valor fornecido pelo fabricante, podendo também ser determinado no laboratório.

3) É uma correção devido à adsorção das radiações pelas superfícies da câmara de ionização, interrompendo assim o seu percurso e, conseqüentemente, sua ação ionizante. É indicado pelo fabricante do aparelho.

4) É a dispersão espontânea do aparelho, isto é, a descarga observada imediatamente antes da medida, em ausência de amostra radioativa.

5) Para obter os valores da quarta coluna foram feitos os seguintes cálculos: a queda se deu entre as graduações 60 e 40, isto é, 20 graduações; como cada graduação corresponde a uma queda de 0,6V, para 20 graduações corresponderão 12V, e isto no tempo medido. Exemplificando para a medida feita às 15h 46min.

$$20 \times 0,6 = 12 \quad t = 43,4 \text{ s}$$

$$D = \frac{12}{43,4} = 0,2765 \text{ V/s}$$

6.3 — Quadros da normalização da composição química para investigação da unidade de origem ($\text{HCO}_3 = 1$)

A — Quadro das águas de Cambuquira (Parque)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ca	0,43	0,19	0,28	0,31	0,14	0,02	0,05	0,22	0,35	0,18
Mg	0,11	0,28	0,07	0,08	0,06	0,09	0,15	0,08	0,04	0,19
Na	0,65	0,18	0,58	0,57	0,51	0,51	0,46	0,86	0,36	0,29
K	0,24	0,09	0,04	0,09	0,18	0,08	0,17	0,10	0,06	0,04
Cl	0,61	0,08	0,29	0,43	0,10	0,07	0,11	0,49	0,17	0,04
SO ₄	0,00	0,00	0,00	0,21	0,00	0,00	0,05	0,04	0,02	0,01
HCO ₃	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

- 1 — Fonte Vertedouro
- 2 — Fonte Magnesiana
- 3 — Comendador Augusto Ferreira
- 4 — Regina Werneck
- 5 — Roxo Rodrigues
- 6 — A. Fernando Pinheiro
- 7 — Fonte Souza Lima
- 8 — Fonte Maria II
- 9 — Fonte Maria III
- 10 — Fonte Chácara das Rosas

B — Quadro das águas de Marimbeiro

	1	2	3
Ca	0,03	0,29	0,29
Mg	0,12	0,12	0,12
Na	0,16	0,14	0,15
K	0,01	0,06	0,06
Cl	0,00	0,00	0,00
SO ₄	0,00	0,00	0,00
HCO ₃	1	1	1

1 — Fonte nº 1
2 — Fonte nº 2
3 — Fonte nº 3

C — Quadro das águas de São Lourenço (Parque)

	1	2	3	4	5
Ca	0,13	0,18	0,14	0,09	0,15
Mg	0,12	0,10	0,14	0,17	0,13
Na	0,31	0,13	0,34	0,29	0,31
K	0,16	0,17	0,13	0,19	0,18
Cl	traços	0,03	traços	0,01	traços
SO ₄	0,00	0,01	0,01	0,06	0,01
HCO ₃	1	1	1	1	1
NO ₃	aus.	aus.	0,00	aus.	0,05

1 — Fonte Vichy
2 — Fonte Andrade Figueira
3 — Fonte Oriente
4 — Fonte Primavera
5 — Fonte não identificada

D — Quadro das águas de Lambari (Parque)

	1	2	3	4
Ca	0,35	0,46	0,40	0,48
Mg	0,25	0,26	0,23	0,33
Na	0,22	0,21	0,34	0,43
K	0,26	0,20	0,18	0,22
Cl	0,49	0,39	0,50	0,64
SO ₄	0,14	0,25	0,14	0,26
HCO ₃	1	1	1	1

1 — Fonte nº 1
2 — Fonte nº 2
3 — Fonte nº 3
4 — Fonte nº 4

E — Quadro das águas de Caxambu (Parque)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ca	0,25	0,24	0,23	0,24	0,25	0,24	0,25	0,26	0,26	0,33
Mg	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Na	0,22	0,21	0,25	0,23	0,23	0,21	0,22	0,22	0,21	0,16
K	0,16	0,18	0,18	0,19	0,14	0,16	0,14	0,14	0,15	0,05
Cl	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
SO ₄	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
HCO ₃	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
CO ₃	aus.	aus.	aus.	aus.	aus.	aus.	aus.	aus.	aus.	aus.

1 — Fonte D. Pedro
 2 — Fonte Viotti
 3 — Fonte Mayrink nº 1
 4 — Fonte Mayrink nº 2
 5 — Fonte D. Leopoldina

6 — Fonte Conde D'Eu
 7 — Fonte D. Izabel
 8 — Fonte Duque de Saxe
 9 — Fonte Beleza
 10 — Fonte Venâncio

F — Quadro das águas de Cipó e Brejo das Freiras

	1	2	3	4	5	6
Ca	4,75	8,16	8,23	10,10	7,61	traços
Mg	2,14	3,69	3,45	4,95	3,70	0,02
Na	3,09	5,65	4,63	6,13	3,81	1,30
K	0,37	0,65	0,34	0,93	0,42	0,00
Cl	16,00	25,09	25,92	34,41	24,03	0,57
SO ₄	0,11	0,07	0,18	0,09	0,07	0,04
HCO ₃	1	1	1	1	1	1
CO ₃	0,00	0,16	0,76	0,60	0,54	0,03

1 — Fonte Caldas de Cipó-BA
 2 — Fonte Prado Valadares-BA
 3 — Fonte Mangueira-BA

4 — Fonte Cacimba-BA
 5 — Fonte Musa-BA
 6 — Fonte Brejo das Freiras-PB

G – Quadro das águas de Araxá e Poços de Caldas

	1	2	3
Ca	0,00	0,00	0,03
Mg	0,01	0,01	0,00
Na	4,11	4,12	4,10
K	0,24	0,24	0,05
Cl	0,01	0,01	0,04
SO ₄	0,27	0,27	0,26
HCO ₃	1	1	1
CO ₃	1,41	1,41	1,04

- 1 – Fonte Barreiro do Araxá (sulfurosa) – Araxá
 2 – Fonte D. Beja – Araxá
 3 – Fonte Sinhazinha – Poços de Caldas

H – Quadro das águas de Pocinhos do Rio Verde e Serra Negra

	1	2	3	4
Ca	0,00	0,00	traços	0,03
Mg	traços	0,00	0,05	0,24
Na	2,65	12,83	0,00	0,85
K	0,05	1,43	0,00	0,12
Cl	0,04	0,23	0,01	0,03
SO ₄	0,18	0,20	aus.	0,02
HCO ₃	1	1	1	1
CO ₃	0,23	6,32	0,00	0,19

- 1 – Fonte Rio Verde – Pocinhos Rio Verde-Caldas
 2 – Fonte Sulfurosa nº 6 – Patrocínio – Serra Negra
 3 – Fonte Nova – Patrocínio – Serra Negra.
 4 – Fonte Pedra – Patrocínio – Serra Negra

I – Quadro das águas de Tapira e Salitre

	1	2	3	4
Ca	0,01	0,00	0,00	0,00
Mg	0,00	0,00	0,00	0,00
Na	15,29	2,79	2,42	3,57
K	1,66	0,08	0,03	aus.
Cl	0,26	0,03	0,02	0,03
SO ₄	0,66	0,14	0,12	0,69
HCO ₃	1	1	1	1
CO ₃	7,16	0,84	0,57	0,10

- 1 – Fonte (Bebedouro) – Serra do Salitre
 2 – Fonte nº 1 – Tapira
 3 – Fonte Barreiro – Tapira
 4 – Fonte Pilões – Tapira

J – Quadro das águas da Prata, Paiol e Ibirá

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ca	0,01	0,02	0,01	0,32	traços	0,01	0,00	0,01	0,01
Mg	0,00	0,06	0,01	0,22	traços	0,00	0,01	0,04	0,00
Na	1,16	0,00	1,13	0,12	1,21	1,34	1,18	3,08	4,51
K	0,01	0,01	0,01	0,11	0,01	0,07	0,01	aus.	0,03
Cl	0,04	0,03	0,02	0,03	0,03	0,33	0,03	0,10	0,10
SO ₄	0,07	0,06	0,03	0,06	0,06	0,06	0,05	0,51	0,51
HCO ₃	1	1	1	1	1	1	1	1	1
CO ₂	0,00	0,00	0,05	aus.	aus.	0,07	0,00	0,52	1,00

1 – Fonte Antiga – Águas da Prata
 2 – Fonte Nova – Águas da Prata
 3 – Fonte Platina – Fazenda Chapadão – Águas da prata
 4 – Fonte Radioativa (Empresa de Águas da Prata) – Águas da Prata

5 – Fonte do Paiol (antiga) – Águas da Prata
 6 – Fonte Paiol nº VI – Águas da Prata
 7 – Fonte do Engarrafamento – Águas da Prata
 8 – Fonte Santa Fé – Ibirá
 9 – Fonte Termas do Ibirá – Ibirá

K – Quadro das águas de Lindóia (Parque)

	1	2	3	4	5	6	7
Ca	0,41	0,14	0,18	0,17	0,35	0,17	0,11
Mg	0,05	0,25	0,11	0,10	0,13	0,12	0,38
Na	0,05	0,21	0,59	0,52	0,26	0,28	0,29
K	0,08	0,08	0,11	0,10	0,05	0,23	0,07
Cl	0,02	0,06	aus.	aus.	0,10	0,02	0,15
SO ₄	0,02	aus.	0,08	0,07	0,06	aus.	aus
HCO ₃	1	1	1	1	1	1	1

1 – Fonte Filomena
 2 – Fonte radioativa (Lindoiano Hotel)
 3 – Fonte N. S. das Brotas I
 4 – Fonte N. S. das Brotas II

5 – Fonte S. Benedito
 6 – Fonte S. Bernardo (Distrito de Lavra)
 7 – Fonte Santa Bernadete (Jardim Itarati)

L — Quadros das águas de São Pedro

	1	2	3
Ca	0,01	0,06	0,00
Mg	0,00	0,03	0,00
Na	5,10	8,96	4,51
K	0,01	0,02	0,01
Cl	3,53	5,46	3,22
SO ₄	0,10	1,12	0,00
HCO ₃	1	1	1
CO ₃	0,10	0,01	0,12

1 — Fonte Juventude
2 — Fonte Gioconda
3 — Fonte Almeida Sales

O diagrama abaixo, construído com os dados constantes dos quadros A a L, facilita a interpretação da investigação a que nos propusemos e a chegar às conclusões citadas em 3.2.

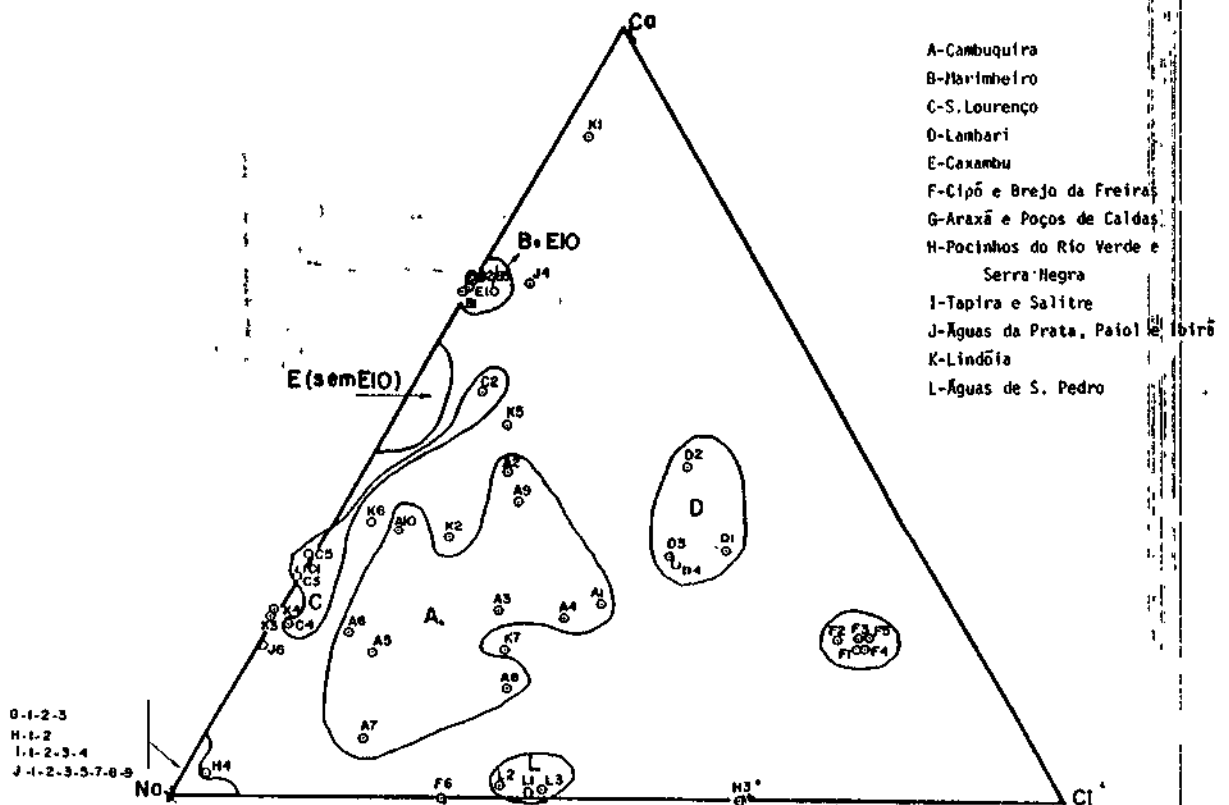


FIGURA A-3 DIAGRAMA TRIANGULAR PARA VERIFICAÇÃO DA UNIDADE DE ORIGEM

Agradecimentos — Aos colegas Luiza Maria de Araújo Barbosa e Luiz Fernando de Carvalho, pelas críticas e contribuições feitas a este trabalho, aos servidores e funcionários do Departamento Nacional da Produção Mineral, que de alguma forma me auxiliaram, e em particular a Maria da Penha Carneiro Monteiro Guedes, pela organização da bibliografia.

7-Bibliografia

7.1 – Bibliografia citada

1. HEM, John D. Study and interpretations of chemical characteristics of natural waters, 2 ed. *Geol. Surv. Water Supply Paper*, Washington (1473) 1970. 363p.
2. PACES, T. Chemical Characteristics and equilibrium in natural waters-felsic rocks – CO₂ system. *Geoch. Cosm. Acta*, London, 36 (2): 217-46, 1972.
3. CLARKE, Frank W. The Data of geochemistry, 5 ed. *Geol. Surv. B.*, Washington (770) 1924. 841p.
4. MARET, Léon. *Les Sources thermominérales; hidrogeologie géochimie biologie*. Paris, Masson, 1946. 136p. il.
5. RANKAMA, Kalervo & SAHAMA, T. H. G. *Geochemistry*. Chicago, University of Chicago Press, 1968. 788p. il.
6. BRASIL. L. P. M. Comissão de Hidrologia. *Ata dos trabalhos*. Rio de Janeiro (inédito do Arquivo da Seção de Águas Minerais do 9º D. D.N.P.M.).
7. BRASIL. Leis, decretos, etc. Código de águas minerais. (Decreto-lei nº 7841 de 8-8-1945). 3 ed. *Av. Div. Fom. Prod. Miner.*, Rio de Janeiro (91): 50-65, 1966.
8. THUIZAT, Robert. I. *Les Sources thermominérales de Chatelguyon et leur environnement géologique (Massif Central Français)* II. *Étude de la constitution isotopique de l'argon contenu dans les gaz d'accompagnement de certaines sources minérales du Puy de Dôme, de l'Allier, du Cantal et de la Creuse*. Th. présentée 7 Mai, 1973 L.U.E.R. Sciences Exactes et Naturelles de l'Université de Clermont. Clermont-Ferrand, 1973. 2v. il.
9. BILLINGS, Gale K. & WILLIAMS, H. H. Distribution of chlorine in terrestrial rocks. *Geoch. Cosm. Acta*, London, 31 (11): 2247, 1967.
10. FABRINO, Antonio de Oliveira. Aspectos da crenoterapia na Europa e no Brasil. *Publ. Com. Perm. Cren.*, Rio de Janeiro (1) 1949. 263p.
11. GUIMARÃES, Djalma. Princípios de metalogênese e geologia econômica do Brasil. *B. Div. Fom. Prod. Miner.*, Rio de Janeiro (121) 1965. 621p. il.
12. BETEJTIN, A. *Curso de Mineralogia*. Moscou, Paz, [s.d.]. 702p.
13. RÖSLER, H. J. & LANJE, H. *Geochemical tables*. Amsterdam, Elsevier, 1972. 437p. il.
14. BRINKMANN, Roland. *Geologia general*. Barcelona, Labor, 1964. 788p.
15. BROWN, I. C. ed. Groundwater in Canada. *Ec. Geol. Rep.*, Ottawa (24) 1967. 228p.
16. KRAUSKOPF, K. B. Dissolution and Precipitation of silica at low temperatures. *Geoch. Cosm. Acta*, London, 10: 1–26, 1956.

17. VERHOOGEN, J. Temperatures within the earth. In: AHRENS, L. H. ed. et alii. *Physics and chemistry of the earth*. London, Pergamon, 1956. v. 1 p. 17.
18. AUBIGNAT, André, *Les Sources thermominérales: leur hydrogéologie, leur captage*. *Ann. Mines*, Paris: 9-22, oct. 1975.
19. KRAUSKOPF, K. B. *Introduction to geochemistry*. New York, McGraw-Hill, 1967. 721p. il.
20. RHODEHAMEL, Edward C. et alii. Bibliography of tritium: studies related to hydrology through 1966. *Geol. Surv. Water Supply Paper*, Washington (1900) 1971. 174p.
21. PRADO, Luiz Cintra do. A radioatividade das fontes hydromineraes. *Ann. Esc. Polytec.*, São Paulo: 149-257, 1937.
22. ANDRADE JUNIOR, José Ferreira de. Águas mineraes brasileiras. *Miner. Metal.*, Rio de Janeiro, 2(9): 163-8, 1937.
23. MORAES REGO, Luiz Flores de. Ensaio de classificação genética das águas minerais do Brasil. (xerox, não foi possível identificar a fonte).
24. FELICISSIMO JR., Jesuino. Notas sobre a fonte Paiol, Águas da Prata. *Eng. Miner. Metal.*, Rio de Janeiro, 41 (246): 221 - 3, 1965.
25. BRASIL. D. N. P. M. PROSIG. Lista-gem standard decodificada do arquivo do Código de Mineração do D.N.P.M. Brasília, 1975/6. (Inédito).
26. FRICKE, K. & MICHEL, G. Mineral und Thermalwässer der Bundesrepublik Deutschland. In: INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS, 23., Praga, 1968. v.18 p.31-57.
27. FICHIER des sources d'eaux minérales francaises. *Ann. Mines*, Paris, sept., 1975. 148p.
28. DOWGIALLO, Jan et alii. *Mapa Wód Mineralnych Polski 1:1.500.000 Katalog Punktów dokumentacyjnych*. Warszawa, Instytut Geologiczny, 1974.
29. VALENZUELA, M. de Armijo. Águas oligominerales o de débil mineralización. In: — Compendio de hidrologia médica. Barcelona, Ed. Científico Medica, 1968. cap. 18. p.209-20.
30. MESSINI, M. e DI LOLLO, G. C. Acque minerali Lagune Peloidi Grotte. In: — Acque minerale del mondo (catálogo terapêutico) Roma. Società Ed. Universo, 1957. p.83-6.
31. *Scott's Standard Methods of Chemical Analysis*, 5 ed. New York, D. Van Nostrand, 1939.
32. CARVALHO, Luiz Fernando de. Determinação de resíduo de água pela condutividade específica. *B.L.P.M.*, Rio de Janeiro (26):53-65, 1947.
33. — & ABRÃO, Jorge João. Nova equação para determinação de resíduo de águas naturais pela condutividade. *Anais. Assoc. Bras. Quim.*, Rio de Janeiro, 28 (1-2): 149-53, 1972.

7.2 - BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

1. ALVIM, Paulo Araujo. Fontes minerais de Avaré, São Paulo, Santa Bárbara do Rio Pardo e Cerqueira. *Miner. Metal.*, Rio de Janeiro, 4 (24): 289-292, 1940.
2. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION & AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION. *Standard methods for the examination of water, sewage and industrial wastes*. 10. ed. New York, s.d.
3. AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION. *Água: tratamento e qualidade*. 2. ed. trad. por Allyrio Macedo Filho e Zadir Castello Branco. Rio de Janeiro, Livro Técnico, 1964.
4. ANDRADE JUNIOR, José Ferreira de. Águas thermo-minerais do vale do rio Itapicuru, Estado da Bahia. *B. Serv. Geol. Mineral.*, Rio de Janeiro (17): 5-32, 1926.

- 5.— Captação das fontes de São Lourenço. *B. Div. Geol. Mineral.* (4) 1942. 40p.
- 6.— Contribuição ao estudo da radioactividade das águas minerais de Araxá e de outras fontes do Estado de Minas Gerais. *B. Serv. Geol. Mineral.*, Rio de Janeiro (22) 1927. 26p.
- 7.— Estudo das fontes hydrominerais de Santa Catarina e Minas Gerais. *Rel. Annu. Serv. Geol. Mineral.*, Rio de Janeiro: 57-62, 1929.
- 8.— Radioactividade das águas minerais de Imperatriz. *B. Serv. Geol. Mineral.*, Rio de Janeiro (48): 1-17, 1930.
- 9.— Reconhecimentos geológicos dos arredores de Araxá e outros pontos de ocorrência de águas minerais. *B. Serv. Geol. Mineral.*, Rio de Janeiro (9): 65-77, 1925.
10. BRUNO LOBO, João. Águas minerais das sondagens de S. Pedro, Estado de São Paulo. *Notas Prel. Est. Serv. Geol. Mineral.*, Rio de Janeiro (4): 1-12, 1936.
- 11.— Fontes minerais de Sabá, Pernambuco. *Miner. Metal.*, Rio de Janeiro, 3(13):59-61, maio/jun., 1938.
- 12.— Relatório das investigações de controle feitas sobre a salinidade das fontes de Caxambú. *B. Lab. Prod. Min.* Rio de Janeiro (10): 16-7, anexo 3, 1938-1942.
13. CASTRO, Celso de. Águas Santas de Tiradentes, Minas Gerais. *Miner. Metal.*, Rio de Janeiro, 8 (43): 49, 1944.
- 14.— Água da fazenda do Alto do Canadá, Município de Ponte Nova. *Miner. Metal.*, Rio de Janeiro, 6 (32):91-4, 1941.
15. BRASIL. DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL. Código de Mineração e Legislação Correlativa. *Publ. esp. D.N.P.M.*, Rio de Janeiro (12) 1972.
16. CORRÊA NETO, Orozimbo. Águas termais de Mato Grosso; com estudo "in loco" das fontes de Palmeiras, Bahia do Frade e Pouro. 2. ed. Rio de Janeiro, Conselho Nacional de Proteção aos índios, 1946. 167p.
17. COSTA, Oswaldo. Águas nitradas. *R. Soc. Bras. Quim.*, Rio de Janeiro 9 (3) set., 1940.
18. FLEURY, Romeu Augusto Curado. Notícias sobre a fonte de Estiva, Municípios de Riachão, Estado do Maranhão. *Miner. Metal.*, Rio de Janeiro, 5 (29):230-2, jan./fev., 1973.
19. FOURNIER, R. Q. & TRUESDELL, A. H. An empirical Na, K, Ca geothermometer for natural waters. *Geoch. Cosm. Acta*, London, 37:1255-75, 1973.
20. GIROTTO, Alexandre. O novo Distrito Hidromineral de Passa Quatro. *B. Lab. Prod. Min.*, Rio de Janeiro, (3) 1941. 71p.
21. GUIMARÃES, José Epitácio Passos. Fontes da cidade de Lindóia. *R. Inst. Geogr. Geol.*, São Paulo, 4 (4): 383-405, 1946.
22. INSTRUCTIONS relatives aux eaux d'alimentation en général. (Circulaire du 21 Janvier 1960) relative aux méthodes d'analyse bactériologique des eaux d'alimentation (Circulaire du 15 Mars 1962) relative aux instructions générales concernant les eaux d'alimentation et la glace alimentaire.
23. KOPACZEWSKI, W. *Physico-Chimie des eaux minérales*. Paris, Gauthier Villars, 1929.
24. LEPREVOST, Alsedo & SPITZER, Reinaldo. Águas minerais bicarbonatadas mixtas. *Arq. Biol. Tecnol.*, Curitiba, 3: 67-72, 1948.
25. LONGWELL, R.C. et alii. *A textbook of Geology. Part I. Physical Geology*. New York, John Wiley & Sons, 1932.
26. LONGO, Orlando Watt. Águas radioativas do Estado de São Paulo. *O.I.G.G.*, São Paulo 19, nº único: 27-48, 1967.
27. LOPES, Renato Souza. Águas Minerais do Brasil; composição, valor e indicações terapêuticas. 2. ed. *Publ. Com. Perm. Crenol.*, Rio de Janeiro (2) 1956. 148p.

28. LOURENÇO, Oscar Bergstrom. Análises espectrográficas de águas minerais. *B. Inst. Pesq. Tecnol.*, São Paulo (26): 41-5, 1940.
29. MAFFEI, Francisco J. As águas minerais de São Pedro, São Paulo. *B. Inst. Pesq. Tecnol.*, São Paulo (26): 1-37, 1940.
30. NUNES, A. Martins. A poluição das águas termo-minerais e critério hidrogeológico de definição de perímetro de proteção. *B. Minas*, Lisboa, 11 (3): 243-5, jul./set., 1974.
31. OLIVEIRA, José Marcelino & CASTRO, Celso. Algumas águas minerais do Estado de Goiás. *B. Inst. Tecn. Ind.*, Belo Horizonte (17) 1954, 30p.
32. PACES, T. Steady-state kinetics and equilibrium between ground water and granitic rock. *Geoch. Cosm. Acta*, London, 37 (12): 2641-63, Dec., 1973.
33. PINTO, Mario da Silva. Nota prévia sobre os serviços de captação das fontes de Salgadinho, Pernambuco. *B. Secr. Agric. Ind. Com.*, Recife, 9 (2): 95-100, 1942.
34. _____. Fonte Rádio-Tório, Passa Três, Est. de Minas. *Miner. Metal.*, Rio de Janeiro, 3 (16): 215-8, nov./dez., 1938.
35. VALLE, Rómulo Zapata. Águas minerais del Peru. *Est. Esp. Serv. Geol. Min.*, Lima (1-2) 1971/2. 2v.
36. VASCONCELLOS, Moacyr de. Água Mineral: In: *Súmula das principais jazidas e ocorrências minerais do Nordeste*. Recife, 1967. p. 33-40.
37. WHITE, D. E. et alii. Chemical composition of sub-surface waters. 6. ed. *Geol. Surv. Prof. Paper* (440-F) 1963. 67p.
38. WILLER, Florencio. Nova fonte radioativa do Barreiro. Araxá, Minas "Água da Bomba". *An. Acad. Bras. Ci.*, Rio de Janeiro, 19 (4): 315-9, 1947.
39. _____. & CASTRO, Celso. Águas minerais de Tapira, Sacramento, Minas Gerais. *Miner. Metal.*, Rio de Janeiro, 8(43): 49, abr./jun., 1974.
40. _____. Águas Santas de Tiradentes, Minas Gerais. *Miner. Metal.*, Rio de Janeiro, 6 (34): 166-8, 1942.