

ESTUDO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS RASAS NA PARTE ESTE DA ILHA DE MARAJÓ — METODOLOGIA E RESULTADOS. (*)

Por: Fenzl, N. e Piuci, J.

INTRODUÇÃO

O presente trabalho é um resumo breve da Metodologia e dos primeiros resultados das pesquisas realizadas no projeto “Geohidrologia”, que faz parte do projeto “Avaliação e Utilização dos Recursos Hídricos da Ilha de Marajó”, sendo desenvolvido pelo NCGC da UFPA.

OBJETIVO

O projeto “Geohidrologia” tem dois objetivos principais:

- Um objetivo prático imediato, que consiste no dimensionamento e cálculo das características K, T, S, dos aquíferos, bem como o estudo hidroquímico das águas contidas nos mesmos.
- Um objetivo acadêmico, que consiste em reconhecer as diversas causas da instabilidade química observada no quimismo das Águas Subterrâneas, que em algumas épocas tende a comprometer a utilização e o aproveitamento do aquífero.

METODOLOGIA

Segundo os aspectos típicos da Ilha, foram escolhidos 4 áreas pilotos. Nas regiões de ausência de poços adequados à amostragem, foram implantados piezômetros, os quais permitem a observação e a amostragem regular dos aquíferos. Parte dessas perfurações serviu para aferição das sondagens elétricas efetuadas na região.

A partir de agosto de 1977, amostras de água têm sido coletadas mensalmente em vários piezômetros, poços, rios (inclusive a baía de Marajó), assim como água da chuva, e analisadas no laboratório do NCGC.

Os resultados analíticos são tratados por um programa de computação que efetua as seguintes etapas:

- Transformação dos dados obtidos (mg/l) em meq/l, mmol/l atividades das espécies iônicas.
- Classificação da Água (SCHOELLER, 1962).
- Cálculo da Força Iônica (I).
- Cálculo do CO₂ — Equilíbrio e determinação da Agressividade da água.
- Determinação dos índices de troca iônica I₁ e I₂.
- Cálculo do fator So para determinar a concentração dos sulfatos.
- Cálculo do pH — Equilíbrio e da diferença: pH_{med} — pH-Equ.
- Cálculo dos coeficientes:
$$\frac{(Ca)}{(Mg)}, \frac{(So)}{(Cl)}, \frac{(Cl)-(Na)}{(Cl)}, \frac{(Na)}{(Ca)-(Mg)}$$
- Cálculo do coeficiente de erro.

Os dados assim tratados permitem uma interpretação rápida dos resultados obtidos.

Para realizar o estudo dos diversos fatores que provocam a mudança do quimismo das Águas Subterrâneas, é necessário ampliar o programa de modo que permita uma comparação entre as **variáveis medidas do ciclo hidroquímico** e a **variação do quimismo das Águas Subterrâneas**.

Esta segunda parte do programa, atualmente está sendo desenvolvido no NCGC.

RESULTADOS

O tratamento dos dados hidroquímicos, o comportamento químico geral das águas estudadas e as mudanças de sua qualidade serão apresentadas durante a palestra através de exemplos concretos e diapositivos.

A POLUIÇÃO DAS ÁGUAS POR RESÍDUOS INDUSTRIAIS. (*)

Por: Juan Goni

— Alguns conceitos (quase todos autopomórficos).

AMBIENTE

Todos os fatores externos (e suas interações) que afetam direta ou indiretamente a vida e o desenvolvimento de um organismo.

POLUIÇÃO

Mudança das características físicas ou biológicas de ar da água e do solo que pode afetar a vida.

CONTAMINAÇÃO

Poluição autopomórfica.

POLUIÇÃO (CONTAMINAÇÃO) DA ÁGUA

Qualquer alteração, não importa qual, de suas qualidades, que afete seus usos benéficos.

— POSIÇÃO DA ECOHIDROGEOQUÍMICA

— PROPRIEDADE NOTÁVEIS DOS “OLIGOELEMENTOS”

— Contrariamente a outros macro ou micronutrientes, os oligoelementos (OE) * não podem ser sintetizados por processos biológicos.

— Existem nove elementos **essenciais** à vida: Cr — Mn — Fe — Co — Cu — Zn — Se — Mo — I.

Quatro outros são **necessários**: V (porfirinas) As (AsO₄) (síntese ATP) F (metabol. PO₄) — Mi (pigmentação).

Esta lista é incompleta; outros OE estão presentes sobretudo na água.

— Para começar, dois grandes problemas: o limite (hiper e hipocâncias) e a relação dose-efeito.

Exemplos: Se — F...

— A toxicidade ligada ao “estado de valor” de um mesmo elemento.

Exemplos: As — Cr...

— Dificuldade de experimentação “in vitro” para quantificar os limites de toxicidade. A refletir sobre os sete pensamentos de Lagerweef (1975).

— **MÉTODO DE ESTUDO DA QUÍMICA DA ÁGUA**

a) química e física preparativa.

OE — tóxico (*)

b) problema da análise.

b.1 — ligados à conservação.

— ligados ao limite analítico (micrograma/litro e nanograma/litro).

— ligados ao armazenamento da informação estatística.

— método de hoje e de ontem.

— **FORMA QUÍMICA DOS ELEMENTOS TÓXICOS**

— **MECANISMO DE TRANSPORTE DOS E.T. NAS ÁGUAS**

a) **Tipos de Transporte:** iônico — adsorvide — ligados à matéria orgânica (organometálica) — película metálica — composto químico em suspensão — mineralogia da água.

b) **Dispersão química e geoquímica**

c) **Significado geoquímico dos E.T. nas águas**

— **TOXIDADE E ELEMENTOS EM TRAÇOS**

a) **Complexidade do estudo**

Interações iônicas

b) **Mercúrio, fluor, cádmio, chumbo, cromo no meio natural.**

Ciclos geoquímicos e antropomórficos. Estudo da distribuição desses elementos nas águas e na matéria em suspensão. Relação dose efeito.

c) **Mineralogia da água** — Amianto na água.

METODOLOGIA PARA O ESTUDO REGIONAL DE HIDROGEOQUÍMICA. (*)

Por: Dr. Pedro Lohn

— Metodologia para hidroquímica e investigação regional.

— Conveniência e necessidade de um estudo hidroquímico regional.

Preparação de entidades específicas em estudos e avaliação hidroquímica integral.

— Formação de profissionais hidroquímicos a nível regional.

Material disponível, dados hidroquímicos básicos e importância da coleta de dados destinados à avaliação integral dos recursos hídricos subterrâneos. Programas e métodos de amostragem. Preservação de amostras. Análise química de campo e laboratório — Arquivo.

— Principais mecanismos que regulam os constituintes minerais principais de uma água subterrânea. Sistema físico químico básico “rochas-água”. Outros fatores que condicionam a composição de uma água subterrânea.

— Métodos de avaliação hidroquímica. Seleção de metodologia de dados e informações. Métodos analíticos e gráficos.

— Sistemas de informação química. Dados de hidrologia que interferem nos estudos hidrogeológicos. Dados químicos.

Planilhas: Operações e dados.

— Análise regional da qualidade das águas subterrâneas. Métodos de avaliação. Métodos gráficos e computáveis.

— Introdução ao estudo de hidrologia superficial. Estudo hidroquímico de uma bacia hidrográfica superficial com a relação qualidade de água subterrânea — qualidade de água superficial.

(*) Resumos das Conferências proferidas no Seminário “Controle de Qualidade das Águas Subterrâneas” realizado na CETESB no período de 05 a 09 de março de 1979, sob os auspícios da Organização Mundial da Saúde, Organização Pan-Americana da Saúde, Associação Brasileira de Águas Subterrâneas e Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento.

RESULTADOS OBTIDOS PELOS GRUPOS DE TRABALHO

I — DOS GRUPOS

1. Poluição de Aquíferos por Resíduos Industriais
— **Coordenador:** Geol. José Pompeus dos Santos (IPT)
— **Consultor:** Dr. Juan Goni (BRGM)
— **Secretário:** Dr. Uriel Duarte (IGUSP)
2. Controle de Qualidade das Águas Subterrâneas.
— **Coordenadores:** Dra. Maria Szikszay (IGUSP) e
Benedito Waldir Ramos (DNPM)
— **Consultor:** Dr. Emanuel Idelovitch (TAHAL)
3. Metodologia Para o Estudo Regional de Hidrogeoquímica
— **Coordenador:** Geol. Gerôncio Rocha (DAEE)
— **Consultor:** Dr. Pedro Lohn (CRAS ARGENTINA)
— **Secretário:** Eng. Edmundo G. Agudo (CETESB)

II — DOS TEMAS

1. Grupo n.º 1
— Presenças
— Proteção
— Metodologia
— Documentação — Divulgação
2. Grupo n.º 2
— Importância da preservação
— Recursos Humanos e Materiais
— Mecanismos de ação
3. Grupo n.º 3
— Estágio dos conhecimentos no Brasil, identificação de
problemas e dificuldades
— Necessidade e importância dos estudos
— Diretrizes Básicas

CONTROLE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Por: José Pompeu dos Santos
Juan Goni
Uriel Duarte

RELATÓRIO DE ATIVIDADE

Poluição de aquíferos por resíduos industriais

0. Trabalho sistemáticos de vulnerabilidade
1. Prevenção
2. Proteção (Dar prioridade a áreas críticas)
3. Metrologia (mesmo standards em todo mundo)
4. Documentação (criando campos de pesquisas em campos onde não se notam resoluções, incentivando a publicação)

RECOMENDAÇÕES:

1 — Prevenção

Constituição de um corpo consultivo oficial a nível nacional para emitir parecer técnico sobre planejadores (urbanos, industriais e rurais) quanto à localização de suas obras, com o objetivo de preservar as qualidades das águas, tanto superficiais quanto subterrâneas, proibindo-se a priori a disposição indiscriminada no solo de resíduos industriais, in natura ou tratados.

O meio principal deste corpo será a confecção de mapas hidrogeológicos e de vulnerabilidade, princípio básico da prevenção à poluição dos aquíferos.

2 — Proteção

Constituindo o grupo acima citado e com o fruto de trabalhos de cartografia hidrogeológica sistemática (mapas). Prever a Constituição de um grupo de trabalho incumbido do combate às poluições acidentais, com intervenções técnicas de emergência, prevendo locais de disposição de rejeitos, ou métodos capazes de neutralizar ou eliminar as causas.

3 — Metrologia

Desenvolvimento no nosso País de laboratórios regionais capazes de analisar, com sensibilidade de mg/l e microg/l, diferentes poluentes, orgânicos e minerais. Desenvolvimento de novas tecnologias tem que ser não só com respeito às medidas de poluentes, mas também a sua origem. Como novas tecnologias temos a geoquímica isotópica e microscopia ótica e eletrônica da matéria em suspensão na água (minerais fibrosos).

4 — Difusão

Difusão, por parte da ABAS, de problemas específicos de poluição de aquíferos propiciando condições de prevenção ou correção em casos semelhantes.

5 — Unidades Centralizadas

Objetivando reduzir a interferência sobre os aquíferos pela disposição indiscriminada de resíduos de pequenas indústrias, sugere-se incentivar a reunião ou coleta de resíduos compatíveis, para tratamento racional e

econômico em unidades centralizadas, sendo recomendável um estudo hidro-geológico integral antes da localização das citadas obras de coleta e tratamento.

6 — Campanhas de Informação do Público

Que seja efetuadas campanhas junto à população, em todos seus níveis, esclarecendo que as atividades de proteção e prevenção à poluição de aquíferos não são incompatíveis com o desenvolvimento industrial, sendo sim necessário um assessoramento de técnicos especializados que poderão sugerir soluções concretas a serem tomadas de imediato ou futuras.

RELATÓRIO DE ATIVIDADE

Controle de qualidade das águas subterrâneas

Por: Maria Szikszay

Emanuel Idelovitch

Gilberto Veronese

1 — Importância da preservação da qualidade das águas subterrâneas.

Tendo em vista ser uma poluição que ocorre a longo prazo (anos), após o aquífero ser atingido a recuperação é praticamente inviável.

— Considerando ser uma fonte alternativa de abastecimento de capacidade inesgotável e de qualidade em geral, superior às águas superficiais.

— Considerando ser um recurso que pode ser desenvolvido em etapas (investimentos e expansão da capacidade) de acordo com as demandas.

— Facilidade em tornar a água potável com simples desinfecção.

— Magnitude do recurso águas subterrânea como reserva de água futura (Deterioração progressiva das águas superficiais exigindo cada vez maiores gastos em tratamento).

Por tratar-se de recurso de grande alcance social e econômico e de utilização sempre crescente.

2 — Entidades Responsáveis pelo controle da qualidade

Diretrizes gerais definidas por decreto lei federal a nível de ministério que regulamente a matéria elaborada pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (se considerarmos água subterrânea como recurso mineral) delegando responsabilidades e poderes a órgãos federais e regionais.

Em relação à exploração, preservação e uso as companhias de saneamento estaduais devem exercer legislação própria, em consonância com a federal, podendo ser mais restritivas, de acordo com as particularidades regionais.

— Órgão normalizador a nível federal

— Complementação e execução estadual

3. Recursos Humanos e Materiais necessários

3.1. Recursos Humanos

Os estudos de preservação da qualidade das águas subterrâneas devem ser desenvolvidos por equipes interdisciplinares.

Tal equipe deve possuir um coordenador com visão geral sobre problemas ambientais, e os seguintes profissionais:

a) **Hidrogeólogo:** Estudo dos movimentos (fluxos) de água no aquífero. Determinação dos coeficientes característicos e perfis do solo. Estudos dos níveis do aquífero e caracterização textural da camada não saturada, onde se desenvolve a maior atividade de degradação dos poluentes.

b) **Geoquímico:** Estudos do "back ground" (composição química natural da água dos aquíferos) Relações rocha-água. Dissolução de sais pela circulação da água no aquífero, etc.

c) **Eng.º Sanitarista:** Estudo de caracterização das fontes de poluição externas (Industrial, Doméstica-lixo, esgoto, Agricultura e Pecuária).

d) **Eng.º Químico:** Interpretação de dados de análise. Sugestão de tratamentos alternativas de efluentes contaminados a fim de eliminar focos de contaminação dos aquíferos.

e) **Geógrafo e Agrônomo:** Estudos de ocupação do solo por diferentes culturas e atividades. Determinação das dosagens. Apoio de laboratório e processamento de dados (computação) de adultos e praguicidas nas diferentes culturas. Distribuição dos rebanhos e quantificação da poluição pecuária.

3.2 Materiais Necessários

3.2.1. Equipamentos do Campo

Basicamente para amostragem em poços e piezômetros especialmente instalados para essa finalidade.

— Equipamento para coleta em profundidade.

— Equipamentos para análises simples no local (pH, temperatura, condutividade).

— Frascos apropriados para a coleta da quantidade de água apropriada para cada tipo de análise.

— Equipamentos para manutenção dos poços de observação.

— Aparelhos automáticos para registro contínuo do nível piezométrico.

3.2.2 Equipamentos de laboratório

Para análise dos parâmetros correntes e de interesse de acordo com o tipo de poluição característica das áreas em estudo.

— Estudo macro regionais

4. Técnicas de Controle

Determinação de uma rede de monitoramento para acompanhar a longo prazo a variação dos indicadores de poluição em função da localização das fontes de poluentes.

— localização de poços de amostragem em função do fluxo do aquífero. Utilização de preferência de poços pré-existentes. Se necessário perfurar poços de observação.

Estabelecer um programa bem definido de monitoramento onde deve constar:

- Local de coleta (poço, profundidade)
 - Parâmetros a serem analisados por local
 - Frequências de amostragens por poço e parâmetros (mais frequência para os parâmetros mais variáveis).
 - Limites de detecção dos métodos analíticos em função da precisão requerida no estudo.
 - Monitoramento das fontes de poluição.
 - Iniciar o estudo em escala macro-regional, delimitando as áreas críticas e nessas concretizando os estudos no aquífero e nas fontes de poluição e tomando as medidas para preservação da qualidade nessas áreas.
 - Definir os parâmetros mais significativos para controle (traçadores) da poluição de acordo com a área de estudo.
5. Medidas práticas a serem recomendadas para preservação da qualidade das águas subterrâneas.
- Educação para desenvolvimento de uma consciência ecológica em relação a esse importante recurso natural.
 - Na aprovação de projetos de tratamento de novas fontes poluidoras, o risco desse tratamento vir, a longo prazo, poluir o aquífero.
 - Conscientização a nível municipal sobre localização e técnicas para disposição dos resíduos sólidos.
 - Recomendação de doses (taxas) de aplicação de defensivos agrícolas e adubos na agricultura de acordo com a vulnerabilidade da área em relação às águas subterrâneas.
 - Conscientizar os industriais sobre a disposição de resíduos sólidos e industriais contaminantes em determinadas áreas (lodos de sistemas de tratamento, substâncias tóxicas, etc.).
 - Medidas para construção, operação e manutenção de poços e desativação de poços de maneira a não se tornarem focos de poluição do aquífero.

RELATÓRIO DE ATIVIDADE

Metodologia para o estudo regional de hidrogeoquímica

Por: Gerônimo Rocha
Pedro Lohn
Edmundo G. Agudo

1. Bancos de dados como utilidade pública e organizador por bacias.

Atualmente são poucas as entidades que realizam estudos hidroquímicos regionais. O Brasil encontra-se ainda num estágio primário neste campo, especialmente no conhecimento da dinâmica química da água.

Existe uma grande diversificação de entidades seja a nível estadual, regional ou federal — atuando teoricamente segundo os mesmos objetivos, porém, dissociadas nas práticas, gerando a superposição de trabalhos, programas e planos.

Verifica-se a falta de intercâmbio e integração técnica, a nível regional e nacional. Os técnicos que atuam neste campo devem tomar a si a iniciativa de promover a coordenação dos programas de trabalho de interesse comum.

Constata-se a inexistência de regulamentos e de controle efetivo das perfurações realizadas no território. Mais ainda: inexistente uma política de exploração nacional do recurso hídrico.

Inexistente a mentalidade de gerência de bacias, que adote a bacia hidrográfica como unidade básica do estudo.

É uma necessidade reclamada a implantação, a nível regional e nacional, de bancos de dados de recursos hídricos, de utilidade pública.

O não entendimento desta concepção fundamental do papel e do objetivo maior do estudo hidroquímico pode gerar distorções em dois sentidos opostos: o da "especialização", vendo o estudo como um fim em si mesmo, e, por outro lado, o confinamento a uma idéia estreita, da simples determinação de parâmetros de qualidade de água, que não é senão uma das consequências do estudo:

2. A hidroquímica deve ser concedida como uma parte integrante de cronograma de avaliação dos recursos hídricos globais, tanto em quantidade como em qualidade.

O conhecimento de um recurso hídrico subterrâneo implica no estudo dos recursos superficiais que lhe dão origem, da geometria da bacia que o armazena, da dinâmica que regula seu movimento e da quantidade e qualidade. Por isso é necessário estudá-lo de forma integrada, para o que não é conveniente a divisão artificial (político-administrativa). Deve-se seguir a divisão por bacias hidrográficas e, dentro delas, das bacias de água subterrânea.

Para o estudo das bacias de água subterrânea é necessária a coordenação entre entidades e equipes técnicas, evitando a separação por divisões política-administrativas.

O conhecimento básico de um recurso hídrico subterrâneo pressupõe a formação de uma equipe interdisciplinar básico (geólogos, hidrólogos, hidroquímicos e aqueles especialistas necessários em função dos projetos em desenvolvimento, de modo a atingir os objetivos do programa quanto ao manejo e conservação do recurso.

O estudo hidroquímico geralmente fornece as bases para a exploração de uma bacia de água subterrânea, em função da dinâmica química, da qualidade e do uso da água. Porém, para se chegar, de forma racional, a estabelecer as condições de preservação, manejo e exploração, é necessário e urgente implementar uma regulamentação sustentada no conhecimento técnico dos recursos hídricos e nos aspectos legais.

3. A fim de estabelecer uma atuação unificada pela base deve-se definir, a nível nacional, os seguintes subsídios:

- a) sistemática e métodos de amostragem;
- b) standard de análises físico-químicas e biológicas básicas;
- c) padronização na expressão de resultados analíticos;
- d) sistematização, armazenamento e apresentação de dados;
- e) escala de trabalho no estudo hidroquímico regional.

Recomendações

1. Que, desde já, a ABAS, através da criação de um grupo de trabalho tome a si a responsabilidade de efetuar um levantamento de todas as instituições que trabalham no campo dos recursos hídricos no país e dos programas de trabalho em desenvolvimento.

2. Que o referido grupo de trabalho desenvolva todo esforço no sentido de reunir os profissionais que efetivamente trabalham na área para elaborar os subsídios básicos propostos neste relatório, quais sejam:

- a) sistemática e métodos de amostragem;
- b) análises físico-químicas e biológicas básicas;
- c) padronização na expressão de resultado analíticos;
- d) sistematização, armazenamento e apresentação de dados;
- e) escala de trabalho no estudo hidroquímico regional.

3. Que se desenvolvam gestões junto aos organismos federais, de modo a garantir que a execução de todo poço deva obedecer as seguintes exigências mínimas:

- a) perfil construtivo e descrição litológica;
- b) ensaio de vazão;
- c) determinação físico-químicas: no campo: pH, temperatura e condutividade; no laboratório: pH, temperatura, condutividade, cátions e ânions principais;
- d) outras determinações, estabelecidas em função do uso da água.

4. Promover incentivo ao desenvolvimento de equipamentos nacionais, para monitoramento de qualidade das águas.

5. Promover o treinamento de profissionais de nível médio e superior em hidroquímica, preferentemente associado à execução de projetos regionais, mediante acesoramento de especialista nacionais e estrangeiros.

Proposta (para ser submetida ao plenário)

Que seja escolhido e aprovado em plenário o grupo de trabalho, dentre os associados da ABAS, para por em prática as recomendações propostas.

Estágio atual da Hidroquímica no Brasil

Em geral, os estudos hidroquímicos regionais no Brasil, encontram-se ainda numa fase primária, especialmente no conhecimento da dinâmica química.

A hidroquímica deverá ser integrada como mais uma disciplina de trabalho para que o conjunto interdisciplinário de trabalho, consiga uma evolução integrada dos recursos hídricos subterrâneos, tanto em qualidade como em quantidade.

Estudo hidrogeoquímico regional

1. Da necessidade e importância

A hidrogeoquímica é o estudo da composição da água subterrânea e de sua evolução e modificação ao percorrer as rochas. O estudo hidrogeoquímico somente ganha sentido e consistência quando faz parte de um programa de conhecimento dos recursos hídricos de uma bacia. Entendida em seu aspecto essencial, o estudo hidrogeoquímico adquire importância fundamental no conhecimento do que ocorre na bacia. De outra parte, o não entendimento desta concepção do papel e do objetivo maior do estudo, pode gerar distorções em dois sentidos opostos: de um lado a tendência a desenvolver uma especialização, ver o estudo como um fim em si mesmo ou, por outro lado, incorrer idéia estreita da determinação de parâmetros da qualidade da água, que não é senão uma consequência do estudo.

Um estudo hidroquímico conjuntamente ao conhecimento hidrológico e geológico fornece o nível de base para um manejo nacional dos recursos hídricos subterrâneo e superficial. Subministrar a informação necessária sobre a dinâmica química para manejar, explorar e preservar a qualidade de um recurso subterrâneo.

Identificação de Problemas e dificuldades existentes no campo da Hidroquímica no País.

1. Falta de integração a nível regional e nacional.
2. Necessidade de coordenação.
3. Inexistência de normas e de controle das perfurações.
4. Inexistência de uma política de exploração racional do recurso hídrico.
5. Inexistência de uma mentalidade de gerências de bacias, adotando como critério base de estudo, a bacia hidrográfica.
6. Necessidade de implantação de banco de dados de recursos hídricos regional e nacional, de caráter público.

Sugestões com vistas a unificação de trabalhos

1. Necessidade de exigir para todo poço:
 - a. Cátions, ânions, condutividade ou Resíduo sólido, pH, T e outros parâmetros específicos, em função da utilização da água;
 - b. Perfil litológico;
 - c. Ensaio de vazão.
2. ABAS — deverá realizar um levantamento de todas as instituições que trabalham no campo de recursos hídricos no País, e promover uma reunião nacional dos profissionais que operam nesse campo.