



**REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL**  
**MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA**  
**DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL**

**RELATÓRIO FINAL DE PESQUISA PARA ÁGUA  
MINERAL E POTÁVEL DE MESA**

**BRASÍLIA-DF**  
**1994**



D.N.P.M. - RECIFE

4415477

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL  
DIVISÃO DE GEOLOGIA  
SERVIÇO DE EXPLORAÇÃO MINERAL E METALOGENIA  
SEÇÃO DE HIDROGEOLOGIA

APRESENTAÇÃO

Esta publicação, elaborada pela Seção de Hidrogeologia da Divisão de Geologia, com a participação dos técnicos das Unidades Regionais de Mineração do MME, colaboração do INMETRO e CPRM, tem como finalidade disciplinar e uniformizar a apresentação do Relatório Final de Pesquisa para Água mineral e potável de mesa.

**RELATÓRIO FINAL DE PESQUISA PARA ÁGUA MINERAL  
E POTÁVEL DE MESA**

ELMER PRATA SALOMÃO

Diretor do Departamento Nacional  
da Produção Mineral

Instruções para elaboração:

Colaboração

I- Roteiro do Relatório

II- Manual Explicativo

GERSON DE OLIVEIRA - INMETRO - Químico - Janeiro/91  
GIUSEPPINA G. DE ARAÚJO - Geóloga - CPRM - Janeiro/91  
LAURO DE OLIVEIRA SILVA JÚNIOR - Químico - CPRM - Janeiro/91

Brasília-DF

1994

ELABORAÇÃO:  
DIVISÃO DE GEOLOGIA  
Setor de Atividades Nucleares, Quadra 01 - Bloco B  
Telax: 013.870 - MME FAX: (061) 225.8234  
70.040-501 - Brasília (DF) - Brasil



**Ministro Interino de Minas e Energia**

*JOSÉ ISRAEL VARGAS*

**Diretor do Departamento Nacional da Produção Mineral**

*Geól. ELMER PRATA SALOMÃO*

**Coordenador Geral de Geologia e Produção Mineral**

*Geól. JORGE ANTONIO ZIR FILHO*

**Chefe da Divisão de Geologia**

*Geól. BENEDICTO WALDIR RAMOS*

**Chefe do Serviço de Exploração Mineral e Metalogenia**

*Geól. EMANUEL TEIXEIRA DE QUEIROZ*

**Chefe da Seção de Hidrogeologia**

*Geól. ADELINO GREGÓRIO ALVES*

***Equipe Executora***

ADELINO GREGÓRIO ALVES - Geólogo - DNPM/Sede - Brasília  
ALARICO ANTÔNIO FROTA MONT'ALVERNE - Geólogo - SEMIN/MME/PE  
ALÍPIO AGRA LIMA - Engenheiro de Minas - SEMIN/MME/PE  
EDSON LUIZ AVILA - Geólogo - SEMIN/MME/SC  
ELIANE DOS SANTOS - Geóloga - SEMIN/MME/SC  
EMANUEL TEIXEIRA DE QUEIROZ - Geólogo - DNPM/Sede - Brasília  
FERNANDO ANTONIO DA COSTA ROBERTO - Geólogo - SEMIN/MME/CE  
LUIZ ALBERTO MÜLLER - Geólogo - DIMIN/MME/RS  
JOSÉ WALTER ALECRIM FANTINI - Engenheiro Químico - SEMIN/MME/PE  
MARIA NADIR PINHEIRO - Química - DNPM/Sede - Brasília  
SONJA DUMAS RAUEN - Engenheira Química - DIMIN/MME/SP  
VALTERCIO MAGALHÃES NOGUEIRA - Advogado - DNPM/Sede - Brasília



442547  
D.M.M. - Recife

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL  
DIVISÃO DE GEOLOGIA  
SERVIÇO DE EXPLORAÇÃO MINERAL E METALOGENIA  
SEÇÃO DE HIDROGEOLOGIA

Ministério de Minas e Energia  
Diretor do Departamento Nacional da Produção Mineral  
Gen. ALVARO FRATA

Coordenador Geral de Geologia e Produção Mineral  
Gen. ALVARO ANTONIO DE OLIVEIRA

Chefe da Divisão de Geologia  
Gen. BENEDITO ALBUQUERQUE

Chefe do Serviço de Exploração Mineral e Metalogenia  
Gen. EDUARDO DE OLIVEIRA

RELATÓRIO FINAL DE PESQUISA PARA ÁGUA MINERAL  
E POTÁVEL DE MESA

Colaboração

- GERSON DE ANDRADE NOVAES - Químico - INMETRO/Rio de Janeiro/RJ
- GIUSEPPINA G. DE ARAÚJO - Geóloga - CPRM/Rio de Janeiro/RJ
- LAURO DE OLIVEIRA SILVA JÚNIOR - Químico - CPRM/Rio de Janeiro/RJ

ELABORAÇÃO:

DIVISÃO DE GEOLOGIA  
Setor de Autarquias Norte, Quadra 01 - Bloco B  
Telex: 613.870 - MME FAX: (061) 225.8274  
70.040-901 - Brasília (DF) - Brasil



## 1 - ROTEIRO DO RELATÓRIO

### APRESENTAÇÃO

#### A) IDENTIFICAÇÃO DO PROCESSO

Esta publicação, elaborada pela Seção de Hidrogeologia da Divisão de Geologia com a participação dos técnicos das Unidades Regionais de Mineração do MME e colaboração do INMETRO e CPRM, tem como finalidade disciplinar e uniformizar a apresentação do Relatório Final de Pesquisa para água mineral e potável de mesa.

Esse roteiro pretende, além de orientar os técnicos das Empresas de Mineração e os profissionais liberais quanto aos aspectos que devem ser avaliados na elaboração do Relatório, possibilitar a sua análise, conforme prescrevem os Códigos de Mineração, de Águas Minerais e Legislações Correlatas.

- a. Denominação do imóvel
- b. Distrito
- c. Município
- d. Unidade da Federação
- e. Área em hectares

**ELMER PRATA SALOMÃO**  
*Diretor do Departamento Nacional  
da Produção Mineral*

#### C) IDENTIFICAÇÃO DO TITULAR

- a. Nome
- b. Grupo Empresarial
- c. Endereço
- d. Técnico responsável pela pesquisa

#### D) NOVO MEMORIAL DESCRITIVO DA ÁREA REDUZIDA AOS LIMITES DA ÁREA PESQUISADA (SE NECESSÁRIO)



## I - ROTEIRO DO RELATÓRIO

### A) IDENTIFICAÇÃO DO PROCESSO

- a. Número do Processo
- b. Número do Alvará de Autorização de Pesquisa
- c. Data da publicação no D.O.U.
- d. Substância mineral requerida

### B) LOCALIZAÇÃO DA ÁREA

- a. Denominação do imóvel
- b. Distrito
- c. Município
- d. Unidade da Federação
- e. Área em hectares

### C) IDENTIFICAÇÃO DO TITULAR

- a. Nome
- b. Grupo Empresarial
- c. Endereço
- d. Técnico responsável pela pesquisa

### D) NOVO MEMORIAL DESCRITIVO DA ÁREA REDUZIDA AOS LIMITES DA ÁREA PESQUISADA (SE NECESSÁRIO)



## **1. GENERALIDADES**

### **1.1. Introdução**

## **2. TRABALHOS DE INVESTIGAÇÃO HIDROGEOLÓGICA**

- 2.1. Trabalhos Anteriores
- 2.2. Levantamento Geológico
- 2.3. Levantamento Geofísico
- 2.4. Clima
- 2.5. Vegetação
- 2.6. Hidrologia
- 2.7. Geomorfologia
- 2.8. Sondagem
- 2.9. Levantamento Hidroquímico
- 2.10. Topografia
- 2.11. Caracterização do Aquífero
- 2.12. Caracterização do ponto d'água e da caixa de captação

## **3. QUALIDADE DA ÁGUA**

## **4. GÊNESE DA JAZIDA DE ÁGUA SUBTERRÂNEA**

## **5. INVESTIMENTOS REALIZADOS NA PESQUISA**

## **6. COMENTÁRIOS SUCINTOS SOBRE A EXEQUIBILIDADE ECONÔMICA DA LAVRA**

- 6.1. Infra-estrutura
- 6.2. Aspectos mercadológicos
- 6.3. Projeto de exploração da água (captação definitiva com a casa de proteção)
- 6.4. Estimativa sobre os investimentos, receitas e custos
- 6.5. Comentários sobre financiamento (se houver)



6.6. Estimativa da vida útil do projeto

6.7. Através do Fluxo de Caixa Analítico apresentar valores e rentabilidade financeira utilizando cálculos de Valor Atual e Taxa Interna de Retorno. Comentários sobre a Taxa de Atratividade.

6.8. Conclusões

## **7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

## **8. ANEXOS**

8.1. Planta de Situação e Planta de Detalhe

8.2. Mapa Geológico

8.3. Mapa Hidrogeológico com perfil

8.4. Ficha do Poço (Padrão SISON/SIHIDRO/DNPM)

8.5. Perfil geológico do poço

8.6. Perfil construtivo do poço e equipamentos instalados (revestimentos, filtros, pré-filtros, cimentação, bomba, proteção sanitária etc.)

8.7. Planta de detalhe da captação por caixa, registrando com fotografias todas as etapas da construção

8.8. Boletins de análises químicas, físicas, físico-químicas, e bacteriológicas



## II - MANUAL EXPLICATIVO

### A - IDENTIFICAÇÃO DO PROCESSO

Ao ser protocolado no DNPM-Sede ou Delegacias do MME nos Estados, o Relatório Final de Pesquisa deverá conter os dados essenciais para que possa ser juntado ao processo de origem. Assim, deverá trazer o número do processo, número do Alvará de Autorização de Pesquisa, data de publicação no D.O.U. e designação da(s) substância(s) requerida(s) e da(s) substância(s) pesquisada(s).

### B - LOCALIZAÇÃO DA ÁREA

Devem constar do corpo do Relatório dados que permitam localizar a área requerida e pesquisada como: denominação do imóvel, distrito, município e unidade da federação. Também deverá ser fornecido o tamanho da área em hectares, bem como uma descrição das vias de acesso.

### C - IDENTIFICAÇÃO DO TITULAR

Deverá ser fornecido o nome do titular, endereço, grupo empresarial ao qual pertence e dados que permitam identificar e contactar o técnico responsável pela pesquisa.

### D - NOVO MEMORIAL DESCRITIVO DA ÁREA REDUZIDA AOS LIMITES DA ÁREA PESQUISADA

Se a área requerida não foi totalmente pesquisada, em vista da ocorrência da jazida em apenas parte daquela, o titular deverá apresentar um novo memorial descritivo somente para a área da jazida.



## 1. GENERALIDADES

### 1.1. Introdução

Neste tópico, o titular deverá descrever os eventos históricos do processo desde o requerimento de pesquisa (data de protocolização) até o início efetivo da pesquisa. Deverá ser descrito o uso e a finalidade da substância mineral pesquisada, se para balneário e/ou engarrafamento.

## 2. TRABALHOS DE INVESTIGAÇÃO HIDROGEOLÓGICA

Por trabalhos de pesquisa hidrogeológica entende-se o conjunto de operações que permitam a localização de aquíferos dos quais é possível obter água em quantidade e qualidade adequadas para uma determinada finalidade.

O estudo hidrogeológico tem por base definir a estrutura geológica, estratigrafia, litologia, tectônica, geomorfologia, assim como o clima, hidrografia e outros fatores naturais e artificiais que determinam as condições de formação, jazimento, difusão, movimento, recarga e descarga das águas subterrâneas.

### 2.1. Trabalhos Anteriores

Envolve basicamente a busca de dados anteriormente cadastrados e a pesquisa bibliográfica onde deverão ser consultados os trabalhos de geologia, hidrogeologia, geomorfologia, clima e vegetação efetuados por empresas públicas e privadas, próximo à área de interesse.

### 2.2. Levantamento Geológico

O levantamento hidrogeológico pode ser executado sobre uma base geológica já existente, desde que esta seja confiável e em escala adequada à área a ser pesquisada, ou junto com o levantamento geológico. Nesta etapa, poderá ser definida a escala do levantamento, que irá depender do grau de complexidade e do estudo das condições hidrogeológicas de uma dada região, finalidade do levantamento e das condições técnico-econômicas para a realização deste estudo.

A interpretação de fotografias aéreas constitui um dos instrumentos básicos para o estudo da água subterrânea, principalmente quando não se dispõe de dados hidrogeológicos.



Nesta etapa podem ser realizados perfis geológicos e diagramas tridimensionais que são muito úteis, pois fornecem uma visão adequada da geometria dos aquíferos.

### 2.3. Levantamento Geofísico

A aplicação de métodos geofísicos na geologia e hidrogeologia se baseia na determinação da dependência entre as propriedades físicas das rochas e suas particularidades geológicas e hidrogeológicas.

Existindo dados geofísicos próximos a área de interesse, devem ser analisados e interpretados pois constituem uma ferramenta muito útil na prospecção da água. Através da utilização desses dados é possível reduzir consideravelmente o volume dos trabalhos de perfuração, garantir uma informação mais extensa e bastante objetiva sobre a estrutura geológica e as condições hidrogeológicas da região onde se insere a área de pesquisa.

Através da aplicação dos métodos geofísicos é possível determinar:

- a espessura dos depósitos friáveis, subdividi-los litologicamente e traçar os mapas estruturais;
- a porosidade das rochas e a umidade das rochas argilosas;
- a profundidade do jazimento do primeiro horizonte aquífero e traçar os mapas de hidroisóbatas e hidrohipsas.

### 2.4. Clima

Envolve o estudo da precipitação, evapotranspiração e escoamento superficial para a realização do balanço hídrico da região. É interessante ressaltar que os dados a serem trabalhados devem constituir uma série histórica (20 anos ou mais).

### 2.5. Vegetação

Como critério geobotânico das condições hidrogeológicas são utilizadas algumas espécies de plantas, ou associações vegetais que recebem o nome de hidroindicadores.

Esses, indicam determinadas condições geomorfológicas e a composição das rochas, o que permite indiretamente apreciar as condições hidrogeológicas.



## 1. GENERALIDADES

### 2.6. Hidrologia

Devem ser realizados estudo da correlação das águas subterrâneas e das águas superficiais, medidas de vazão nos distintos setores dos cursos d'água e determinação das propriedades físicas e da composição química das águas superficiais.

Com estes dados é possível avaliar os recursos naturais de água subterrânea e caracterizar as condições de recarga e descarga. As observações hidroológicas devem ser realizadas nos rios, lagos, pântanos, canais de irrigação e durante a estiagem. Devem ser determinadas as dimensões e profundidades dos cursos d'água, litologia e porosidade das rochas que compõem o fundo e as margens desses cursos, locais de afluição das águas subterrâneas verificadas por variação da temperatura, mineralização da água superficial e aumento de vazão.

### 2.7. Geomorfologia

No levantamento hidrogeológico devem ser estudados:

- a localização e particularidades de diversas formas do relevo e suas relações com as águas subterrâneas;
- a intensidade dos fenômenos físico-geológicos relacionados com a formação do relevo.

Na descrição do relevo devem ser caracterizados:

- a morfografia (aspecto exterior do relevo);
- a morfometria (comprimento, largura, altura e profundidade de cada forma de relevo e a inclinação de sua superfície);
- origem dos elementos do relevo e o grau de participação das águas subterrâneas na sua formação.

### 2.8. Sondagem

Para o reconhecimento hidrogeológico poderão ser realizadas sondagens a trado manual ou mecânico, percussão e roto-pneumática, que irão fornecer:



- dados sobre a ordem e a profundidade de jazimento das rochas perfuradas, particularidades litológicas e espessura;
- caráter e grau de permeabilidade (porosidade, cavernosidade, fissuração, carstificação);
- nos horizontes aquíferos encontrados deverão ser estabelecidas sua potência e profundidade do jazimento bem como o nível estático;
- condições para coleta de amostra de água e de rocha.

Os poços devem ser locados ao longo de linhas transversais às estruturas geológicas e dispostos na porção central e periférica das mesmas.

A locação definitiva do poço tubular profundo será resultado dos estudos previamente desenvolvidos e já descritos, que irão fornecer parâmetros mais seguros quanto ao local mais propício à ocorrência de água mineral.

## 2.9. Levantamento Hidroquímico

Deverá ser realizado desde o início dos trabalhos de pesquisa. A qualidade da água é tão importante quanto a sua quantidade.

A coleta e a análise sistemática das amostras de água fornecem dados importantes quanto a sua variação química, física, físico-química e bacteriológica, no espaço e no tempo. É aconselhável também, efetuar medições sistemáticas de vazão com o objetivo de identificar futuros pontos de interferência, como por exemplo, bombeamentos.

É nesta etapa também que é pesquisado o caráter mineral da água subterrânea, entretanto, a análise oficial só é exigida quando da entrega do Relatório Final de Pesquisa para o DNPM. A pesquisa de íons raros e a avaliação da ação crenoterápica devem ser realizados visando definir o uso que será dado à água.

## 2.10. Topografia

Está presente nas várias etapas do estudo hidrogeológico. Todos os pontos de interesse na área como surgências naturais, poços escavados, trincheiras, furos de trado, pontos de amostragem para coleta de água, devem ser levantados topograficamente visando definir o nível piezométrico e, posteriormente, a direção do fluxo subterrâneo.



### 2.11. Caracterização do Aquífero

- Tipo de aquífero: deve ser caracterizado quanto a textura, condições hidráulicas e estruturais.
- Permeabilidade: medida muito característica da textura do aquífero (características do terreno).
- Transmissividade: medida representativa da capacidade que tem o aquífero para ceder água.
- Coeficiente de armazenamento: definido como a quantidade de água que cede um prisma de aquífero de base quadrada unitária, representado em porcentagem e coincide com a porosidade eficaz.
- Porosidade: relação existente entre o volume de poros ocupados por ar/água com o volume total de poros de um dado material.
- Capacidade específica: capacidade produtiva do poço por metro de rebaixamento.
- Reservas: é a quantidade de água contida em um determinado aquífero na bacia estudada em um determinado instante.
- Recursos explotáveis: é a quantidade máxima de água que pode ser bombeada do aquífero sem comprometimento da recarga.

Todos esses parâmetros devem ser avaliados qualitativa e quantitativamente.

### 2.12. Características do ponto d'água e da caixa de captação

Após, feita a perfuração ou captada a surgência natural, devem ser fornecidas no Relatório Final de Pesquisa as características da caixa de captação (obras de engenharia e proteção sanitária) da fonte e/ou do poço com respectiva casa de proteção, de acordo com as normas técnicas exigidas pelo DNPM.

## 3. QUALIDADE DA ÁGUA



Para a determinação da qualidade da água é realizado estudo "in loco" e estudo analítico em laboratório, sob o ponto de vista químico, físico, físico-químico e bacteriológico, possibilitando a classificação da água.

#### **4. GÊNESE DA JAZIDA DE ÁGUA SUBTERRÂNEA**

Através do estudo das relações e índices hidroquímicos associados aos materiais geológicos ocorrentes na área de pesquisa e de recarga, é possível inferir uma gênese para a água, bem como correlacioná-la com outras jazidas de água subterrânea ocorrentes nas cercanias.

#### **5. INVESTIMENTOS REALIZADOS NA PESQUISA**

Compreende um breve histórico dos gastos realizados nesta fase com discriminação de valores e trabalhos executados.

#### **6. COMENTÁRIOS SUCINTOS SOBRE A EXEQUIBILIDADE ECONÔMICA DA LAVRA**

6.1. Infra-estrutura

6.2. Aspectos mercadológicos

6.3. Projeto de exploração da água (captação definitiva com a casa de proteção)

6.4. Estimativa sobre os investimentos, receitas e custos

6.5. Comentários sobre financiamento (se houver)

6.6. Estimativa sobre o horizonte financeiro do empreendimento

6.7. Através do Fluxo de Caixa Analítico apresentar valores de rentabilidade financeira utilizando cálculos de Valor Atual e Taxa Interna de Retorno. Comentários sobre a Taxa de Atratividade

6.8. Conclusões

#### **7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**



## 8. ANEXOS

- 8.1. Planta de Situação, em escala 1:100.000, de preferência e Planta de Detalhe em escala 1:2.000 ou maior já que a área máxima requerida é de 50ha
- 8.2. Mapa Geológico
- 8.3. Mapa Hidrogeológico com perfil
- 8.4. Ficha do Poço (Padrão SISON/SIHIDRO/DNPM)
- 8.5. Perfil geológico do poço
- 8.6. Perfil construtivo do poço e equipamentos instalados (revestimentos, filtros, pré-filtros, cimentação, bomba, proteção sanitária etc.)
- 8.7. Planta de detalhe da captação por caixa, registrando com fotografias todas as etapas da construção
- 8.8. Boletins de análises químicas, físicas, físico-químicas e bacteriológicas