

HIDROGEOLOGIA DOS POÇOS SURGENTES DA REGIÃO
DE CALDAS DE CIPÓ - BAHIA

POR

*João Batista Matos de Andrade

*Francisco Inácio Negrão

*Geólogos da Companhia de Engenharia Rural da
Bahia - CERB - C.A.B. - Salvador-Ba.

RESUMO

O município de Cipó, no nordeste do Estado da Bahia, apresenta no entorno da sua área urbana, especificamente na faixa cortada pelo Vale do Rio Itapicurú, uma considerável incidência de poços surgentes com águas termais e mineralizadas. Os poços apresentam profundidade média de 80m, atingindo o aquífero da Formação São Sebastião, da Bacia Sedimentar de Tucano. As características destes poços são anômalas em relação aos demais poços da região, tanto do ponto de vista Hidrogeológico como Hidrogeoquímico, ocorrendo vazões de surgência elevadas (até 180m³/h), altos teores de Sólidos Totais Dissolvidos, Dureza, Cloretos e Termalidade, sendo utilizadas principalmente para balneabilidade. Outro aspecto abordado relaciona-se às medidas específicas adotadas na construção desses poços, que devido à forte surgência, a perfuração é dificultada e a ocorrência de danos futuro é um risco constante.

PALAVRAS - CHAVE

Bacia Sedimentar de Tucano - Formação Marizal - Formação São Sebastião - Poço Tubular - Surgência - Salinidade - Hidrotermal - Idade e Falha Geológica.

INTRODUÇÃO

A área em referência está situada na parte central da região nordeste da Bahia, entre os paralelos 11°01'54" e 11°09'57" de latitude sul e os meridianos 38°25'42" e 38°35'33" de longitude oeste de Greenwich, como mostra a Figura 1.

Os primeiros poços da região foram perfurados pelo Conselho Nacional do Petróleo - CNP, em 1944 e 1964. São poços de profundidade máxima de 450m, produtores de águas termais e salinizadas. A partir de 1980, a CERB realizou um programa arrojado de perfuração na área, totalizando atualmente dez poços tubulares, com profundidade média de 80m, sendo a maioria surgente, termal e salinizado.

Publicações anteriores sobre a Bacia de Tucano já citam as anomalias dos poços de Cipó, porém, sem uma tentativa maior de explicação dos fenômenos. A partir de um razoável número de poços com características conhecidas e, considerando a importância da área tanto no aspecto de abastecimento humano, como também na irrigação e turismo, faz-se neste trabalho um maior aprofundamento da questão.

Os dados aqui utilizados não são suficientes para elaboração de teses conclusivas. Existem imprecisões nas descrições litológicas e muitas das análises físico-químicas existentes são incompletas.

Um melhor conhecimento sobre a hidrogeoquímica comporta um programa que inclua análises de isótopos ambientais, visando determinar com maior precisão as origens e idade dessas águas. A falta de apoio financeiro e logístico, inviabilizou a tentativa de um programa neste sentido.

DADOS CLIMÁTICOS E FISIOGRAFICOS

O clima da área, segundo a classificação de Koepfem, é do tipo A-Tropical chuvoso, variação AS: chuvas periódicas (julho-agosto e setembro) com verão seco. A temperatura média é de 25°C, com precipitação média anual entre 600 e 900mm. A vegetação predominante é do tipo caatinga embora hoje as pastagens de capim ocupem grande área.

O principal rio da região é o Itapicuru, que nasce além da borda central oeste da Bacia de Tucano, atravessando esta com direção NW-SE e desembocando no Oceano Atlântico. O relevo regional é plano, tipo tabuleiro, com as menores cotas convergindo para o vale do referido rio. A altitude da sede de Cipó está em torno de 150m.

GEOLOGIA REGIONAL

A área em estudo está situada na porção central da Bacia Sedimentar de Tucano, que por sua vez constitui-se o prolongamento para norte da Bacia do Recôncavo. A Bacia de Tucano situa-se na parte leste do Estado orientada no sentido N-S, com forma alongada. Se estende desde a região de Entre Rios, ao sul até o Rio São Francisco ao norte, ocupando uma área de 40.000km². Trata-se de uma depressão tectônica de origem tensional do tipo "Meio Graben", delimitada a leste e a oeste por falhamentos, sendo preenchida por sedimentos clásticos continentais com espessura superior a 6.500m.

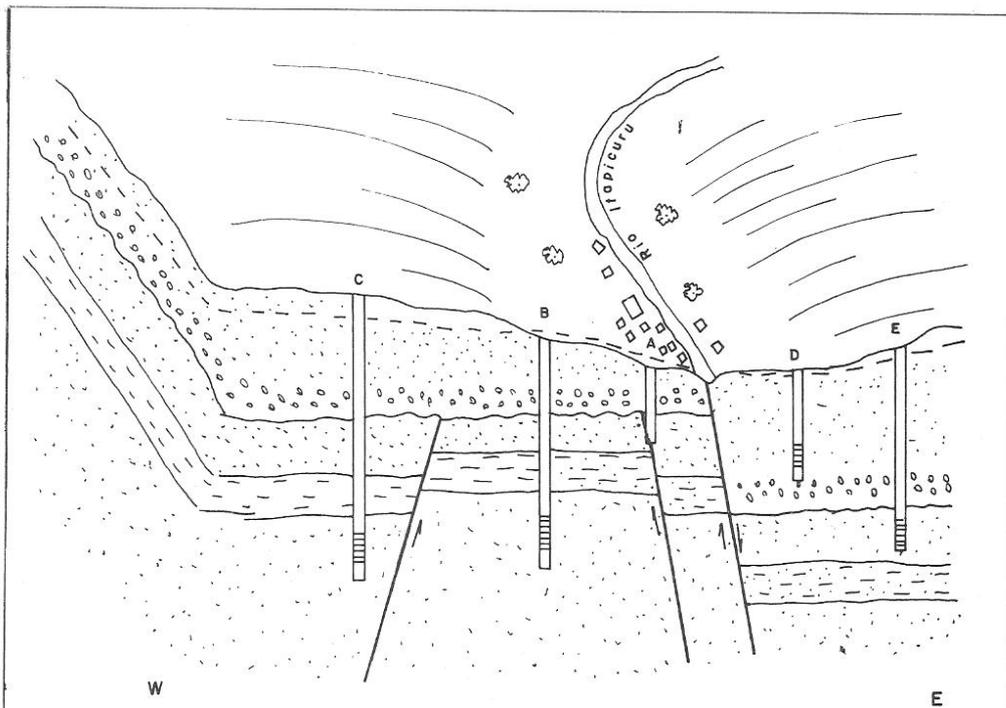
Os sedimentos, terciários, cretáceos e paleozóicos, estão distribuídos por três grandes Grupos, da base para o topo: Brotas, Santo Amaro, Ilhas e Massacará. O mais importante do ponto de vista hidrogeológico é o Grupo Massacará, constituído pela Formação São Sebastião, que por sua vez está recoberta na sua maior parte pela Formação Barreiras/Marizal indiferenciada.

Dois ciclos tectônicos atingiram a Bacia de Tucano: o primeiro e o mais importante ocorreu durante a deposição do Grupo Santo Amaro e no início do Grupo Ilhas e o segundo, posterior à deposição do Grupo Massacará. Esta superposição de eventos originou uma grande complexidade estrutural com falhamentos normais com direções preferenciais NNE-SSW, NNW-SSE, M-S e NW-SE.

A Formação São Sebastião na Bacia de Tucano é mais espessa que no Recôncavo, apresentando espessura média em torno de 2.000m, sendo que no mais recente poço Petrobrás da área (2-BH-1-Ba), situado 15km a norte de Cipó, localizado sobre um Baixo Estrutural, a Formação São Sebastião estendeu-se de 150m até 5.400m, profundidade final do poço. Esta formação distribui-se por quase toda Bacia de Tucano, excetuando a borda do oeste. É constituída por arenitos róseos, vermelhos, em parte cinza esbranquiçados, classificação média, intercalados por argilas variegadas e folhelhos silticos vermelhos, amarelos e acinzentados. Sobrepondo-se a esta, encontra-se a Formação Barreiras/Marizal, aflorante em 2/3 da Bacia, preferencialmente nos tabuleiros, onde apresenta até 300m de espessura. É constituída essencialmente por arenitos cinza esbranquiçado a amarelo avermelhado, fino a grosso, mal selecionado, intercalações de argilas e, raramente, folhelhos. O contato com a Formação São Sebastião é discordante e ocorre geralmente através de um nível de conglomerado.

HIDROGEOLOGIA

Na região de Caldas de Cipó, como também na maior parte da Bacia Sedimentar do Recôncavo/Tucano, o aquífero mais importante é o da Formação São Sebastião. Regionalmente, apresenta vazão específica média de 2m³/h/m, com Resíduo Total em torno de 200mg/l. A realimentação é feita indiretamente através das águas



--- SUPERFÍCIE PIEZOMÉTRICA
 ~~~~~ CONTATO FM. MARIZAL / FM. SÃO SEBASTIÃO

FIGURA 04 - BLOCO DIAGRAMA ESQUEMÁTICO MOSTRANDO AS VARIADAS SITUÇÕES DOS VÁRIOS TIPOS DE POÇOS DA ÁREA DE CIPO (Ba)

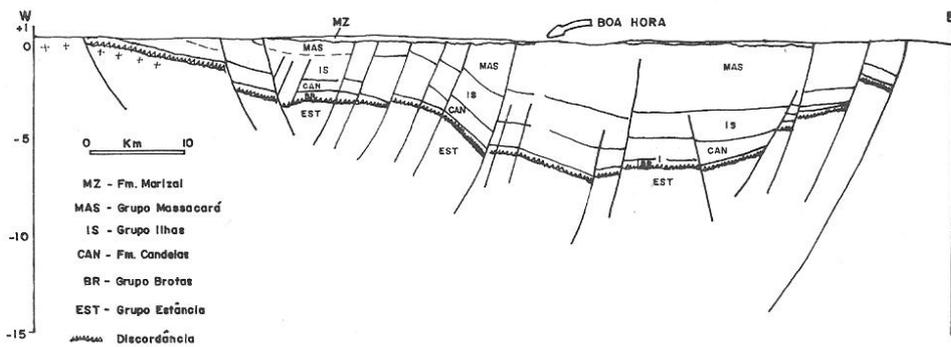


FIGURA 03 - SEÇÃO TRANSVERSAL DA BACIA DE TUCANO, PASSANDO POR BOA HORA, CIPO - Ba.

OBS: ANTERIOR AO POÇO 2-BH-1-Ba.

provenientes da Formação Barreiras/Marizal e/ou diretamente através das chuvas caindo sobre as zonas de afloramento. Devido à intercalações de folhelhos, siltitos e argilitos, o aquífero tem comportamento arteziano na sua maior parte, sendo livre apenas nas zonas de afloramento dos arenitos. A superfície piezométrica regional varia desde 200m, nos tabuleiros cobertos por espesso pacote da Formação Barreiras/Marizal até a surgência nas cotas mais baixas. A principal utilização das águas é o abastecimento urbano, porém, também apresenta grande potencial para irrigação.

Na área onde o Vale do Itapicuru corta o município de Cipó, especificamente, numa faixa de 10km à montante e à jusante da sede municipal, parte dos poços existentes apresenta caracteres hidrogeológicos peculiares. Os poços no lado sul do Vale (Fig. 2), com profundidade média de 80m e zona de captação na Formação São Sebastião, apresentam em seus perfis a presença quase que constante de uma camada confinante, situada entre 50 e 70m, espessura máxima de 20m, caracterizada litologicamente como siltito cinza calcífero em algumas descrições e calcário em outras (Fig. 5). Devido à camada confinante, associada com a baixa cota local, os poços são surgentes em sua maioria. Porém, o que intriga é a alta salinidade (até 4700mg/l de Resíduos Totais) e a termalidade (36°C) de parte destes poços. Segundo dados obtidos no poço Petrobrás 2-BH-1-Ba, o gradiente geotérmico da Bacia na área é de 0,013°C/m. Considerando que a temperatura média ambiental é de 25°C, a água subterrânea só iria portar temperatura de 36°C aos 800m isto sem considerar o resfriamento durante a subida da água. Apesar de na região existirem zonas mais salinizadas, até mesmo na Formação Barreiras/Marizal, devido em muitos casos à lentes de gipsita e barita, a salinidade apresentada pelos poços em questão é muita alta, típica de águas mais profundas.

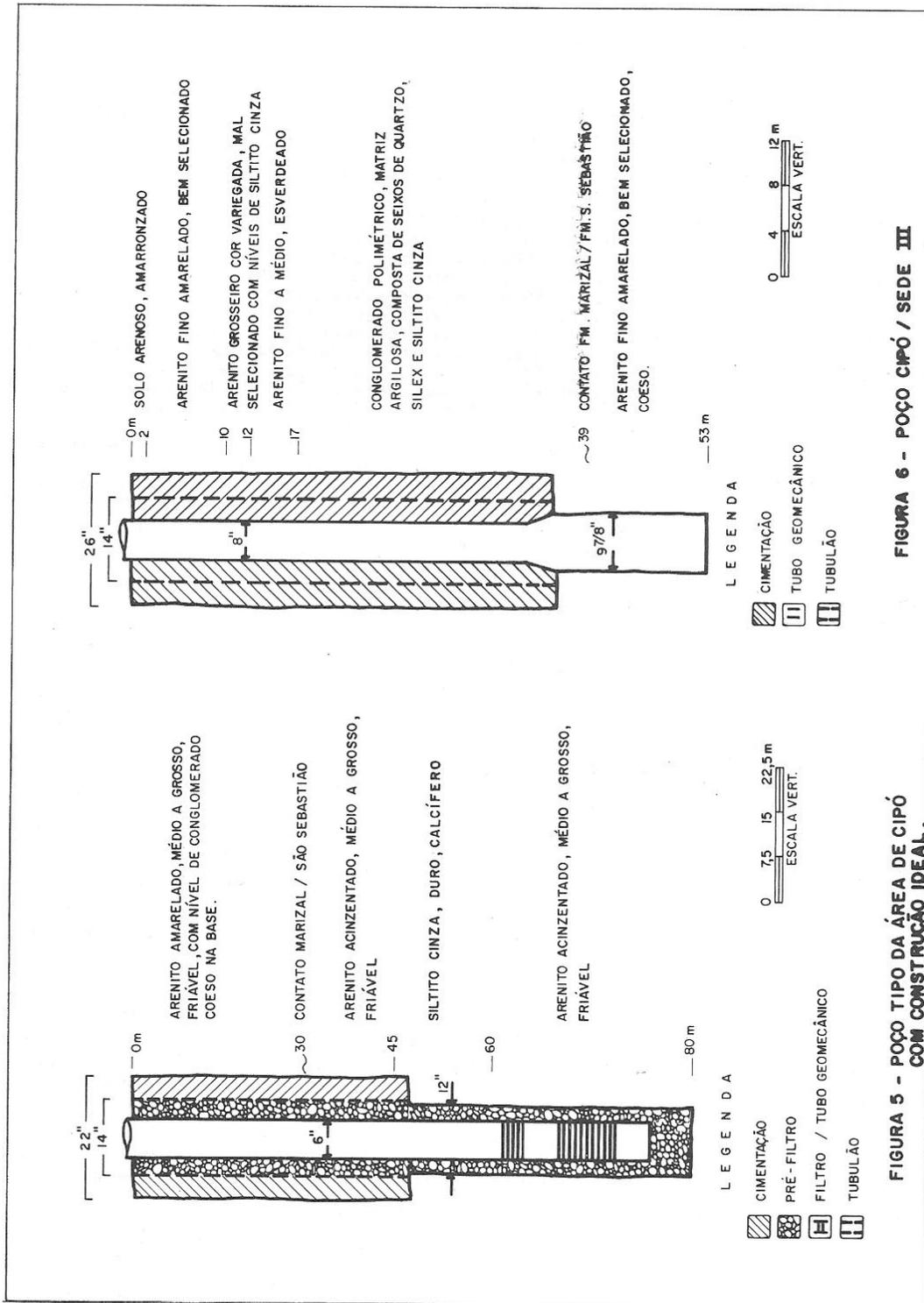
Na parte norte do Vale, dentro da área em estudo, infelizmente existem poucos poços tubulares com perfil conhecido, apenas dois. Ao contrário do poço nº 10 (Fig. 2) mais distante da sede de Cipó, o poço nº 08, mais do centro da área em estudo, apresenta artezianismo não surgente, sem a presença da camada típica confinante, e, água potável fria. Ainda neste lado, situado na borda do leito do Itapicuru, existe uma bateria de poços (nº 07) perfurados pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas-DNOCS, visando o abastecimento da sede municipal. Esses poços apresentam profundidade máxima de 100m, sem surgência, de perfil e análise química desconhecida.

Vale citar a existência de águas anômalas a 35km de Cipó, ainda no Vale do Itapicuru, no município de Jorro. Neste local, existem dois poços termiais: Caldas do Jorro, com profundidade de 600m e temperatura de 45°C e, Jorinho, 272m e 34°C. Ambos apresentam captação no grupo Ilhas. Como se pode observar, comparando-os aos poços de Cipó, estes são mais profundos e com zonas de captação abaixo da Formação São Sebastião.

A explicação mais provável para as peculiaridades dos poços de Cipó é a existência de falhamentos e fraturamentos, que conduziriam águas de altas profundidades para níveis superficiais (Ver Fig. 3). Uma das principais evidências de falhamentos locais é o próprio contorno do leito do Itapicuru, não meandrande seguindo trechos retilíneos, evidenciando controle estrutural.

Considerando o comportamento diferenciado dos poços na área, o Bloco Diagrama da Fig. 4 propõe os condicionamentos que podem ocorrer com os poços da área:

- Poço A (Nº 1/SEDE III): Profundidade de 53m, surgente com vazão maior que 180m<sup>3</sup>/h, salinidade 4720mg/l de RT. A perfuração atingiu uma fissura em arenitos consolidados, tendo o conglomerado basal como camada confinante.
- Poço B (Nº 12 / Amari): Profundidade de 104m, surgente com vazão de 113m<sup>3</sup>/h, não termal, salinidade 348mg/l de RT. Captação abaixo da camada confinante típica, sem presença de falhas e/ou fraturas nas proximidades.
- Poço C (Nº 3/SEDE I): Profundidade de 95m, arteziano, não surgente, vazão específica de 3m<sup>3</sup>/h/m, termalidade menor que poço A, salinidade 2.784mg/l de RT. Captação abaixo da camada confinante típica, com presença de falhamentos e/ou fraturamentos nas proximidades, influenciando sobre o poço. Não houve surgência. Está situado em cota acima da superfície piezométrica.
- Poço D (Nº 7/DNOCS): Profundidade de 60m, aquífero livre, vazão específica



de  $2\text{m}^3/\text{h}/\text{m}$ , não termal, com salinidade baixa, potável. Captação da Fm Marizal, livre de influências fissurais.

Poço E (Nº 8/ITAPICURÚ DE CIMA): Profundidade de 99m, arteziano, não surgente, não termal, vazão específica de  $4,8\text{m}^3/\text{h}/\text{m}$ , salinidade, 190mg/l de RT. Captação abaixo de camada confinante não típica, sem presença fissural nas proximidades, situado em cota acima da superfície piezométrica.

#### CONSTRUÇÃO DOS POÇOS TUBULARES

Nos primeiros poços surgentes perfurados na região de Cipó, como não se tinha a previsão antecipada da ocorrência do fenômeno de surgência, a construção seguiu a mesma rotina dos poços tubulares comuns, com o uso apenas de 6m de tubulação condutor, sem cimentação subsuperficial, usando na completação tubos DIN 2440 com filtros inox ou galvanizados. Como resultado, temos hoje poços danificados com verdadeiras crateras na boca e filtros rompidos. Em alguns casos, os poços apresentaram vida útil menor que 3 anos.

As crateras citadas acima foram provocadas pela alta pressão de surgência associada ao grande volume de águas provenientes dos fraturamentos. Com relação aos filtros, o caráter anômalo do quimismo dessas águas, com alto poder de corrosão, diminui drasticamente a sua vida útil. Os tubos DIN 2440 também sofrem efeitos danosos.

Hoje, a CERB, responsável pela maioria dos poços existentes na área, já adquiriu todo um know-how para construção dos poços tubulares surgentes (Ver Fig. 5 e 6).

- perfuração com lama de alta densidade e viscosidade, visando evitar a surgência durante a construção.
- craçação de tubulão condutor na porção superior da camada confinante, com cimentação na base e no espaço anular (poço/tubulão), evitando os danos provocados pela alta pressão e volume das águas. A cimentação deve ter traçado 1x1, com adição de impermeabilizantes.
- completação com tubos e filtros Geomecânico, evitando, assim, a corrosão.
- registro de alta pressão na saída do poço, visando controle da vazão.

#### CARACTERIZAÇÃO HIDROQUÍMICA

##### -Trabalhos Anteriores

Apenas 02 trabalhos anteriores tratam especificamente da Hidroquímica das águas subterrâneas da área de surgência hidrotermal na região de Cipó. O primeiro data de 1977, realizado pelo MINTER em Convênio com o DNOCS e CERB, onde se procedeu a um Levantamento Hidrogeológico Básico da Bacia de Tucano no Vale do Rio Itapicuru, onde se concluiu que a grande maioria das águas subterrâneas da região são cloretadas, apresentando uma concentração de sólidos totais que, em 60% dos casos, está abaixo de 800mg/l. No segundo, "Hidrologia Isotópica de Águas Subterrâneas na Região de Cipó-Ba", Costa I.S. - 1989, concluiu que na vizinhança da cidade de Cipó existem águas subterrâneas muito antigas, com idades variando de 1.800 a 30.000 anos e com conteúdo de isótopos estáveis do oxigênio muito próximo dos dados de precipitações atuais, porém de locais mais afastadas, como Serrinha e Jacobina.

##### -Diagrama Piper

Para se obter a classificação das águas subterrâneas da área segundo as suas características químicas, utiliza-se o diagrama Piper que permite uma melhor visualização do caráter químico da água bem como determinar a sua fácies química.

O diagrama (Fig.7) só permite a classificação de águas cujas análises químicas possuam todos os seus componentes maiores, anions e cations, determinados. Na área de surgência da região de Cipó a disponibilidade de análises completas é insuficiente, tendo-se apenas 5 amostras de águas subterrâneas possíveis de serem classificadas segundo Piper.

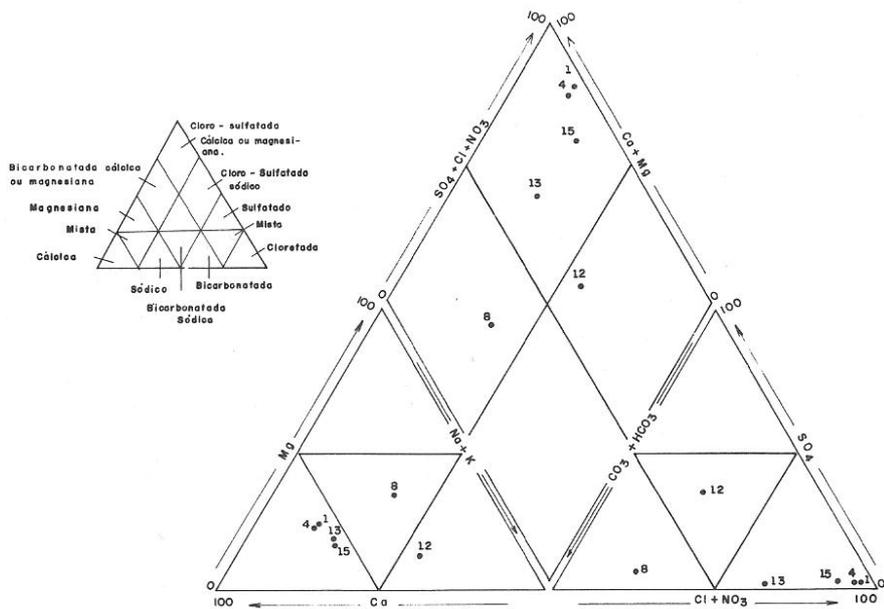


FIGURA 7 - DIAGRAMA DE PIPER

TEORES EM % DE MILIEQUIVALENTE POR LITRO

• AMOSTRAS

| POÇO / LOCAL        | PROFUND. (m) | NÍVEL ESTÁTICO | PROFUND. FILTROS (m) | TEMPER. | RESÍDUO TOT. (mg/l) | CLORETOS (mg/l) | IDADE (anos) | FORMAÇÃO (AQUÍFERO) |
|---------------------|--------------|----------------|----------------------|---------|---------------------|-----------------|--------------|---------------------|
| 1 OPÓ/SEDE III      | 44,95        | SURGEN.        | 44                   | TERMAL  | 4.720               | 1.500           | —            | MARIZAL/S.SEBAS.    |
| 4 PITOMBA           | 59,00        | SURGEN.        | 52-58                | TERMAL  | 3.500               | 1.180           | 18.080       | S.SEBASTIÃO         |
| 8 ITAPICURU DE CIMA | 99,00        | 0,0            | 75-95                | —       | 190                 | 24              | 10.539       | S.SEBASTIÃO         |
| 12 AMARI            | 104,0        | SURGEN.        | 80-100               | —       | 348                 | 80              | 17.420       | S.SEBASTIÃO         |
| 13 RONCADOR         | 74,00        | SURGEN.        | 60-70                | —       | 428                 | 108             | 28.220?      | S.SEBASTIÃO         |
| 15 BURIL            | 91,00        | SURGEN.        | 60-80                | TERMAL  | 614                 | 188             | 8.160        | S.SEBASTIÃO         |

TABELA DE DADOS E LOCALIZAÇÃO DAS AMOSTRAS

Com relação a composição química global as águas da área estudada, são classificadas como:

Amostras 1, 4, 13, 15 - Cloro-Sulfatada Cálcica ou Magnesianas

Amostra 8 - Bicabornatada Cálcica ou Magnésiana

Amostra 12 - Cloro-Sulfatada Sódica

Por outro lado observa-se que com relação à composição dos cations e anions, individualizados nos triângulos inferiores do diagrama, tem-se:

Amostra 8 - Água mista com relação aos cations

Amostra 12 - Água mista com relação aos anions

#### CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

As águas subterrâneas da zona de surgência das proximidades da cidade de Cipó são classificadas como Cloro-Sulfatadas Cálcica ou Magnésiana. Duas amostras, as dos poços de Itapicurú de Cima e Amari, são nitidamente mistas com relação aos cations em Itapicurú de Cima e, aos anions em Amari.

A insuficiente quantidade de amostras com determinações completas e periódicas (sazonais) dessas águas, não permite uma classificação da sua fácies química com o rigor necessário ao método. Esta classificação, porém, permite confirmar suposições relacionadas com a origem profunda das águas termais do aquífero São Sebastião e do Marizal superficial, na área estudada.

Considerando a grande vocação da região do Vale do Itapicurú para irrigação através de poços tubulares profundos, já evidenciada em estudos anteriores, recomenda-se que antes de qualquer início de atividade, deve-se realizar um estudo visando conhecimento melhor e se possível, delimitar as áreas passíveis de águas termais e salinizadas. Levantamentos e análises de todos os dados existentes, alinhados com prospecção geofísica e perfuração de poços testes, seriam subsídios básicos para elaboração de teses conclusivas definitivas.

Uma recomendação final refere-se à construção adequada dos poços tubulares, possibilitando uma maior vida e controle de vazão, evitando assim desperdícios de grandes volumes de água.

#### BIBLIOGRAFIA

- COSTA I.S. 1989 - Hidrologia Isotópica de Águas Subterrâneas na Região de Cipó-Ba - Tese de Mestrado - UFBa-Bahia.
- CERB - Cadastros de Poços Tubulares do Estado da Bahia - 1982 a 1989 - vários volumes.
- DNOCS/CERB. 1977 - Levantamento Hidrogeológico Básico da Bacia de Tucano, Vale do Itapicurú-Bahia. Ministério do Interior - MINTER/Gov. do Estado da Bahia.